



MANUEL

DE FORMATION

- SANTÉ DES PLANTES -

ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODES DE DÉTECTION DES ORGANISMES NUISIBLES



Ce manuel de formation a été conçu et réalisé par les services Formation et Information & Communication du COLEACP. Cette publication a été rédigée par Gilles Delhove, avec la collaboration de Codjo Emile Agbangba, Valens Mulindabigwi, Laurent Glin, Grégoire Mutomb Mutshail, Gora Ndiaye, Wilfried Baudoin et Claude Arsène Savadogo.

La présente publication a été élaborée par le COLEACP dans le cadre de ses programmes Fit For Market, Fit for Market SPS et STDF, financés par l'Union européenne (Fonds européen de développement – FED), l'Agence Française de Développement (AFD) et Le Fonds pour l'application des normes et le développement du commerce (STDF)

Le contenu de la présente publication relève de la seule responsabilité du COLEACP et ne peut aucunement être considéré comme reflétant le point de vue officiel de l'Union européenne, de l'AFD et du STDF.

Le COLEACP détient la propriété intellectuelle de l'ensemble du document.

Cette publication fait partie intégrante d'une collection COLEACP, composée d'outils de formation, de supports pédagogiques et de documents techniques. Tous sont adaptés aux différents types de bénéficiaires et niveaux de qualification rencontrés dans les filières de production et de commercialisation agricoles.

Cette collection est disponible en ligne pour les membres du COLEACP.

L'utilisation de tout ou partie de la publication est possible dans le cadre de partenariats ciblés et selon certaines modalités. Pour cela, contacter le Coleacp à network@coleacp.org.



ÉCHANTILLONNAGE ET MÉTHODES DE DÉTECTION DES ORGANISMES NUISIBLES

CHAPITRE 1 : MÉTHODES DE DÉTECTION DES ORGANISMES DE QUARANTAINE (INSECTES, NÉMATODES)	1
1.1. Introduction	2
1.2. Généralités sur les méthodes de détection des organismes nuisibles	4
1.3. Règles à respecter pour la détection des organismes de quarantaine	5
CHAPITRE 2 : PLANIFICATION DE L'ÉCHANTILLONNAGE DANS LE CADRE DES CONTRÔLES OFFICIELS	21
2.1. Objet	22
2.2. Champ d'application	23
2.3. Vocabulaire relatif aux contrôles par échantillonnage	24
2.4. Règles à respecter pour la réalisation des contrôles par échantillonnage	29
2.5. Annexe: la loi normale	35
CHAPITRE 3 : MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE LORS DES CONTRÔLES OFFICIELS	37
3.1. Introduction	38
3.2. Vocabulaire relatif à l'échantillonnage	38
3.3. Règles et procédures d'échantillonnage	43
3.4. Prélèvement et traitement des échantillons	50
3.5. Annexes	69
CHAPITRE 4 : ORGANISATION D'UN LABORATOIRE DE SANTÉ DES PLANTES	77
4.1. Les missions d'un laboratoire de santé des plantes	78
4.2. L'organisation du laboratoire	81
4.3. La qualification du personnel de laboratoire	107
4.4. Gestion et démarche qualité dans le laboratoire	111



Chapitre 1

Méthodes de détection des organismes de quarantaine (insectes, nématodes)

1.1. Introduction	2
1.2. Généralités sur les méthodes de détection des organismes nuisibles	4
1.3. Règles à respecter pour la détection des organismes de quarantaine	5

1.1. INTRODUCTION

1.1.1. Mise en situation

La notion de **détection des organismes nuisibles aux végétaux réglementés** (dits organismes de quarantaine) découle directement des accords sur les mesures sanitaires et phytosanitaires (SPS) de l'Organisation mondiale du commerce¹ qui prévoient entre autres: *«En vue d'assurer une action commune et efficace afin de prévenir la dissémination et l'introduction d'organismes nuisibles aux végétaux et produits végétaux, et en vue de promouvoir l'adoption de mesures appropriées de lutte contre ces derniers, les parties contractantes s'engagent à prendre les mesures législatives, techniques et réglementaires spécifiées dans la présente Convention et dans les accords complémentaires...»*.

Un des principaux objectifs des méthodes de détection des organismes de quarantaine est **la vérification du respect de la réglementation**. La détection et l'identification correctes des organismes nuisibles sont essentielles pour permettre la bonne application des mesures phytosanitaires. En effet, sous-estimer ou ne pas détecter un nuisible peut conduire à de graves conséquences en terme de santé des animaux ou des végétaux. À l'inverse, une confusion sur l'identité du nuisible peut conduire à prendre des décisions inappropriées et disproportionnées par rapport aux risques réels, avec des conséquences économiques qui peuvent s'avérer désastreuses.

Les organisations nationales de la protection des végétaux (ONPV) établissent des **protocoles de diagnostic pour les organismes nuisibles** réglementés afin de s'acquitter comme il convient des responsabilités qui leur incombent, en particulier pour la surveillance, les inspections à l'importation et la certification des exportations.

La notion de «nuisibles» regroupant plusieurs types d'organismes tels que les procaryotes, les champignons, les virus, les insectes et les nématodes ainsi que certaines plantes parasites, **les méthodes de détection seront spécifiques pour chacun de ces types d'organismes**. Les analyses de détection seront alors exécutées en tenant compte des types d'agents à rechercher et des valeurs réglementaires fixées.

La législation s'applique à tous les produits, c'est-à-dire à la fois sur le marché national, mais aussi exportés ou réexportés avant d'être mis sur le marché d'un pays tiers. Les analyses doivent alors prendre en compte les réglementations internationales et celle en vigueur dans le pays de destination.

1 L'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (l'«Accord SPS») est entré en vigueur au moment de la création de l'Organisation mondiale du commerce, le 1^{er} janvier 1995. Il a trait à l'application des réglementations concernant l'innocuité des produits alimentaires, ainsi que la protection de la santé des animaux et la préservation des végétaux.

1.1.2. Base normative

L'ensemble des **normes internationales pour les mesures phytosanitaires (NIMP)** est repris dans un fascicule téléchargeable sur le site de la FAO (www.fao.org).

Elles permettent de comprendre l'ensemble du système, mais la **norme NIMP n° 27 concerne plus particulièrement la détection** (NIMP n° 27 – 2006) (Protocoles de diagnostic pour les organismes nuisibles réglementés).

Pour les critères de fonctionnement du laboratoire, une norme internationale fait référence. L'accréditation des laboratoires par un organisme indépendant national ou international est la garantie d'une reconnaissance des résultats dans l'ensemble des pays. L'accréditation est prononcée sur les critères de la norme ISO 17025 qui décrit les exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais. Ce point sera traité séparément.

Les normes précédentes sont des normes générales de description des protocoles de diagnostic à mettre en œuvre ou d'organisation du laboratoire et du système qualité.

Elles ne contiennent aucune information technique pour l'analyse d'un nuisible particulier.

Même si des protocoles au sens de la norme NIMP n° 27 sont approuvés par les instances², **le laboratoire doit utiliser, pour les recherches, les méthodes spécifiques citées dans le protocole.**

Il existe pour chaque nuisible plusieurs méthodes spécifiques d'analyses suivant le cadre de la recherche. En France, les méthodes spécifiques retenues sont publiées au *Bulletin officiel* du ministère de l'Agriculture qui est l'autorité compétente sur le sujet (agriculture.gouv.fr/bulletin-officiel).

Ainsi, pour la recherche d'insectes entiers, vivants ou morts, les **méthodes d'entomologie** seront utilisées pour permettre d'identifier les insectes et de les compter. Leur nombre et leur état permettent d'estimer la population et si l'invasion est au début, en cours, ou en fin. De ces informations, il sera possible d'évaluer le risque pour les produits issus de la région.

La recherche dans les produits fera plus appel à des techniques soit d'observation des défauts (trous dans le bois, grains de céréales attaqués, etc.), soit de la recherche de fragments.

Il sera aussi possible de faire appel à des **méthodes de biologie moléculaire** pour identifier de manière formelle l'origine de fragments ou l'identité d'un insecte qui pourrait avoir des espèces très proches d'un point de vue morphologique ou pour les identifier à des stades précoces du développement (larves, œufs, etc.).

2 Un exemple peut être consulté à l'adresse suivante :
ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0785f/a0785f01.pdf.

1.2. GÉNÉRALITÉS SUR LES MÉTHODES DE DÉTECTION DES ORGANISMES NUISIBLES

1.2.1. L'échantillonnage

L'échantillonnage est la première étape de l'analyse. Elle conditionne toute la validité de l'interprétation qui peut être faite du résultat quant à la conformité du lot. Pour que l'échantillon soit représentatif, les règles de prélèvement doivent permettre de vérifier la validité de l'ensemble du lot de produits.

Les prélèvements réalisés dans le cadre de contrôles officiels doivent obligatoirement respecter les textes réglementaires en vigueur dans le pays et au niveau international. Les prélèvements pour validation de lots doivent être faits selon les règles spécifiques qui assurent la représentativité du lot par l'échantillon.

D'autre part, pour être fiables, les prélèvements doivent être faits dans des conditions telles que l'échantillon ne soit pas contaminé par le préleveur ou l'environnement.

Mais il est important de systématiquement considérer l'échantillon comme contenant potentiellement un nuisible et donc que l'échantillon ne puisse pas contaminer le milieu et créer lui-même un foyer d'infestation.

1.2.2. Le transport des échantillons

Les lieux de prélèvement ne sont généralement pas au laboratoire. Il convient donc de s'assurer que les conditions de transport ne sont pas susceptibles de modifier le résultat; c'est-à-dire, par exemple, de détruire des nuisibles par des conditions de température extrêmes ou de favoriser leur développement par une durée de transport trop longue, dans des conditions de température optimales. Ceci conduirait à une surestimation de la quantité présente dans le lot.

1.2.3. Qualité des analyses

Dans tous les domaines, la fiabilité du résultat doit pouvoir être démontrée. L'importance de la qualité des analyses est donc primordiale. Cette qualité ne sera reconnue que si les laboratoires sont engagés dans une démarche qualité.

1.2.4. Règles générales de détection des organismes de quarantaine

Les méthodes de détection des organismes de quarantaine sont avant tout des méthodes d'analyses pour lesquelles, toutes les règles générales applicables aux méthodes d'analyses décrites ci-après sont applicables.

Les principales techniques mises en œuvre pour la détection sont :

- Le piégeage pour les contrôles sur zones de production, que ce soit par pièges à base de phéromones ou de panneaux collants jaunes. Ces techniques sont associées à des analyses entomologiques et de taxonomie. Ces techniques de piégeage peuvent aussi être conduites pendant les transports en mettant les pièges avec la cargaison.
- Les kits de diagnostic phytosanitaires, basés sur la technique immuno-enzymatique pour la plupart, qui permettent de déterminer rapidement la présence ou l'absence de maladie sur des boutures de plantes par exemple.
- Les techniques de biologie moléculaire pour l'identification précise.

La conception du laboratoire doit être conforme aux exigences en matière de sécurité qui dépendent du type d'organisme recherché.

1.3. RÈGLES À RESPECTER POUR LA DÉTECTION DES ORGANISMES DE QUARANTAINE

Il faut prendre conscience que l'analyse de végétaux ou d'animaux pour la recherche d'organismes de quarantaine peut conduire à générer des populations qui, si elles ne sont pas contrôlées peuvent devenir des sources de contamination.



Ces populations, peu ou non dangereuses au départ, vont donc devenir des sources de contamination s'ils ne sont pas traités de manière adéquate avant leur élimination.

1.3.1. Protection de l'opérateur

Hormis le fait que l'échantillon doit être protégé de toute contamination, il est important de se rappeler que les organismes recherchés peuvent être dangereux pour l'homme. De plus, l'opérateur peut être un vecteur de l'organisme recherché vers l'extérieur soit par contact (peau, muqueuses) soit par inhalation. Il faudra donc prévoir des protections individuelles (masques, gants, combinaisons) ou collectives (hottes à flux laminaire, salle blanche, etc.) avec des possibilités pour l'opérateur de se laver entièrement si nécessaire.

1.3.2. Protection de l'environnement



Comme il a déjà été mentionné, l'analyse des organismes de quarantaine conduit à leur multiplication. S'ils sont rejetés dans l'environnement soit par voie aérienne soit par les voies d'élimination des déchets, ces organismes pourront se multiplier et être la cause d'une infestation (p. ex., la dissémination du frelon asiatique *Vespa velutina* qui détruit les ruches d'abeilles dans tout le Sud-Ouest de la France provient de peu de spécimens introduits).

Il conviendra donc en fonction de la réglementation du pays de respecter les rejets d'air du laboratoire vers l'extérieur pour le contrôle des contaminations aériennes. Il faudra ensuite assurer une décontamination de tous les déchets par un système adéquat afin de ne pas propager de contaminations accidentelles lors du traitement des déchets. Les systèmes à chaleur sèche ne sont pas recommandés et l'autoclavage ou l'incinération restent les moyens les plus sûrs de destruction.

1.3.3. Aspects pratiques des méthodes de détection des organismes de quarantaine (insectes, nématodes)

Pour chacun des paragraphes ci-après la distinction sera faite entre :

- les tests de piégeage en zone de production ;
- les tests par culture ;
- les tests en laboratoire pour les kits de phytodiagnostic ;
- les tests par biologie moléculaire (PCR).

1.3.3.1. Cas de contrôles par piégeage sur la zone de production

Même si le piégeage est fait principalement à l'air libre, il n'en reste pas moins qu'il y a des phases de préparation des pièges puis des phases de comptage et d'identification.



Nous devons donc retrouver :

- une zone de stockage des pièges ou des panneaux qui sera complétée par une salle de préparation des pièges ou panneaux (identification, p. ex.). Cette salle doit être propre et ne pas permettre la contamination ou l'introduction d'organismes avant la zone de test. Les pièges seront aussi préparés et protégés pour le transport vers la zone de contrôle. L'équipement pourra aussi être utilisé pour reconditionner les pièges et panneaux pour garantir que, lors du transport de retour, il n'y aura pas de perte ou de dissémination des organismes piégés.
- Une salle de réception des pièges au niveau de laquelle les échantillons seront apportés par les demandeurs d'analyses (contrôleurs). C'est la seule salle où les personnes extérieures peuvent accéder. Cette salle mène directement au stockage des échantillons pour le stockage temporaire. Suivant l'analyse requise, les échantillons seront transférés de cette salle vers les salles d'examen entomologique, soit vers les salles de réalisation des tests de phytodiagnostic.
- Une salle d'examen entomologique qui doit contenir tout le matériel nécessaire à l'examen et disposer de toutes les sécurités pour ne pas qu'un insecte sorti vivant du piège puisse s'échapper.

- Si des cultures s'avèrent nécessaires, elles seront réalisées dans du matériel adéquat dans une salle dédiée ou dans une serre répondant aux critères de sécurité.
- Une salle d'enregistrement des résultats à proximité peut faciliter la saisie sans avoir à sortir d'un périmètre sécurisé.
- Une laverie pour le lavage et la stérilisation du matériel et des déchets.

1.3.3.2. *Cas des tests par culture*

Les tests par culture sont réalisés en cultivant les boutures ou les plantes pour observer les développements de maladies au cours de la croissance. Cette culture sera faite dans des serres de classe de sécurité suffisante pour éviter les contaminations tant vers l'extérieur que vers l'intérieur.

1.3.3.3. *Cas des tests en laboratoire pour les kits de phytodiagnostic*

- Une salle de réception des pièges au niveau de laquelle les échantillons seront apportés par les demandeurs d'analyses (contrôleurs, ou acteurs de la chaîne agro-alimentaire). C'est la seule salle où les personnes extérieures peuvent accéder. Cette salle mène directement au stockage des échantillons pour le stockage temporaire. Suivant l'analyse requise, les échantillons seront transférés de cette salle vers les salles d'examen entomologique, soit vers les salles de réalisation des tests de phytodiagnostic.
- Si des cultures s'avèrent nécessaires, elles seront réalisées dans du matériel adéquat dans une salle dédiée.
- La salle de réalisation des tests ELISA contiendra le matériel pour la réalisation des tests (lecteur de plaques, extraction, dépôts des extraits sur plaques, etc.).
- Une salle d'enregistrement des résultats à proximité peut faciliter la saisie sans avoir à sortir d'un périmètre sécurisé.
- Une laverie pour le lavage et la stérilisation du matériel et des déchets.

1.3.3.4. *Cas des analyses PCR*

- Une salle d'extraction de l'ADN.
- Une salle de préparation du *mix* de réactifs de polymérisation (totalement exempt de l'ADN).
- Une salle de PCR qui contient les thermocycleurs.

1.3.3.5. *Cas des tests en laboratoire pour les kits de phytodiagnostic et des analyses PCR*

L'agencement de ces salles doit correspondre le plus possible à l'ordre cité avec des communications entre pièces au moyen d'ouvertures de type passe-plat pour limiter les mouvements de personnel.

1.3.4. Modes opératoires d'analyse

1.3.4.1. Choix de la méthode

Comme nous l'avons déjà indiqué, pour faciliter la reconnaissance des résultats et pour faciliter la mise en place, il est préférable de choisir des méthodes normalisées ou officielles. La plupart des agents pathogènes ont déjà été étudiés et il existe des méthodes déjà publiées, telles que celles publiées au *Bulletin officiel* du ministère de l'Agriculture français et dont un exemple est donné en suivant le lien agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN20118284Z-2.pdf.

1.3.4.2. Mise en place

La mise en place des méthodes choisies débute par la vérification du fait que le laboratoire dispose des matériels, réactifs et consommables cités dans le texte de référence.

Il est ensuite bon de tester le protocole en entier sur une matrice afin de s'assurer que l'ensemble est fonctionnel.

1.3.4.3. Validation

Lorsque le mode opératoire est fonctionnel au sein du laboratoire, il est nécessaire de valider le protocole pour s'assurer que la méthode répond bien aux besoins c'est-à-dire qu'elle est sélective (elle ne met en évidence que les organismes recherchés) qu'elle est sensible (elle permet de détecter les organismes au niveau des valeurs réglementaires) elle est répétable (plusieurs analyses du même échantillon donneront le même résultat). Pour cela, il faut réaliser l'analyse d'échantillons dont la teneur est connue et déterminer les valeurs caractéristiques de la méthode que l'on pourra comparer aux valeurs données dans le texte de référence. Il faudra aussi participer à des essais d'intercomparaison avec d'autres laboratoires.

À l'issue de cette validation, le laboratoire devra disposer d'un document rédigé qui doit comprendre :

L'origine de la méthode

1. Identification de l'organisme cible
2. Biologie
3. Plantes hôtes
4. Symptomatologie
5. Domaine d'application.
6. Présentation schématique de la détection

Dans le cas de l'utilisation de méthodes ELISA

Description de la méthode ELISA

1. Produits et consommables :
 - tampons, réactifs sérologiques
 - autres consommables (le cas échéant)
2. Appareillage et matériel
3. Contrôles et témoins
4. Étapes de l'analyse :
 - broyage de l'échantillon
 - déroulement du test
5. Résultats :
 - validation des résultats
 - interprétation et formulation des résultats

Dans le cas de l'utilisation de méthodes PCR

Description de la méthode RT-PCR en temps réel

1. Produits et consommables :
 - tampons
 - autres consommables (le cas échéant)
2. Appareillage et matériel
3. Contrôles et témoins
4. Étapes de l'analyse :
 - broyage de l'échantillon
 - extraction
 - PCR en temps réel – Amplification de l'ADN
5. Résultats :
 - validation des résultats
 - interprétation et formulation des résultats

Dans tous les cas

Élimination et conservation du matériel

1. Élimination des matériels susceptibles d'être contaminants
2. Conservation des reliquats de matériels utilisés

1.3.4.4. Les prélèvements

Dans cette idée, il est important de ne pas confondre méthode de luttés et méthodes d'identification même si les deux objectifs peuvent se retrouver. Par exemple, la présence de pièges à insectes est un moyen de lutte mais le comptage et l'identification des insectes permettra d'en déduire d'une part la présence, mais aussi, par des comptages répétés, de savoir si la population augmente (début d'invasion) ou si elle diminue (disparition). Dans chacun des deux cas, le nombre et la position des pièges seront spécifiques à l'objectif.

Comme déjà mentionné, le prélèvement est très important. Dans la majorité des cas, le prélèvement est assuré par une tierce partie qui est le contrôleur du service compétent (végétal ou animal). Dans ce cas, le préleveur possède les compétences pour ne pas contaminer l'échantillon et aura dès le départ effectué une inspection visuelle de la zone ou du produit.

Le laboratoire doit définir le nombre et la quantité minimale d'échantillons qu'il doit recevoir pour permettre l'interprétation, le préleveur pouvant – au vu de l'inspection – augmenter ce nombre.

Précautions, renseignements indispensables à prendre lors du prélèvement

Les précautions d'usage pour maintenir l'échantillon dans son état doivent être respectées lors de l'opération de prélèvement.

Certaines informations sont indispensables au laboratoire pour l'analyse ou le rapport d'essai :

- Une description précise du produit est indispensable pour l'identification des organismes à rechercher si le contrôleur ne l'a pas déjà précisé dans sa demande.
- Le lieu d'origine du produit dans le cas du produit importé.

L'Organisation européenne et méditerranéenne de la protection des plantes (European and Mediterranean Plant Protection Organization – EPPO : www.eppo.int/) met gratuitement à disposition un logiciel téléchargeable sur le site (newpqr.eppo.org/download.php) pour connaître les organismes à rechercher en fonction des zones géographiques.



Le transport du prélèvement au laboratoire

Le transport des échantillons est une étape importante qui conditionne la réalisation des analyses par le laboratoire. Cette opération doit être organisée, préparée et effectuée avec soin.

La réception au laboratoire

Lors de l'arrivée au laboratoire, le personnel doit vérifier l'intégrité des contenants des échantillons pour détecter d'éventuelles contaminations survenues après le prélèvement ou d'éventuels risques de contamination de l'environnement.

Les échantillons sont ensuite conservés dans des conditions qui permettent de garantir la non-détérioration ou la non-prolifération des organismes.

1.3.4.5. Les analyses

Les tests de piégeage en zone de production

La mise en place de pièges permettra de capturer les organismes. L'analyse se fera donc par un entomologiste ou un spécialiste du nuisible recherché pour déterminer de manière indiscutable la présence ou l'absence de l'organisme. Il est à noter qu'il est parfois plus facile d'observer la présence des traces laissées par ces organismes (trou, kystes, etc.) que l'organisme lui-même.

Pour certains insectes, par exemple les termites, des méthodes par rayonnement sont aussi possibles pour détecter leur présence dans le bois pour l'exemple des termites.



Colonie de termites

Les tests par culture

Les tests par culture vont consister en premier lieu à mettre en culture l'échantillon lorsque cela est possible en fonction de l'état de l'échantillon pour permettre :

- soit l'observation des symptômes de la maladie ou du nuisible ;
- soit d'obtenir suffisamment de substrat pour pouvoir réaliser une analyse par test ELISA ou par biologie moléculaire.

Les tests en laboratoire pour les kits de phytodiagnostic

Les recommandations des fournisseurs, concernant les conditions de stockage avant utilisation, seront suivies, ainsi que la conservation en cours d'utilisation. À défaut le laboratoire définira les conditions qu'il jugera optimales.

La liste des tampons nécessaires à la mise en œuvre de la méthode doit être celle préconisée par le fournisseur de réactifs sérologiques.

Les préparations de tampon et leur durée et conditions de conservation doivent en tout point être conformes aux recommandations du fournisseur.

Le laboratoire utilisera des réactifs sérologiques spécifiques (anticorps polyclonaux ou anticorps monoclonaux universels). Ces réactifs devront pouvoir détecter l'ensemble des souches recherchées.

Un conseil pour le choix du fournisseur de réactifs sérologiques peut être apporté par le laboratoire de référence. Il est donc recommandé de contacter ce laboratoire avant chaque campagne d'analyse.

Dans tous les cas, le laboratoire ne pourra pas utiliser un réactif testé puis déclaré non satisfaisant par le laboratoire de référence.

Autres consommables (le cas échéant)

- Eau de qualité analytique (c'est-à-dire déminéralisée, distillée, osmosée) garantissant d'atteindre les critères de performance attendus pour les tests.
- Plaques de microtitration (et couvercles) : utiliser des plaques de microtitration à fond plat certifiées assurant une qualité de réaction au moins équivalente à celle donnée dans la méthode de référence.
- Un produit virucide pour la désinfection des surfaces de travail et du matériel par eau de Javel à 0,96 % de chlore actif, par exemple.

Appareillage et matériel

Pour la mise en œuvre de cette méthode, le laboratoire disposera des appareils décrits dans la méthode officielle d'analyse de techniques ELISA.

Différents systèmes de broyage peuvent être utilisés, en fonction de l'appareillage disponible au laboratoire.

Toutes les méthodes sont considérées valables à condition de mettre en œuvre les moyens qui permettent d'éviter les risques de contaminations croisées. En particulier, le matériel de broyage utilisé doit être facilement désinfecté en cas de rupture des conditionnements contenant le matériel.

L'utilisation d'un broyeur à bille, avec broyage de l'échantillon dans un sachet de broyage en plastique, muni d'une gaze de filtration à mailles en nylon est recommandée. Le broyat peut alors être récupéré directement dans le sachet.

Pour les matériaux plus durs, l'utilisation préalable d'une presse facilitera le broyage.

Contrôles et témoins

Il est obligatoire d'intégrer des références de lecture sur chaque plaque de microtitration. Conformément aux exigences de la méthode officielle, ces références sont constituées :

- des témoins sains (TS) : il s'agit de références. Il convient d'utiliser des TS de même nature et de même espèce que les matrices à analyser. Il est préférable que la forme d'utilisation (forme réfrigérée, forme congelée), le stade physiologique (organes jeunes, organes sénescents...) et les conditions de culture des TS soient identiques à ceux des échantillons à analyser. Les TS sont traités en parallèle et selon les mêmes conditions que les échantillons à analyser. Ils sont au minimum de 2, à raison de 2 puits par témoin. L'utilisation de 3 témoins (soit 6 puits) est recommandée. Ces témoins sains serviront à déterminer les seuils de positivité et de négativité.
- des témoins malades (TM) : ils donnent l'assurance d'un déroulement correct de la manipulation. Pour chaque série d'analyses, on peut soit utiliser des échantillons contaminés, préparés au laboratoire (échantillons de référence naturellement contaminés), ou des témoins commerciaux positifs (lyophilisés, glycérolés) à préparer selon les recommandations du fournisseur.
- des témoins tampons (Tp) : il s'agit d'un essai blanc constitué uniquement du tampon de broyage pour le contrôle du bruit de fond sur le tampon de broyage et pour vérifier que celui-ci est indemne de toute contamination susceptible de modifier les résultats d'analyse.
- des témoins substrat (appelés également puits substrat) : une colonne des plaques de microtitration est remplie d'eau de qualité analytique à chaque étape de dépôt, excepte à la dernière étape où elle est remplie de la solution de substrat. Elle permet de faire le «blanc» ou zéro optique sur le spectrophotomètre du lecteur de plaques de microtitration.

Si l'appareil de lecture ne permet pas de produire automatiquement des valeurs d'absorbances corrigées, la moyenne des absorbances des puits substrat est soustraite de l'absorbance brute des essais.

L'utilisation de ces références sert à valider le bon déroulement des différentes étapes de l'analyse ainsi que les résultats obtenus sur les différentes microplaques. Leur observation et/ou lecture et conformité par rapport aux valeurs attendues sont un préalable à l'interprétation des résultats obtenus sur les échantillons soumis à analyse.

Étapes de l'analyse

Établir soigneusement le plan de distribution (plan de plaque) et d'identification des extraits.

Chaque échantillon est au moins répété 1 fois (soit 2 puits par échantillon).

Il est recommandé de ne pas utiliser les puits de bordure, sauf si le laboratoire peut prouver l'absence d'effet bordure.

Broyage de l'échantillon

S'il n'est pas déjà prêt, l'échantillon sera découpé de manière homogène, puis mélangé. Il convient de conserver à une température inférieure à -18 °C , une fraction ainsi préparée de chaque échantillon, afin de pouvoir recommencer l'analyse en cas de résultat indéterminé.

La conservation sous forme découpée étant très limitée à température ambiante, il faudra donc veiller à maintenir les échantillons au froid positif (au réfrigérateur ou sur glace) et procéder rapidement au broyage.

Broyer le matériel dans le tampon de broyage préconisé par le fournisseur de réactifs sérologiques et selon le ratio masse/volume préconisé par le fournisseur (généralement 1/10 ou 1/20, soit respectivement, 1g de matériel frais pour 10 ml ou 20 ml de tampon de broyage). Pour une prise d'essai sur matériel déshydraté (lyophilisé), la masse à mettre en œuvre sera celle issue de la déshydratation du même matériel frais.

Si le dépôt n'est pas immédiat, les broyats doivent être conservés à l'état réfrigéré $+5\text{ °C} + 4\text{ °C}$ pendant au maximum 4 h.

Après dépôt, une fraction de chaque broyat est à conserver à une température inférieure à -10 °C dans l'attente d'un résultat définitif. Ces fractions pourront servir à une éventuelle confirmation.

Déroulement du test

Suivre en priorité le protocole d'analyse du fournisseur de réactifs (étapes, durées d'incubation, volumes, dilutions). Les recommandations de la méthode de référence devront impérativement être suivies.

À titre indicatif, le déroulement des étapes est le suivant :

- *Coating* (Immunoglobulines IgG) : au moment de l'emploi les IgG sont diluées puis homogénéisées dans du tampon *coating*.
- Remplir les puits des microplaques avec les volumes indiqués.
- Incuber à +37 °C ou à température ambiante, durée à fixer comprise entre 2 et 4 h ; ou encore à +5 °C pendant une nuit.
- Lavages : au minimum 3 lavages, chacun comportant un temps d'incubation du tampon de lavage dans les puits de 2 à 4 minutes avant de vider.
- Dépôt des extraits : remplir les puits avec les volumes indiqués d'extraits.
- Incuber à température ambiante pendant 2 h ou à +5 °C pendant une nuit.
- Prendre toutes les précautions possibles pour éviter toute contamination d'un puits à l'autre (changement de cône de pipette, dépôt des extraits au fond des cupules sans créer d'aérosols).
- Lavages : au minimum 5 lavages, chacun comportant un temps d'incubation du tampon de lavage dans les puits de 2 à 4 minutes avant de vider.
- Conjugué (Immunoglobulines couplées à l'enzyme : IgG-E) : au moment de l'emploi les IgG-E sont diluées puis homogénéisées dans du tampon conjugué. Remplir les puits avec les volumes indiqués.
- Incuber à + 37 °C ou à température ambiante, durée à fixer comprise entre 2 et 4 h ; ou encore à +5 °C pendant une nuit.
- Lavages : au minimum 3 lavages, chacun comportant un temps d'incubation du tampon de lavage dans les puits de 2 à 4 minutes avant de vider.
- Substrat : pour un marquage à la phosphatase alcaline (le plus fréquent), le substrat, p-nitrophenyl phosphate, est mis en solution dans du tampon substrat, à la concentration de 1mg/ml. Remplir les puits des microplaques avec les volumes indiqués. Incuber à température ambiante.
- Lecture : pour le marqueur phosphatase alcaline et le p-nitrophenyl phosphate comme substrat, la lecture d'absorbance se fait à 405 nm. Plusieurs lectures peuvent être réalisées à des temps différents.

À titre d'exemple, s'il n'est pas prévu par le fournisseur de réactifs pour bloquer la réaction enzymatique, les lectures peuvent être faites à environ 30 min, 1 h et 2 h, voire plus si nécessaire (réaction lente) après ajout de la solution de substrat.

La lecture de référence utilisée pour calculer les seuils pourra être celle effectuée à environ 2 h.

Remarques: Pour éviter au cours du temps des variations non contrôlées des conditions environnementales pouvant avoir une incidence sur le déroulement des différentes réactions, il est prudent de réaliser ces opérations dans un environnement (température, hygrométrie, luminosité) défini et constant. L'utilisation de couvercles sur les microplaques et leur maintien à l'obscurité à des températures contrôlées durant toutes les phases d'incubation peuvent être des mesures préventives y contribuant. Toutes ces étapes simples doivent être menées avec soin, constance et rigueur, notamment les opérations de lavage.

Résultats

- *Validation des résultats*

Les résultats ne sont interprétables qu'à partir du moment où tous les critères de validation des microplaques présentes dans la méthode officielle d'analyse sont vérifiés.

- *Interprétation et formulation des résultats*

En l'absence de recommandations explicites de la part du fournisseur de réactifs, l'interprétation des résultats peut se pratiquer sur la base du calcul de deux seuils, notés S1 et S2 :

S1 = Moyenne absorbances corrigées des témoins sains x 2

S2 = Moyenne absorbances corrigées des témoins sains x 3 ou 4 selon l'habitude du laboratoire

Absorbance corrigée = absorbance brute – absorbance substrat (zéro optique effectué sur les puits substrats).

D'autres méthodes de calcul pour établir les seuils, voire pour établir un seuil unique, sont utilisables. Il appartient à chaque laboratoire de décrire et de valider ces méthodes.

L'analyse étant qualitative, trois catégories de résultats sont définies: positif, indéterminé, négatif.

Pour les interprétations n'utilisant qu'un seul seuil, les catégories de résultats sont: positif et négatif.

Positif: la valeur de l'absorbance de l'essai est supérieure ou égale à S2.

Le résultat est: organisme détecté dans l'échantillon analysé selon la technique ELISA

Indéterminé: la valeur de l'absorbance de l'essai est comprise dans l'intervalle S1-S2.

Le résultat est: la méthode ne permet pas de déterminer le statut de l'échantillon, des analyses complémentaires sont nécessaires. Les analyses complémentaires peuvent être les analyses de biologie moléculaire par PCR.

Négatif: la valeur de l'absorbance de l'essai est inférieure à S1.

Le résultat est: organisme non détecté dans l'échantillon analysé selon la technique ELISA.

1.3.4.6. Les tests par biologie moléculaire (PCR)

Cette technique de biologie moléculaire est maintenant couramment utilisée pour détecter spécifiquement les traces d'ADN d'organismes connus. Elle est aussi de plus en plus utilisée comme technique d'identification, car elle est très spécifique et beaucoup plus rapide.

Extraction de l'ADN

La première étape est l'extraction d'ADN qui doit se faire dans une salle propre, car une contamination par des traces d'ADN d'un autre échantillon ou d'un opérateur perturbera l'analyse. Cette extraction est basée sur des kits d'extraction prêts à l'emploi, disponibles dans le commerce. Elle consiste à détruire les cellules pour libérer l'ADN qui est ensuite purifié sur de petites colonnes souvent à base de silice. Le résultat de cette étape que l'ADN purifié récupéré en solution dans un micro tube.

Préparation du mix

Le mix est le mélange de réactif nécessaire au fonctionnement de la polymérase qui re-synthétisera de l'ADN à partir de l'ADN des virus ou des bactéries. Pour être sélectif du virus et du germe recherché, il faut une petite séquence de l'ADN connu qui sert d'amorce à la polymérase. La salle de préparation doit être totalement exempte d'ADN puisque la moindre trace d'ADN sera ensuite amplifiée et pourra perturber le déroulement normal de l'analyse.

Amplification

Cette opération est automatisée et est réalisée dans des thermocycleurs qui vont reproduire plusieurs cycles de températures pour arriver à multiplier le nombre de brins de l'ADN recherché. La détection peut se faire soit par migration sur des gels de polyacrylamide soit directement en temps réel avec un thermocycleur en temps réel accompagné de son système informatique de pilotage et de collection des résultats.

1.3.5. Rendu des résultats

1.3.5.1. Le rapport d'essai

Le rapport d'essai doit permettre au demandeur de l'analyse d'avoir toutes les informations nécessaires pour l'interprétation des résultats. Pour cela il doit comporter au moins les indications suivantes (repris dans la norme ISO 17025) :

- a. un titre (p. ex. : «Rapport d'essai» ou «Certificat d'étalonnage»);
- b. le nom et l'adresse du laboratoire, ainsi que le lieu où les analyses ont été effectuées, s'il diffère de l'adresse du laboratoire ;
- c. l'indication unique du rapport d'essai (tel que le numéro de série) et, sur chaque page, une indication permettant d'assurer que la page est reconnue comme faisant partie du rapport d'essai ou du certificat d'étalonnage, avec une indication claire de la fin du rapport d'essai ;

- d. le nom et l'adresse du client ;
- e. l'identification de la méthode employée ;
- f. la description, la condition et l'identification non ambiguë de l'objet soumis à l'essai ou à l'étalonnage ;
- g. la date de réception de chaque objet soumis à l'analyse, car cela permet de connaître les délais entre prélèvements et analyses : cela est essentiel pour la validité et l'application des résultats, de même la date d'exécution de chaque analyse ;
- h. une référence au plan et aux procédures d'échantillonnage utilisées par le laboratoire ou d'autres organismes, si elles sont connues, car celles-ci sont pertinentes pour la validité ou l'application des résultats ;
- i. les résultats de l'analyse avec les unités de mesure ;
- j. le (les) nom(s), fonction(s) et signature(s), ou une identification équivalente, de la (des) personne(s) autorisant l'édition du rapport d'essai ;
- k. s'il y a lieu, une déclaration selon laquelle les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai.

Il convient que les exemplaires sur papier des rapports d'essai et des certificats d'étalonnage comportent également le numéro de la page et le nombre total de pages.

Il est recommandé aux laboratoires d'insérer un avertissement spécifiant que le rapport d'essai ou le certificat d'étalonnage ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.

1.3.5.2. Les conclusions du rapport d'analyse

Lorsque le laboratoire apporte une conclusion qui figure sur le rapport d'essai, il doit s'assurer :

- que les critères choisis pour l'interprétation sont pertinents ;
- que l'échantillon est représentatif du lot et que les conditions de prélèvement n'ont pas modifié les caractéristiques de l'échantillon. Dans le cas contraire, la mention comme quoi le rapport ne concerne que l'échantillon soumis à l'analyse est capitale.



Chapitre 2

Planification de l'échantillonnage dans le cadre des contrôles officiels

2.1. Objet	22
2.2. Champ d'application	23
2.3. Vocabulaire relatif aux contrôles par échantillonnage	24
2.4. Règles à respecter pour la réalisation des contrôles par échantillonnage	29
2.5. Annexe : la loi normale	35

2.1. OBJET

Les contrôles selon les plans d'échantillonnage pour le contrôle statistique de la qualité ont pour principal objectif de proposer des règles de décision au sujet des marchandises contrôlées.

Le présent chapitre se propose de fixer les modalités des plans d'échantillonnage pour le contrôle statistique de la proportion d'individus non conformes d'un lot de marchandises, en vue de la recherche et de la constatation des infractions.

Les résultats obtenus sur les échantillons extraits d'un ou plusieurs lots donnent une image de la qualité et de la sécurité réelle de cette marchandise et permettent d'évaluer, le cas échéant, l'importance de la fraude.

Ces règles sont basées sur des méthodes statistiques pour apprécier la proportion d'individus non conformes à la réglementation d'un lot de marchandise contrôlée.

L'agent de contrôle, à l'appui des constatations directes ou du rapport du laboratoire, doit conclure au sujet du ou des lots de marchandises contrôlées soit à la :

- conformité à la réglementation en vigueur ;
- non-conformité à la réglementation en vigueur.

2.2. CHAMP D'APPLICATION



Ce chapitre planifie les situations les plus fréquemment rencontrées en contrôle statistique de la qualité.

Ces plans ne concernent pas le contrôle statistique de la qualité lorsque celle-ci est définie par une teneur moyenne.

De même, les situations correspondant à des contrôles de dispositions relatives à la sécurité des consommateurs ne sont également pas concernées par ce chapitre.

Elle ne concerne que des marchandises susceptibles d'être individualisées par des prélèvements élémentaires représentatifs de cette marchandise, par exemple :

- un préemballage ;
- un récipient ou une cuillère contenant une quantité déterminée par le plan d'échantillonnage, de marchandise homogène en vrac, extraite d'un lot, par exemple :
 - quantité de lait ou de vin stockée dans une cuve ;
 - une quantité de marchandise homogène prélevée sur une bande transporteuse, etc.

Sont exclus :

- les marchandises en vrac hétérogènes ; le contrôle statistique de telles marchandises nécessite en effet des procédures particulières en raison de la difficulté de réaliser des prélèvements élémentaires représentatifs de la marchandise du fait de son hétérogénéité ;
- les contrôles de durée de vie d'un produit (fiabilité) qui font aussi appel à des techniques statistiques particulières.

2.3. VOCABULAIRE RELATIF AUX CONTRÔLES PAR ÉCHANTILLONNAGE

2.3.1. Contrôle de la qualité

Dans un sens large, c'est l'ensemble des opérations (prévision, coordination, réalisation) destinées à maintenir ou à améliorer la qualité et à établir la production au niveau le plus économique qui tienne compte de la satisfaction de l'utilisateur.

C'est la vérification de la conformité du produit à sa définition ou à ses spécifications.

2.3.2. Contrôle statistique de la qualité

Contrôle de la qualité utilisant les méthodes statistiques notamment les cartes de contrôle et les plans d'échantillonnage.

2.3.3. Plan d'échantillonnage

C'est un plan selon lequel on prélève un ou plusieurs échantillons, composés chacun de plusieurs prélèvements élémentaires, en vue d'une information à recueillir et éventuellement d'une décision à prendre. Il fixe les règles prescrivant les modalités d'échantillonnage et peut, le cas échéant, être complété par la fixation des conditions d'acceptation ou de refus du lot contrôlé.

Tout plan d'échantillonnage «Qualité-Sécurité» doit préciser les instructions suivantes et comporter une règle de décision au sujet du lot contrôlé :

- la nature ou l'objectif du contrôle ;
- le type d'échantillonnage utilisé ;
- le type de chaque échantillon prélevé et préparé ;
- l'effectif en prélèvements élémentaires de chaque échantillon prélevé ;
- les principales étapes de la procédure de prélèvements d'échantillons et notamment :
 - les modalités des prélèvements élémentaires ;
 - les modalités de préparation des échantillons à partir de ces prélèvements élémentaires pour réaliser l'échantillon destiné aux analyses physico-chimiques ;

- les modalités d'identification du lot et de chaque échantillon prélevé ;
- les conditions d'acceptation ou de refus du lot contrôlé.

2.3.4. Contrôle statistique du pourcentage d'individus non conformes d'un lot

Le contrôle statistique du pourcentage d'individus non conformes d'un lot est une vérification qui vise à s'assurer par des méthodes statistiques, à partir de résultats obtenus sur échantillons, que la qualité du lot contrôlé est conforme au Niveau de Qualité Acceptable (NQA) fixé par le plan d'échantillonnage.

Le niveau de qualité acceptable d'un lot NQA est dans un plan d'échantillonnage un niveau de qualité qui correspond à une probabilité élevée d'acceptation des lots présentant ce niveau de qualité.

Le NQA est en fait un objectif «qualité» et les plans de contrôle pour viser ce niveau vont être tels que les lots présentant ce niveau de qualité seront acceptés avec une probabilité élevée d'acceptation.

2.3.5. Contrôle statistique du pourcentage d'individus non conformes d'un lot par attributs

C'est une méthode d'estimation de la qualité d'un lot qui consiste à relever pour chacun des prélèvements élémentaires constituant un échantillon extrait d'un lot, la présence ou l'absence d'un certain caractère qualitatif appelé attribut puis à dénombrer combien d'entre eux possèdent cet attribut.

La règle d'acceptation du lot contrôlé fixée par le plan d'échantillonnage se base sur un nombre maximum de prélèvements élémentaires, possédant l'attribut défini; ce nombre maximum est également fixé par le plan d'échantillonnage. La détermination de l'attribut peut se faire par un comptage ou par une mesure.

Exemple :

Contrôle par attribut, à partir d'un échantillon de huit fruits de l'aspect d'un lot de fruits pour lequel le NQA est fixé à 1,5% :

- le caractère conforme d'un fruit (l'attribut d'un fruit) est le suivant : aucune tache sur la peau du fruit ;
- compte tenu de l'effectif de l'échantillon et de la valeur du NQA, la règle d'acceptation du lot contrôlé est la suivante : il n'y a pas de prélèvement élémentaire non conforme dans cet échantillon de huit fruits ;
- il s'agit donc de dénombrer des prélèvements élémentaires non conformes dans l'échantillon de huit fruits : la détermination de la non-conformité du prélèvement élémentaire, son **attribut**, se fait par le comptage des taches sur la peau de chaque fruit.

Exemple :

Contrôle par attribut, à partir d'un échantillon de huit prélèvements élémentaires de la teneur en matière grasse d'un lot de lait entier UHT, pour lequel le NQA a été fixé à 1,5% ;

- le contrôle se fait à partir d'un échantillon de huit prélèvements élémentaires ;
- l'attribut d'un prélèvement élémentaire est le suivant : le prélèvement est conforme si sa teneur en matières grasses est supérieure à 3,5% ;
- la règle d'acceptation du lot contrôlé est la suivante, compte tenu de l'effectif de l'échantillon et de la valeur du NQA : aucun prélèvement élémentaire non conforme dans cet échantillon de huit prélèvements élémentaires ;
- la détermination **de l'attribut** du prélèvement élémentaire, sa non-conformité, se fait à la suite d'une mesure de la teneur en matières grasses de chaque prélèvement élémentaire ; mais la décision au sujet du lot est prise après le dénombrement des non conformes dans l'échantillon de huit prélèvements élémentaires.

2.3.6. Contrôle statistique du pourcentage d'individus non conformes d'un lot par mesures

C'est une méthode d'estimation de la qualité qui consiste à mesurer un caractère quantitatif lié à chacun des prélèvements élémentaires constituant un échantillon extrait d'un lot.

Cette méthode suppose que le caractère contrôlé soit mesurable et que les valeurs numériques prises par ce caractère soient distribuées selon la loi de probabilité de Laplace-Gauss, dite «loi normale».

Différences avec le contrôle statistique par attributs de la proportion d'individus non conformes d'un lot :

- les prélèvements élémentaires ne sont plus qualifiés par un attribut ;
- la règle de décision n'est plus prise à la suite du résultat du dénombrement de prélèvements non conformes dans l'échantillon ;
- la décision est prise au vu des résultats de la comparaison de la valeur numérique de la moyenne arithmétique résultant des mesures effectuées sur chaque prélèvement élémentaire de l'échantillon, et de la valeur numérique d'une formule algébrique fixée par le plan d'échantillonnage ; cette formule est une fonction de l'estimateur de l'écart-type des résultats des mesures effectuées.

2.3.7. Lot

Quantité définie de marchandise déterminée, fabriquée ou produite dans des conditions présumées uniformes.

Le terme lot signifie lot destiné au contrôle par échantillonnage, c'est-à-dire une quantité de matière ou un ensemble d'individus dont on prélève et on examine un échantillon.

2.3.8. Lot homogène

C'est un lot pour lequel aucune cause identifiable de variation des composants et des matières premières n'est intervenue lors de la production, l'élaboration, la fabrication, le transport, le stockage.

Au sens statistique, un lot est considéré comme homogène par rapport à une propriété donnée, si la distribution des valeurs observées des paramètres caractéristiques de cette propriété suit une loi de probabilité approximativement normale. Si cette distribution n'est pas normale ou si la valeur de son écart-type est élevée, le lot doit être considéré comme hétérogène.

Les individus d'un lot peuvent être considérés simultanément comme homogènes pour une propriété donnée, et hétérogènes pour une autre propriété.

2.3.9. Individu

Il s'agit :

- soit d'un objet ou d'une quantité définie de matière sur lequel un ensemble d'observations peut être fait ;
- soit du résultat des observations précédentes qu'elles soient qualitatives (le prélèvement élémentaire est qualifié de conforme ou de non conforme) ou quantitative (résultat d'une mesure).

2.3.10. Prélèvement élémentaire

Si le lot est composé :

- d'unités individualisées, il s'agit d'un individu du lot prélevé en vue de la constitution d'un échantillon ;
- d'une marchandise en vrac, il s'agit d'une petite quantité de matière prélevée en un point du lot et en une seule fois en vue de la constitution d'un échantillon ; cette quantité est ensuite individualisée de façon durable dans un récipient (boîte, cuillère, etc.) pour être l'objet d'observations ou de mesures.

2.3.11. Caractère

Propriété servant à distinguer les individus d'une population. Un caractère peut être qualitatif (conforme, non conforme) ou quantitatif.

Un caractère quantitatif est dit continu si dans son domaine de variation, il peut être assimilé à une variable continue au sens de l'analyse mathématique : par exemple, la teneur d'un aliment en protéines.

Un caractère quantitatif qui ne peut prendre que des valeurs entières est dit discret : par exemple, le nombre de préemballages dans un carton.

2.3.12. Échantillon

Ensemble constitué d'un ou plusieurs prélèvements élémentaires prélevés dans un lot de marchandise destiné à fournir une information sur cette marchandise ou le procédé l'ayant produite ; cette information peut éventuellement servir de base à une décision.

2.3.13. Effectif de l'échantillon

Nombre d'individus ou de prélèvements élémentaires constituant l'échantillon.

2.3.14. Prélèvement élémentaire non conforme

Prélèvement élémentaire présentant un ou plusieurs défauts définis dans le plan d'échantillonnage sur la base de la réglementation ou de normes ou d'usages professionnels.

2.3.15. Échantillonnage

Procédure de prélèvement de marchandise pour constituer un échantillon.

2.4. RÈGLES À RESPECTER POUR LA RÉALISATION DES CONTRÔLES PAR ÉCHANTILLONNAGE

2.4.1. Règle générale

En cas de non-conformité des résultats de contrôle du prélèvement d'enquête réalisé selon les plans cités ci-dessous, l'agent de contrôle peut estimer que :

- les faits constatés ne nécessitent qu'un rappel réglementaire : il doit adresser au professionnel concerné un document écrit relatant les modalités et les résultats du contrôle effectué en l'invitant à faire les corrections nécessaires dans les meilleurs délais ;
- les faits constatés permettent d'envisager une suite judiciaire : il doit mettre en œuvre la procédure fixée notamment en prélevant, en vue de l'expertise contradictoire, trois échantillons identiques, homogènes et constitués selon les instructions du plan d'échantillonnage choisi dans la présente fiche.

2.4.2. Préparation des échantillons

La préparation des échantillons, et notamment leur caractère représentatif du lot contrôlé ainsi que la quantité de matières contenues dans les prélèvements élémentaires se fait conformément aux instructions et directives.

2.4.3. Principe du contrôle statistique par échantillonnage du pourcentage d'individus non conformes d'un lot

Le contrôle statistique du pourcentage d'individus non conformes d'un lot est une vérification qui vise à s'assurer par des méthodes statistiques, à partir de résultats obtenus sur échantillons, que la qualité du lot contrôlé est conforme au niveau de qualité acceptable fixé par le plan d'échantillonnage.

Le niveau de qualité acceptable d'un lot NQA est, dans un plan d'échantillonnage, un niveau de qualité qui correspond à une probabilité élevée d'acceptation des lots présentant ce niveau de qualité.

Le NQA est en fait un objectif qualité et les plans de contrôle pour viser ce niveau vont être tels que les lots présentant ce niveau de qualité seront acceptés avec une probabilité élevée d'acceptation.

2.4.4. Réalisation des prélèvements élémentaires pour tous les plans d'échantillonnage

Les prélèvements élémentaires sont choisis au hasard.

2.4.5. Précautions à prendre : le rapport entre l'effectif de l'échantillon et l'effectif du lot doit être inférieur ou égal à 0,15

Lorsque le rapport entre l'effectif de l'échantillon et celui du lot n'est pas suffisamment faible, les formules qui servent à prendre la décision au sujet du lot contrôlé ne sont plus valables. Aussi, pour ne pas entacher de nullité les résultats obtenus, il faut veiller à ce que le rapport entre l'effectif de l'échantillon et celui du lot ne soit pas supérieur à 0,15.

Dans le cas où ce rapport est supérieur à 0,15, il est préférable de ne pas effectuer de contrôles statistiques de la qualité.

2.4.6. Le choix d'un plan d'échantillonnage : avantages et inconvénients comparés des plans d'échantillonnage par attributs et des plans d'échantillonnage par mesures

Un contrôle statistique «Qualité-Sécurité» de la proportion d'individus non conformes d'un lot dont le niveau de qualité NQA est fixé par le plan d'échantillonnage, peut utiliser soit un plan d'échantillonnage aux mesures soit un contrôle aux attributs. Mais il est aussi des situations, comme la teneur en matières grasses d'un lait, où les deux types de plan peuvent être utilisés.

Comment choisir ?

2.4.6.1. Plans d'échantillonnage par attributs

Aucune condition imposée sur le facteur étudié.

Avantage : aucune limite à leur emploi

Simplicité de la mise en œuvre, car la décision est prise à la suite du dénombrement des individus non conformes de l'échantillon.

La détermination de l'attribut (le caractère non conforme) peut se faire de manière qualitative (fruits tachés ou non) ou quantitative (le résultat d'une mesure qualifiant le prélèvement élémentaire de conforme ou de non conforme).

Lorsque l'attribut est déterminé à la suite du résultat d'une mesure, il n'y a aucune condition sur la distribution mathématique des valeurs de la grandeur mesurée.

Comme ces plans, contrairement aux plans par mesures, n'exigent aucune condition sur le facteur étudié (qualitatif ou quantitatif), il n'y a donc pas de limites à leur emploi.

Inconvénient : l'effectif des échantillons est supérieur à celui des plans aux mesures

Pour un même NQA et une même efficacité, l'effectif d'un échantillon en prélèvements élémentaires est plus important dans un plan d'échantillonnage par attributs que dans un plan d'échantillonnage par mesures.

Cas où les plans échantillonnage aux attributs sont à recommander

- vérification d'un contenu quantitatif non mesurable déclaré sur un document (publicité, étiquetage, facture...);
- le nombre de pièces contenues dans un préemballage (vis, bonbons, feuilles de papier...);
- le nombre de pages d'un cahier;
- vérification d'un contenu quantitatif mesurable déclaré sur un document (publicité, étiquetage, facture...) et vérification du respect d'une ou plusieurs valeurs réglementaires (maximale, minimale, fourchette de valeurs) applicables à un produit lorsque celles-ci sont mesurables;
- le pourcentage d'un ingrédient mentionné dans la rubrique «ingrédients» de l'étiquetage d'un aliment (ce pourcentage est une valeur minimale, mais il n'est pas sûr que cette valeur soit distribuée selon une loi de probabilité «normale»);
- la teneur maximale en matières grasses d'un fromage, cette teneur s'apprécie par rapport à la teneur en matières sèches du fromage et il n'est pas sûr que la valeur du rapport entre la teneur en matières grasses et la teneur en matières sèches suive une loi de probabilité «normale»;
- la profondeur maximale du témoin d'usure d'un pneu.

2.4.6.2. Plans d'échantillonnage par mesures

Les valeurs de la grandeur mesurable doivent se répartir selon la loi normale.

Avantage : des effectifs d'échantillons moins importants

Pour un même NQA et une même efficacité, l'effectif de l'échantillon est plus réduit que dans les plans aux attributs.

Inconvénient : les valeurs de la grandeur mesurable doivent se répartir selon une loi normale.

Leur emploi n'est pas possible en toute circonstance; il est essentiel avant leur mise en œuvre de s'assurer simultanément que :

- le caractère contrôlé soit mesurable, c'est à dire pouvoir être l'objet d'une mesure physico-chimique (détermination de la valeur d'une température, d'une résistance électrique, d'une teneur en principes utiles, etc.);
- la variation des valeurs du caractère contrôlé suit une loi de probabilité de Laplace-Gauss, dite «loi normale».

Cas où les plans d'échantillonnage aux mesures sont à recommander :

Ces plans sont à mettre en œuvre chaque fois que la conformité à la spécification du caractère contrôlé est mesurable et s'apprécie par une valeur (maximale, minimale, comprise dans une fourchette) dont la loi de distribution est une loi normale :

- la teneur en nutriments d'un aliment destiné à une alimentation particulière ;
- la surface peinte annoncée sur l'emballage d'un pot de peinture.

2.4.6.3. Tableau récapitulatif du choix d'un plan de contrôle

Le choix du plan dépend de la réponse au questionnaire ci-après :

QUESTIONNAIRE	CHOIX D'UN PLAN AUX ATTRIBUTS	CHOIX D'UN PLAN AUX MESURES
1. Le facteur étudié est-il mesurable ?	Choisir le plan aux attributs si la réponse à la question 1 est non. Exemple : dénombrement de pièces à l'intérieur d'un préemballage.	Si la réponse à la question 1 est oui, attendre la réponse à la deuxième question avant de choisir. Exemple : la teneur en matière grasse d'un fromage, le critère qualitatif des jambons supérieurs.
2. Les valeurs prises par la grandeur mesurable sont-elles réparties selon une loi normale ?	Choisir le plan aux attributs si la réponse à la question 2 est non. Exemple : la teneur en matière grasse d'un fromage, le critère qualitatif des jambons supérieurs.	Choisir le plan aux mesures si la réponse à la deuxième question est oui. Exemple : la surface peinte annoncée sur un pot de peinture.

2.4.7. Caractéristiques des plans d'échantillonnage pour le contrôle de la proportion d'individus non conformes d'un lot

Le NQA est fixé à 1,5%, que le plan soit aux attributs ou aux mesures. Cela signifie que les lots présentant un taux de non-conformité égale à 1,5% sont acceptés au contrôle dans près de 90% des cas et refusés dans près de 10%.

2.4.8. Plan d'échantillonnage pour contrôles statistiques par attributs

2.4.8.1. Principe de la méthode

Après analyse, essai, mesure, chaque prélèvement élémentaire de l'échantillon, selon les exigences réglementaires ou normatives, est qualifié de conforme ou non, c'est l'attribut du prélèvement élémentaire de l'échantillon.

On dénombre ensuite le nombre de prélèvements élémentaires ou d'individus non conformes de l'échantillon :

- s'il n'y a aucun prélèvement élémentaire non conforme dans l'échantillon prélevé de huit prélèvements élémentaires, le lot contrôlé est accepté et la marchandise est présumée conforme ;
- s'il y a au moins un prélèvement élémentaire non conforme dans l'échantillon prélevé, la marchandise est présumée non conforme.

2.4.8.2. Spécifications du plan d'échantillonnage

1. Définition du prélèvement élémentaire non conforme

- voir § 2.3 ;
- en cas d'absence de directive, prendre l'attache, si nécessaire, du bureau technique compétent pour le produit.

2. Effectif de l'échantillon

- Sauf dispositions contraires de la réglementation ou de la fiche technique du produit, l'effectif de l'échantillon est de huit prélèvements élémentaires.

3. Décision après mise en œuvre du plan

- Acceptation du lot. Cette conclusion est donnée lorsqu'aucun prélèvement élémentaire défectueux n'est trouvé dans l'échantillon de huit prélèvements élémentaires.
- Refus du lot. Cette conclusion est donnée lorsqu'au moins un prélèvement élémentaire défectueux est trouvé dans l'échantillon de huit prélèvements élémentaires.

2.4.9. Plan d'échantillonnage pour contrôles statistiques par mesures

2.4.9.1. Précautions essentielles avant la mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage aux mesures

1. Le caractère contrôlé doit être mesurable

Le caractère contrôlé doit pouvoir être l'objet d'une mesure physico-chimique, par exemple la détermination de la valeur d'une température, d'une résistance électrique, une teneur en principes utiles, etc.

2. Les valeurs de ce caractère sont distribuées selon une loi de probabilité, dite «loi normale»

La distribution des valeurs du caractère contrôlé doit suivre une loi de probabilité de Laplace-Gauss, dite «loi normale».

Pour ne pas conclure à tort sur la conformité de la marchandise contrôlée, il est impératif de s'en assurer avant la mise en œuvre du plan.

2.4.9.2. Principe de la méthode

- Mesure du caractère contrôlé dans chaque prélèvement élémentaire de l'échantillon.
- À partir des résultats de ces mesures, détermination pour l'échantillon, de la moyenne arithmétique, et de l'estimateur de l'écart-type.
- Décision au sujet du lot contrôlé, après comparaison de cette moyenne arithmétique avec la valeur numérique de la formule algébrique fixée.

2.4.9.3. Spécifications du plan d'échantillonnage

1. Types d'échantillons à prélever et à préparer

- voir la fiche technique du produit ;
- en cas d'absence de fiche, prendre l'attache, si nécessaire, d'un laboratoire et/ou du bureau technique compétent pour le produit.

2. Effectif de l'échantillon

Sauf dispositions contraires de la réglementation ou de la fiche technique du produit, la taille de l'échantillon est de cinq prélèvements élémentaires.

3. Acceptation du lot si conformité à la réglementation en vigueur

Les individus du lot sont conformes si la valeur de la grandeur mesurée est inférieure ou égale à la limite supérieure à ne pas dépasser, par exemple, la teneur maximale en sodium d'un produit pour régime hyposodé.

2.5. ANNEXE : LA LOI NORMALE

En théorie des probabilités, on dit qu'une variable aléatoire réelle X suit une loi normale (ou loi normale gaussienne, loi de Laplace-Gauss) d'espérance μ et d'écart type σ strictement positif (donc de variance σ^2) si cette variable aléatoire réelle X admet pour densité de probabilité la fonction $p(x)$ définie, pour tout nombre réel x , par :

$$p(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2}$$

Une telle variable aléatoire est alors dite variable gaussienne.

On note habituellement cela de la manière suivante :

$$X \sim N(\mu, \sigma^2)$$

La loi normale est une des principales distributions de probabilité. Elle a été introduite par le mathématicien Abraham de Moivre en 1733 et utilisée par lui afin d'approcher des probabilités associées à des variables aléatoires binomiales possédant un paramètre n très grand. Cette loi a été mise en évidence par Gauss au XIX^e siècle et permet de modéliser de nombreuses études biométriques. Sa densité de probabilité dessine une courbe dite courbe en cloche ou courbe de Gauss.



Chapitre 3

Méthodes d'échantillonnage lors des contrôles officiels

3.1. Introduction	38
3.2. Vocabulaire relatif à l'échantillonnage	38
3.3. Règles et procédures d'échantillonnage	43
3.4. Prélèvement et traitement des échantillons	50
3.5. Annexes	69

3.1. INTRODUCTION

3.1.1. Objet

Ce chapitre se propose de fixer des règles générales concernant les techniques de prélèvements d'échantillons (constitution, réalisation), sur le lieu du contrôle, pour vérifier la conformité de tout type de marchandise à une spécification, réglementaire ou non. Elle n'inclut pas de règles de décision sur le lot de marchandises contrôlées.

3.1.2. Champ d'application

L'échantillonnage concerne l'ensemble des opérations de prélèvements de tout type de marchandises. Il cesse dès la première opération d'analyse physico-chimique sur une portion homogène de l'échantillon.

On trouvera en annexe l'ensemble des opérations à réaliser pour échantillonner une marchandise.

3.2. VOCABULAIRE RELATIF À L'ÉCHANTILLONNAGE

3.2.1. Lot

C'est une quantité définie de marchandise déterminée, fabriquée ou produite dans des conditions présumées uniformes.

Le terme «lot» signifie lot destiné au contrôle par échantillonnage, c'est-à-dire une quantité de matière ou un ensemble d'individus prélevé en tant qu'échantillon.

Au sens du présent chapitre qui concerne les contrôles par échantillonnage, le lot défini ci-dessus doit en plus être mis en vente ou destiné à la vente en l'état.

3.2.2. Lot homogène

C'est un lot pour lequel aucune cause identifiable de variation des composants et des matières premières n'est intervenue lors de la production, l'élaboration, la fabrication, le transport, le stockage.

Au sens statistique, un lot est considéré comme homogène par rapport à une propriété donnée, si la distribution des valeurs observées des paramètres caractéristiques de cette propriété est approximativement normale.

Si cette distribution n'est pas normale ou si la valeur de son écart-type est élevée, le lot doit être considéré comme hétérogène.

Les individus d'un lot peuvent être considérés simultanément comme homogènes pour une propriété donnée, et hétérogènes pour une autre.

3.2.3. Individu

Il s'agit :

- soit d'un objet, d'une unité, ou d'une quantité définie de matière sur lequel un ensemble d'observations peut être fait ;
- soit du résultat des observations précédentes qu'elles soient qualitatives (le prélèvement élémentaire est qualifié de conforme ou de non conforme) ou quantitative (résultat d'une mesure).

3.2.4. Prélèvement élémentaire

Si le lot est composé d'unités individualisées, il s'agit d'un individu du lot prélevé en vue de la constitution d'un échantillon.

Si le lot est une marchandise en vrac, il s'agit d'une quantité de matière prélevée en un point du lot et en une seule fois en vue de la constitution d'un échantillon ; cette quantité est ensuite individualisée de façon durable dans un récipient (boîte, cuillère, etc.) pour être l'objet d'observations ou de mesures.

3.2.5. Caractère

Propriété servant à distinguer les individus d'une population. Un caractère peut être qualitatif (attribut) ou quantitatif.

Un caractère quantitatif est dit continu si dans son domaine de variation, ce caractère peut être assimilé à une variable continue au sens de l'analyse mathématique : par exemple, la teneur d'un aliment en protéines.

Un caractère quantitatif qui ne peut prendre que des valeurs entières est dit discret : par exemple, le nombre de préemballages dans un carton.

3.2.6. Échantillonnage

C'est une procédure de prélèvement de marchandise pour constituer un échantillon.

3.2.7. Échantillon

C'est un ensemble constitué d'un ou plusieurs prélèvements élémentaires prélevés dans un lot de marchandise destiné à fournir une information sur cette marchandise ou le procédé l'ayant produite ; cette information peut éventuellement servir de base à une décision.

3.2.8. Effectif de l'échantillon

C'est le nombre d'individus ou de prélèvements élémentaires constituant l'échantillon.

3.2.9. Plan d'échantillonnage

C'est un plan selon lequel on prélève un ou plusieurs échantillons en vue d'une information à recueillir et éventuellement d'une décision à prendre.

Il fixe les règles prescrivant les modalités d'échantillonnage, le cas échéant ces règles pouvant être complétées par la fixation des conditions d'acceptation ou de refus du lot contrôlé.

Tout plan d'échantillonnage «Qualité-Sécurité» doit préciser les instructions suivantes et comporter une règle de décision au sujet du lot contrôlé :

- la nature ou l'objectif du contrôle ;
- le type d'échantillonnage utilisé (voir nomenclature des échantillonnages en 3.3.12) ;
- le type de chaque échantillon prélevé et préparé (voir nomenclature des échantillons en 3.3.13) ;
- l'effectif en prélèvements élémentaires de chaque échantillon prélevé.

Les principales étapes de la procédure de prélèvements d'échantillons sont notamment :

- les modalités des prélèvements élémentaires ;
- les modalités de préparations des échantillons à partir de ces prélèvements élémentaires pour réaliser l'échantillon destiné aux analyses physico-chimiques ;
- les modalités d'identification du lot et de chaque échantillon prélevé ;
- les conditions d'acceptation ou de refus du lot contrôlé.

3.2.10. Prélèvement élémentaire non conforme ou défectueux et individu non conforme ou défectueux

C'est un prélèvement élémentaire ou un individu défectueux présentant un ou plusieurs défauts définis dans le plan d'échantillonnage sur la base de la réglementation ou de normes ou d'usages professionnels.

3.2.11. Défaut

C'est la non-conformité d'un individu ou d'un prélèvement élémentaire aux prescriptions imposées par le plan d'échantillonnage pour un caractère.

3.2.12. Types d'échantillonnage

Le cas échéant, les échantillonnages énumérés ci-après peuvent être utilisés pour mieux caractériser la marchandise à contrôler.

3.2.12.1. Échantillonnage réalisé au hasard

Il s'agit d'échantillon constitué d'individus du lot qui ont chacun la même chance de figurer dans l'échantillon.

Si le lot n'est pas formé de parties individualisées, ce dernier est divisé par la pensée en individus fictifs.

Tous les individus du lot (réels ou imaginés) sont munis de numéros distincts :

- les numéros des individus figurant dans l'échantillon sont déterminés ou désignés au hasard, au moyen des nombres aléatoires générés par une table de nombres au hasard ou une calculatrice ou un logiciel de statistique ;
- toutes les combinaisons possibles de n individus d'un lot de N individus ont ainsi la même probabilité d'être prélevés.

3.2.12.2. Échantillonnage stratifié

Les strates sont les différentes parties en lesquelles on divise la population à échantillonner.

L'échantillonnage stratifié consiste à prélever dans chaque strate un échantillon d'individus ou de prélèvements élémentaires, l'ensemble de ces échantillons constituant l'échantillon destiné à l'analyse physicochimique.

3.2.12.3. Échantillonnage à deux degrés ou plus

Pour des raisons de commodité, les individus constituant la marchandise à contrôler peuvent être regroupés en unités primaires (parfois appelés grappes) de telle sorte que tout individu appartienne à une unité primaire et à une seule.

Les individus sont alors des unités secondaires. L'échantillonnage à deux degrés consiste à prélever, au premier degré, un échantillon d'unités primaires, puis au second degré, dans chaque unité primaire prélevée au premier degré, un échantillon d'unités secondaires.

L'échantillon primaire est l'échantillon pris dans un lot au premier degré d'un échantillonnage à plusieurs degrés.

En conséquence, l'échantillon pris dans l'échantillon primaire est appelé échantillon secondaire.

On peut envisager, selon un mécanisme analogue, des échantillons à plus de deux degrés, l'échantillon final correspond au dernier degré de l'échantillonnage.

Exemple d'échantillonnage à trois degrés d'un lot de préemballages de cigarettes contrôlé sur chaîne de fabrication :

- unité primaire : un carton ;
- unité secondaire : un paquet ;
- unité tertiaire : une cigarette.

3.2.13. Types d'échantillons

Les échantillons définis ci-après, seront à réaliser selon les instructions du plan d'échantillonnage.

3.2.13.1. Échantillon représentatif du lot contrôlé

Échantillon qui reflète le mieux la marchandise contrôlée; l'échantillon réalisé au hasard est un échantillon représentatif.

3.2.13.2. Échantillon global

C'est la quantité de marchandises constituée en réunissant tous les prélèvements élémentaires.

3.2.13.3. Échantillon réduit

C'est la quantité de marchandises provenant de la réduction de l'échantillon global ou d'un échantillon partiel dans des conditions garantissant la représentativité des échantillons; cet échantillon reflète autant que possible l'échantillon destiné à l'analyse physico-chimique et la quantité de matière qu'il contient ne peut être inférieure à celle nécessaire à l'analyse physico-chimique.

3.2.13.4. Échantillon pour laboratoire

C'est une petite quantité de marchandise représentative de l'échantillon réduit et destinée à l'analyse physico-chimique en laboratoire.

3.2.13.5. Échantillon de référence

C'est un échantillon préparé en même temps que l'échantillon pour laboratoire, et qui est conservé pour servir d'échantillon au laboratoire en cas d'expertise contradictoire notamment.

3.2.14. Préparation d'un échantillon

Pour une matière en vrac, c'est l'ensemble des opérations matérielles telles que mélange, division..., nécessaires pour faire passer l'échantillon global à l'état d'échantillon pour laboratoire.

La préparation d'un échantillon pour laboratoire doit assurer la représentativité du lot échantillonné.

3.3. RÈGLES ET PROCÉDURES D'ÉCHANTILLONNAGE

3.3.1. Règles générales

Ces règles visent à obtenir et préparer un échantillon pour déterminer une ou plusieurs caractéristiques du produit contrôlé.

L'échantillonnage doit être le plus représentatif de la marchandise contrôlée.

3.3.1.1. Matériel utilisé

Voir le Guide en annexe 1.

3.3.1.2. Réflexion préliminaire à l'opération d'échantillonnage

Pour l'opportunité de prélever : Guide en annexe 1.

L'opération d'échantillonnage doit être précédée d'une réflexion préliminaire qui aborde les questions suivantes.

- Objectif de l'opération ?
- Recueillir des informations sur la qualité et/ou la sécurité de la marchandise ?
- Constater une infraction ?
- Nature des contraintes imposées par l'opération ?
- Adaptation du matériel ?
- État de la marchandise (solide, liquide, gazeuse), degré d'homogénéité de la marchandise, dimension de la marchandise ?
- Conditions de stockage ?
- Nature du ou des caractères à contrôler ?

3.3.1.3. Instructions d'un plan d'échantillonnage

L'opération de prélèvement d'échantillons doit suivre les instructions d'un plan d'échantillonnage choisi préalablement aux prélèvements.

1. Quel plan d'échantillonnage utiliser ?

Le plan est fixé soit :

- par la fiche technique ;
- par une norme relative au produit contrôlé ou à un plan d'échantillonnage ;
- par des instructions particulières du laboratoire qui seraient ensuite incorporées dans une fiche produit.

2. Structure type d'un plan d'échantillonnage

Tout plan à utiliser doit comprendre chacune des rubriques mentionnées et développées ci-après. Dans le cas contraire, sa validité peut être contestée par les professionnels contrôlés.

La nature ou l'objectif du contrôle

- Basé sur des principes statistiques ;
- Ou à défaut de principes statistiques, établi de façon arbitraire basée sur l'expérience ou l'opportunité en tenant compte de toute information disponible concernant la marchandise au moment de l'échantillonnage.

Le type de chaque échantillon prélevé et préparé

Voir nomenclature des échantillons en 3.12.

Effectif élémentaire de chaque échantillon prélevé en prélèvement

Voir la fiche technique du produit.

Modalités d'identification de chaque échantillon prélevé

Voir Guide annexe 1.

Type d'échantillonnage utilisé

Voir nomenclature des échantillonnages en § 3.

Principales étapes de la procédure d'échantillonnage

- Quantité de marchandises à prélever. Voir la fiche technique du produit correspondant ou prendre l'attache, si nécessaire, d'un laboratoire officiel.
- Modalités des prélèvements élémentaires. Voir ci-dessous.
- Modalités de préparations des échantillons à partir de ces prélèvements élémentaires. Voir dispositions spécifiques d'échantillonnage dans la fiche produit ; prendre l'attache, si nécessaire, d'un laboratoire officiel.

Conditions d'acceptation ou de refus du lot contrôlé

Prendre l'attache d'un laboratoire officiel.

3.3.1.4. Procédure d'échantillonnage

Lors de l'opération de prélèvement d'échantillons, la procédure d'échantillonnage suivante est à respecter.

1. Identification du lot avant tout prélèvement d'échantillon

Noter :

- les dimensions du lot (volume, masse, nombre d'individus qui le composent, etc.)
- les inscriptions figurant sur les étiquettes ou les documents commerciaux.

2. Examen du lot avant tout prélèvement d'échantillon

Noter :

- les caractéristiques de son environnement, notamment la température ;
- l'état de la marchandise (parties endommagées, hétérogènes, etc.).

3. Cas des lots hétérogènes

Il est indispensable de disposer d'informations sur chacune des différentes parties hétérogènes d'un lot hétérogène ; celles-ci sont traitées comme des lots séparés, objets de prélèvements élémentaires :

- sur les parties endommagées ;
- sur les fractions du lot obtenues en le divisant fictivement (par la pensée) en fractions ayant des propriétés plus semblables.

Toutefois, ces opérations ne s'imposent pas si l'on dispose d'informations sur chacune des parties hétérogènes du lot ; ces informations sont communiquées au laboratoire d'analyses.

4. Réalisation de prélèvements élémentaires

Précautions à prendre

Protection des opérations de prélèvements (produits contrôlés et matériels de contrôles) de toute contamination comme par la pluie, la chaleur, la poussière, la modification des récipients où sont placés les prélèvements.

Le choix de prélèvements élémentaires au hasard

Chaque fois que cela est réalisable, pour empêcher toute contestation de la représentativité du prélèvement d'échantillon effectué, il faut recourir impérativement au choix des prélèvements par le hasard. Il faut procéder comme suit :

- si le lot n'est pas formé de parties individualisées, comme du lait dans une cuve, du blé stocké dans un silo, une pièce de vin conservé dans un tonneau, ce lot est divisé fictivement en individus par la pensée ;
- tous les individus du lot (réels ou fictifs) sont munis de numéros distincts ;
- toutes les parties du lot contrôlé, individualisées fictivement ou non, doivent avoir la même chance d'être prélevées ; cette exigence est assurée par le recours à l'échantillonnage au hasard. Il s'agit de constituer un échantillon avec des individus du lot (réels ou imaginés) qui ont chacun la même chance de figurer dans l'échantillon ;
- les numéros des individus (réels ou imaginés) prélevés et figurant dans l'échantillon sont déterminés au hasard, au moyen des nombres aléatoires générés par une table de nombres au hasard ou une calculatrice ou un logiciel de statistique.

Lorsque le recours au hasard n'est pas possible (p. ex., dans un entrepôt très vaste où les produits sont mal rangés), on doit prendre les précautions suivantes :

- éviter de choisir systématiquement les individus les plus facilement accessibles ;
- ne pas choisir systématiquement les individus qui se distinguent par un caractère apparent ;
- en présence d'un phénomène périodique qui peut donner des résultats fortement biaisés, et qui risque de fausser la validité et la représentativité des résultats, par exemple une doseuse dérégulée telle que tous les x secondes le produit conditionné par cette doseuse présente des défauts, ou un contaminant alimentaire qui se répartit sélectivement au fond d'un silo, éviter de prélever toutes les k secondes ou tous les k^e paquets, ou tous les k^e centimètres, de prendre une unité tous les « n » palettes, cartons ou préemballages, etc.

L'appréciation d'un phénomène périodique passe, le cas échéant :

- par l'examen des cartes de contrôle de fabrication de la marchandise ;
- par des informations à recueillir sur le stockage du produit auprès, d'un laboratoire, des réseaux de contrôle, des organisations professionnelles.

Éviter de choisir des individus qui se ressemblent, par exemple, ceux qui correspondent à une courte durée de fabrication ou qui sont contenus dans une même palette ou un même carton.

Cas de marchandises qui se présentent sous forme d'objet individualisé

Par exemple, des préemballages ou des objets manufacturés.

Cas des appareils ou des objets manufacturés et de celui des préemballages dont le contenu est inférieur à la quantité minimale à prélever en vue des analyses physico-chimiques

Pour le contrôle d'une valeur moyenne d'un caractère, il est préférable de conserver la marchandise dans son emballage d'origine afin de préserver son état initial :

- prendre le nombre suffisant de préemballages, d'appareils ou d'objets manufacturés, pour atteindre la quantité fixée par les instructions du laboratoire officiel, pour constituer un prélèvement élémentaire ;
- l'échantillon destiné à l'analyse physico-chimique est alors constitué de l'ensemble des prélèvements élémentaires fixés par le plan d'échantillonnage.

Cas des appareils ou des objets manufacturés et de celui des préemballages dont le contenu est supérieur à la quantité minimale de marchandise à prélever en vue des analyses physico-chimiques

Le cas échéant, il est préférable de conserver la marchandise dans son emballage d'origine afin de préserver son état initial. Sauf dispositions contraires du plan d'échantillonnage, l'effectif de l'échantillon est constitué d'un préemballage d'appareils ou d'objets manufacturés.

En raison de l'imprécision des investigations basées sur un seul échantillon, il faut, pour obtenir un résultat significatif, augmenter l'effectif des échantillons et celui des déterminations analytiques.

Cas de marchandise qui se présente en vrac

1. Quantité de marchandise à prélever
 - si la marchandise fait l'objet d'une fiche technique, prélever la quantité fixée par la fiche ;
 - si la marchandise ne fait pas l'objet d'une fiche technique, prendre l'attache d'un laboratoire officiel.

2. Mode opératoire

Il est recommandé d'effectuer l'échantillonnage pendant le chargement ou le déchargement du moyen de transport ou pendant l'opération de stockage de la marchandise qui est alors en mouvement.

Les prises de marchandises sont encore organisées selon le hasard. Ce ne sont plus des objets qui sont tirés au sort, mais des unités fictives, (quantité de marchandises déchargées en x secondes, contenu d'un récipient...).

Par exemple, si un déchargement dure 4 heures, on prélève à la 10^e, 21^e, 37^e minute ; le rang des minutes choisies a été déterminé au hasard préalablement à l'opération de prélèvement.

Il faut opérer franchement dans le lot de marchandises en mouvement en coupant entièrement le flot sur toute son épaisseur pour que l'échantillon global corresponde à une section complète du flot qui peut être hétérogène en raison des différences de densité ou de dimensions des particules, ou de facteurs d'hétérogénéité générés par les techniques de fabrication, de stockage ou de circulation des marchandises.

Une telle opération n'est cependant à envisager que si on dispose d'appareils automatiques d'échantillonnage.

Cas général

Dans la mesure du possible, pour compenser les éventuels effets d'une répartition sélective des composants par la densité, les prélèvements sont à effectuer dans toute la hauteur de la marchandise en vrac.

Dans le cas où l'on ne dispose pas d'informations sur la répartition des composants ou des contaminants de la marchandise en vrac, les prélèvements élémentaires sont à multiplier dans l'espace du vrac.

À l'exception des liquides et des marchandises en mouvement la sonde de prélèvement doit être enfoncée dans plusieurs directions en effectuant un mouvement tournant.

Cas des produits pulvérulents

Le matériel de prélèvement doit avoir une ouverture suffisante permettant le prélèvement des plus grosses particules de la marchandise.

En l'absence de matériel de prélèvement automatique adapté, des sondes à ouverture suffisante sont à utiliser. Dans la mesure du possible elles pénètrent dans la marchandise selon plusieurs directions à une allure régulière jusqu'au fond.

Cas des produits liquides ou semi-liquides stockés en fûts, en barils

Le produit doit être soigneusement mélangé par exemple avec un agitateur de dimension suffisante pour atteindre le fond et agiter la totalité du produit et assez léger pour être manœuvré rapidement.

La formation de mousse doit être évitée. Les parois et le fond sont éventuellement raclés.

Un récipient plongeur de dimension liée à la quantité minimale est alors introduit dans le liquide.

La vitesse constante de plongée doit être estimée de telle sorte que le récipient se remplissant au fur et à mesure soit finalement rempli en arrivant au fond.

Cas des produits liquides stockés dans de grands récipients, cuves, citernes

Dans l'impossibilité de recourir à une agitation mécanique pour mélanger le contenu, des échantillons sont à prélever en plusieurs points.

Cas des produits pâteux et quasi solides, selon la consistance, la forme, la masse de la marchandise à échantillonner

Selon la consistance de la marchandise, l'une des techniques suivantes est à utiliser :

- si la consistance est dure : prélèvement au moyen d'un couteau ou d'une scie en pratiquant plusieurs coupes dont le sens dépend de la nature du produit ;
- dans les autres cas : prélèvement au moyen d'une sonde, comme indiqué ci-dessus.

Cas des gaz

Consulter un laboratoire officiel avant d'effectuer le prélèvement.

5. Constitution des échantillons à partir des prélèvements élémentaires

Suivre les instructions du plan d'échantillonnage (cf. 3.2.9).

6. Procès-verbal d'échantillonnage

Tout prélèvement d'échantillons doit être suivi de la rédaction d'un procès-verbal d'échantillonnage selon des modalités définies.

3.3.2. Règles propres aux produits***3.3.2.1. Existence de fiches techniques***

Voir les fiches établies par chacun des ordonnateurs.

3.3.2.2. Absence de fiches techniques

Le cas échéant, suivre les règles générales du présent chapitre et prendre, pour ce qui concerne d'éventuelles modalités spécifiques complémentaires d'échantillonnage, l'attache d'un laboratoire officiel.

3.4. PRÉLÈVEMENT ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

3.4.1. Objet

Cette partie a pour but de définir les quantités minimales à prélever pour les échantillons destinés aux laboratoires.

Elle ne traite en aucun cas des modalités d'échantillonnage (nombre d'unités par échantillon, modalités de prélèvement), destinées à assurer la représentativité de l'échantillon dans le lot (voir réglementation ou fiches techniques produits quand elles existent).

3.4.2. Champ d'application

Le présent chapitre concerne les prélèvements réalisés dans le cadre des contrôles «Qualité et Sécurité», qu'ils soient destinés au laboratoire ou réservés à l'expertise éventuelle. Il précise le poids (ou le volume) de l'échantillon à faire parvenir au laboratoire pour lui permettre de réaliser l'ensemble des déterminations courantes sur un produit donné.

3.4.3. Vocabulaire spécifique

3.4.3.1. Prélèvement, échantillon, unité

Un prélèvement peut être composé d'un ou plusieurs échantillons (exemple : trois échantillons pour les PO3 ; un échantillon pour les PE1) ; chaque échantillon peut être composé d'une ou plusieurs unités (ex. : un PO3 de jambon, composé de trois échantillons et comportant chacun onze unités).

3.4.3.2. Unité de vente

Les unités de vente sont généralement des lots de deux à six (ou plus) unités de produits (ex. : pots de yaourt conditionnés par six).

3.4.3.3. Quantité minimale

Quantité de produit permettant au laboratoire de réaliser l'ensemble des déterminations courantes.

N.B. : la quantité minimale est à respecter pour chaque unité de l'échantillon.

3.4.4. Quantités à prélever

Les quantités à prélever figurant dans les rubriques du présent chapitre s'entendent par échantillon (et par unité). Elles ont été évaluées au minimum pour permettre au laboratoire de réaliser les déterminations courantes sur les produits concernés.

Pour les produits non cités dans les rubriques, la quantité sera appréciée par comparaison ou mieux après avoir obtenu le renseignement du laboratoire concerné. Il en est particulièrement ainsi, dans la mesure du possible, des cosmétiques, des produits d'entretien, des substances chimiques industrielles, pour lesquelles

l'énumération a été volontairement limitée et qui nécessitent des déterminations multiples en raison de leur composition complexe. Il en est de même pour les matériels et produits industriels.

En cas de doute, notamment pour apprécier le taux de contamination des polluants, un contact doit être impérativement pris avec le laboratoire compétent pour déterminer exactement la quantité à prélever ou une quantité inférieure à celle prévue lorsque l'analyse est orientée vers la détermination d'un nombre réduit de critères.

Dans le cas des marchandises conditionnées en petites unités (beurres, fromages et autres produits laitiers, biscuits, sucres, détergents...), le prélèvement regroupe un nombre suffisant d'emballages unitaires de façon à obtenir la quantité indiquée.

3.4.5. Conditions particulières de transport et conservation des échantillons

Les enquêteurs pourront utilement se référer aux procédures de la chaîne PAS ou fiches produits (quand elles existent).

3.4.5.1. Conditions particulières de transport

Chaque fois que possible, le produit doit être laissé dans son conditionnement d'origine. Ainsi en est-il notamment des huiles d'olive, cafés, chicorées, thés, antiparasitaires ménagers ou agricoles, produits de la cosmétologie et de l'hygiène, eaux distillées ou déminéralisées.

Une protection supplémentaire doit toutefois être assurée pour maintenir les caractéristiques de la marchandise, par exemple :

- pour éviter l'augmentation de la proportion des brisures dans les cafés ;
- pour éviter l'évaporation de certains composés comme le formaldéhyde (parquets, matériaux au contact des denrées alimentaires) ; un contact doit être pris avec le laboratoire compétent pour déterminer la manière de procéder (nature du suremballage à utiliser) ;
- pour éviter la contamination croisée durant le transport d'échantillons destinés à la recherche de matériaux au contact ou de résidus de pesticides et des échantillons pour l'analyse microbiologique ;
- pour éviter la contamination par contact des échantillons de fruits et légumes, destinés à la recherche des résidus de pesticides, avec d'autres produits traités, des sacs ventilés seront impérativement utilisés (les filets à maille ne sont pas adaptés) ;
- pour éviter la dégradation des mycotoxines, les échantillons doivent être transmis, dans la mesure du possible, dans un emballage opaque ;
- pour éviter la dégradation de certains composants contenus dans les aliments destinés à une alimentation particulière (ex. : la plupart des vitamines), il convient de protéger le mieux possible des risques de dégradation.

Si un fractionnement est effectué, l'étiquette ou l'emballage d'origine doit être transmis, dans la mesure du possible, au laboratoire avec l'échantillon qui lui est destiné.

Les échantillons de produits périssables sont obligatoirement conservés en utilisant la chaîne du froid, conformément aux instructions de la chaîne de prélèvement d'échantillon en démarche qualité (voir Guide en annexe 1).

3.4.5.2. Conditions de conservation des échantillons

L'ensemble des échantillons est à conserver dans les meilleures conditions, éventuellement à l'abri de la lumière, de la chaleur ou de l'humidité, suivant la nature et les indications figurant sur leur emballage.

Seuls deux conservateurs chimiques – le dichromate de potassium et l'acide salicylique – sont à utiliser, dans les conditions suivantes, avec mention de l'addition sur l'étiquette :

- emploi du dichromate de potassium dans le cas du lait cru en vrac à raison de 0,25 g par flacon de 250 ml,
- emploi de l'acide salicylique, dans le cas des vins piqués, à raison de 1 g par flacon. Un échantillon non additionné de ce conservateur est adressé simultanément au laboratoire.

3.4.6. Produits alimentaires

3.4.6.1. Additifs alimentaires et auxiliaires technologiques

Agents d'aromatisation	200 g
Autres additifs (émulsifiants, épaississants, de texture, améliorants de la valeur nutritive...):	
• à l'état pur (critères de pureté)	50 g
• dosage dans les produits alimentaires	200 g
• en formulation (composition)	200 g
Produits œnologiques :	
• tous produits sauf enzymes	500 g
• enzymes	50 g

3.4.6.2. Alimentation animale

Composés minéraux, aliments simples ou composés	> = 500 g à adapter en fonction du nombre de déterminations demandées
Additifs	250 g minimum
Dioxine, PCB	Voir § «Polluants et contaminants»

3.4.6.3. Boissons

Eaux, de table, de source, minérales		1 l (hors analyse microbiologique) + 1 l si micro-polluants
Jus de fruits et de légumes, nectars, boissons sans alcool		1 l
Jus concentrés de fruits		250 ml
Sirops		500 ml
Limona­des et sodas	1 échantillon pour dosage du CO ₂ et 1 échantillon pour les autres déterminations + 1 échantillon mesure de volume	2 x 500 ml (3 si volume en +)
Préparation pour boissons...		100 g
Vins	Cas général	750 ml
	Analyse RMN: 1 échantillon supplémentaire	750 ml
	Raisins frais pour micro-vinification en vue de RMN	10 kg min
	Recherche d'ochratoxine A	Voir Mycotoxines
Cidres	1 échantillon pour analyse RMN et 1 échantillon pour les autres déterminations	2 x 750ml
Apéritifs		700 ml
Spiritueux		700 ml
Arômes naturels des sirops		750 ml

3.4.6.4. Fruits, légumes, champignons

1. Résidus de pesticides

Pour les quantités à prélever, se référer aux normes internationales (ex. : Norme Codex: Méthodes recommandées pour l'échantillonnage aux fins du dosage des résidus de pesticides en vue du contrôle de conformité avec les LMR – CAC/GL 33-1999 ou les directives des laboratoires

2. Nitrates

Laitues et épinards	Dosage des nitrates	10 laitues ou 1 kg d'épinards
---------------------	---------------------	-------------------------------

3. Métaux lourds, mycotoxines, radioactivité

Voir chapitres correspondants.

4. Autres déterminations non spécifiées par ailleurs

Fruits et légumes secs (fruits à coques, pruneaux, abricots, arachides...)	Humidité, identification variétale, rancissement, calibre, conservateurs	1 kg (au moins 5 unités pour les noix de coco)	
Conserves de fruits ou de légumes (y compris les compotes)		250 g (ou 1 unité de vente)	
Pommes de terre	identification variétale	30 tubercules au minimum	
Champignons	frais	identification variétale	500 g
	séchés	identification variétale	30 g
Truffes	entières ou en morceaux	identification variétale	un nombre de pièces ou de morceaux représentatifs du lot représentant 25 g ou 1 unité de vente
	brisures	identification variétale	50 g ou 1 unité de vente
	pelures	identification variétale	25 g ou 1 unité de vente
	jus	identification variétale	100 ml

3.4.7. Laits, produits à base de lait, œufs et ovoproduits

Laits en nature :		
• laits de toute espèce animale, à l'état cru, pasteurisé stérilisé, aromatisé		250 ml (ou une unité de vente)
• laits de toute espèce animale, pour un contrôle limité à la recherche des antibiotiques ou à l'identification de l'espèce productrice.		150 ml
Laits transformés :		
• laits concentrés		150 g (ou 1 unité de vente)
• laits en poudre		100 g (ou 1 unité de vente)
• laits fermentés, gélifiés, emprésurés		120 ml (ou 1 unité de vente)
• crèmes et crèmes desserts		100 g (ou une unité de vente)
• desserts lactés et entremets lactés		100 g (ou une unité de vente)
• fromages	cas général	150 g
	fromages : dosage de la natamycine	surface de croûte de 200 cm ²
Œufs		6 unités
Ovoproduits de tout type		250 g

3.4.8. Matières grasses

Beurres	supérieur à 100 g ou 1 unité de vente
Autres matières grasses (tout type : graisses, huiles) (*)	250 g (100 ml minimum pour les huiles de friture)

(*) L'huile d'olive conditionnée est toujours conservée dans son emballage d'origine.

3.4.9. Microbiologie

Pour les quantités à prélever, se référer aux fiches techniques du produit ou aux directives des laboratoires.

3.4.10. Organismes génétiquement modifiés (OGM)

Semences	colza	200 g au minimum
	maïs et soja	1 kg au minimum
Produits bruts (grains...)		10000 grains ou leur équivalent massique avec un maximum de 3 kg
Produits de première transformation (semoules, farine, gritz, tourteaux...)		1 kg
Produits liquides		500 ml
Produits pâteux et visqueux		500 g
Produits finis (conditionnés)		2 emballages individuels ou 100 g

3.4.11. Polluants et contaminants

3.4.11.1. Amiante

Recherche d'amiante	produits préemballés	en l'état
Recherche d'amiante	matériaux (plaques de fibrociments....)	surface de 5 x 5 cm

3.4.11.2. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

HAP	Alimentation humaine et animale	500 g
-----	---------------------------------	-------

3.4.11.3. Métaux lourds

Pb, Cd, Hg	produits préemballés		liquides : 1 unité	
			solides : 1 à 10 emballages ou unités selon le volume du lot	
	produits en vrac	poids minimal	1 kg composé de 3 à 10 échantillons élémentaires selon le poids du lot	
		Cependant, les règles ci-après peuvent être appliquées pour les produits suivants. Pour les autres, prendre contact avec le laboratoire (additifs, aromates...)		
		céréales en grains ou en farines	300 g	
		fruits, légumes, champignons, pommes de terre	300 g si poids unitaire < 25 g 1 kg si poids unitaire > 25 g	
		poissons	3 unités (500 g minimum)	
		coquillages, crustacés, mollusques	1 kg	
alimentation animale		500 g minimum		

3.4.11.4. Mycotoxines

Mycotoxines dans produits destinés à l'alimentation humaine :

Ochratoxine : céréales et raisins secs	1 à 10 kg suivant poids du lot
Ochratoxine : vin et jus de raisin	1 litre
Patuline : jus, compote	1 à 10 emballages ou unités
Aflatoxines B & G : fruits séchés, oléagineux, céréales	3 à 30 kg suivant poids du lot
Aflatoxines B & G : épices	1 à 10 kg suivant poids du lot
Aflatoxine M1 : produits laitiers	500 g minimum ou 1 litre minimum
Autres mycotoxines, autres produits transformés...	500 g minimum

Mycotoxines dans produits destinés à l'alimentation animale

Aflatoxine B1	500 g minimum par échantillon global (le nombre d'échantillons globaux est fonction de la taille du lot).
---------------	---

3.4.11.5. Nitrates dans les végétaux

Nitrates dans les végétaux	Voir produits
----------------------------	---------------

3.4.11.6. Polychlorobiphényles (PCB) et dioxines

PCB et dioxines	alimentation humaine	1 kg (pour les PE1, un échantillon de 500 g est jugé suffisant, voire 200 g pour les produits très gras)
PCB et dioxines	alimentation animale	500 g
Recherche du MCPD (monochloropropane diol)		1 unité de vente de 100 ml minimum (liquides) ou 200 g (solides)

3.4.11.7. Radioactivité

Fruits et légumes	recherche de radioactivité	1 kg
Céréales et légumineuses	recherche de radioactivité	1 kg
Denrées animales	recherche de radioactivité	1 kg
Lait	recherche de radioactivité	1 l
Produits dérivés	recherche de radioactivité	1 kg (ou 1 l)
Plants aromatiques et champignons séchés	recherche de radioactivité	200 g

3.4.11.8. Résidus de pesticides

Résidus de pesticides	Voir produits
-----------------------	---------------

3.4.12. Produits d'alimentation particulière et étiquetage nutritionnel

3.4.12.1. Minimum requis pour une analyse complète

Analyse de base et autres déterminations	200 g ou 400 ml
Vitamines et polyphénols	300 g ou 400 ml
Minéraux et oligoéléments	50 g

3.4.12.2. Quantités par type de déterminations

Valeur calorique et fibres alimentaires	100 g ou 200 ml
Acides aminés, sucres, polyols, édulcorants, conservateurs	100 g ou 200 ml
Additifs à but nutritionnel divers (créatine, carnitine...)	100 g ou 200 ml
Vitamines courantes : C, B1, B2, B5, PP, B6, H, B9, A, E, β .carotène	150 g ou 250 ml
Vitamine D, K, nucléotides, choline, caroténoïdes	200 g ou 300 ml
Polyphénols (flavonoïdes, isoflavones, OPC)	50 g ou 100 ml
Minéraux – oligoélément : quantité permettant d'assurer la plupart des demandes	50 g
Sodium, potassium, calcium, magnésium	10 à 20 g
Phosphore	10 à 20 g
Zinc, cuivre, manganèse, fer, chrome	10 à 20 g
Iode, sélénium	20 g minimum
Compléments alimentaires à base de plantes et plantes médicinales libérées : examen macro et microscopique, dosage des principes actifs	50 g
Allergènes protéiques	20 g par type d'allergène
Pour une analyse complète, les quantités prélevées doivent être cumulées.	

3.4.13. Produits aromatiques, potages et assaisonnements

3.4.13.1. Arômes, épices et huiles essentielles

Arômes et épices :		
eaux de fleur d'oranger		300 ml
vanilles en gousses ou en poudre		100 g
vanille à l'état d'extrait liquide		100 ml
poivres (de tout type)		25 g
safrans		5 g pour analyse de base
autres arômes ou épices		50 ml ou 50 g
Agents d'aromatisation :		
produit de base (arôme de... extrait de...) concentrés ou non		25 ml
arômes composés, compositions aromatiques, eaux florales		250 g (ou 250 ml)
Arômes naturels		Voir produits

3.4.13.2. Plantes à infusion

Plantes à infusion, plantes médicinales fraîches	dosage des résidus de pesticides	200 g
Plantes à infusion, plantes médicinales sèches ou fraîches	identification	25 g

3.4.13.3. Cafés, thés, chicorée

Cafés verts	identification	350 g
Cafés torréfiés, décaféinés ou non, en grains ou moulus	identification	250 g
Succédanés de café	identification	100 g de préférence
Chicorées	identification	100 g en emballage
Thés	identification	100 g
Extraits solubles ou liquides de café, de chicorée, de thé ou de café/chicorée	identification	100 g (ou 100ml)

3.4.13.4. Bouillons et potages

Produits liquides ou pâteux	200 g (ou 200 ml)
Produits en poudre	100 g

3.4.13.5. Vinaigres

Vinaigres de tout type	500 ml
------------------------	--------

3.4.13.6. Autres assaisonnements (condiment et sel)

Moutardes, condiments, sauces	100 g
Sels (de tout type)	100 g
Saumures (préparations fraîches avant tout usage)	250 ml

3.4.14. Produits carnés

3.4.14.1. Charcuterie, produits à base de viandes et de volailles

Viandes et abats (y compris les viandes hachées)	200 g
Produits carnés (en vue de la détermination de l'espèce)	50 g de maigre (hors barde, couenne, croûte...)
Produits carnés (en vue de l'examen histologique)	50 g
Préparations cuisinées de viande en vrac, en conserve ou en semi-conserve (cassoulet, choucroute...)	une unité de vente (si analyse physico-chimique sur partie carnée, 200 g minimum de partie carnée)
Charcuteries (toute préparation, y compris les jambons)	300 g (de façon à ce qu'il reste 200 g après élimination du gras, de la couenne, de la barde, de la gelée, de la croûte...)
Charcuteries enrobées (bardées, croûtées, en gelée...)	600 g (de façon à ce qu'il reste 200 g après élimination du gras, de la couenne, de la barde, de la gelée, de la croûte...)
Préparations truffées (pour détermination de la proportion de truffes)	600 g
Foies gras et préparations à base de (chimie)	200 g
Foies gras et préparations à base de foie gras (% de morceaux)	1 unité de vente
Foies gras et préparations à base de foie gras (pour examen histologique seulement)	50 g (ou 1 unité de vente)

3.4.14.2. *Produits de la pêche et de l'aquaculture*

Poissons entiers (y compris identification d'espèces)	400 g ou plusieurs spécimens
Poissons en morceaux, filets, etc. (y compris identification d'espèces)	250 g
Crustacés décortiqués frais, congelés, surgelés	250 g
Crustacés non décortiqués frais, congelés, surgelés	400 g
Saint-Jacques	300 g
Coquillages surgelés	250 g de partie comestible
Conserve poisson, crustacés et divers préemballés	1 unité de vente
Conserve pour détermination histamine	9 unités d'un même lot
Conserve et surgelés pour contrôle métrologique (poids net, glazurage)	20 unités d'un même lot
Divers	200 g
Polyphosphates	200 g

3.4.14.3. *Gastéropodes, batraciens*

Gastéropodes		12 à 24
Batraciens	Détection de l'ionisation	200 g minimum

3.4.15. *Produits céréaliers*

Céréales (pour l'alimentation humaine)	500 g
Farines et fleurages	200 g
Farines panifiables (pour détermination de la valeur W)	1 kg
Pains (tout type, y compris les pains grillés) – Biscottes (tout type, obligatoirement en emballage d'origine)	200 g
Pâtes alimentaires (tout type)	200 g
Pâtisseries fraîches et pâtisseries industrielles, biscuits, pains d'épices	200 g
Semoules, tapiocas	200 g

3.4.16. Produits sucrés

Sucres	150 g
Sucres vanillés	100 g
Miels et produits de la ruche	150 g
Gelée royale	20 g
Produits de la confiserie (y compris les fruits confits)	250 g
Arômes naturels	400 g
Confitures, marmelades, gelées	250 g
Cacaos, produits de la chocolaterie et petits déjeuners	150 g
Chocolats et produits de la confiserie contenant des inclusions (ex. : chocolats aux noisettes, nougats aux fruits secs...)	300 g
Glaces, crèmes glacées, sorbets	200 g
Préparations pour la fabrication des glaces, crèmes glacées, sorbets	200 g

3.4.17. Matériels industriels et produits industriels

3.4.17.1. Fibres, textiles et cuirs

Tissus, en pièces ou en coupons	1/3 d'une bande de 20 cm sur toute la largeur
Tissus en pièces ou en coupons, présentant un motif	comme ci-dessus et au minimum 2 motifs entiers
Articles chaussants (bas, chaussettes...)	1 paire
Vêtements	1 article entier s'il comporte des parties et couleurs différentes
Recherche des colorants azoïques dans les textiles et cuirs	1 article complet ou une partie représentative de l'ensemble des couleurs présentes, minimum 5 g par couleur
Test d'inflammabilité	1 unité par mode d'entretien prescrit sur l'étiquetage

3.4.17.2. *Hygiène corporelle, cosmétiques*

Produits présentés en aérosols	cas général	2 générateurs
	contrôle de la réglementation sous pression	6 générateurs
Produits de parfumerie et de toilette contenant de l'alcool		25 ml ou 25 g
Produits ne contenant pas nécessairement de l'alcool :		
Produits destinés au contact avec les muqueuses :		
• produits pour soins dentaires et buccaux		50 ml ou 50 g
Produits destinés à d'autres usages :		
• produits de beauté (masque, crème, émulsion, gel, huiles, fonds de teint, poudres); produits présentés comme ayant des effets sur la peau (produits solaires, de bronzage, antirides); déodorants, antisudoraux; produits contenant des agents de surface (shampooing, produit pour le bain, savons de toilette...)		100 ml ou 100 g
• produits pour cheveux ou poils (tout type)		2 conditionnements
• produits pour les ongles (vernis, dissolvants)		25 ml
• encres de tatouage		2 x 50 ml
• EPI	pour contrôle optique	1
• Lunettes solaires	pour contrôle selon norme	5

3.4.17.3. *Droguerie*

Produits conditionnés en aérosols (cas général)		2 générateurs
Contrôle de la réglementation sous pression		6 générateurs
Autres produits :		
• produits de nettoyage des matériaux entrant au contact de denrées alimentaires (désinfectants non soumis à l'homologation, produits de lavage de rinçage de la vaisselle...)		250 ml ou 250 g
• préparations désinfectantes ou antiparasitaires non soumises à l'homologation (produits ménagers, produits pour industries, détartrants, eaux de Javel...)		250 ml ou 250 g
• savon (tout type), détergents, adoucisseurs, produits à récurer, produits d'entretien (cirages, graisses, encaustiques), décapants, produits pour vitres, brillants pour bois, lustrants, imperméabilisants, apprêts, détachants, solvants (trichloréthylène essence de térébenthine, benzène...), peintures, vernis, siccatifs, adhésifs, huile de lin, encres ainsi que toutes substances ou préparations dangereuses ou vénéneuses (acide phosphorique, chlorhydrique, sulfurique, soude, potasse, ammoniac...)		100 ml ou 100 g
Eaux distillées ou déminéralisées		1 conditionnement
Alcools à brûler, alcools dénaturés		1 conditionnement

3.4.17.4. Carburants, produits pétroliers

Carburants pétroliers (essence, super, mélanges pour moteur)	2 l
--	-----

3.4.17.5. Jouets

Peluches habillées dont les vêtements sont amovibles	norme de sécurité européenne	2 unités
Jouets	demandes d'essais relatives aux normes jouets	1 unité
	pour les jouets électriques, lorsque les essais de la norme EN 50088 sont également demandés	1 unité supplémentaire
Amorces à percussion pour pistolet à amorces		minimum 100 amorces

3.4.17.6. Matériaux de conditionnement pour contact alimentaire

Bois pour analyse PCP	voir fiches techniques du produit ou le laboratoire	200 cm ²
Caoutchouc		10 g
Céramiques, verres		4 unités
Matériaux métalliques		3 unités et au moins 60 cm ² /unité
Matières plastiques		12 unités
Matières plastiques sous forme de film		12 unités de la dimension d'un format A4

3.4.17.7. Métaux et alliages

Métaux et alliages	tout type à l'exclusion des métaux précieux	100 g
Bijoux	pour recherche de métaux allergisants, de fausses pierres précieuses	1 bijou 2 perles

3.4.17.8. Ameublement, décoration de la maison

Meuble	sécurité, identification du bois	1 unité
Guirlande	analyse constructive et indice IP	1 unité

3.4.17.9. *Outillage*

Outillage électrique	1 (2 si CEM)
Outillage moteur thermique	1

3.4.17.10. *Petits électroménagers et appareils à usage domestique*

Appareils électriques	ex. : robots, sèche-cheveux, diffuseurs, luminaires...	1 (2 si CEM)
Appareils à usage domestique	ex. : ustensiles de cuisine	à préciser selon type d'appareil

3.4.18. **Produits à usage agricole et produits assimilés**3.4.18.1. *Produits phytosanitaires*

Antiparasitaires agricoles et produits assimilés	
• produits préemballés	1 unité de vente
• produits en vrac	500 g

3.4.18.2. *Semences (hors OGM)*

Céréales	
• maïs – semences de base de lignées <i>inbred</i>	250 g
• riz	500 g
• sarrasin	600 g
• avoine, blés (dur et tendre) maïs (semences de base autres que de lignées <i>inbred</i> et semences certifiées), orge, seigle, sorgho, triticales	1 kg
Légumes	
<i>N.B. :</i>	
• pour les hybrides F 1, le poids minimum peut être réduit jusqu'au 1/4 du poids fixé, sans être inférieur à 5 g et comprendre au moins 400 graines ;	
• pour les lots conditionnés en petits emballages, l'échantillon peut être réduit à 2 sachets sans que le nombre de graines par échantillon soit inférieur à 400.	
• céleri, cresson de fontaine, marjolaine, pourpier, sarriette, thym	5 g
• aneth, basilic, carotte, laitue, oseille, persil, pissenlit	10 g
• chicorées (frisées, scarole, witloof et sauvage, larges feuilles)	15 g
• arroche, aubergine, cerfeuil, chou chinois, mâche, navet (rave), panais, poireau, roquette, tomate	20 g

• choux (y compris les brocolis et choux-fleurs), ciboule, ciboulette, concombre-cornichon, cresson de jardin, fenouil, oignon	25 g
• salsifis, scorsonère	30 g
• piment-poivron	40 g
• cardon, radis-raifort	50 g
• épinard, rhubarbe	75 g
• asperge, betterave potagère, melon, poirée	100 g
• artichaut, courgette	150 g
• melon d'eau (pastèque), tétragone, potiron-giraumon	250 g
• citrouille-pâtisson, courge	350 g
• lentille, pois	500 g
• haricot	700 g
• fève, haricot d'Espagne, maïs sucré	1 kg
Betteraves et chicorées industrielles	
• chicorée industrielle	50 g
• betterave	500 g
Plantes oléagineuses et à fibres	
• pavot	50 g
• moutardes (brune et noire)	100 g
• colza, navette	200 g
• lins (oléagineux et textile)	300 g
• moutarde blanche	400 g
• chanvre	600 g
• soja, tournesol	1 kg
Plantes fourragères	
• achillée, crénelle	25 g
• agrostide (toutes espèces), avoine jaunâtre, chiendent pied-de-poule, fléoles (bulbeuse, des prés), leucanthème, pâturin (toutes espèces)	50 g
• brome (autres que ceratochlea), moha	90 g
• dactyle, fétuques (élevée, ovine, des prés ou rouge), herbe de Harding, plantain, saponaire, vulpin des prés	100 g
• anthyllide, brome ceratochlea, chou-navet, chou fourrager, festulolium, fromental, lotier corniculé, Ray-grass (toutes espèces), trèfle blanc, trèfle hybride, trèfle de Perse, rutabaga	200 g
• coronille	250 g
• luzerne, minette, radis fourrager, phaceliatanacetifolia, trèfle violet	300 g

• sainfoin graine, sainfoin d'Espagne graine, trèfle d'Alexandrie	400 g
• brachypode	450 g
• fenugrec, trèfle incarnat	500 g
• sainfoin fruit	600 g
• pimprenelle, trèfle souterrain	650 g
• sorgho fourrager	900 g
• féverole, lupin (toutes espèces), pois fourrager et protéagineux, sainfoin d'Espagne fruit, vesce (toutes espèces)	1 kg
• pommes de terre (plants seulement, ne pas confondre avec pommes de terre de consommation)	0,5 kg

3.4.18.3. *Autres matériels industriels*

Sucettes de puériculture	15
Imitations d'armes (pistolets à billes non jouets)	1 unité
Articles imitant des denrées alimentaires	1 unité
Sapins de Noël naturels et artificiels	1 unité
Compositions décoratives de bougies	1 unité
Autre matériel industriel	voir avec le laboratoire

3.4.18.4. *Autres produits industriels*

Ciments	mesure du taux de chrome hexavalent	5 kg
Autre		voir avec le laboratoire

3.5. ANNEXES

A.1. Guide de l'enquêteur en matière de prélèvement démarche qualité

Fiche 1 : Préparatifs avant le départ en enquête

1. Prévoir

- Étiquettes de prélèvement ;
- P.-v. de prélèvement ;
- Bulletin de remboursement ;
- Matériels de prélèvements : thermomètre, sacs stériles, poches de prélèvements, scellés, cire, pince à scellés, gants à usage unique, lingettes désinfectantes, bec de gaz ;
- Revoir les instructions éventuelles du laboratoire relatives aux produits.

2. Préparer les caisses isothermes

- Nettoyer et désinfecter la caisse si nécessaire.
- Placer les plaques eutectiques en fonction de la taille (contenance) de la caisse et de la température désirée

Contenance de la caisse isotherme, par exemple	Utilisation pour le transport des produits frais au-dessus de 0 °C		Utilisation pour le transport de produits surgelés et congelés	
	Nombre de petites plaques (-3 °C)	Nombre de grandes plaques (-3 °C)	Nombre de petites plaques (-21 °C)	Nombre de grandes plaques (-21 °C)
12 litres	2 placées sur le côté	1 placée dans la glissière du couvercle de la caisse	2 placées sur le côté	1 placée dans la glissière du couvercle de la caisse
30 litres	4 placées sur le côté	1 placée dans la glissière du couvercle de la caisse	4 Placées sur le côté	1 placée dans la glissière du couvercle de la caisse

Ces règles minimales sont d'application stricte, sauf pour les prélèvements ne faisant pas l'objet de contraintes de températures.

Conseils

- En cas de fortes chaleurs, il est recommandé d'ajouter des plaques supplémentaires.
- En cas de prélèvements répétitifs effectués dans plusieurs entreprises, une glacière supplémentaire peut permettre de limiter les temps d'ouverture.

En cas d'utilisation d'un thermobouton

Un thermobouton numéroté est placé dans les caisses isothermes (ne pas placer le thermobouton dans une poche plastique de type alimentaire pour ne pas le dérégler).

Indiquer l'emplacement précis des thermoboutons.

3.5.18.1. Fiche 2: Le prélèvement dans l'entreprise**Préambule**

Le prélèvement est un acte administratif de première importance.

Il peut conditionner une procédure contentieuse, voire une fermeture administrative d'une entreprise.

C'est pourquoi la technique de prélèvement, les conditions de prélèvement, la nature, la quantité et la qualité des échantillons, leurs conditions de stockage et de transport doivent répondre à des procédures précises, définies, codifiées et reprises ci-dessous.

En cas de non-respect de ces directives, le prélèvement sera refusé par le laboratoire.

En conséquence, à tout moment de la séquence «Inspection-laboratoire», il ne faut pas hésiter à prendre conseil auprès du technicien du laboratoire afin de prélever les échantillons dans les conditions conformes à la réglementation.

Les agents de l'Inspection des directions doivent avoir par-devers eux les coordonnées de l'Organisme de contrôle et d'essai dont dépend leur structure de contrôle.

1. Les prélèvements

- Effectuer les prélèvements selon les instructions du laboratoire ou administratives (quantités à prélever).
- L'heure de chaque prélèvement doit impérativement être notée sur la ou les étiquettes et reportée sur le procès-verbal de prélèvement correspondant.
- Les sceller (de manière à rendre les produits inaccessibles) avec les étiquettes, en vérifiant qu'elles sont signées par l'agent et le détenteur (cf. § 2).
- **Attention**: pour les prélèvements microbiologiques, l'échantillon est d'abord placé dans un sac ou contenant stérile puis dans un second sac. Seul le deuxième sac est scellé avec l'étiquette de prélèvement.
- Les produits réfrigérés et congelés ne doivent pas être placés dans la même enceinte.
- Les produits prélevés chauds doivent impérativement être refroidis sur le lieu de prélèvement avant leur mise en caisse.
- Charger les échantillons (le cas échéant, replacer le thermobouton entre les échantillons) et refermer la caisse isotherme.
- En période estivale et/ou de grosses chaleurs, il est préférable, soit de regrouper les prélèvements dans une même localité si possible, soit d'utiliser plusieurs caisses glacières.

2. Les étiquettes

Attention : bien remplir toutes les rubriques !

- **provenance des échantillons :** lieu du prélèvement et origine des produits constituant l'échantillon ; il est recommandé d'être le plus précis possible sur les conditions de fabrication du produit prélevé ;
- **dénomination et marque :** le cas échéant ;
- **date du prélèvement ;**
- **date de fabrication ;**
- **numéro du prélèvement ;**
- **analyse à effectuer :** à spécifier ou non en physico-chimie (en microbiologie, la non-spécification de la détermination entraîne l'application d'un tableau de recherches préétabli).

Ne pas oublier de faire signer les étiquettes par le professionnel et le ou les enquêteurs.

3. Le procès-verbal de prélèvement

Rédiger le procès-verbal en renseignant toutes les rubriques, en rayant les mentions inutiles, en indiquant le nombre de mots et lignes rayés nuls et en paginant le document.

- L'heure du prélèvement apposée sur l'étiquette est reportée par l'agent dans le corps du procès-verbal de prélèvement.
- Pour les prélèvements sans valeur (huile de friture, urine de veau), la mention sera «Montant de la valeur déclarée par lui : nulle» (il faut rayer la mention «estimée par l'agent»).

Au cas où la réglementation prévoirait cette disposition :

4. Le bulletin de remboursement

Toutes les unités prélevées sont remboursées, y compris celles laissées à la garde du professionnel.

Remplir le bulletin de remboursement en demandant un justificatif de la valeur de l'échantillon. La valeur des échantillons à rembourser doit être indiquée avant signature du PV (pas de déclaration de valeur différée). En l'absence de déclaration de la valeur par le professionnel, c'est l'agent qui l'estime.

Il faut indiquer le prix d'achat ou de revient TTC.

3.5.18.2. Fiche 3: Opérations à accomplir au retour à la Direction

Pour les prélèvements sous température dirigée

1. *Transvaser les prélèvements dans le réfrigérateur ou le congélateur*

En cas de stockage momentané à la Direction.

2. *En cas d'utilisation d'un thermobouton : le lire*

- Pour les caisses glacières, les données enregistrées par le thermobouton doivent être relevées au retour à la direction, sur le microprocesseur dédié.
- Les informations enregistrées toutes les cinq minutes sur le thermobouton sont sauvegardées sept jours, puis effacées. Il est donc indispensable d'effectuer le relevé de température et d'éditer la courbe correspondante au retour de chaque enquête.
- **Attention** : les températures prises en compte sont celles comprises dans l'intervalle de temps situé entre le prélèvement et le transfert des échantillons dans le meuble froid de la direction (ajuster l'heure en fonction de la programmation et de la période dans l'année : été ou hiver).
- En cas de non-conformité du relevé, contacter le laboratoire pour connaître les suites à donner aux prélèvements.

Pour tous les prélèvements

3. *Enregistrer le prélèvement sur le registre administratif de la direction*

- Le numéro attribué au prélèvement doit être inscrit sur le procès-verbal ou le rapport de prélèvement d'échantillon(s) qui est ensuite rangé.
- Ce numéro doit être reporté également sur la (les) étiquette(s) du (ou des) prélèvement(s) envoyé(s) au laboratoire et ceux stockés à la direction.
- Veiller à la concordance des données entre celles des étiquettes de prélèvement, du procès-verbal et celles saisies dans le registre administratif de la Direction.

4. *Classement des échantillons (en cas d'absence de directives)*

- Chaque direction précise ici les modalités d'identification des échantillons lorsqu'elles existent dans leurs instructions (exemple : pastilles de couleur autocollantes).
- Chaque direction précise les modalités de stockage des échantillons décrites dans leurs instructions.

3.5.18.3. Fiche 4: Envoi de l'échantillon au laboratoire

Important : Qui prépare et qui envoie ? Cf. instructions.

1. Respecter les délais pour l'envoi au laboratoire

- Les échantillons doivent être acheminés au plus vite vers le laboratoire.
- Pour les échantillons avec durée de vie limitée, un délai maximum doit être fixé entre la date de prélèvement et la date d'envoi ; par la réglementation :

À titre indicatif (durée d'envoi généralement appliquée en Europe) :

- **Pour l'analyse microbiologique :**
 - < à 48 heures pour les produits frais
 - < à 10 jours pour les produits congelés
- **Pour l'analyse physico-chimique :**
 - < de 36 heures à 72 heures pour les produits ayant subi une préparation (produits prêts à l'emploi, haricots boutés, etc.) et pour les fruits et légumes
 - < à 15 jours pour les autres produits frais et les produits congelés.
- L'acheminement doit se faire en respectant la température fixée et dans un délai qui permette au laboratoire de procéder à sa mise en analyse avant la DLC.
- Le jour d'envoi dans la semaine doit tenir compte du délai d'acheminement, des jours ouvrés, et de la possibilité de prise en charge jusqu'à la phase de dépôt au laboratoire.
- Pour les produits sans durée de vie limitée, le délai maximum entre la date de prélèvement et la date d'envoi au laboratoire est de 30 jours.

2. Vérifier le prélèvement

Vérifier les indications portées au dos de l'étiquette :

- soit «analyse de routine» ou «analyse courante» ;
- soit les **recherches analytiques** précises demandées par l'agent.

Joindre éventuellement les documents utiles à l'analyse (fiche de fabrication, etc.)

3. Procéder à la réalisation et à l'envoi du colis

- S'assurer de la solidité du contenant avant l'envoi.
- Cas particulier des prélèvements soumis à des contraintes de température : prendre toutes dispositions pour assurer un transport respectant rigoureusement les contraintes de températures (plaques eutectiques supplémentaires...).

4. Contrôle de l'accusé de réception du colis

- Accusé de réception au retour du laboratoire : à classer à la direction.
- En cas de non-conformité mentionnée par le laboratoire sur l'accusé de réception, établir une fiche de non-conformité.

3.5.18.4. Fiche 5: Suivi de l'échantillon au retour de l'analyse du laboratoire

1. Valider la concordance entre le rapport d'essais et l'enregistrement en direction (en cas de discordance, contacter le laboratoire).
2. Informer sans délai, le professionnel détenteur et/ou responsable de la première mise sur le marché, des conclusions du rapport d'essais.
3. Éventuellement, récupérer le 3^e échantillon et le ranger.
4. Classer les documents (rapport d'essai, lettre au professionnel, etc.).

A.2. Organigramme du contrôle par échantillonnage

Étapes	
Réflexion préliminaire sur l'opération d'échantillonnage à effectuer	Voir instructions mentionnées en 3.4.1
Suivre les instructions d'un plan d'échantillonnage	Voir instructions mentionnées en 3.4.1
Identification du lot avant tout prélèvement	Voir instructions mentionnées en 4.1 n° 1
Examen du lot avant tout prélèvement	Voir instructions mentionnées en 3.4.1 n° 2
Homogénéité indispensable des prélèvements élémentaires faits sur des lots hétérogènes	Voir instructions mentionnées en 4.1
Réalisation des prélèvements élémentaires	Voir instructions mentionnées en 4.1
Constitution des échantillons à partir des prélèvements élémentaires	Voir instructions mentionnées en 4.1
Procès-verbal d'échantillonnage	Voir guide de l'enquêteur (annexe 1)

A.3. Exemple de prélèvement aléatoire de produits préemballés en grande quantité : 50 bouteilles de boissons gazeuses dans un entrepôt

Composition du lot :

- 25 palettes de 100 cartons chacune
- 6 bouteilles dans chaque carton

1. Application du plan d'échantillonnage s'il existe un plan.

2. Dans le cas contraire :

Constitution d'un échantillon de 1^{er} degré	<p>Relever pour chaque palette :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le numéro de lot, • la date et l'heure de fabrication, • donner un numéro fictif à chaque palette en absence de numéro de lot, • les mettre dans une urne et tirer 5 numéros au sort, • identifier et repérer les 5 palettes
Constitution d'un échantillon de 2^e degré	<p>Sur chaque palette ainsi désignée : choisir 10 cartons, soit 50 cartons en tout.</p> <p>Choix des cartons : devant, derrière, en haut, en bas, à gauche, à droite.</p> <p>Noter toutes les indications portées sur chaque carton.</p>
Constitution d'un échantillon de 3^e degré (échantillon définitif)	<p>Dans chaque carton ainsi défini, prélever une bouteille de boisson gazeuse.</p> <p>Choix des bouteilles : devant, derrière, au milieu, à gauche, à droite.</p> <p>Noter les numéros de lot, date et heure de fabrication, toutes indications de nature à identifier l'échantillon à analyser.</p>

L'échantillon de 50 bouteilles est ainsi constitué.



Chapitre 4

Organisation d'un laboratoire de santé des plantes

4.1. Les missions d'un laboratoire de santé des plantes	78
4.2. L'organisation du laboratoire	81
4.3. La qualification du personnel de laboratoire	107
4.4. Gestion et démarche qualité dans le laboratoire	111

4.1. LES MISSIONS D'UN LABORATOIRE DE SANTÉ DES PLANTES

4.1.1. Contexte réglementaire

Certains végétaux, produits végétaux et autres objets présentent un risque inacceptable parce qu'ils sont susceptibles de porter un organisme nuisible. La santé des végétaux est en effet très importante pour la production végétale, les forêts, les espaces naturels et les espaces plantés, les écosystèmes naturels, les services écosystémiques et la biodiversité de l'Union. La santé des plantes est menacée par l'introduction ou l'extension des espèces nuisibles aux végétaux et aux produits végétaux. Le risque d'introduction (ex. : sur le territoire de l'Union européenne) s'est accru en raison de la mondialisation des échanges commerciaux et du changement climatique.

Pour contrer cette menace, il y a lieu de prendre des mesures permettant de **déterminer le risque phytosanitaire présenté par les organismes nuisibles et de ramener ce risque à un niveau acceptable**. De telles mesures (appelées «mesures SPS») ont fait depuis longtemps la preuve de leur utilité. Elles font l'objet **d'accords internationaux et de conventions internationales**, parmi lesquels la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV) du 6 décembre 1951, conclue au sein de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le texte révisé de celle-ci approuvé lors de la 29^e session de la Conférence de la FAO en novembre 1997.

L'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (mesures SPS) définit les règles fondamentales concernant l'innocuité des produits alimentaires, ainsi que les normes sanitaires pour les animaux et les végétaux. Il permet aux pays d'établir leurs propres normes, mais il dispose aussi que les réglementations doivent avoir un **fondement scientifique**. Celles-ci ne doivent être appliquées que dans la mesure nécessaire pour protéger la santé et la vie des personnes (ex. : application de LMR ou limites maximales en résidus de pesticides pour les produits alimentaires, ou encore limites maximales pour les métaux lourds) et des animaux (ex. : limiter le transport des animaux pour prévenir les zoonoses) ou pour préserver les végétaux (à titre d'exemple, dans le cadre de la santé végétale, il peut s'agir de prescriptions relatives à des restrictions d'importation de végétaux susceptibles d'abriter des insectes nuisibles, comme la mouche des fruits ou des pathogènes nuisibles comme des virus, des champignons ou des bactéries). Ces mesures SPS ne doivent pas non plus entraîner de discrimination arbitraire ou injustifiable entre les pays où existent des conditions identiques ou similaires.

Ces mesures sanitaires et phytosanitaires peuvent revêtir de nombreuses formes ; les pays peuvent, par exemple, exiger que les produits proviennent d'une zone exempte de maladies, que les produits soient inspectés, que les produits subissent un traitement ou une transformation spécifiques, que des niveaux maximaux admissibles soient établis pour les résidus de pesticides. Les mesures sanitaires (santé des personnes et des animaux) et phytosanitaires (préservation des végétaux) s'appliquent aux produits alimentaires d'origine nationale ou aux maladies locales d'animaux et de végétaux, ainsi qu'aux produits provenant d'autres pays.

Pour pouvoir prendre des mesures adéquates, il est essentiel de pouvoir poser un diagnostic valable, c'est-à-dire être à même, grâce à des méthodes d'échantillonnage et de détection efficaces, de mettre en évidence et d'identifier le ou les organismes nuisibles présents dans un lot de produits végétaux. Pour cela, un laboratoire, bien équipé et pourvu de personnes compétentes, est nécessaire.

4.1.2. Les missions confiées à un laboratoire de santé des plantes

Les missions qui sont confiées à un laboratoire de santé des plantes (on parlera aussi de «clinique des plantes») sont les suivantes :

- **La détection et l'identification** : des organismes nuisibles dits «de quarantaine» (pour rappel, un organisme de quarantaine est un organisme nuisible réglementé pour lequel des mesures d'urgence fixées légalement sont valables en cas de constatation)³. C'est la **mission de base** du laboratoire. Elle nécessite des compétences et des équipements particuliers.
- **La notification** : la notification devrait être imposée aux États, aux opérateurs professionnels et au public. Elle permet qu'une action efficace et rapide soit prise lorsque la présence d'un organisme de quarantaine est constatée ou soupçonnée. Un opérateur professionnel ou toute autre personne (dont le laboratoire qui procède à l'analyse) qui soupçonne ou constate la présence d'un organisme de quarantaine devrait être tenu de notifier cette suspicion ou constatation à l'autorité compétente (en effet, tous les États n'obligent pas les laboratoires de faire une notification aux autorités ; parfois cela reste de la responsabilité du producteur).
- **La prospection** : il est extrêmement important de prévenir et de détecter au plus tôt la présence d'organismes nuisibles pour garantir une éradication rapide et efficace. Les États devraient dès lors effectuer des prospections (examens visuels, campagnes d'échantillonnage), dans les lieux de production, sur la présence d'organismes de quarantaine dans les régions où cette présence n'a jusqu'alors pas été constatée. Compte tenu du nombre d'organismes de quarantaine et du temps et des ressources nécessaires pour effectuer cette surveillance, les états devraient établir des programmes de prospection pluriannuels sur base du risque (une analyse de risque, ou *PRA-Pest Risk Analysis*, est donc recommandée).
- **La recommandation** : le laboratoire doit aider les autorités compétentes à prendre les mesures sanitaires et phytosanitaires qui sont nécessaires à la protection de la santé et de la vie des personnes et des animaux ou à la préservation des végétaux sur base d'une évaluation scientifique des risques. Les mesures sanitaires et phytosanitaires sont appliquées :
 - pour protéger la vie des personnes et des animaux des risques découlant des additifs, contaminants, toxines ou organismes pathogènes présents dans les produits alimentaires ;

3 Le lien suivant fournit la liste d'alerte des principaux nuisibles visés par l'Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes (OEPP) : www.eppo.int/QUARANTINE/Alert_List/alert_list.htm.

- pour protéger la santé des personnes des maladies véhiculées par des végétaux ou des animaux ;
- pour protéger la vie des animaux ou préserver les végétaux des parasites, maladies ou organismes pathogènes ; ou
- pour empêcher ou limiter, dans un pays, d'autres dommages découlant de l'entrée, de l'établissement ou de la dissémination de parasites.

Un laboratoire compétent est donc un formidable outil dans la gestion des crises phytosanitaires.

- **L'encadrement technique des scientifiques (chercheurs et encadreurs):** les familiariser avec l'outil de détection des maladies des plantes. Le laboratoire fait office de référence scientifique pour l'apprentissage (ex.: pour les travaux pratiques ou stages et en entomologie, phytopathologie ou autres disciplines apparentées).
- **Le plan de gestion des risques phytosanitaires:** sur base d'essais réalisés par le laboratoire et de ses recommandations, les opérateurs (à savoir tous les acteurs intervenant dans la chaîne de valeur) peuvent établir un «**plan de gestion des risques**» garantissant et attestant qu'ils jouissent en la matière d'un niveau élevé de compétence et de sensibilisation aux risques phytosanitaires que présentent les points critiques de leurs activités professionnelles, ce qui justifierait l'établissement, avec les autorités compétentes, de modalités spéciales de contrôle. Ce genre de plan vise notamment à :
 - aider les agriculteurs, les entreprises, les ONG d'encadrement des producteurs à résoudre les problèmes phytosanitaires rencontrés dans leurs zones de production ;
 - aider les producteurs à mettre en place la protection intégrée des cultures maraîchères ;
 - aider les particuliers et les responsables de domaines publics ou privés à gérer les problèmes, de préférence de façon durable (ex.: par la mise en place de méthodes de lutte intégrée ou de contrôle biologique).

4.2. L'ORGANISATION DU LABORATOIRE

4.2.1. La norme ISO/CEI 17025:2005

Aujourd'hui, il n'est plus possible de parler de l'organisation d'un laboratoire d'essai ou d'analyse sans la placer dans le cadre de la norme de référence en la matière. C'est d'autant plus vrai quand il s'agit d'un organe qui sert des services officiels de contrôle, car il s'agit alors de délivrer des résultats incontestables. Ainsi, pour les critères de bon fonctionnement d'un laboratoire, **la norme internationale ISO/CEI 17025:2005 fait référence**. Elle permet aux laboratoires de se faire accréditer selon cette norme pour un objet (un scope, un domaine) particulier.

L'accréditation des laboratoires par un organisme indépendant national ou international est la **garantie d'une reconnaissance des résultats** dans l'ensemble des pays. L'accréditation est prononcée sur les critères de la norme ISO/CEI 17025:2005 destinée à être utilisée par les laboratoires qui élaborent leur système de management pour la qualité et les activités administratives et techniques. Cette norme internationale établit les exigences générales pour effectuer des essais (couramment appelé «analyses») et/ou des étalonnages y compris l'échantillonnage. Elle couvre les essais et les étalonnages effectués au moyen de méthodes normalisées, de méthodes non normalisées et de méthodes élaborées par les laboratoires. Elle est **applicable à toutes les organisations qui procèdent à des essais et/ou des étalonnages**. L'ISO/CEI 17025:2005 est **applicable à tous les laboratoires**, quels que soient leurs effectifs, l'étendue du domaine de leurs activités d'essai et/ou d'étalonnage.

La norme ISO/CEI 17025:2005 est un excellent outil pour l'organisation du laboratoire. Si le paragraphe 4 de cette norme traite du système de management par la qualité, le paragraphe 5 traite des aspects techniques tels que :

- les installations et conditions ambiantes ;
- la compétence du personnel ;
- l'équipement ;
- les méthodes d'essai et d'étalonnage et validation des méthodes ;
- l'estimation de l'incertitude de mesure ;
- la maîtrise des données ;
- la traçabilité du mesurage ;
- les étalons de référence et matériaux de référence ;
- l'échantillonnage ;
- la manutention des objets d'essai et d'étalonnage ;
- la qualité des résultats d'essai et d'étalonnage ;
- le rapport sur les résultats, avis et interprétations.

Nous passerons en revue certains de ces points, et nous reviendrons plus loin sur la gestion de la qualité à proprement parler.

4.2.2. Le bâtiment et l'organisation des locaux à l'intérieur du bâtiment

4.2.2.1. Le bâtiment du laboratoire

Ce doit être un bâtiment dédié essentiellement, ou de préférence exclusivement, à des activités de laboratoire. Il peut regrouper des laboratoires de recherche/développement ou de contrôle, des laboratoires spécialisés et des locaux connexes selon un plan permettant leur bon fonctionnement.

Il comprend également des espaces communs tels que :

- espaces de circulation (accès, couloirs, escalier, ascenseurs, monte-charge) ;
- halls et bureaux d'accueil ;
- zones de réception ;
- salles de réunion ou de conférence ;
- espace de documentation ;
- espace de repos ;
- sanitaires et vestiaires...

Tous ces locaux, qui ne sont pas spécifiques aux bâtiments de laboratoire, devront cependant être pris en compte pour le dimensionnement et le plan du bâtiment. La prise en compte des relations prévisibles entre les différents locaux du bâtiment permettra de les organiser de la façon la plus rationnelle possible, sachant que la solution sera un compromis entre différents objectifs.

L'implantation de ce bâtiment sur le site doit tenir compte des relations avec son environnement. On prévoira sa mise en rétention afin d'éviter la dispersion dans le milieu naturel de déversements accidentels ou celle des eaux d'extinction d'incendie. Certains locaux, où sont utilisés des produits à risques spécifiques (ex. : acides, solvants ou réactifs toxiques...), devront de plus disposer de leur propre capacité de rétention.

4.2.2.2. L'organisation des locaux à l'intérieur du bâtiment

À l'intérieur du bâtiment de laboratoire, la disposition des locaux devra répondre aux objectifs suivants :

- faciliter la prévention des risques à l'échelle de l'ensemble du bâtiment ;
- réduire les distances à parcourir pour réduire les risques d'accident et favoriser le travail ;
- favoriser la mise en commun de certains équipements lourds ;
- faciliter les échanges entre laboratoires de recherche/développement et laboratoires de contrôle.

En conséquence, on préconisera les dispositions suivantes :

- regrouper dans un même secteur les laboratoires et locaux amenés à travailler ensemble (une étude prévisionnelle est indispensable) ;
- privilégier une implantation en rez-de-chaussée du fait, outre le risque de chute dans les escaliers, de la présence pratiquement systématique d'un risque d'incendie non négligeable. Si cette solution n'est pas pratiquement applicable, on s'efforcera de limiter le nombre d'étages. La disposition de laboratoires en sous-sol devra être proscrite ;
- ne pas prévoir d'étage au-dessus des locaux où sont présents des risques sensibles d'explosion.

4.2.2.3. La circulation dans le bâtiment

La circulation à l'intérieur du bâtiment de laboratoire doit répondre aux objectifs suivants :

- desservir directement, tout en respectant les éventuelles règles de confinement, les laboratoires et locaux connexes ;
- faciliter les flux, les manutentions et l'approvisionnement des locaux ;
- éviter les risques de chute et de collision.

En conséquence, on recommandera les dispositions suivantes :

- une largeur libre minimale de 2 m (tenir compte des équipements fixes, tels les placards, éventuellement prévus). Pour le travail des opérateurs, on prévoira un espace libre d'au moins 2 m devant les paillasses et autres postes, 3 m s'il y a deux paillasses ou deux hottes en vis-à-vis ;
- l'absence d'obstacles tels que marches ou bordures de trottoir (privilégier les plans inclinés) ;
- les portes coupe-feu segmentant les circulations seront de préférence munies d'un oculus à hauteur d'homme et maintenues ouvertes par des dispositifs à sécurité positive asservis au système d'alarme incendie (ex. : portes coulissantes qui se referment d'elles-mêmes en cas d'incendie grâce à un système de contrepoids) ;
- les portes des locaux desservis s'ouvriront vers le couloir sans faire saillie sur celui-ci, elles seront munies d'un oculus à hauteur d'homme permettant de prévenir les collisions lors de leur ouverture.

Pour la circulation à l'intérieur du laboratoire, on prévoira l'espace de passage en tenant compte de l'effectif du personnel et de l'encombrement prévisible du matériel et des moyens de manutention.

Les voies de circulations seront placées à **plus d'un mètre des «sorbonnes»** (ou **hottes à flux laminaire**) afin que les passages ne perturbent pas l'air pulsé.

4.2.2.4. *Le confinement et ses exigences : classification des laboratoires en fonction des produits manipulés*

Confinement L1

Dans un laboratoire L1, le matériel biologique manipulé **n'est pas pathogène**. Il s'agit par conséquent d'un **laboratoire standard**, séparé des autres locaux par au moins une porte, et ayant les caractéristiques suivantes :

- un espace de travail suffisant pour chaque manipulateur (ex. : 5 m² au sol, avec 2 m linéaires de paillasse au laboratoire) ;
- des surfaces lisses (murs, sols, paillasses), imperméables, faciles à nettoyer et résistantes aux agents de nettoyage et de désinfection ;
- une absence d'endroit difficilement accessible au nettoyage ;
- un évier ou lavabo pour permettre le lavage des mains ;
- un vestiaire (idéalement, séparation hommes/femmes).

Aucun équipement spécial de confinement n'est exigé.

Confinement L2

Dans un laboratoire L2, **le matériel biologique manipulé est réputé pathogène**.

Un laboratoire L2 a les caractéristiques suivantes :

- le marquage du niveau de confinement et pictogramme «danger biologique» à l'entrée du laboratoire ;
- accès réglementé et verrouillable. Les noms du responsable du L2 et des personnes autorisées seront affichés sur la porte, vestiaire séparé destiné aux effets personnels ;
- l'accès au laboratoire par au moins une porte, avec une séparation des autres locaux ;
- la présence d'une fenêtre, permettant de voir les occupants ;
- espace convenable pour chaque manipulateur ;
- un moyen de communication avec l'extérieur du local (téléphone, interphone) : ne pas l'utiliser avec les gants servant à l'expérience en cours ;
- une ventilation du local par un système d'aspiration mécanique ;
- des surfaces lisses (murs, sols, paillasses) facilement lavables et décontaminables ;
- l'absence d'endroit difficilement accessible au nettoyage ;
- des portes et fenêtres devant être fermées pendant l'exécution du travail ;
- une étanchéité du local pour en permettre la désinfection.

Confinement L3

Dans un laboratoire L3, le matériel biologique manipulé est un agent de quarantaine.

Le laboratoire L3 a les mêmes caractéristiques que le L2 avec en plus les propriétés suivantes :

- un accès au laboratoire par un sas comportant :
 - des portes asservies ne pouvant pas s'ouvrir simultanément ;
 - des vestiaires pour permettre de changer de blouse et de s'équiper des protections individuelles nécessaires aux manipulations ;
 - une douche, si possible, pour permettre la décontamination du personnel en cas d'accident ;
- le maintien du L3 en dépression par rapport aux zones voisines. Il faut prévoir **une alarme** pour signaler tout changement de pression ;
- la fenêtre doit être incassable et fermée hermétiquement ;
- la filtration de l'air extrait (et si possible entrant), par un filtre absolu type HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) qui est un filtre capable d'arrêter tout micro-organisme ;
- le local devant être fermé hermétiquement pendant l'exécution du travail ;
- un système de ventilation de secours ;
- de l'énergie électrique de secours est vivement conseillée.

Tableau des exigences en fonction des niveaux de confinement

Mesures de confinement	Niveaux de confinement		
	L1	L2	L3
a) Conception du laboratoire			
1. Signalisation du laboratoire (pictogramme «danger biologique»)	non	oui	oui
2. Laboratoire séparé des autres locaux au moins par porte	oui	oui	oui
3. Accès au laboratoire via un sas	non	non	oui
4. Accès réglementé et verrouillable. Accès possible pour les seuls travailleurs autorisés	non	oui	oui, avec un sas
5. Possibilité de fermer hermétiquement le lieu de travail pour permettre la désinfection (fumigation)	non	optionnel	oui
6. Filtration de l'air extrait du lieu de travail	non	non	oui, filtre HEPA
7. Filtration de l'air entrant dans le lieu de travail	non	non	optionnel

8. Présence d'une fenêtre d'observation ou d'un système équivalent permettant de voir les occupants	non	oui	oui
9. Moyen de communication avec l'extérieur	non	oui	oui
10. Maintien d'une pression négative dans le laboratoire par rapport aux zones voisines	non	non	oui
11. Alarme pour détecter tout changement inacceptable de la pression de l'air	non	non	oui
12. Approvisionnement en énergie électrique de secours	non	non	optionnel
13. Système de ventilation de secours.	non	non	non
b) Exigences pour les aménagements internes			
1. Poste de sécurité microbiologique	non	oui	oui
2. Vêtement de protection	oui	oui	vêtements adaptés et sur-bottes
3. Aménagements pour ranger les vêtements de protection dans le laboratoire	non	oui	oui
4. Douche pour décontaminer les travailleurs	non	non	optionnel
5. Lavage des mains : lavabos avec robinets pouvant être manœuvrés sans les mains	non	oui	oui
6. Résistance des surfaces à l'eau, nettoyage aisé sans endroits inaccessibles au nettoyage	Oui (sols)	Oui (sols)	oui (sols, murs et plafonds)
7. Surface des paillasse imperméable à l'eau, résistante aux acides, alcalis, solvants et désinfectants	oui	oui	oui
8. Lutte efficace contre les vecteurs, par exemple, rongeurs et insectes	oui	oui	oui
9. Présence d'un autoclave	oui, sur le site	oui, dans le bâtiment	oui, dans le labo, double entrée
10. Équipement de base spécifique dans le laboratoire (matériel marqué)	non	non	oui

c) Exigences pour les manipulations			
1. Stockage des agents biologiques en lieu sûr	oui	oui	oui
2. Manipulation des matières infectées	interdit	optionnel	oui
3. Utilisation de conteneurs spécifiques pour objets piquants ou tranchants souillés	oui	oui	oui
4. Contrôle de la dissémination des aérosols formés	minimiser	minimiser	empêcher
5. Gants	optionnel	optionnel	oui
6. Inactivation : matériel contaminé et déchets	oui	oui	oui
7. Décontamination des équipements avant sortie du laboratoire (centrifugeuses...)	oui	oui	oui
8. Inactivation des effluents : éviers et douches	non	non	oui

4.2.3. La conception des installations du laboratoire

4.2.3.1. Surfaces à prévoir

La première étape de la démarche de conception consiste à **déterminer la surface globale nécessaire** au travail en sécurité dans le laboratoire. La surface d'un laboratoire doit être déterminée de façon à ce qu'elle puisse contenir les éléments suivants :

- une aire de réception ou d'enlèvement des produits et matériels ;
- des espaces pour le travail et pour la circulation des opérateurs et des moyens de manutention ;
- des surfaces de desserte pour les produits, le matériel ou la verrerie nécessaires ;
- des paillasses pour le reste du travail ;
- des locaux dans lesquels seront effectuées les opérations dangereuses, émissives ou susceptibles de l'être ;
- des équipements tels que fours, étuves, pompes, dont certains sont susceptibles d'être polluants et de nécessiter un captage spécifique au plus près de la source ;
- du mobilier de rangement, soit pour le matériel, soit pour les produits en cours de stockage temporaire, soit pour les rebuts ou déchets ;
- des emplacements pour bouteilles de gaz.

Les ratios entre ces surfaces seront déterminés par le concepteur en fonction de l'effectif, de l'activité et des besoins prévisibles des utilisateurs.

La conception du laboratoire doit aussi être conforme aux **exigences en matière de sécurité**. Il faudra donc en outre intégrer l'encombrement d'équipements indispensables au bon fonctionnement du laboratoire tels que poubelles, douches et laveurs oculaires, extincteurs, couvertures anti-feu, rangement des équipements de protection individuelle (appareils de protection respiratoire, lunettes, blouses), notamment ceux à destination des visiteurs.

4.2.3.2. Règles de base

Un certain nombre de règles devraient être respectées :

- **La hauteur sous plafond** : elle doit être choisie en fonction de la hauteur maximale des appareils dont l'installation est prévue dans le laboratoire, en tenant compte des équipements de protection collective, ventilations, etc. Une hauteur sous plafond de 3 m convient dans le cas général. Si on prévoit un faux plafond, il faut faire en sorte que les gaz et vapeurs ne puissent s'y accumuler et éviter d'y placer des équipements nécessitant interventions ou maintenance.
- **Les postes de travail** : compte tenu de l'analyse de l'activité d'un laboratoire, le poste de travail à privilégier est une enceinte de confinement. Ces postes de travail seront complétés par des paillasse pour disposer le matériel et les produits en cours d'utilisation (et éventuellement le matériel informatique).
- **Les tables** : servant principalement à écrire, à consulter des documents, à écrire, faire de petits travaux sans produits ni matériel conséquent. Elles ne doivent pas remplacer le local bureau, mais être justifiées par besoin d'une proximité immédiate au poste de travail.
- **Les paillasse dites «sèches»** : pour placer le matériel qui n'utilise pas d'eau. C'est le cas, par exemple, de certains matériels d'analyse physique, des ordinateurs
- **Les paillasse dites «humides»** : équipées d'arrivées et d'évacuations d'eau. Elles se caractérisent par un revêtement étanche et résistant et disposent d'équipements permettant l'utilisation de l'eau, l'air, le gaz particulier, l'électricité...
- **La hauteur du travail** : se situe entre 500 et 900 mm, mais le plus souvent entre 720 et 900 mm. La hauteur de la paillasse devra procurer la meilleure posture possible dans les conditions de travail du poste. Ainsi, elle sera plus près de la limite supérieure pour un travail debout et demandant une observation de près, plus proche de la moyenne pour un travail assis et plus proche de la limite basse pour un travail sur un appareillage volumineux. Il est même recommandé d'avoir des paillasse «basses» (hauteur environ 300 mm) pour des montages assez hauts.
- **Le plan de travail** : lorsque les dangers des produits pouvant être manipulés le justifient, il est souhaitable que le plan de travail soit ceinturé par une bordure, haute de 5 à 10 mm faisant rétention. Ce dispositif empêche tout liquide répandu accidentellement sur la paillasse de couler le long de surface avant et d'entrer en contact avec l'opérateur, souvent appuyé sur le bord de la paillasse. Il présente

aussi l'intérêt de pouvoir arrêter un objet roulant et d'éviter sa chute sur le sol. La profondeur du plan de travail doit être un compromis entre le besoin d'espace, notamment pour le stockage de matériel, et le maintien de l'accessibilité sur toute la surface depuis la face avant de la paillasse. Ce compromis se situe en général entre 600 et 900 mm.

- **Les commandes et les connexions aux fluides:** il faut privilégier les prises de courant et les commandes de fluides (robinets) placées sur la retombée de table, plutôt que sur le dossier (pilastre), cette position facilitant les manœuvres, surtout en cas d'urgence. Ces prises et commandes seront protégées d'éventuels écoulements. Les prises de courant doivent être en nombre important, de l'ordre de 5 au mètre de paillasse, pour faciliter les branchements et réduire l'encombrement des fils.
- **Le système d'évacuation d'eau:** les petits éviers, appelés aussi «bénitiers», ne devant servir qu'à l'évacuation d'eau de refroidissement et souvent placés en fond de paillasse, peuvent être avantageusement remplacés par des orifices de goulottes d'évacuations d'accès facile (proche de la face avant). Concernant les tuyaux d'eau de refroidissement, il est souhaitable, chaque fois que possible, de les équiper d'embouts à enclenchement rapide, afin d'éviter les risques liés à l'enfilage de tuyaux sur des embouts «tétines». Les éviers placés aux extrémités, sauf raisons particulières le justifiant, sont à éviter. En effet, s'ils servent au lavage des mains, ils doivent être situés en entrée ou sortie du laboratoire et équipés d'une commande au pied. S'ils servent au lavage de vaisselle, ils doivent être intégrés dans un poste de travail conçu pour cela.
- **L'utilisation d'un système de refroidissement en circuit fermé:** sur lequel on peut se connecter par raccord rapide, outre l'économie d'eau qu'il entraîne, permet de limiter les risques liés à un épanchement d'eau sur la paillasse (danger pour l'appareillage électrique).

4.2.3.3. Postes de lavage et de décontamination

Les opérations de décontamination et de nettoyage d'appareils particuliers font partie intégrante du travail au laboratoire et doivent être effectuées dans celui-ci. Le poste de lavage manuel type est constitué essentiellement d'un évier double bac dont la robinetterie sera de préférence commandée au pied, et de dessertes amont et aval.

Les plans de travail prévus pour le lavage seront munis de rebords permettant de recueillir et d'évacuer les eaux de lavage et d'éviter les chutes d'objets. La taille ainsi que le poids des objets à laver sont à considérer pour dimensionner ces éléments afin de limiter les risques inhérents à leur manipulation. La desserte aval est en général complétée par un égouttoir, le plus souvent mural; l'espace nécessaire à son installation et sa fixation devra être prévu.

Si l'utilisation de solvants pour le lavage est prévue, il faut équiper le poste en installant :

- une enceinte ventilée ;
- un dispositif de récupération des solvants usagés équipé d'un dispositif d'aspiration (entonnoir aspirant, évier aspirant).

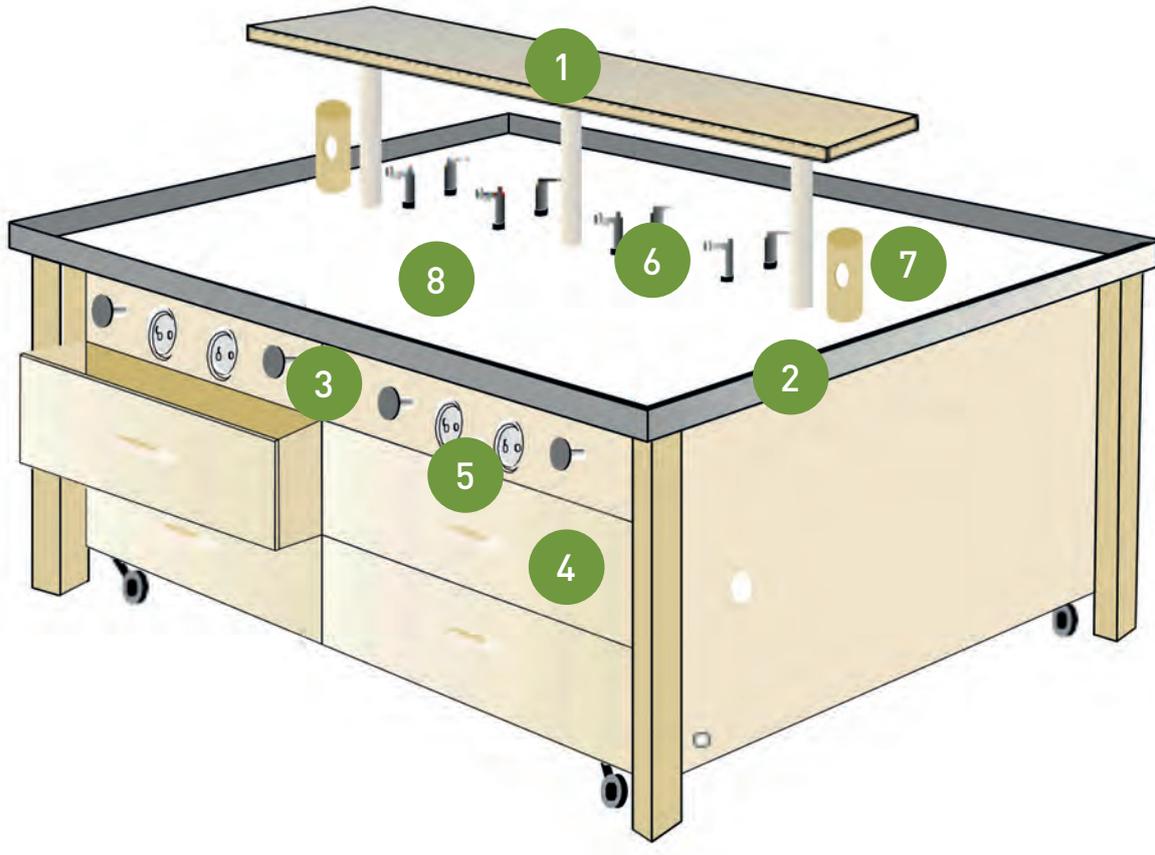


Figure 1 - Exemple de plan de travail

Légende: 1. Tablette centrale - 2. Bordure anti-écoulements - 3. Commandes de fluides
 4. Tiroirs sur roulements - 5. Prises électriques - 6. Arrivées de fluides
 7. Goulottes d'évacuation de l'eau - 8. Meuble de rangement sur roulettes

- **La ventilation du laboratoire:** la concentration des polluants émis dans l'atmosphère dans ce local doit être maintenue la plus basse possible et en deçà des valeurs limites d'exposition professionnelles lorsqu'elles existent. Pour atteindre cet objectif, on utilise des dispositifs de ventilation, d'encoffrement et de captage des émanations au plus proche de leur point d'émission. Le rejet est effectué à l'extérieur du bâtiment de laboratoire, à l'écart des prises d'air de compensation, après épuration éventuelle. Les dispositifs qu'on utilise peuvent se présenter sous la forme de dispositifs de captage à la source mobiles ou non (buses aspirantes, entonnoirs aspirants, anneaux aspirants, tables ventilées, dossierets aspirants) et surtout d'enceintes ventilées. Lors de l'installation des dispositifs de ventilation dans le laboratoire, il est essentiel de prévoir une ou plusieurs arrivées d'air de compensation, localisées de telle façon qu'elles ne contrarient pas le fonctionnement de ces dispositifs.
- **Le placement des équipements:** les équipements tels que les fours, les étuves et les pompes seront placés dans des emplacements dédiés assurant une bonne accessibilité pour l'exploitation et la maintenance. Il ne sera pas nécessaire de les placer dans une hotte ou sous une hotte, à condition de les prévoir équipés d'un piquage de raccordement au réseau d'extraction des polluants gazeux.

- **Le mobilier de rangement:** il est généralement situé sous hotte ou sous paillasse, ce qui permet un gain de place et favorise la limitation des déplacements dans le laboratoire. Pour les produits chimiques et les déchets, il doit être conçu spécifiquement. En ce qui concerne la nature même de ce mobilier, pour faciliter le travail de l'opérateur, on privilégiera le mobilier à tiroirs et l'utilisation de dessertes roulantes (équipées de freins) pour le matériel lourd ou volumineux. Un emplacement de rangement doit être prévu pour ces tables roulantes. Les meubles sur roulettes présentent les avantages suivants :
 - déplacement aisé pour installer un poste de travail assis ;
 - accès simplifié aux équipements situés sous le plan de travail pour les opérations de maintenance ;
 - facilité de nettoyage du sol jusqu'aux plinthes.

L'accès en hauteur étant facile entre 1 m et 1,20 m et acceptable jusqu'à 1,50m, les étagères seront fixées entre ces limites.
- **L'aire de réception et/ou d'enlèvement des produits:** elle doit être dimensionnée en fonction de l'activité prévisible du laboratoire, signalisée et matérialisée au sol. Il faut également prévoir une table roulante ou un engin de manutention adapté à cet effet.

4.2.3.4. Conception des locaux

- **Les vestiaires:** les vestiaires sont à prévoir en surface suffisante de façon à pouvoir recevoir deux armoires de vestiaires par opérateur (vêtements de ville et blouses de labo). Si possible, il sera prévu une séparation hommes/femmes. Ils seront de préférence séparés et à proximité du laboratoire. Si le risque le justifie, ils serviront de sas d'entrée au laboratoire et seront équipés de douches et de lavabos (lavage des mains).
- **Les bureaux:** pour limiter l'exposition des opérateurs aux produits et au bruit de certains matériels, faciliter l'aménagement des bureaux et protéger le matériel sensible (informatique notamment), il est préférable que le local de bureaux soit indépendant, mais à proximité immédiate du laboratoire. Cette disposition favorise également la concentration nécessaire au travail de bureau (calculs, rédaction, contacts téléphoniques). Afin de limiter la contamination éventuelle de ce local, il communiquera avec le laboratoire par **un sas** permettant aux opérateurs de mettre ou d'enlever leurs vêtements de travail. Pour faciliter la surveillance des opérations en cours et la communication, on prévoira des parois transparentes entre bureaux et laboratoires. Pour des raisons d'évacuation et de limitation du nombre de personnes exposées (éviter la traversée du laboratoire par des personnes étrangères à son activité), **on prévoira un accès direct aux bureaux**, sans passer par le laboratoire.

- **Le local de pesée :** si le pesage ordinaire peut se faire dans le laboratoire, certaines pesées nécessitent un environnement particulier du fait :
 - de leur sensibilité aux mouvements ou à la qualité de l'air (pesée de haute précision) ;
 - de la fragilité de l'appareillage (balances de précision) ;
 - des dangers du produit à peser (principe actif, par exemple) ;
 - des propriétés physico-chimiques du produit à peser (poudres fines, légères ou se chargeant d'électricité statique, liquides volatils).

Le local de pesée sera de préférence :

- à l'abri des courants d'air ;
 - aveugle (sans fenêtres), de façon à éviter les perturbations induites par les variations de l'éclairage extérieur.
- **Le local de distillation :** dans certaines activités, le traitement de solvants inflammables (purification, régénération, déshydratation) peut nécessiter l'installation d'un laboratoire spécialisé pourvu de moyens de prévention spécifiques :
 - ventilation adéquate ;
 - détection de vapeurs ;
 - rétention ;
 - moyens d'extinction...
 - **Le local de lavage :** les opérations de décontamination et de nettoyage peuvent être effectuées dans une laverie qui peut être commune à plusieurs laboratoires. En général, coexistent dans ce local des postes de lavage manuel et en machine. Le poste de lavage manuel type est constitué essentiellement d'un évier double bac dont la robinetterie sera de préférence commandée au pied, et de dessertes amont et aval. Ces plans de travail seront munis de rebords permettant de recueillir et d'évacuer les eaux de lavage et d'éviter les chutes d'objets. La taille ainsi que le poids des objets à laver sont à considérer pour dimensionner ces éléments afin de limiter les risques inhérents à leur manipulation. La desserte aval est en général complétée par un égouttoir, le plus souvent mural ; l'espace nécessaire à son installation et sa fixation devra être prévu.

Le poste de lavage en machine sera constitué d'une ou plusieurs machines, encadrées par des dessertes amont et aval. Pour limiter les risques de bris, il est préférable de transporter la vaisselle sur des chariots équipés de bacs ou de plateaux à rebords. L'organisation de la laverie, des postes de travail et de ses accès devra tenir compte de la largeur des chariots.

Sur un plan plus général, on prévoira :

- des placards de rangement pour les produits et le matériel de nettoyage ;
 - un emplacement pour le matériel de secours ;
 - un emplacement pour les poubelles à papier et à verre ;
 - un emplacement pour les bacs et les chariots de transport qui peuvent éventuellement servir de desserte ;
 - si nécessaire, un emplacement pour l'enceinte de séchage ;
 - un sol antidérapant équipé de siphons de récupération obturés en service normal pour éviter les pollutions accidentelles ;
 - une ou plusieurs arrivées d'eau déminéralisée ou l'emplacement pour installer un appareil de déminéralisation ;
 - une ventilation générale calculée pour assurer un renouvellement de l'air de l'ordre de 5 à 6 volumes/heure.
- **Les locaux de stockage :** pour limiter l'exposition des opérateurs ou les risques de dégradation du matériel par les produits et vice-versa, le stockage du matériel et celui des produits et échantillons à conserver seront effectués dans des locaux distincts prévus à cet effet. Les locaux destinés à stocker du matériel devront être dimensionnés en fonction de la quantité, de la taille, et du mode de rangement de ce matériel. Il faudra prévoir l'espace suffisant pour disposer les étagères ou armoires de rangement ainsi que l'accès à ces matériels. On veillera tout particulièrement à dimensionner correctement la résistance de ces rayonnages et à les stabiliser pour éviter tout basculement.
 - **Les galeries techniques :** afin de limiter les nuisances générées par certains équipements, de faciliter les opérations d'exploitation et de maintenance et d'éviter d'exposer le personnel chargé de l'exploitation et de la maintenance, il convient de créer des locaux ou des galeries techniques. On y placera, par exemple: groupes frigorifiques, machines à glace, chauffe-eau, centrale de ventilation, pompes, stations d'eau déminéralisée, stations de distribution de gaz spéciaux, vannes de sectionnement..., voire réseaux de fluides. Ces locaux doivent être dimensionnés, conçus et équipés de façon à accueillir le matériel qui leur est destiné et à permettre une exploitation et une maintenance aisées. L'importance et la disposition de ces locaux et galeries techniques dépendront avant tout de l'organisation et de la taille du bâtiment de laboratoire. Il convient donc d'agencer les locaux de façon à éviter les risques de contamination croisée via les gaines techniques qui traverseraient les murs (passages possibles d'un local à l'autre).

4.2.3.5. *L'accès aux locaux*

- Aucune personne étrangère au service ne doit être autorisée à pénétrer dans les zones de travail du laboratoire.
- Les portes du laboratoire doivent rester fermées.
- Les enfants ne doivent pas être autorisés à entrer dans les zones de travail.

4.2.3.6. *Les conditions de travail*

Les conditions d'ambiances doivent permettre :

- de ne pas dégrader les échantillons ou la qualité des milieux de culture (ex. : les assécher) ;
- de ne pas contaminer les échantillons ou les milieux en particulier les contaminations par le contrôle des entrées d'air ou par les appareils de climatisation. Une attention particulière doit être portée dans les climats chauds. La température de la pièce doit être contrôlée pour ne pas perturber la culture des plants, modifier les conditions de croissance des microorganismes recherchés, ou même gêner les températures d'incubation ou de réaction lors de l'utilisation de kit de diagnostics (ex. : température ambiante dépassant la température recommandée pour la réaction).
- **La température :** la température ambiante normale est de 20 °C, avec quelques tolérances, dépendant du type d'expérience ou de mesure que l'on veut réaliser. Les variations de température à l'intérieur de l'intervalle de tolérance doivent être progressives. Les régulateurs de température sont un élément important des systèmes de régulation et de contrôle. Les régulateurs de température détectent les valeurs actuelles d'un milieu (laboratoire), et changent la température jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur de consigne. La version la plus simple et la plus connue des régulateurs de température est le thermostat.
- **L'humidité :** il convient que l'humidité soit faible parce qu'elle accélère l'oxydation des instruments métalliques. Néanmoins, on considère que l'humidité du laboratoire ne doit pas être inférieure à 50 %.
- **La pression :** généralement, dans les laboratoires, la pression doit être légèrement supérieure à la pression atmosphérique (25 Pa de plus), pour éviter l'entrée d'air lors de l'ouverture des portes d'accès. Dans le cas de laboratoires qui présentent des **risques biologiques** (manipulation d'agents infectieux), la situation doit être opposée, c'est-à-dire que l'air qui peut être contaminé ne doit pas pouvoir sortir du laboratoire ; dans ce cas, la pression de l'environnement doit être légèrement au-dessous de la pression atmosphérique.

4.2.3.7. *Les recommandations en matière d'hygiène des zones de travail du laboratoire*

Le laboratoire doit être tenu propre, en ordre et exempt de tout produit ou objet non nécessaire aux travaux. Les plans de travail doivent être décontaminés s'ils ont été souillés par des produits potentiellement dangereux ainsi qu'à la fin de la journée de travail. Tous les matériels, échantillons et cultures contaminés doivent être décontaminés avant d'être jetés ou nettoyés pour être réutilisés. Si les fenêtres peuvent être ouvertes, elles doivent être munies de grillages pour empêcher la pénétration des arthropodes.

4.2.3.8. *Le traitement des déchets*

Les principales questions qu'il faut se poser avant d'éliminer un objet ou du matériel biologique provenant d'un laboratoire qui travaille sur des tissus végétaux ou des microorganismes potentiellement dangereux, sont au nombre de trois :

1. Ces objets ou ce matériel biologique ont-ils été stérilisés ou désinfectés efficacement par l'un des procédés testés et approuvés (ex.: procédure d'élimination des déchets biologiques) ?
2. Dans la négative, ont-ils été emballés selon une méthode agréée en vue de leur incinération immédiate sur place ou de leur transport vers un autre établissement capable d'effectuer cette opération ?
3. L'élimination des objets ou du matériel biologique stérilisés ou désinfectés comporte-t-elle des risques supplémentaires, biologiques ou autres, pour le personnel chargé de l'élimination immédiate sur place ou pour les personnes susceptibles d'être en contact avec ces déchets en dehors du laboratoire ?

4.2.4. **L'hygiène et la protection du personnel**

4.2.4.1. *Les exigences en matière d'hygiène*

Dans le domaine de l'hygiène du personnel, les précautions suivantes doivent être prises pour **éviter la contamination des échantillons et des milieux de culture**, pour éviter des risques d'infection du personnel et la dissémination des nuisibles.

- Porter des vêtements de laboratoire correctement fermés, propres et en bon état, réalisés dans un tissu limitant les risques d'inflammabilité. Ces vêtements ne doivent pas être portés hors des locaux d'essai et, éventuellement, des vestiaires. Changer de vêtements dans les sas et appliquer une procédure de nettoyage stricte.
- Porter des protections pour les cheveux et la barbe, si nécessaire.
- Garder des ongles propres et, de préférence, courts et porter des gants si nécessaire.

- Se laver soigneusement les mains à l'eau tiède, distribuée de préférence par un robinet à commande non manuelle avant et après les examens microbiologiques et immédiatement après chaque passage aux toilettes. Utiliser un savon liquide ou solide, éventuellement un désinfectant, délivré de préférence par un distributeur maintenu en bon état de propreté. Pour se sécher les mains, utiliser des serviettes en papier ou en tissu à usage unique. Ces précautions sont valables tant pour les employés du laboratoire que pour les visiteurs.
- Pendant le travail avec des échantillons, des cultures ou des milieux contaminés, et pendant les ensemencements, éviter de parler, de tousser, etc.
- Les personnes présentant des infections de la peau ou des maladies doivent prendre des précautions particulières si les micro-organismes de ces infections ou maladies sont susceptibles de contaminer les échantillons et risquent de fausser les résultats.
- Ne pas manger ni boire dans le laboratoire et ne pas placer d'aliments destinés à la consommation personnelle dans les réfrigérateurs et les congélateurs du laboratoire.

4.2.4.2. *La protection individuelle*

- Le port de blouses, gants est obligatoire pour le travail au laboratoire.
- Le port de lunettes de sécurité, d'un écran facial (visière) ou d'un autre dispositif de protection est obligatoire quand il est nécessaire d'assurer la protection des yeux ou du visage contre les projections de liquides, l'impact d'objets ou le rayonnement ultraviolet artificiel.
- Il est interdit de porter les vêtements protecteurs hors du laboratoire, par exemple, à la cantine, à la cafétéria, dans les bureaux, la bibliothèque, la salle du personnel ou les toilettes.
- Les vêtements de protection qui ont été portés au laboratoire ne doivent pas être rangés dans les mêmes vestiaires ou armoires que les vêtements de ville.
- Le lavage de ces vêtements doit être organisé par le laboratoire (en aucun cas les blouses ne doivent être emportées à la maison pour un nettoyage domestique).

4.2.4.3. *Le respect des Bonnes Pratiques de Sécurité*

Tout laboratoire de santé des plantes devrait disposer d'un «Manuel» ou d'un «Guide de Bonnes Pratiques» (manuel pratique, manuel de bonnes pratiques, guide de sécurité au laboratoire, manuel de sécurité, etc.) dans lequel sont répertoriés les consignes de sécurité à suivre pour la sécurité chimique, électrique, incendie, radioprotection et sécurisation de l'appareillage (dangers effectifs et potentiels et comment procéder pour les éliminer ou du moins les réduire au minimum).

Les consignes de sécurité à suivre :

1. **Le pipetage à la bouche est rigoureusement interdit.**
2. **Aucun objet ou matériel ne doit être porté à la bouche**; les étiquettes ne doivent pas être humectées avec la langue.
3. Toutes les techniques mises en œuvre doivent réduire au minimum la formation d'aérosols et de gouttelettes.
4. Si des liquides sont répandus accidentellement, en cas d'accident, d'exposition patente ou possible à du matériel infectieux, le chef de laboratoire doit toujours être immédiatement avisé. Les accidents et incidents survenus doivent être consignés et le rapport archivé.
5. Il est nécessaire d'établir par écrit **une marche à suivre pour le nettoyage** des produits de toute nature qui viendraient à être répandus.
6. Les liquides contaminés doivent être décontaminés (par voie physique ou chimique) avant d'être jetés dans le réseau d'égouts séparatif.
7. Selon le résultat de l'évaluation du risque que représentent le ou les agents manipulés, il pourra être nécessaire de disposer d'un système de traitement des effluents.

Un incendie, un accident d'origine chimique ou électrique ou encore une contamination accidentelle, peuvent provoquer indirectement une rupture dans le confinement des germes pathogènes. C'est pourquoi il est impératif dans tout laboratoire de **bien respecter les règles de sécurité** pour prévenir de tels accidents (OMS, 2005).

4.2.5. Les équipements nécessaires dans un laboratoire de santé des plantes

Un laboratoire de santé des plantes nécessite un équipement minimal pour fonctionner.

4.2.5.1. Quels équipements de base se procurer ?

- **Balance** : une balance, pour peser les ingrédients (ex. : pour préparer les milieux) ou encore à évaluer des masses des échantillons reçus ou à prélever. La balance analytique permet une précision très élevée (de l'ordre du mg); le trébuchet permet une précision du dixième ou parfois du centième de gramme.
- **Bec Bunsen** : un bec Bunsen pour produire une flamme ouverte avec du gaz combustible afin de chauffer des liquides, des préparations, stériliser du matériel ou brûler des substances.
- **Autoclave** : pour réaliser sous pression (de quelques bars) la stérilisation à la vapeur. Pour qu'un matériel soit considéré comme stérile, la probabilité théorique d'isoler un germe doit être inférieure à 1 pour 1 million.
- **Anses de platine** : pour réaliser la séparation des bactéries d'un échantillon. L'isolement permet d'obtenir des colonies différentes, espacées les unes des autres.
- **Hotte(s) à flux laminaire (ou «sorbonne»)** : pour travailler sans risque de contamination extérieure (ex. : isolement, repiquage sur un milieu, etc.).
- **Étuve(s)** : pour effectuer divers traitements thermiques (par exemple, sécher les échantillons ou conserver les boîtes de Pétri à température constante durant plusieurs jours en cas d'isolement) à température régulée.
- **Bain-marie** : pour chauffer en évitant un apport de chaleur trop brutal et permet de contrôler le chauffage en évitant à peu près tout risque de calcination, même partielle.
- **Bain thermostat** : il offre un contrôle précis de la température, permettant par exemple de chauffer à 37 °C en vue de réaliser une digestion enzymatique.
- **Chambre d'essais ou enceinte** : un espace clos, souvent isolé et à ventilation forcée pour optimiser l'homogénéité, que l'expérimentateur utilise pour suivre les caractéristiques d'un échantillon, ou plus généralement pour tester les effets de certaines conditions sur une substance chimique.
- **Microscope optique** : pour détecter et parfois identifier un organisme pathogène, directement prélevé sur la plante à tester ou après une étape d'isolement.
- **Loupes binoculaires** : pour l'observation des échantillons à faible grossissement avec un éclairage par-dessus.
- **Plaque chauffante** : pour chauffer divers objets.
- **Frigos et congélateurs** : pour conserver et protéger les échantillons.
- **Thermostat** : pour maintenir un système (appareil, machine, etc.) à une température relativement stable.
- **pH-mètre** : pour mesurer le pH d'une solution ou ajuster le pH d'un milieu.

- **Porte-tubes** : pour maintenir un grand nombre de tubes à essais et pour échantillons.
- **Bac de vaisselle** : pour le lavage et le nettoyage du matériel de laboratoire. Les appareils de laboratoire en verre ou matière plastique peuvent être nettoyés à la main dans un bain, selon la méthode de trempage.
- **Distillateur** : pour obtenir une eau qui est théoriquement exempte de certains sels minéraux et organismes que l'on pourrait retrouver dans l'eau «naturelle». Il permet donc d'avoir une eau distillée.
- **Armoire anti-feu** : pour stocker les produits inflammables contre les incendies ou une source de chaleur anormalement forte.
- **Ordinateur** : pour enregistrer les données, etc.
- **Foreuse** : pour écraser les échantillons (feuilles) et en extraire le jus pour d'éventuelles analyses.

4.2.5.2. Les équipements spéciaux et leur fonction

- **Centrifugeuse** : la centrifugeuse de laboratoire est un instrument indispensable pour la séparation, la purification et l'augmentation de la concentration d'enzymes, de cellules, de cellules souches, d'ADN et d'autres molécules, et pour le développement de méthodes de production, par exemple pour de nouveaux composés chimiques, méthodes de diagnostic et nouvelles variétés végétales.
- **Matériel pour réaliser la PCR** :
 - **Thermocycleur** : un appareil automatisant la réaction de PCR. L'appareil est muni d'un bloc thermique (*thermal block*) avec des trous où l'on peut insérer les tubes contenant le mélange réactionnel de la PCR. Cette fonction est utilisée lorsqu'on veut trouver la meilleure température d'hybridation pour un couple d'amorces données.
 - **Micropipettes** : permettent de prélever et de transférer des volumes très faibles de liquide avec une grande précision. Elles augmentent le rendement des échantillons au pipetage afin d'exclure le dépôt de résidus d'échantillons dans la pointe de pipette.
 - **Cuve** : remplie de tampon et transformateur utilisés pour l'électrophorèse sur gel d'agarose. C'est une méthode utilisée pour séparer l'ADN, l'ARN. Les molécules de plus petites tailles se déplacent plus rapidement et migrent plus loin que les molécules de tailles supérieures.
 - **Générateur** : pour électrophorèse d'ADN : permet la détection des produits amplifiés par électrophorèse en gel d'agarose.
 - **Lecteur** : permet la détection des produits amplifiés par fluorométrie.

- **Matériel pour réaliser l'ELISA**
 - **Incubateur**: un incubateur est une enceinte thermostatée dans les laboratoires (salle de culture de bactéries, champignons), généralement réglés à 37 °C.
 - **Micropipettes**: *cf. supra*.
 - **Plaque à 96 puits**: spécialement conçus pour le stockage d'échantillons, la culture des microorganismes, l'extraction d'acide nucléique, etc.
 - **Lecteur**: permet d'effectuer la lecture automatisée du résultat des échantillons dans les différents puits de la plaque.
 - **Tips**: permet de prélever une solution d'échantillon vers les puits de la plaque.
- **Spectromètre**: appareil qui permet de mesurer la densité optique d'un échantillon.
- **Microscope électronique**: l'observation au microscope électronique (parfois associée à une technique de marquage spécifique par l'utilisation d'anticorps dirigés contre des motifs antigéniques de l'agent pathogène) peut être utilisée pour détecter et identifier des virus.
- **Microscope à fluorescence**: permet de détecter et identifier un organisme pathogène. Il est lié à l'ordinateur pour faire l'image des observations.

4.2.5.3. La verrerie

- **Boîte de Pétri**: une boîte de Pétri est une boîte cylindrique qui est utilisée pour la mise en culture de micro-organismes (bactéries, champignons).
- **Bouteilles de pesage**: les bouteilles de pesage sont des équipements de laboratoire utilisés pour la pesée précise des échantillons solides.
- **Mortier et pilon**: le mortier est un récipient permettant de broyer des matières (échantillons) que l'on veut transformer en pâte ou en poudre grâce à l'action d'un pilon.
- **Pipette**: c'est un outil qui sert à prélever un liquide ou une solution puis à le transférer d'un contenant dans un autre.
- **Bécher**, probablement l'élément de verrerie le plus utilisé: agitation, préparation de solutions et de mélanges, chauffage, etc.
- **Entonnoir**: est un instrument en forme de cône, terminé par un tube et servant à verser un liquide, une poudre d'échantillons dans un récipient de petite ouverture.
- **Verre de montre**: est un équipement de laboratoire, de forme concave, en verre. On l'utilise principalement pour couvrir un bécher, pour évaporer un liquide, pour effectuer certaines réactions d'identification ou pour peser une quantité d'échantillons (généralement sous forme solide).
- **Réfrigérant**: les réfrigérants sont des verreries spéciales utilisées pour récupérer un liquide, ou distillat, lors d'une distillation par condensation ou pour éviter des pertes de matière par évaporation notamment dans le cas d'un chauffage à reflux.

- **Tubes à essai**: la plupart du temps en verre, le tube à essai permet d'utiliser de petites quantités de réactifs grâce à son diamètre de petite taille.
- **Ampoule à brome** (aussi appelée **ampoule de coulée**): c'est un instrument de laboratoire en verre utilisé pour verser un réactif au goutte-à-goutte.

4.2.5.4. Équipements de sécurité

- **Boîte à gants**: c'est une enceinte étanche qui permet des manipulations dans une atmosphère particulière.
- **Couverture anti-feu**: un accessoire de lutte contre l'incendie. Son mode d'action consiste à étouffer le feu.
- **Déclencheur d'alarme incendie**: un déclencheur manuel d'alarme incendie est un appareil à déclenchement manuel qui permet de signaler la présence d'un incendie.
- **Détecteur et avertisseur autonome de fumée**: un élément de sécurité qui réagit à la présence de fumée.
- **Douche de sécurité**: douche fixe de premiers secours, sert à secourir des personnes en train de se brûler chimiquement ou thermiquement.
- **Rince-œil**: équipement de premiers secours servant à secourir des personnes ayant été chimiquement atteintes au niveau des yeux.
- **Douche portative de sécurité**: un appareil ayant souvent l'apparence d'un extincteur, mais qui sert à secourir les victimes de brûlures thermiques ou chimiques.
- **EPI**: un équipement de protection individuelle protège un individu contre un risque donné, et selon l'activité qu'il sera amené à exercer. D'une manière générale, l'ensemble du corps peut et doit être protégé. Il s'agit généralement d'un vêtement professionnel (blouse), masque, etc.
- **Extincteur**: un appareil de lutte contre l'incendie capable de projeter ou de répandre une substance appropriée appelée «agent extincteur» afin d'éteindre un début d'incendie.
- **Hotte**: est un dispositif qui permet l'extraction des vapeurs toxiques des produits utilisés lors de manipulations en protégeant le manipulateur. Les vapeurs sont extraites du volume de travail puis, soit traitées par une filtration, soit rejetées vers l'extérieur.
- **Flux laminaire vertical**: permet de travailler dans les conditions stériles, mais jamais travailler avec les agents pathogènes, car ils risquent d'être propagés dans la nature.
- **Flux laminaire horizontal**: permet de travailler dans les conditions stériles (l'air stérile)

- **Hotte chimique**: un dispositif dans lequel on range les déchets chimiques (solides et liquides) avant leur destruction par les entreprises spécialisées.
- **Flacon d'éthanol**: permet de désinfecter le lieu du travail dans un laboratoire. L'efficacité de l'éthanol dépend de sa concentration. En effet grâce à une expérience réalisée au laboratoire, il a été démontré que la concentration idéale d'éthanol pour tuer les micro-organismes qui nous entourent était de 70% (www.my-microsite.com/ethanol/La-desinfection/). ● Le lien ne fonctionne pas

4.2.6. La conception d'une serre de culture attenante au laboratoire

Pour de nombreux cas d'identification, une serre de culture est nécessaire, car elle permet de créer un mini climat favorable au développement des maladies des plantes. La serre comprendra des espaces communs tels que des espaces de circulation (accès, couloirs...), locaux de rempotage, espace de repos, sanitaire et vestiaires... Il faut prévoir pour chaque vestiaire :

- une armoire métallique par utilisateur ;
- un râtelier de rangement des bottes et chaussures ;
- un système pour suspendre les vêtements mouillés ;
- un ou deux bancs ;
- des lavabos et miroirs, dans les vestiaires ou à proximité.

4.2.6.1. Les différents types de serre

Il existe plusieurs types de serre qui vont varier principalement selon leur forme, ou selon la matière de leurs parois. Il faut **bien choisir le matériau de couverture** (plastique, polycarbonate, verre).

- **La «serre-tunnel»**: son principal avantage est son faible coût. Il s'agit d'une structure en acier, sur laquelle est accroché un film plastique résistant. Le plastique la rend néanmoins assez fragile. Il faudra remplacer les films en plastique à quelques années d'intervalle et les laver de temps en temps pour une absorption optimale de la lumière. Il est nécessaire d'utiliser du film en plastique résistant à paroi double. Il est préférable d'utiliser un polyéthylène stabilisé à l'épreuve des rayons ultraviolets. Le polycarbonate peut épouser la forme de la charpente et permet de faire des économies d'énergie jusqu'à 30% en raison de sa paroi double. Il laisse passer 80% de la lumière reçue. Ce matériau transmet la lumière comme le verre, mais il est plus léger.



Figure 2 - Exemple de serre tunnel

- **La serre en verre:** ce type de serre à un avantage certain: elle garantit une luminosité optimale; de plus, la condensation coulant le long des vitres, la plantation ne risque pas d'être endommagée. Le verre présente un plus incontestable par rapport au plastique: la durée de vie. Ce type de serre dispose aussi d'une ouverture, permettant d'éliminer le surplus de chaleur engrangé; et le fait que l'on puisse directement entrer dans la serre peut être un avantage pour certaines personnes, rendant parfois l'entretien des plantes plus facile. Cependant, son prix est plus élevé que celui de la serre en plastique.



Figure 3 - Exemple de serre en verre

- **La serre à parois obliques:** elle offre les mêmes avantages que sa cousine la serre en verre, mais en étant encore plus accentués. Ce type de serre, certes onéreux, conviendra à ceux qui désirent obtenir les meilleurs résultats.

4.2.6.2. Choisir un emplacement pour installer la serre

Il convient de favoriser les endroits qui sont exposés au soleil le matin plutôt que ceux qui le sont l'après-midi. Mais la meilleure solution consiste à choisir un endroit exposé au soleil pendant toute la journée, car l'action de la lumière favorisera la croissance des plantes. S'il y a des arbres ou des buissons à proximité de la serre, il faut s'assurer que leur ombre ne touche pas la serre avant la fin de l'après-midi.

Il faut **choisir un endroit proche d'une source d'énergie électrique**: la plupart des serres ont besoin d'éclairage et de ventilation pour le maintien d'une température optimale (parfois, d'un système de chauffage si les températures notamment nocturnes sont trop faibles). La qualité de l'éclairage a trait à la distribution réelle du spectre de la lumière, un facteur qui influe largement sur la croissance des plantes, le rendement fruitier, la qualité des fruits, etc. Éclairer les serres par l'utilisation de lampes LED car :

- elles accélèrent le cycle de récolte: le cycle de récolte de la culture maraîchère est accéléré de 15 à 20% avec les lampes LED ;
- elles ont une grande durée de vie: les lampes de culture LED ont une durée de vie de 50 000 heures et sont sans entretien pendant au moins 8 ans, sur une base de 16 heures de fonctionnement par jour ; il n'y a plus besoin de remplacer des ampoules chères et inefficaces ;
- elles ont une température de fonctionnement faible: pas de plantes brûlées, tout en économisant argent et ressources ;
- elles ont une durabilité environnementale: les lampes horticoles LED sont économes en énergie, 100% recyclables et ne contiennent aucun agent ou substance toxique tel le mercure.

Il faut **choisir un endroit qui ne retient pas l'eau**. Il faut pouvoir évacuer les eaux pluviales en excès. Il est possible d'installer une citerne pour recueillir l'eau de pluie provenant du toit de la serre. Les économies d'eau et d'électricité aideront à maintenir les coûts d'exploitation de votre serre à un niveau bas.

Il faut **choisir soigneusement les dimensions de l'emplacement de la serre**, qu'il s'agisse d'une construction à partir de rien ou du montage d'une serre préfabriquée. Les mesures de serre et des logettes varient en fonction de but pour lequel elles sont construites, du budget, etc. Les dimensions des logettes les plus populaires sont 2,4 m par 1,8 m. Plus la serre sera grande, plus les coûts de construction (et si nécessaire de chauffage) seront élevés.

4.2.6.3. Contrôler la température de la serre

Les ventilateurs doivent être placés aux coins de la serre, en diagonale. Ils doivent tourner en permanence pendant le temps froid pour égaliser la température dans l'ensemble de la serre. Il faut installer des lucarnes sur le toit de la serre pour ventiler et évacuer le dioxyde de carbone. Elles doivent être réglables et ouvertes en grand lorsqu'il fait chaud.

La ventilation est donc nécessaire pour bien contrôler la température et l'humidité. Le chauffage joue toutefois aussi un rôle très important pour la déshumidification.

Il faut installer plusieurs **thermomètres et des thermostats** pour pouvoir relever la température. Ils doivent être placés à différents niveaux pour pouvoir contrôler la température de la serre à tout moment.

Il faut s'assurer **de pouvoir s'approvisionner en eau continuellement** : la meilleure formule consiste à avoir des conduites d'eau et des citernes.

4.2.6.4. Les équipements de la serre

Les supports de culture

- installer des tablettes semi-mobiles (en aluminium, acier galvanisé, béton...);
- l'espace utilisé par les tablettes et par les planches doit être maximum ;
- l'espace utilisé par les allées doit être réduit au minimum, si possible en béton non glissant.

Pépinière de conteneurs

- aire de culture plane, prévoir une pente pour la collecte des eaux excédentaires en vue de leur évacuation ou leur recyclage ;
- abritée des vents forts ;
- système de haubanage pour le maintien des végétaux de grande taille.

Casiers à matériaux

- placés à l'écart ;
- accessibles aux camions de livraison par des allées supportant les fortes charges ;
- point de nettoyage ;
- prévoir en extérieur, une zone pour le nettoyage des outils et des bottes (point d'eau, bassin, lave-bottes) ;
- ce point d'eau doit être situé à proximité des serres, de la pépinière, proche des vestiaires.

Matériel motorisé

- prévoir une zone vaste, d'accès aisé, ventilée ;
- prévoir un « coin » « atelier de maintenance » avec un établi équipé, une armoire de rangement des outils.

La galerie

La galerie de rempotage doit être équipée de tables de rempotage fixes, de panneaux muraux (pour y fixer des affiches, illustrations, petit matériel...). Prévoir un tableau mural (résistant à la poussière et à l'humidité).

Le bâtiment de stockage pour le petit outillage

- prévoir des râteliers porte-outils (outils à manches) des étagères, des armoires (placards), des tableaux muraux... pour remiser les différents types d'outils.

4.3. LA QUALIFICATION DU PERSONNEL DE LABORATOIRE

Le personnel du laboratoire doit avoir suivi une formation qui est en rapport avec sa fonction, il doit donc avoir des connaissances suffisantes et de l'expérience.

4.3.1. Les compétences attendues en entomologie

Les insectes démontrent bien l'un des grands défis de l'entomologie : l'identification difficile des spécimens. Des mouches qui ressemblent à des guêpes ou à des abeilles, des araignées qui miment l'apparence de fourmis, des papillons qui se font passer pour des coléoptères..., plusieurs arthropodes sont des as du déguisement. De telles stratégies servent à confondre les proies ou les prédateurs.

Un entomologiste bien formé est normalement capable de faire la différence entre deux ordres d'insectes. Mais **plus l'identification doit être précise, plus elle se complique**, particulièrement au niveau de l'espèce. Le mimétisme est alors malheureusement qu'une des nombreuses raisons qui font de l'identification des insectes une tâche complexe, même pour des professionnels. Par exemple, il existe plusieurs cas où la différence morphologique visible entre deux espèces se résume au nombre de poils sur la tête de la bête, aux motifs formés par les rainures de ses ailes, ou encore à l'anatomie de ses pièces génitales !

Dans un laboratoire, l'identification demande beaucoup de temps et d'expertise. Devant la multitude d'arthropodes existants dans le monde, un entomologiste ne se spécialise souvent que sur un seul groupe en particulier.

En tant que spécialiste des insectes, de leur mode de vie, de leur rôle dans les écosystèmes et de leur action sur l'environnement, l'entomologiste effectue des recherches en vue de contribuer concrètement à la surveillance et à la protection des invertébrés. Il est notamment chargé de mettre au point des mesures de lutte contre les insectes nuisibles aux cultures, ou encore des méthodes d'utilisation contrôlée des insectes utiles pour les besoins de l'agriculture, la foresterie, l'environnement ou autre domaine. Il effectue des travaux de terrain (observations, identification des espèces, inventaires, évaluations, diagnostics, prescriptions de traitements, etc.) et fournit des services et conseils dans le cadre de projets relatifs à l'environnement, l'écotourisme et la diffusion des connaissances scientifiques en entomologie.

Son rôle en laboratoire : analyse des insectes vecteurs de maladies, tests, élevages notamment pour établir des mesures de lutte biologique ou chimique contre les espèces nuisibles.

Le personnel spécialisé (chargé du diagnostic) devra donc avoir suivi les études d'ingénierie biologique, agronomique et environnementale, avoir fait la spécialité en entomologie.

4.3.2. Les compétences attendues en phytopathologie

La détection et l'identification des agents pathogènes à l'origine des symptômes observés est un élément essentiel dans la lutte contre les maladies des plantes. Les maladies des plantes sont dues à divers organismes : champignons, oomycètes, bactéries, virus, viroïdes, phytoplasmes, protozoaires, nématodes et plantes parasites.

La **première approche d'un végétal malade est avant tout visuelle**. Dans certains cas, un pré diagnostic peut être posé sur base des symptômes touchant les plantes (malformations, lésions, décolorations...) ou directement sur base de la présence d'organismes ou de leurs traces (insectes, œufs, exsudats, galeries...). Mais en général, **une confirmation en laboratoire est nécessaire**. Ceci est d'autant plus vrai que certaines pathologies sont présentes de manière **latente ou asymptomatique**.

En laboratoire, les méthodes d'analyses s'appuient sur **divers principes d'identification**. La majorité se fait par observation du phytopathogène (à l'œil nu ou avec un instrument d'optique).

L'objectif de ces analyses consiste à rechercher **l'origine des symptômes observés sur une culture ou un végétal** (www.fredon-centre.com/Rub_28/Une-CLINIQUE-du-vegetal-au-service-des-professionnels-et-desparticuliers.html).

 Le lien ne fonctionne pas

Le phytopathologiste :

- doit posséder de vastes connaissances scientifiques (en botanique, biologie, mais aussi mathématiques, physique et chimie) ;
- s'instruit continuellement et lit la littérature spécialisée ;
- sait diagnostiquer des maladies ;
- sait récolter des échantillons sur le terrain ;
- sait réaliser des analyses et expériences en laboratoire ;
- sait cultiver des plantes en serre ou en laboratoire ;
- conçoit des traitements efficaces ;
- sait utiliser du matériel informatique et technique de pointe.

4.3.2.1. *Les compétences attendues en virologie*

Les maladies provoquées par des virus chez les plantes ont des caractéristiques propres qui les distinguent de celles occasionnées par les autres microorganismes pathogènes. Le virologue devrait connaître les caractéristiques de maladies virales qui peuvent varier, selon le virus, la variété ou l'espèce atteinte, l'environnement et l'état physiologique dans lequel se trouvent les plantes.

Le virologiste effectue des recherches portant sur leurs structures, évolution, effets et les processus permettant aux virus d'infecter les cellules végétales et de mettre à profit les mécanismes cellulaires pour se reproduire. Son objectif final est de découvrir comment les supprimer. À cette fin, il procède à des analyses et expérimentations en laboratoire, à l'aide d'instruments de précision, comme des microscopes électroniques. Il utilise des techniques comme l'isolement : il est capable d'isoler, de caractériser et d'identifier un virus en particulier. Ne pouvant le cultiver directement, comme il ne se réplique pas en dehors d'un hôte, il cultive des cellules végétales avant de leur inoculer le virus.

Les symptômes obtenus peuvent être confondus avec ceux provoqués par d'autres virus. Pour éviter cette confusion, le virologue associe cette technique une autre technique sérologique ou moléculaire.

Le virologue :

- possède de vastes connaissances scientifiques (biologie, mais aussi mathématiques, physique et chimie) ;
- sait réaliser des analyses chimiques et biologiques ;
- s'instruit continuellement et lire la littérature spécialisée ;
- sait utiliser du matériel technique et informatique de pointe ;
- respecte les règles de sécurité.

4.3.2.2. *Les compétences attendues en nématologie*

Les nématodes phytopathogènes, vers microscopiques présents dans le sol, sont des parasites importants de nombreuses plantes cultivées. Le nématologiste devrait mieux comprendre comment ces nématodes réussissent à parasiter les plantes, en étudiant les sécrétions salivaires du nématode et les processus impliqués dans la formation de sites nourriciers, appelées «cellules géantes», indispensables au développement du nématode au sein de la plante.

La reconnaissance des nématodes exige que les scientifiques soient capables de :

- rechercher et observer des symptômes d'attaque de nématodes ;
- collecter des échantillons de sol et de tissus végétaux ;
- extraire les nématodes des échantillons ;
- identifier les nématodes ;
- estimer la densité de nématodes ;
- analyser les dommages dus aux nématodes ;
- prendre les décisions concernant les méthodes de contrôle.

Les nématologistes doivent posséder une bonne connaissance en biologie animale, zoologie, génétique, biologie moléculaire, chimie, agronomie...

4.3.2.3. *Les compétences attendues en botanique*

Il est également important dans un tel laboratoire de pouvoir identifier les plantes (notamment les plantes invasives).

Le botaniste possède des connaissances approfondies en floristique (science des fleurs) et en systématique (détermination et classification des espèces végétales). Comme tous les chercheurs, le botaniste partage son temps entre des activités sur le terrain et des analyses en laboratoire.

Sur le terrain, au contact de la nature, le botaniste dresse des inventaires de plantes, de fleurs et d'arbres. Il observe leur diversité, leur évolution et leur cycle de vie. Il établit des cartographies botaniques des lieux qu'il est chargé d'étudier et effectue des prélèvements de la flore à fins d'études.

En **laboratoire**, le botaniste analyse les prélèvements, les met en culture et organise des herbiers. Il confronte les notes prises sur le terrain et le résultat des analyses en laboratoire, puis rédige un rapport dans lequel il présente ses conclusions. Il réalise des analyses taxonomiques, morphologiques, anatomiques, physiologiques et phytochimiques des organismes. En d'autres mots, il étudie leur classification, leur forme, leur structure interne, leur fonctionnement et les réactions chimiques qui s'y opèrent. Sa mission est aussi d'analyser le développement, l'hérédité, la reproduction et la biodégradabilité des végétaux, c'est-à-dire leur décomposition par les micro-organismes.

En outre, les botanistes doivent pouvoir :

- cultiver des plantes en serre ou en laboratoire ;
- utiliser du matériel informatique et technique de pointe ;
- récolter les échantillons sur terrain ;
- s'instruire continuellement et lire la littérature spécialisée, etc.

Les botanistes sont issus de la filière universitaire ou des grandes écoles d'ingénieurs : le botaniste est un scientifique de haut niveau spécialiste de la biologie végétale, d'écologie, de la génétique, de la statistique, de la chimie...

4.4. GESTION ET DÉMARCHE QUALITÉ DANS LE LABORATOIRE

4.4.1. Définition

La qualité au laboratoire peut être définie comme la fiabilité à propos des résultats d'analyses. Les résultats de laboratoire doivent être aussi précis que possible, tous les aspects des activités de laboratoire doivent être fiables et le rendu des résultats doit être correct afin d'être utilisé à des fins de santé végétale.

4.4.2. Organisation

Pour obtenir un système de gestion de la qualité qui fonctionne, la structure et la gestion du laboratoire doivent être organisées de telle sorte que des démarches qualité puissent y être créées et mises en œuvre.

La complexité du système du laboratoire exige que de nombreux facteurs soient pris en compte pour assurer la qualité au laboratoire. Certains de ces facteurs comprennent :

- l'environnement du laboratoire ;
- les procédures de contrôle qualité ;
- les communications ;
- l'archivage ;
- du personnel compétent et bien informé ;
- des réactifs et du matériel de bonne qualité.

Les conditions ambiantes du laboratoire telles que l'éclairage, la température, l'espace disponible permettent d'exécuter de manière correcte les essais.

Dans un système de gestion de la qualité, tous les aspects de l'activité du laboratoire, incluant l'organisation de la structure, les méthodes, et les procédures doivent être étudiés afin d'assurer la qualité.

Les laboratoires produisent des résultats d'analyses qui sont largement utilisés à des fins cliniques ou de santé publique, et les bénéfices pour la santé dépendent de la justesse de ces analyses et du rendu des résultats. Si des résultats inexacts sont rendus, les conséquences peuvent être très graves comme le traitement inapproprié, l'analyse supplémentaire et inutile... Ces conséquences entraînent une augmentation en coût, en temps, et n'apportent aucun bénéfice à la plante.

Dans le but d'atteindre le plus haut niveau d'exactitude et de fiabilité, il est essentiel d'exécuter tous les processus et les procédures au laboratoire de la meilleure façon possible. Par conséquent, un modèle de système de gestion de la qualité englobant le système dans son ensemble est primordial afin d'assurer un bon fonctionnement du laboratoire.

4.4.3. Équipement

Différents types d'appareils déjà cités doivent fonctionner correctement. Choisir le bon matériel, l'installer correctement, s'assurer que les nouveaux appareils fonctionnent bien et développer un système de maintenance font partie du programme de gestion du matériel au sein du système de gestion de la qualité.

4.4.4. Achats et stocks

La gestion des réactifs et des fournitures au laboratoire est souvent une tâche difficile. Quoi qu'il en soit, une gestion rationnelle des achats et du stock permet de faire des économies et de s'assurer que les réactifs et fournitures seront disponibles en cas de besoin. Les procédures appartenant à la gestion des achats et des stocks sont créées afin de s'assurer que tous les réactifs et fournitures seront de bonne qualité, et qu'ils seront utilisés et stockés de manière à préserver leur intégrité et leur fiabilité.

4.4.5. Contrôle et processus

Le contrôle des processus prend en compte différents facteurs importants pour s'assurer de la qualité des processus d'analyse au laboratoire. Ces facteurs impliquent le **contrôle qualité** des analyses, la **gestion appropriée des échantillons**, incluant le prélèvement, le traitement, et les **méthodes de vérification et de validation**.

4.4.6. Gestion de l'information

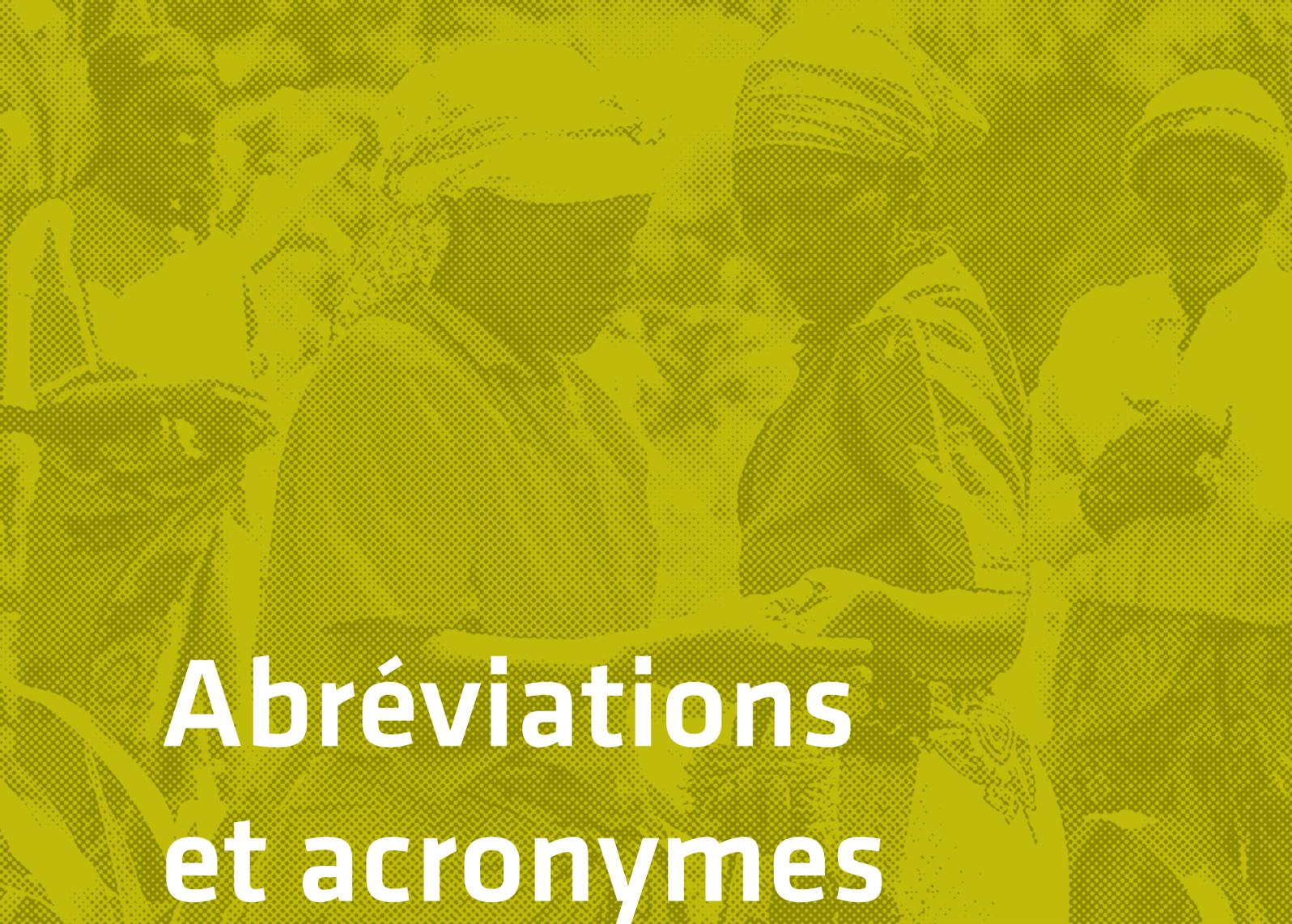
Le produit fini du laboratoire consiste en de l'information, principalement sous la forme de compte-rendu de résultats. L'information (les données) doit être gérée soigneusement pour assurer la confidentialité des résultats ainsi que leur accessibilité pour le personnel du laboratoire. L'information peut être gérée et transmise soit sous forme papier soit sous forme informatisée.

4.4.7. Gestion des erreurs

Une erreur de laboratoire est une erreur ou un événement qui n'aurait pas dû se produire. Un système est nécessaire pour détecter ces problèmes, pour les prendre en main de façon appropriée, pour apprendre de ses erreurs et prendre des mesures afin que cela ne se reproduise pas.

4.4.8. Évaluation

Le processus d'évaluation est un outil pour examiner le fonctionnement du laboratoire et le comparer aux standards ou aux repères existants, ou encore au fonctionnement d'autres laboratoires. L'évaluation peut être interne, mise en œuvre au sein du laboratoire en utilisant le personnel du laboratoire, ou elle peut être externe, menée par un groupe ou une agence extérieure au laboratoire. Les normes qualité du laboratoire représentent une importante partie du processus d'évaluation, servant de repères pour le laboratoire.

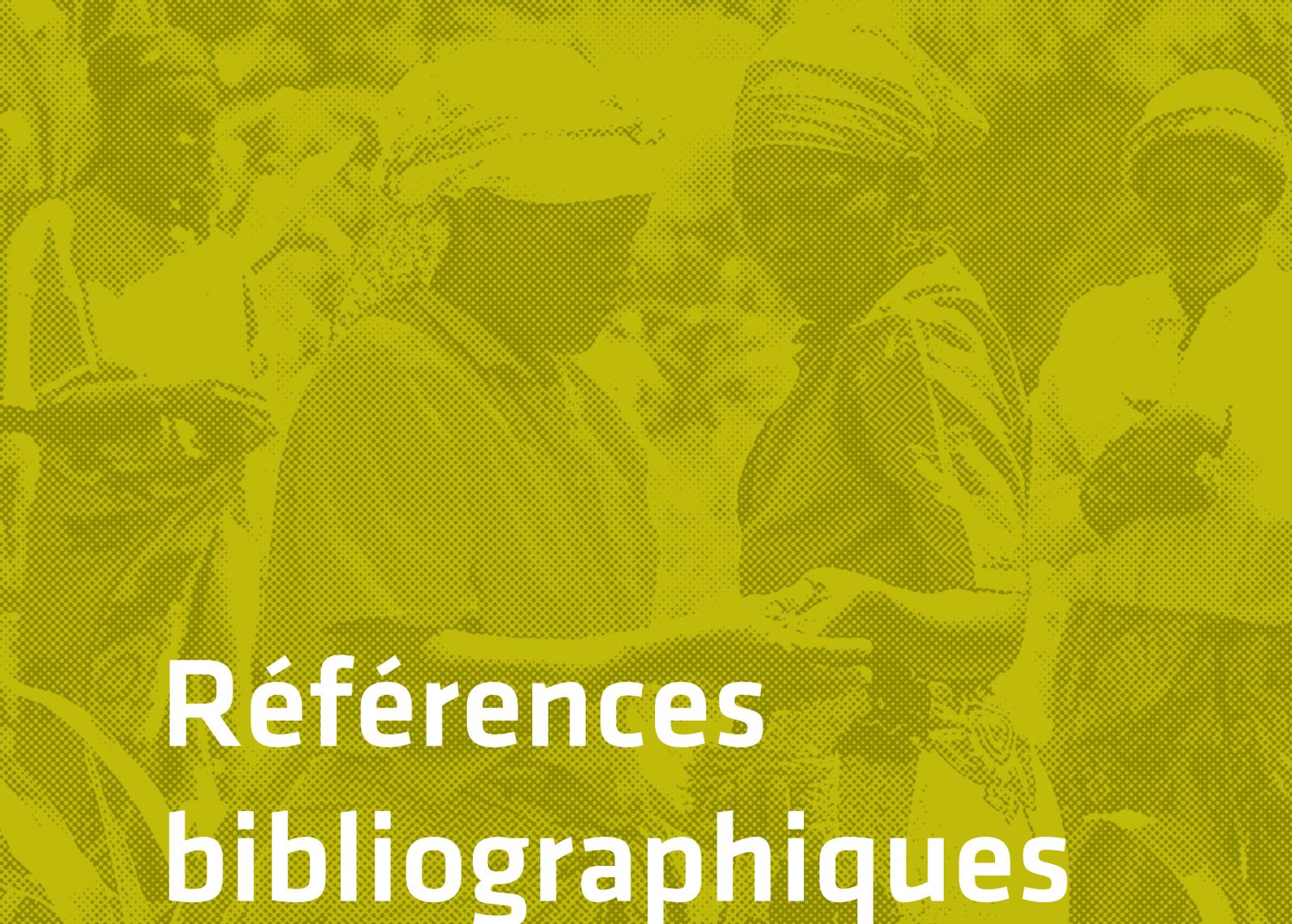


Abréviations et acronymes

ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES LES PLUS UTILISÉS

AC	Autorité compétente
ACP	Pays d'Afrique, Caraïbe et Pacifique
ADN	Acide désoxyribonucléique
ARN	Acide ribonucléique
Cd	Symbole chimique du cadmium
CE	Communauté européenne
CEM	Compatibilité électromagnétique
CIPV	Convention internationale pour la protection des végétaux
CO ₂	Symbole chimique du dioxyde de carbone
DLC	Date limite de consommation
ELISA	<i>Enzyme-linked immunosorbent assay</i>
EPI	Équipement de protection individuelle
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>)
HACCP	<i>Hazard analysis and critical control point</i>
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HEPA	<i>High Efficiency Particulate Air</i> (Air particulaire à haut rendement)
Hg	Symbole chimique du mercure
IgG	Immunoglobulines
IgG E	Immunoglobulines couplées à l'enzyme
IP	Indice de protection
ISO	<i>International Organisation for Standardisation</i> (Organisation internationale de normalisation)
LMR	Limite maximale de résidus
NIMP	Normes internationales pour les mesures phytosanitaires
NQA	Niveau de qualité acceptable

OEPP	Organisation européenne et méditerranéenne pour la protection des plantes
OGM	Organismes génétiquement modifiés
OMC	Organisation mondiale du commerce
ONG	Organisation non gouvernementale
ONVP	Organisations nationales de la protection des végétaux
OPC	Oligomères procyanidoliques (polyphénols)
PAS	Prélèvements, Analyses, Suites
Pb	Symbole chimique du plomb
PCB	Polychlorobiphényles
PCP	Pentachlorophénol
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
pH	Potentiel hydrogène
PRA	<i>Pest Risk Analysis</i> (Analyse de risques)
PV	Procès-verbal
RMN	Résonnance magnétique nucléaire
RT	<i>Reverse Transcriptase</i>
SPS (Accord)	Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires
TTC	Toutes taxes comprises
TM	Témoins malades
Tp	Témoins tampons
TS	Témoins sains
UE	Union européenne
UHT	Upérisation à haute température



Références bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Engvall, E. et Perlman, P.,
«Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).
Quantitative assay of immunoglobulin G»,
Immunochemistry, vol. 8, 1971, pp. 871-874.

FAO, *Convention internationale pour la protection des végétaux*,
Rome, 1992.

FAO, «Glossaire des termes phytosanitaires»,
Bulletin phytosanitaire de la FAO, 38 (1) 1990, pp. 5-23.

Kindundu, N., «Rapport de stage à la clinique des plantes
de l'Université Catholique de Louvain : Diagnostic d'agents
phytopathogènes et conseils en matière de lutte intégrée»,
Travail de fin d'études, UCL, 2013.

Legrève, A. et M. Clause, M.,
«Phytopathologie. Maladies causées par des champignons»,
Notes des travaux pratiques, 2013.

NIMP, *Directives pour l'analyse du risque phytosanitaire*,
Pub. 2, FAO, Rome, 1996.

NIMP, *Exigences pour l'établissement de zones indemnes*,
Pub. n° 4, FAO, Rome, 1996.

OMC, *Accord sur l'application des mesures sanitaires
et phytosanitaires*, Genève, 1994.

Triplet, J., Capois, J., Gautret de la Moricière, G.,
Lê Quang, X., Petit, J.M., Protois, J.C. et Rocher, M.,
«La conception de laboratoire de chimie»,
Cahiers de notes documentaires Hygiène et sécurité du travail,
n° 188, 3^e trim. 2002, pp. 7-26.



Sites Web utiles

SITES WEB UTILES

Au jardin info
www.aujardin.info

CIP
www.ippc.int/fr

CNRS
www.cnrs.fr

Codex Alimentarius
www.codexalimentarius.org

Convention internationale pour la protection des végétaux en coopération (CIPV)
www.ippc.int/fr

COLEACP
www.coleacp.org

Eur-Lex
eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=fr

FAO
www.fao.org

ISO
www.iso.org/iso/fr/home.htm

Ministère de l'Agriculture FR
agriculture.gouv.fr

Office international des épizooties (OIE)
www.oie.int/fr/

Organisation européenne et méditerranéenne de la protection des plantes (OEPP)
www.eppo.int/ABOUT_EPP0/about_eppo_fr.htm ● Le lien ne fonctionne pas

Organisation mondiale du commerce (OMC)
www.wto.org/indexfr.htm

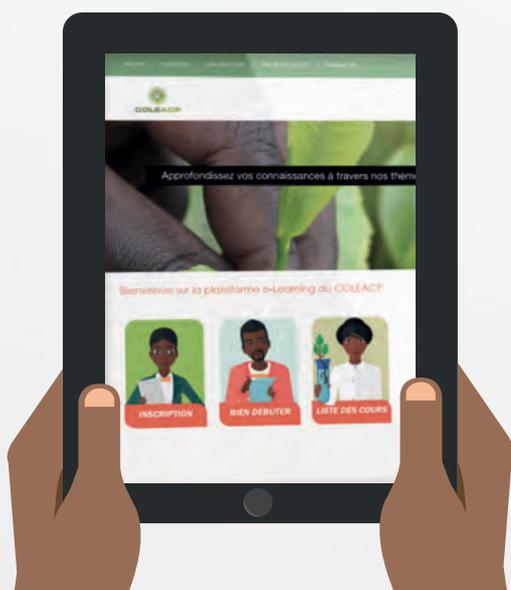
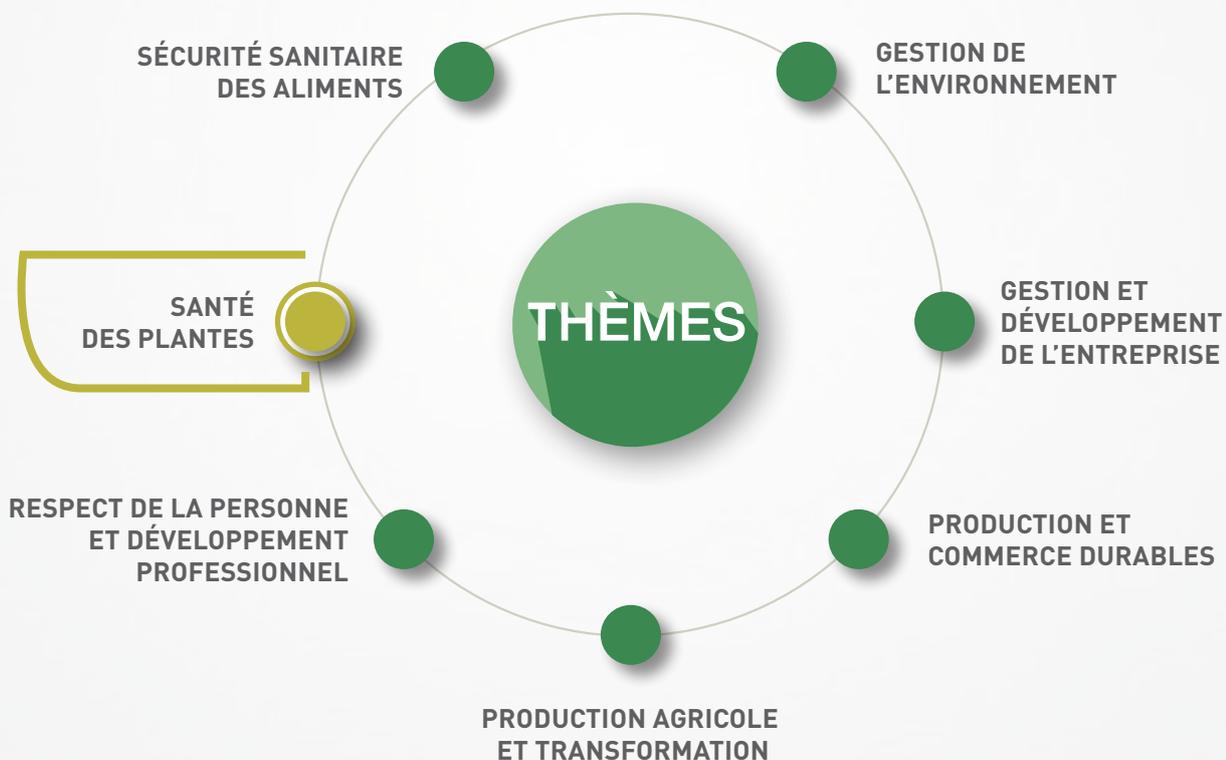
Organisation mondiale de la Santé (OMS)
www.who.int/fr/

Portail Wallonie
wallex.wallonie.be

PLATEFORME E-LEARNING DU COLEACP

RECEVEZ VOTRE ACCÈS À NOTRE PLATEFORME DE FORMATION À DISTANCE RÉSERVÉE AUX ACTEURS DU SECTEUR AGRICOLE DANS LES PAYS D'AFRIQUE, DES CARAÏBES ET DU PACIFIQUE.

TESTEZ ET AMÉLIOREZ VOS CONNAISSANCES À VOTRE RYTHME !



<https://training.coleacp.org>



PRODUCTION ET COMMERCE
DURABLES

SANTÉ DES PLANTES

SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS

PRODUCTION AGRICOLE
ET TRANSFORMATION

RESPECT DE LA PERSONNE
ET DÉVELOPPEMENT
PROFESSIONNEL

GESTION DE
L'ENVIRONNEMENT

GESTION ET DÉVELOPPEMENT
DE L'ENTREPRISE

MÉTHODOLOGIES
DE FORMATION

JUILLET 2020

