



VEILLE RÉGLEMENTAIRE

Qualité

Fiche VRE.48

Bonnes pratiques d'hygiène et maîtrise de la sécurité des aliments

Règlement n°178/2002 relatif aux principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires

Règlement n°1642/2003 relatif aux modifications du règlement (CE) n° 178/2002 établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'Autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires

Règlement n°852-2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires

Règlement n°1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires

Règlement n°1107/2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et abrogeant les directives 79/117/CEE et 91/414/CEE du Conseil

Règlement n°396/2005 concernant les limites maximales applicables aux résidus de pesticides présents dans ou sur les denrées alimentaires et les aliments pour animaux d'origine végétale et animale

Arrêté du 6 juillet 1998 concernant les règles d'hygiène applicables aux établissements d'entreposage de certaines denrées alimentaires

Décret n° 2009-1121 du 16 septembre 2009 portant application de l'article L. 214-1 du code de la consommation en ce qui concerne l'hygiène des produits et des denrées alimentaires autres que les produits d'origine animale et des denrées alimentaires en contenant

« AUCUNE DENREE ALIMENTAIRE N'EST MISE SUR LE MARCHE SI ELLE EST DANGEREUSE » (NUISIBLE POUR LA SANTE ET/OU IMPROPRE A LA CONSOMMATION HUMAINE)

Il est nécessaire de se baser sur les guides de bonnes pratiques de l'activité ; en l'occurrence le « [Référentiel de Bonnes Pratiques de Conditionnement des pommes de terre destinées au marché du frais](#) ».

Définition :

Denrée alimentaire : toute substance ou produit, transformé, partiellement transformé ou non transformé, destiné à être ingéré ou raisonnablement susceptible d'être ingéré par l'être humain. Ce terme ne comprend donc pas les aliments destinés aux animaux (**Cf. Fiche VRE. 58**).

1. Les locaux

Les locaux doivent être propres et en bon état : ils ne doivent pas entraîner un risque de contamination des denrées alimentaires.

De par leur agencement et lors de l'entreposage des denrées, ils doivent :

- permettre d'appliquer les bonnes pratiques d'hygiène (notamment la prévention des contaminations croisées pouvant être dues à l'eau, les équipements, les matériaux, l'aération, les animaux) ;
- pouvoir être nettoyés et désinfectés de manière efficace (matériaux de revêtement de sol, des surfaces murales et les portes) ;
- permettre de prévenir l'encrassement et la contamination des denrées alimentaires avec des substances toxiques ainsi que le déversement de particules dans les denrées (substances pouvant provenir des équipements situées en hauteur, des plafonds, etc.) ;
- être aérés et ventilés (le système d'aération ne doit pas être une source de contamination) ;
- être correctement éclairés ;
- avoir un moyen d'évacuer les eaux résiduaires vers un dispositif d'assainissement conforme ;
- avoir un moyen de lutte efficace contre les insectes et les ravageurs (les fenêtres et autres ouvertures ne doivent pas constituer une source de contamination) ;
- avoir une zone de stockage des déchets séparée des zones de manutention et de manipulation (idem pour les locaux d'habitation s'il y en a) ;
- permettre que les produits de nettoyage et de désinfection ne soient pas entreposés dans des zones où les denrées alimentaires sont manipulées ;
- avoir des vestiaires (car les vêtements peuvent être source de contaminations) ;
- avoir des toilettes ne communiquant pas directement avec les locaux de conditionnement et de stockage, des lave-mains avec de l'eau courante chaude et froide, du matériel pour le nettoyage et un moyen de séchage hygiénique ; ces équipements sont maintenus en bon état de fonctionnement et le local possède une ventilation adéquate pour les installations sanitaires.

(Voir Fiche VRE.31)

2. Les équipements

Les équipements qui entrent en contact avec les denrées alimentaires doivent :

- être maintenus constamment propres, et désinfectés si nécessaire ;
- être entretenus pour éviter tout risque de contamination des denrées alimentaires (nettoyage et désinfection efficace possible) ;
- être installés de manière à permettre le nettoyage de la zone environnante.

Les dispositifs permettant de nettoyer ces équipements doivent être en matière non corrosive et alimentés en eau chaude et froide.

3. Alimentation en eau

L'alimentation en eau destinée à la consommation humaine doit être suffisante.

L'eau non potable, utilisée par exemple pour la réfrigération ou encore la lutte contre l'incendie, doit circuler dans des conduites séparées de l'eau destinée à la consommation humaine et facilement identifiables. Il n'y a également pas possibilité de reflux.

(voir Fiche VRE.04 au § Surveillance et maîtrise de la qualité des eaux)

4. Le personnel

Les personnes qui manutentionnent doivent suivre les instructions précises données par l'employeur en ce qui concerne l'hygiène des denrées alimentaires. Les personnes sont également formées.

(voir Fiche VRE.22)

Il faut également veiller à ce que le personnel soit en bonne santé.

(voir Fiche VRE.41)

5. Les denrées alimentaires

a. Les denrées alimentaires en elles-mêmes

Les conditions d'entreposage et de manutention des denrées alimentaires doivent leur éviter toute dégradation ou toute contamination les rendant impropres ou dangereuses pour la consommation humaine (notamment la température, l'hygrométrie ou encore les corps étrangers).

Les conditions d'entreposage explicitées sur l'étiquetage des denrées alimentaires doivent être respectées.

Les denrées alimentaires contaminées (corps étrangers, micro-organismes pathogènes, etc.) et/ou restant impropres même après leur tri, doivent être identifiées et entreposées dans une zone spécifique.

L'entreposage des denrées alimentaires (même emballées) à même le sol est interdit, sauf pour les lieux de stockage de matières agricoles brutes en vrac (par exemple : les pommes de terre brutes en vrac).

Les animaux domestiques sont interdits.

Les critères microbiologiques doivent être respectés.

Le maintien de la chaîne du froid doit également être respecté.

Il est nécessaire de prélever des échantillons et de faire des analyses.

b. Les principes HACCP

Il est obligatoire d'avoir au moins une procédure fondée sur les principes HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point). Les principes HACCP sont les suivants :

- a) identifier tout danger (Cf Annexe I) qu'il y a lieu de prévenir, d'éliminer ou de ramener à un niveau acceptable ;
- b) identifier les points critiques aux niveaux desquels un contrôle est indispensable pour prévenir ou éliminer un danger ou pour le ramener à un niveau acceptable ;
- c) établir, aux points critiques de contrôle, les limites critiques qui différencient l'acceptabilité de l'inacceptabilité pour la prévention, l'élimination ou la réduction des dangers identifiés ;
- d) établir et appliquer des procédures de surveillance efficace des points critiques de contrôle ;

e) établir les actions correctives à mettre en œuvre lorsque la surveillance révèle qu'un point critique de contrôle n'est pas maîtrisé ;

f) établir des procédures exécutées périodiquement pour vérifier l'efficacité des mesures visées aux points a) à e) ; et

g) établir des documents et des dossiers en fonction de la nature et de la taille de l'entreprise pour prouver l'application effective des mesures visées aux points a) à f).

Il est apporté à cette procédure toutes les modifications nécessaires lorsqu'il y a une modification (produit, procédé, étape du procédé, etc.)

Plus d'information sur la méthodologie, sur le site : www.cnipt.fr / Doc à télécharger / Technique et Qualité.

c. Traçabilité

La traçabilité des produits est assurée à toutes les étapes (production, conditionnement, distribution) ; les fournisseurs et les clients doivent pouvoir être retrouvés pour chacun des produits (organisations et procédures doivent exister).

Les opérations de déconditionnement et de reconditionnement ne doivent pas constituer un risque de contamination pour les denrées alimentaires. La traçabilité doit être également garantie entre le produit reconditionné et le produit d'origine.

Un système d'alerte rapide doit être mis en place afin de prévenir s'il y a un risque pour la santé des consommateurs.

d. Conditionnement

Le consommateur ne doit pas être induit en erreur sur la nature de la denrée alimentaire de par sa présentation (forme, apparence, emballage, matériaux d'emballage, informations données, etc.).

Les matériaux de conditionnement ne doivent pas être une source de contamination.

Les opérations de conditionnement et d'emballage doivent être effectuées de façon à éviter la contamination des produits.

e. Responsabilités

L'exploitant doit veiller, à toutes les étapes de son activité, à ce que les denrées alimentaires soient propres à la consommation humaine et animale et conformes à la réglementation, y compris chez ses sous-traitants.

L'exploitant est responsable des produits qu'il met sur le marché.

Il est de sa responsabilité d'engager une procédure de retrait/rappel produit dans le cas où il n'est pas sûr de la sécurité de ses produits. Il informe les autorités compétentes (DDPP ou DDCSPP) et fournit toutes les informations nécessaires.

f. Produits importés/Produits exportés

Les produits importés dans la Communauté européenne doivent respecter la réglementation européenne, ou les prescriptions de l'éventuel accord spécifique existant entre la Communauté européenne et le pays exportateur.

Les produits exportés doivent respecter la réglementation européenne sauf si des règles différentes sont applicables dans le pays de destination ; dans ce cas ils doivent suivre ces dernières.

6. Déchets

La collecte des déchets et leur entreposage se fait de manière systématique et organisée.

Les équipements réservés aux déchets doivent :

- permettre le maintien des bonnes pratiques d'hygiène
- éviter les risques de contamination des denrées alimentaires
- éviter les risques de contamination de l'eau potable
- supprimer tout attrait pour les ravageurs

7. Contrôles et vérifications

Des contrôles doivent être menés afin de vérifier que les règles d'hygiène sont bien respectées.

La température d'entreposage fait partie des vérifications.

La nature et la périodicité des contrôles reposent sur le système d'analyse des risques et des points critiques pour leur maîtrise, soit le système HACCP (analyse des dangers produit).

Il doit également être possible de connaître la provenance et la destination immédiate des produits entreposés.

8. Liens utiles

- Autorité Européenne de Sécurité des Aliments : <http://www.efsa.europa.eu/fr>
- Liste des DDPP et des DDCSPP : <http://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Liste-des-directions-departementales-de-la-protect>

9. Références réglementaires complémentaires

- Décret 2009-1121 du 16 septembre 2009 portant application de l'article L. 214-1 du code de la consommation en ce qui concerne l'hygiène des produits et des denrées alimentaires autres que les produits d'origine animale et des denrées alimentaires en contenant ;
- Règlement (CE) n°2073-2005 relatif aux critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.

Annexe 1

Cette annexe reprend sous forme de synthèse les dangers et risques sanitaires concernant la pomme de terre destinée au marché du frais.

Sauf mentions particulières, toutes ces informations sont extraites du document de synthèse intitulé « Analyse de dangers et évaluation des risques sanitaires des productions de Grandes Cultures ». ARVALIS/CETIOM/ITB/UNIP, version intermédiaire de Septembre 2011 en cours de validation par la DGAI, dans lequel pourront être retrouvées les références bibliographiques citées dans le corps du texte de cette annexe I.

Dangers physiques

Les principaux corps étrangers sont :

- verre
- plastique
- particules métalliques
- cailloux
- débris végétaux et graines étrangères
- bois
- terre
- sable
- plumes

Peuvent s'ajouter à cette liste, généralement retenue, les hydrocarbures (huiles, lubrifiants et carburants) comme exemple de substances étrangères.

La présence de corps ou de substances étrangers peut générer des risques pour

- la sécurité du consommateur lors de l'ingestion (coupure par le verre,..) ;
- sa santé (transmission de germes, ...).

Les marchandises ne doivent pas constituer ou entraîner un risque de contamination, d'altération, de souillure ou de présence de corps étrangers.

Trois sources principales peuvent être définies :

- les matières premières lors de la récolte ;
- les matériels et équipements de récolte, de séchage, de transport, de conditionnement et de stockage ;
- la perte d'objets par le personnel.

Des phases de tri s'opèrent au niveau de la mise en stockage des pommes de terre permettent de trier la plupart des corps étrangers. Par ailleurs il existe des phases de lavage et de tri (manuel ou automatisé) pour les pommes de terre lavées, qui écartent les éventuels corps étrangers présents.

Quant aux hydrocarbures, le risque de présence paraît faible si les équipements sont dédiés, correctement nettoyés et/ou satisfont aux normes de l'agro-alimentaire.

Les rongeurs, oiseaux et animaux domestiques ne seront pas retenus en tant que risques directs mais indirectement comme vecteurs potentiels de germes. Ils sont potentiellement vecteurs de germes par leurs salives, poils ou plumes et par leurs déjections. Le danger est donc essentiellement microbiologique.

Quant aux insectes, ils ne constituent pas des risques sanitaires directs. Ils vont surtout avoir une incidence sur la dépréciation commerciale du lot.

Le danger représenté par les insectes sera retenu dans l'optique de rechercher une qualité marchande.

Dangers chimiques

Les éléments traces métalliques toxiques

Les éléments traces métalliques toxiques sans intérêt nutritionnel comportent notamment l'aluminium, le plomb, le cadmium, l'arsenic ou le mercure. Par simplification on parle souvent de « métaux lourds ».

Ces contaminants ne se dégradent pas et peuvent ainsi s'accumuler, suite à des transferts dans certains maillons de la chaîne, alimentaire tels que le sol et l'eau, les plantes et les animaux. Ils font l'objet de réglementations, de valeurs limites dans les aliments fixées par les organismes internationaux (Codex Alimentarius, FAO, OMS), d'indices toxicologiques pour l'homme et l'eau et d'avis des autorités sanitaires nationales (CSHPF).

Certains sols sont naturellement riches en éléments traces métalliques (fonds pédogéochimiques naturels). C'est le cas en particulier pour le **cadmium** (BAIZE et TERCE, 2002) et l'aluminium.

L'accumulation de métaux toxiques peut également résulter de l'épandage d'eaux usées provenant de stations d'épuration mal contrôlées ou d'eaux de lavage de minerais. Pour les boues urbaines cependant une réglementation française (décret n°97-1133 du 8 décembre 1997, complétée par l'arrêté du 8 janvier 1998), fixe des limites strictes pour les teneurs en métaux avec des valeurs seuils à ne pas dépasser dans les boues, mais également dans les sols récepteurs, ainsi que des flux seuils permettant d'éviter l'accumulation lors d'épandages répétés.

Une accumulation de cuivre et de zinc peut également se produire lors de l'épandage de lisiers provenant d'élevages de porcs utilisant ces éléments comme facteurs de croissance ou médicamenteux.

Les engrais chimiques peuvent être aussi des vecteurs d'ETM, notamment les engrais phosphatés pour le cadmium voire le chrome (ITCF *et al*, 2001).

La pollution liée à l'industrie métallurgique est essentiellement liée aux retombées atmosphériques et concerne de nombreux ETM (Cd, Pb, Zn, Cu, ...). Enfin les industries et les transports rejettent également des éléments traces dans l'air. Ainsi jusqu'à ces dernières années, le plomb provenait essentiellement des véhicules roulant à l'essence au plomb (facteur anti-détonnant aujourd'hui interdit).

Le transfert des ETM dans les plantes dépend d'abord de leur aptitude à être libérés dans l'eau du sol, ensuite de la faculté d'assimilation et de stockage de la plante, enfin des interactions entre le sol et la plante d'une part, entre les métaux eux-mêmes d'autre part.

En pomme de terre, le Règlement CE n° 1881/2006 de la commission du 18 décembre 2006 fixe une valeur maximale de 0,1 mg/kg pour le plomb sur produits pelés. Ce même règlement définit pour la pomme de terre le seuil de 0,1 mg/kg de cadmium sur produits pelés.

La pomme de terre absorbe relativement peu de métaux lourds. Par conséquent, les teneurs dans les tubercules sont en général très faibles par rapport aux valeurs admises (van LOON et MULLER, 1984). Des travaux récents menés par ARVALIS-Institut du végétal et l'ADEME l'ont confirmé (ARVALIS *et al*, 2003, voir tableau 8). Dans cette étude, seul le plomb a été considéré comme étant à surveiller. Un plan de surveillance conduit en 2004 par la DGCCRF a montré que les teneurs en Cd et Pb dans la pomme de terre n'excédaient jamais les seuils réglementaires (DGCCRF, 2004a). Plus récemment, dans le cadre d'un plan de surveillance conduit par le CNIPT et ARVALIS-Institut du végétal sur la récolte 2009, les résultats des analyses de 100 échantillons, prélevés sur le marché du frais pendant la phase de distribution, ne mettent pas en évidence de dépassement des limites réglementaires pour le plomb (100 % des résultats inférieurs à la Limite de quantification (0,02 mg/kg)). Par contre, le cadmium a été quantifié dans 95 % des échantillons analysés, et 2 % des

échantillons montrent un dépassement du seuil réglementaire actuel. Le dernier plan de surveillance conduit par la DGCCRF n'a pas montré la présence de métaux lourds dans les 15 échantillons de pommes de terre analysés (DGCCRF, 2010a).

Ces éléments seront pris en compte exclusivement au stade de la culture, les autres phases de récolte, transports, stockage et conditionnement n'étant pas susceptibles d'augmenter le niveau de contamination.

Les Composés Traces organiques ou CTO

Ce sont des composés d'origine naturelle ou artificielle qui regroupent un grand nombre de molécules classées par familles. Ces molécules sont liposolubles et leur lipophilie augmente avec le degré de chloration et la position des atomes de chlore.

Habituellement, seuls les HAP, les PCB et les dioxines font l'objet d'investigation et de réglementation.

Les principales sources d'HAP sont d'origine non agricole. La contamination par les dioxines et les PCB est majoritairement d'origine atmosphérique et non liée aux pratiques agricoles.

Généralement, le transfert des composés organiques des racines vers les pousses est négligeable du fait de la faible hydrosolubilité de ces composés d'une part et de la forte adsorption de beaucoup d'entre eux sur les particules ou la matière organique du sol d'autre part.

Le risque est faible dans les pommes de terre.

Les résidus phytopharmaceutiques

Sont appelés produits phytosanitaires ou produits phytopharmaceutiques ou encore produits de protection des cultures, les préparations utilisées pour lutter contre la présence ou le développement de ravageurs (insectes, nématodes, oiseaux ou mammifères), de maladies, ou le développement de mauvaises herbes, mais aussi pour intervenir sur les processus de croissance des végétaux cultivés. La définition officielle est donnée dans l'article L253-1 du code rural.

Le Règlement CE n°1107/2009, entré en vigueur depuis juin 2011, renforce les règles d'inscription des molécules au niveau européen et d'octroi des autorisations de mise en marché au niveau de chaque état membre.

Le Règlement CE n°396/2005, entré en vigueur depuis le 1^{er} septembre 2008, fixe les Limites Maximales de Résidus autorisées de résidus qui peuvent se retrouver dans les produits d'origine animale ou végétale destinés à la consommation humaine ou animale.

(Plus d'info sur : http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm)

L'analyse des conditions de transferts des produits phytosanitaires dans les produits agricoles et des résultats des plans de surveillance confirme la faible présence de résidus dans les produits agricoles issus des grandes cultures et pour les produits appliqués en végétation. Les traitements phytosanitaires ne laissent pas de résidus supérieurs aux limites maximales de résidus (LMR) réglementaires lorsque les bonnes pratiques agricoles et de stockage (cas du CIPC) sont respectées. Les détections restent rares et les dépassements de LMR l'exception. De plus la LMR représente un seuil réglementaire et non un seuil toxicologique.

Les résidus détergents désinfectants

Les produits détergents et désinfectants ont pour but de diminuer la teneur en microorganismes pathogènes dans les locaux de stockage ou d'entreposage des produits agricoles mais aussi sur les équipements de manutention. Pour être efficace, toute désinfection doit être précédée d'un nettoyage soigné des matériels et locaux pour éliminer les particules présentes.

Les tubercules de pommes de terre peuvent se trouver en contact de traces de produits utilisés en désinfection lors de la phase de stockage ou de conditionnement.

Selon le cas (lieu d'utilisation, organisme cible,...), les produits utilisés relèvent soit de la directive « phytosanitaire » (Directive 91/414/CE), soit de la directive « biocide » (Directive 98/8/CE). (Plus d'info sur : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/ecologie/pdf/Frontiere_Phyto-Biocides_v280409.pdf)

La clé principale de distinction est l'organisme nuisible visé et l'objectif de traitement. Les produits phytopharmaceutiques cherchent à protéger les plantes ou produits végétaux alors que les produits biocides relèvent plus de l'hygiène pour protéger l'homme et les animaux.

Ainsi par exemple, pour des tubercules destinés à la consommation humaine, il convient de noter que les matériels de transformation et locaux d'entreposage des produits transformés devront utiliser des désinfectants biocides et non pas des désinfectants phytosanitaires. Par contre, pour des produits bruts, non conditionnés, la catégorie phytosanitaire pourra être employée. Les produits phytosanitaires utilisables en France sont listés sur le site e-phy du MAAP (<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>) qui précise notamment le type d'usage reconnu pour la désinfection.

Le risque sera retenu sur pomme de terre au stade du stockage. En pratique, pour éviter tout risque de résidus, il est indispensable de faire en sorte que l'application du produit :

- respecte scrupuleusement les recommandations faites par le fournisseur ;
- respecte les usages autorisés (type de surfaces à désinfecter : local, pallox...) ;
- respecte les doses homologuées ;
- se fasse suffisamment tôt avant le remplissage du bâtiment, a fortiori lorsque les surfaces en contact avec le produit seront importantes ; à titre comparatif la surface de tubercules en contact avec une paroi est six fois plus importante pour un stockage en caisses (plus de 5 m² par tonne) que pour un stockage vrac (moins de 1 m² par tonne) ;
- soit suivie d'une bonne aération des parois traitées après le temps de fermeture du bâtiment nécessaire à la bonne efficacité du produit ; de façon à évacuer au mieux les reliquats de matières actives avant la rentrée des tubercules, surtout si les parois sont poreuses et absorbantes (bois).

Ainsi dans le cas de la désinfection des pallox (identifiés comme matériel de stockage), il est vivement conseillé de réaliser la désinfection au moins deux mois avant leur remplissage avec la nouvelle récolte. Dans le cas où celle-ci est réalisée simultanément avec la désinfection du local de stockage par thermonébulisation ou fumigation, il convient de les sortir de la chambre froide et de les placer à l'air libre durant plusieurs semaines avant leur remplissage¹.

¹ MARTIN M, 2011, Désinfection des locaux : attention aux pratiques ! Pomme de Terre Hebdo n°972 -28 mai 2011

Les nitrates

Les différentes formes de l'azote dans le sol sont :

- Ion ammonium (NH_4^+) ou azote ammoniacal
- Ion nitrite (NO_2^-) ou azote nitreux
- Ion nitrate (NO_3^-) ou azote nitrique. C'est cette forme qui est absorbée par la plante.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène Public de France fixe pour la pomme de terre une valeur guide à 100 mg/kg et une Limite Maximale Admissible à 350 mg/kg.

La norme AFNOR NF V25- 111 «Pomme de terre. Bonnes pratiques de production de la pomme de terre de conservation destinée au marché du frais, compatibles avec les objectifs de l'agriculture raisonnée » fixe, dans le cadre de cette démarche, que la teneur des tubercules entiers, lavés et non pelés doit être inférieure ou égale à 200 mg/kg. Cette valeur seuil recommandée est considérée comme un indicateur de bonnes pratiques en termes de pilotage de la fertilisation raisonnée, donc répondant avant tout à un objectif environnemental. Il n'existe pas de valeur fixée par la réglementation en lien avec la qualité sanitaire du produit. Par ailleurs, le pelage permet d'éliminer, en moyenne, 20 à 25 % des nitrates présents dans le tubercule entier (de 10 % pour les gros calibres à plus de 30 % pour les plus petits). Les nitrates sont, par ailleurs, extrêmement solubles dans l'eau. La perte est donc particulièrement importante dans les procédés incluant une cuisson ou un blanchiment à l'eau après pelage et découpage.

Les acrylamides

L'acrylamide se forme lorsque certains aliments, particulièrement ceux issus des plantes qui sont riches en hydrates de carbone et faibles en protéines, sont « cuisinés » à haute température en friture, au four ou rôtis, généralement à des températures supérieures à 120 ° C.

La teneur en sucres réducteurs dans les pommes de terre apparaît comme déterminante dans la formation d'acrylamide. Le « sucrage » des pommes de terre pendant la conservation est principalement contrôlé par deux mécanismes distincts :

- Le « sucrage à basses températures », phénomène rapide se développant dès que la température est inférieure à 8-10°C. Une partie des sucres accumulés peut toutefois être éliminé par réchauffement du tubercule (reconditionnement),
- Le « sucrage de sénescence » qui se développe après plusieurs mois de stockage et d'autant plus tôt que la température de conservation est élevée (GRAVOUEILLE, 2004a).

Pour limiter le développement de maladies (gale, dartrose) qui nuisent à la qualité de présentation ainsi que pour limiter la germination les températures de stockage sont relativement basses (inférieures à 6° C). Le risque d'exposition à l'acrylamide paraît alors plus important pour le consommateur de produits frits à la maison. C'est pourquoi Swisscofel en Suisse, pour la confection de rôtis et de frites, impose des variétés spécifiques et des températures de conservation comprises entre 7 et 9° C. En France, le CNIPT, dans le cadre de la segmentation culinaire, a défini des critères techniques de caractère des tubercules pour chaque usage. Pour les frites, par exemple la teneur maximale en glucose dans le jus doit être inférieure ou égale à 0,4 % (GRAVOUEILLE, 2006).

C'est pourquoi, la sélection de variétés avec un faible taux en sucres réducteurs, et le stockage à des températures moyennes (pas en dessous de 8-10°C en raison de l'augmentation du taux de sucre à basse température) peut être une solution de réduction.

Les glycoalcaloïdes

Les glycoalcaloïdes sont présents naturellement dans la pomme de terre.

La teneur en glycoalcaloïdes dépend de la variété mais également de différents facteurs environnementaux. Certaines techniques culturales, en particulier celles qui interfèrent sur la maturité (fumure azotée excessive, défanage précoce) et surtout les endommagements, peuvent conduire à une teneur plus élevée que la normale. La principale cause d'augmentation du taux de glycoalcaloïdes après la récolte demeure toutefois la photo induction. La lumière stimule la synthèse d'alcaloïdes (solanine et chaconine) et de chlorophylle. Le verdissement révèle souvent la présence anormale d'alcaloïdes (GRAVOUEILLE, 2004b). Les alcaloïdes se forment plutôt dans le bleu et les ultras violets, si bien qu'en lumière artificielle avec certaines sources telles que les lampes à iode ou à vapeurs de mercure, les tubercules peuvent avoir une saveur détériorée (indicatrice d'un taux élevé de glycoalcaloïdes) sans présenter de verdissement marqué. C'est la raison pour laquelle les pommes de terre doivent être stockées à l'obscurité totale et protégées au maximum de la lumière pendant la phase de mise en marché.

Les glycoalcaloïdes de la pomme de terre doivent leur toxicité à leurs propriétés lytiques et anticholinestérasiques.

En quantité trop importante, ils sont la cause de deux inconvénients majeurs :

- la détérioration de la saveur : au-delà de 100 mg/kg de partie comestible, ils donnent un faux goût aux tubercules ; au-delà de 250mg/kg, ils provoquent une amertume et une sensation de brûlure dans la bouche (SINDEN et al, 1976) ;
- un risque d'intoxication se traduisant par des douleurs gastro-intestinales accompagnées de vomissements et de diarrhées à partir de 200 mg/kg de matière fraîche (limite de sécurité couramment admise).

Les intoxications graves aux glycoalcaloïdes de la pomme de terre sont exceptionnelles mais existent néanmoins. D'ordinaire, la pomme de terre cultivée sous nos latitudes renferme de faibles quantités de glycoalcaloïdes. Dans certains cas cependant, sa teneur peut fortement augmenter et atteindre des valeurs la rendant impropre à la consommation.

Ils sont peu solubles dans l'eau et ne sont détruits ni par la cuisson à l'eau, au four ou micro-onde, ni par la friture (GRAVOUEILLE et POUPARD-CARON, 1997).

A l'heure actuelle, la législation européenne n'a pas fixé de concentration maximale tolérable en glycoalcaloïdes pour les tubercules de pomme de terre destinés à la consommation humaine.

Le verdissement est un assez bon indicateur de présence. L'arrêté du 3 mars 1997 relatif au commerce de la pomme de terre de conservation et de la pomme de terre primeur indique que les tubercules commercialisés ne doivent pas présenter de verdissement. En la matière la tolérance retenue est de 2% en poids de tubercules avec verdissement.

La limitation des hauteurs de chute en station de conditionnement et le respect de l'arrêté de commercialisation doivent donc permettre de limiter l'apparition de ce danger.

Dangers biologiques

Les principales attaques en cours de stockage sont le fait de bactéries qui sont à l'origine de la pourriture des tubercules, cause essentielle des pertes. Les blessures favorisent ces attaques. Les pommes de terre peuvent être, dès le champ, porteuses de bactéries (*Pseudomonas solanaccarum*) et pourront, une fois récoltées, constituer des foyers d'infestation pour les lots stockés ; mais cette bactérie n'est pas un pathogène de l'homme.

Sur pomme de terre, la plupart des moisissures présentes, tout comme les éventuelles levures appartiennent à la *flore d'altération*, sans caractère toxique pour l'homme. Cette flore conduit le plus souvent à une altération telle du produit qu'il n'est pas consommable.

Les analyses microbiologiques réalisées sur des échantillons issus de deux lignes de production, retenues dans le cadre d'une étude sur les produits micro-ondables, ont permis de constater que la contamination microbienne naturellement présente en surface des tubercules était assez élevée (10^6 à 10^7 UFC/g). Par ailleurs il a été constaté qu'elle n'évoluait pas significativement durant leur conservation dans l'emballage destiné à la cuisson finale par le consommateur (stockage jusqu'à 30 jours à température ambiante). L'évolution des flores pathogènes durant la conservation a aussi été examinée. L'utilisation de bactéries cibles a permis de constater que la population des micro-organismes présents en surface des pommes de terre saines restait stable dans le temps, avec même une légère diminution à la fin de la durée de conservation.

La pomme de terre n'est pas réputée provoquer des infections microbiennes. Sa consommation exclusivement à l'état cuit réduit considérablement la présence des micro-organismes. Il n'en demeure pas moins qu'il reste nécessaire de respecter scrupuleusement les bonnes pratiques d'hygiène lors de la fabrication afin de maintenir le niveau de contamination microbienne le plus faible possible.