

Lundi 07 juillet 2003 - Après-midi

BIO-SCOPE



**Origine et impact des risques  
biologiques, physiques et chimiques**

*Babacar SAMB*  
BIO-SCOPE

*Bruno SCHIFFERS*  
FUSAGx

## 1. Introduction

La préservation de la santé des consommateurs est devenue une préoccupation majeure en ce début de nouveau millénaire marqué par le poids de la société civile en général et des ligues de consommateurs en particulier. Les exigences en termes de **qualité sanitaire** et de **traçabilité**, qui figurent non seulement dans des réglementations toujours plus strictes mais aussi dans des référentiels de qualité ou des cahiers de charge imposés aux producteurs, traduisent la volonté des consommateurs européens de savoir **où, comment et quand** les aliments qu'ils ont dans leur assiette ont été produits. Les grandes enseignes de distribution européennes (80% en moyenne des ventes de fruits et légumes frais) adoptent des stratégies de communication visant à rassurer leur clientèle aux plans de la santé et du sérieux de leur approvisionnement. Ils exigent de leurs fournisseurs toutes garanties de traçabilité et de conformité sanitaire des fruits et légumes frais ; leurs exigences commerciales peuvent d'ailleurs aller *au-delà de ce qui est prescrit* par la loi, tant leur souci d'offrir l'image la plus fiable possible au consommateur est étroitement lié à la conquête de parts de marché convoitées !

Si la qualité et la sécurité (phyto)sanitaire des aliments sont des préoccupations importantes pour les autorités des états membres de l'UE et des grands distributeurs européens, les interrogations relatives à la maîtrise chez les producteurs ACP de fruits et légumes des techniques de production et de conditionnement - ce qui touche à l'hygiène et à l'utilisation des pesticides- sont d'une acuité particulière. Cette inquiétude est légitime, de mauvaises conditions de travail pouvant altérer la qualité sanitaire des fruits et légumes. Elles auront des répercussions économiques (conservation médiocre, perte de qualité, non conformité) mais surtout elles sont la source de graves dangers potentiels pour la santé du consommateur.



Les chefs d'entreprises, aussi bien du secteur de la production européenne que de l'importation voient *leur responsabilité directement engagée*. S'ils ne peuvent prouver qu'ils ont pris *toutes les précautions possibles* pour éviter la contamination des fruits et légumes vendus au consommateur, les contrevenants à la réglementation UE sont frappés de lourdes sanctions (jusqu'à 2 ans de prison, et près de 40.000 euros d'amende par lot). Une *analyse des risques*, à toutes les étapes de la production et du conditionnement, est donc indispensable et préalable à toute action préventive.

En plus des risques chimiques (résidus de produits phytosanitaires, présence d'éléments traces métalliques ou d'autres polluants), qui pourront être gérés dans le cadre des Bonnes Pratiques Agricoles et des Bonnes Pratiques Phytosanitaires, la production primaire est sujette à des risques d'origine biologique et physique. Dans les pays ACP, où les fruits et légumes sont produits dans des conditions particulières eu égard aux ressources humaines et matérielles disponibles, les risques biologiques et physiques, qui peuvent provenir de différentes étapes du processus de production, sont souvent ignorés ou mal estimés.

Le but de cette présentation est d'identifier et de présenter les *risques potentiels* auxquels les chefs de production et les responsables « Assurance Qualité » des entreprises sont confrontés au quotidien.

## 2. Quelques définitions utiles

**Production primaire** : ensemble des étapes de la culture et de la récolte des fruits et légumes frais, comme l'ensemencement, la plantation, la taille, l'irrigation et l'application d'engrais et de produits chimiques agricoles (ex : pesticides et régulateurs de croissance).

**Culture** : toute activité ou pratique agricole visant à maintenir ou améliorer les conditions permettant la croissance des plantes légumières ou fruitières au champ.

**Fruits et légumes frais** : produits frais de la terre vendus au consommateur tels quels ou après un traitement minimal (ex : tri, nettoyage, lavage). Ces produits peuvent être intacts (haricot verts, tomates, mangues, ananas) ou coupés au moment de la récolte (chou-fleur).

**Eau potable** : eau respectant les normes de qualité de l'eau de boisson décrites dans les Directives de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS (ex : concentrations en microorganismes, en polluants organiques ou autres - tels que les nitrates - définies légalement).

**Eau propre** : eau qui ne compromet pas la sécurité sanitaire des aliments selon l'usage prévu.

**Fumiers** : excréments d'animaux qui peuvent avoir été mélangés à de la litière ou à d'autres matériels.



**Micro-organismes** : comprennent les levures, les moisissures, les bactéries, les virus et les parasites., ou tout autre être vivant non observable à l'œil nu. Le terme « microbes » pourra être utilisé.

**Nuisibles** : ou ravageurs, tout animal ou tout insecte provoquant un préjudice inacceptable à la culture ou au produit récolté, et susceptible de contaminer les denrées alimentaires avec des germes pathogènes et posant ainsi un risque pour la santé publique : cafards, rongeurs, ...

**Contamination** : introduction ou présence d'un contaminant dans un aliment ou dans un environnement alimentaire.

**Pathogène** : micro-organisme susceptible de provoquer une lésion ou une maladie.

**Produit phytosanitaire** : ou « pesticide », produit appliqué généralement directement sur la culture, pendant la saison de production, pour prévenir ou arrêter son infestation par des champignons (maladies des plantes) ou des insectes (ravageurs), ou pour éliminer des plantes concurrentes (plantes adventices). Certains produits sont appliqués au niveau du sol ou des semences, mais aussi parfois en post-récolte.

**Mesure de contrôle** : toute mesure permettant de prévenir, de limiter ou d'éliminer un risque identifié.

**Salubrité des aliments** : assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur.

**Résidu** : ce qui reste du produit phytosanitaire, plus éventuellement ses produits de dégradation et de métabolisation, au moment de la récolte sur et/ou dans le produit récolté. La concentration de ce(s) résidu(s) doit être inférieure ou égale à une valeur maximale fixée réglementairement (la L.M.R) pour que le produit soit jugé conforme et commercialisable.

**Risque** : probabilité d'un danger

**Risque chimique** : risque représenté par les intrants chimiques, les produits de nettoyage, les contaminants de l'environnement, la pollution de l'eau ou de l'air (ex : les métaux lourds, les polluants organiques, etc.).

**Risque biologique/microbiologique** : risque représenté par les micro-organismes (bactéries et champignons) ou par les contaminants issus de leur métabolisme (ex : mycotoxines).

**Risque physique** : risque représenté par les corps étrangers, sable, bois, fer, ...

**Cause** : une pratique, un facteur ou une situation responsable de l'introduction d'un danger ou de l'aggravation de celui-ci jusqu'à un niveau inacceptable.

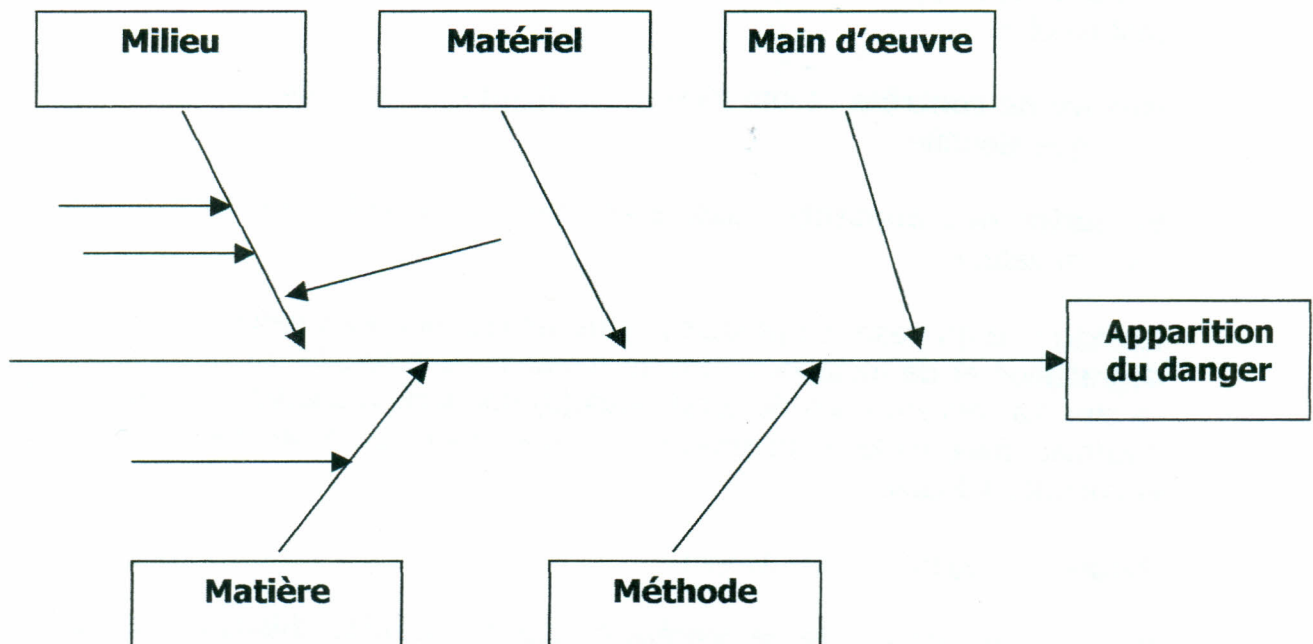
### 3. Origine et impact des risques biologiques et physiques

Les dangers biologiques et physiques peuvent trouver leur origine à tous les niveaux, des champs à la station ou à l'entreposage, ... Il est alors nécessaire d'identifier et d'**analyser les causes possibles** d'apparition de ces dangers. Pour ce faire, on peut utiliser la méthode dite des « 5 M » ou utiliser le « *Diagramme en arêtes de poisson* » d'Hishikawa.

Les dangers peuvent être liés à cinq (5) facteurs :

- le **Milieu** : l'environnement (exploitation ou station)
- le **Matériel** : les équipements et infrastructures utilisés
- la **Main d'œuvre** : le personnel employé
- la **Matière** : le type de produits ou de culture (haricot vert, tomate, ...)
- la **Méthode** : la manière, le procédé ou processus utilisé pour cultiver, récolter, trier, calibrer, conditionner, etc.

Le « *Diagramme en arêtes de poisson* » d'Hishikawa :



#### 3.1. Les risques biologiques

Les risques biologiques sont liés à la contamination des aliments par des micro-organismes pathogènes, qui peuvent être des virus, des bactéries ou des champignons, ou par le produit de leur métabolisme (ex : mycotoxines). Ils sont à l'origine de la plupart des cas d'intoxication alimentaire liés à la consommation de fruits et légumes frais ou légèrement préparés. Leur occurrence est liée à un manque d'hygiène et de salubrité. Les **matières fécales** en sont le principal vecteur. Une



contamination biologique peut se produire à n'importe quel point de la chaîne de production : récolte, stockage, tri, calibrage, emballage, transport, ...

➤ **Les virus alimentaires**

Les virus souvent identifiés sur les feuilles ou les fruits et légumes à partir des symptômes induits ou des pertes de rendement, ne sont pas dangereux pour le consommateur. Par contre, il existe des espèces qui sont très toxiques pour l'homme car elles peuvent provoquer des accidents digestifs ou hépatiques graves (le virus de l'hépatite A, les Rotavirus...). Ces virus bien connus comme polluants des crustacés ou autres produits aquatiques, sont transportés par l'eau. La maîtrise de la qualité de l'eau d'irrigation et de lavage des fruits et légumes est donc essentielle pour la réduction de ce type de risque.

➤ **Les bactéries contaminantes (les microbes)**

Les bactéries sont le plus grand risque alimentaire de nature biologique. Elles sont le plus souvent à l'origine des accidents alimentaires. Des bactéries alimentaires pathogènes pour l'homme sont régulièrement détectées dans des analyses de routine sur des produits apparemment sains.

Plusieurs de ces bactéries peuvent croître aux températures de conservation des fruits et légumes (de 4° à 8°C). Dans des conditions optimales de température et d'humidité, certaines espèces peuvent enregistrer un doublement de population et atteindre un seuil dangereux dans un délai très court (moins de douze heures environ).

Parmi les bactéries les plus virulentes, on peut citer :

- Les bactéries du genre *Salmonella* : certaines souches peuvent se développer très rapidement dans des légumes fraîchement coupés.
- Le genre bactérien *Shigella* : elle comprend plusieurs espèces, toutes pathogènes pour l'homme. Ses principaux dégâts induits sont intestinaux et sont plus ou moins graves selon l'âge et l'état de santé de la personne contaminée. Cette bactérie provient généralement des eaux d'irrigation ou de lavage.
- Les *Escherichia coli* : elles sont la cause courante de diarrhées ou de symptômes très graves. Leur présence est souvent liée à une hygiène déficiente. Cette bactérie peut se développer dans les légumes à une température d'environ 12°C.
- La bactérie *Listeria monocytogenes* est largement répandue dans l'environnement et sur les végétaux. Cette bactérie, qui est à l'origine



d'accidents récents dans l'agroalimentaire, peut croître aux températures de conservation des légumes (de 4° à 6°C).

### ➤ **Les champignons**

Les risques liés aux champignons sont beaucoup moins importants dans le cas des légumes. Ils sont engendrés par les mycotoxines qui sont des substances toxiques. Contrairement au secteur des fruits, ce risque est négligeable dans le cas des légumes car la présence de moisissures peut être facilement détectée et les légumes contaminés peuvent être triés.

## **3.2. Les risques physiques**

L'impact des risques physiques peut être considéré sous deux angles :

- 1) par rapport à la **qualité sanitaire** des fruits et légumes,
- 2) par rapport à la **sécurité du personnel**.

### **3.2.1. Qualité sanitaire des fruits et légumes**

La qualité sanitaire des fruits et légumes peut être altérée par la présence de (fragments) de mauvaises herbes, de sable ou de métal. L'ampleur et la gravité du danger dépendent de la denrée, de la nature du corps étranger, de son origine, et enfin de l'état sanitaire du consommateur.

En effet, l'impact d'un corps étranger peut être plus ou moins grave selon que la denrée est consommée par un enfant ou un adulte, une personne en bonne santé ou un malade, etc. La *toxicité intrinsèque* du corps étranger entre également en ligne de compte.

La tolérance des dangers physiques dans les denrées alimentaires est souvent réglementée en fonction des secteurs d'activités et des produits.

### **3.2.2. Sécurité du personnel**

L'intensification et la modernisation de l'agriculture font que la production des fruits et légumes est de plus en plus motorisée (tracteurs, calibreuse, etc.).

Si les spécifications techniques en terme d'utilisation, de maintenance, d'hygiène et de salubrité ne sont pas suffisamment maîtrisées, les machines peuvent être une source potentielle de contamination directe ou indirecte.

De plus, des défaillances techniques peuvent donner lieu à des accidents plus ou moins graves et porter atteinte à la sécurité des travailleurs.



## **4. Contrôle des risques biologiques et physiques**

L'apparition des dangers d'origine biologique et physique sur les fruits et légumes frais est souvent la résultante de la non application des Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) et/ou de Fabrication (BPF).

Les BPH/BPF sont constituées de principes fondamentaux qui s'ils sont appliqués permettent d'identifier les principaux problèmes biologiques et physiques préoccupants pour la santé humaine.

Les BPH/ BPF se réfèrent généralement à :

- la qualité microbiologique des matières utilisées,
- la conception, la construction, l'aménagement et l'utilisation appropriée des locaux : aires de stockage ou de conditionnement, vestiaires, alimentation en eau potable,...
- la conception, la construction, et l'utilisation appropriée du matériel,
- La maintenance, le nettoyage et la désinfection appropriée des locaux et du matériel,
- la conduite des opérations de préparation, de stockage, de manutention, ...
- la formation du personnel.

### **4.1. Cas des risques biologiques**

#### **4.1.1. Importance de l'hygiène du personnel**

En matière de contamination microbienne les mesures préventives sont préférables aux mesures correctives.

Pour combattre les risques de contamination microbienne, l'hygiène et la propreté corporelle du personnel sont des facteurs déterminants. A ce propos, les dispositions sanitaires applicables à toute personne travaillant dans le secteur alimentaire doivent également être appliquées aux travailleurs du secteur primaire.

S'ils ne connaissent pas les règles d'hygiène indispensables, les employés peuvent involontairement contaminer les fruits et légumes frais (contamination directe), les ressources en eau, le matériel utilisé ou les autres travailleurs, et propager ainsi des micro-organismes pathogènes.

La plus grande part des cas d'intoxication alimentaire d'origine biologique est due à une contamination par des matières fécales. La priorité devrait donc être accordée aux pratiques réduisant au minimum le risque de contact direct ou indirect entre ces matières et les produits frais.



Des installations sanitaires (toilettes) doivent être disponibles et correctement aménagées pour éviter la contamination des sites de production, des intrants agricoles et des fruits et légumes.

Le travailleur agricole qui entre en contact direct avec les fruits et légumes frais doit être faire preuve d'une bonne **propreté corporelle** et porter des vêtements propres.

Il doit particulièrement prendre soin de ses mains :

- ✓ Se laver proprement avant de commencer à travailler, après tout passage aux toilettes, après s'être mouché, ...
- ✓ Ne pas porter de bagues, de bijoux ou de bracelets, ...
- ✓ Avoir des ongles propres,
- ✓ ...

#### **4.1.2. L'état de santé du personnel**

Les personnes que l'on sait ou croit être porteuses d'une maladie ou affection ne doivent pas être autorisées à pénétrer dans une aire de manutention des produits. Toute personne se trouvant dans cette situation doit immédiatement informer la direction de la maladie ou des symptômes.

Il faut mettre en place un programme de formation pour familiariser le personnel avec les symptômes typiques des maladies infectieuses.

Les employés atteints de troubles de santé accompagnés de diarrhée ou de lésions ouvertes (lésions cutanées ou plaies infectées) constituent des **vecteurs de risques**. La personne ayant des coupures ou des blessures, doit se protéger de manière à éviter tout contact direct avec les produits. Une lésion purulente ou une plaie infectée peut au contact des fruits et légumes frais, ou des matériels utilisés pour leur récolte, leur tri ou leur conditionnement.

#### *Quelques symptômes typiques de maladies infectieuses*

1. Virus de l'hépatite A	Fièvre, jaunisse
2. <i>Salmonella typhi</i>	Fièvre
3. Souches de <i>Shigella</i>	Diarrhée, fièvre, vomissement
4. Virus de Norwalk et apparentés	Diarrhée, fièvre, vomissement
5. <i>Staphylococcus aureus</i>	Diarrhée, vomissement
6. <i>Streptococcus pyogenes</i>	Fièvre, angine avec fièvre



### **4.1.3. Comportement personnel**

Le travailleur agricole doit éviter les comportements qui peuvent entraîner une contamination des fruits et légumes, par exemple, fumer, cracher, manger, éternuer directement ou à proximité des produits non couverts. Les effets personnels tels que bijoux, montres ou autres objets ne doivent pas être portés dans les zones de production, surtout en station.

### **4.1.4. Hygiène et salubrité des lieux**

Les sources potentielles de contamination doivent être identifiées et contrôlées. Il ne faut installer une culture que sur une terre dont l'historique permet de montrer l'absence de risque. Si l'examen laisse croire l'existence de dangers à des niveaux susceptibles de compromettre la salubrité des produits, il est conseillé au producteur de changer de sol. Il faut veiller à la propreté des zones de culture, au niveau des aires de stockage des récoltes et de la station de conditionnement.

Les locaux et les bâtiments doivent être aménagés de manière à éviter la contamination des produits et ne pas héberger de ravageurs (insectes, rongeurs, oiseaux, etc.).

### **4.1.5. Collecte et élimination déchets**

Il faut disposer d'infrastructures et de matériel appropriés, pour la collecte et l'élimination des déchets.

Les contenants destinés aux déchets ou aux substances non comestibles ou dangereuses doivent spécialement être distingués, le cas échéant faits de matériaux imperméables.

Les déchets ne doivent pas s'accumuler dans les aires de manutention et d'entreposage des fruits et légumes frais ou dans l'environnement adjacent.

Un espace convenable doit être réservé à l'entreposage et à l'élimination des déchets.

S'il y'a lieu, ces contenants doivent être fermés à clefs de façon à prévenir une contamination délibérée ou accidentelle.

### **4.1.6. Nettoyage des lieux**

Les lieux de stockage des récoltes et la station de conditionnement doivent être aménagés de manière à faciliter le nettoyage et l'entretien.



Tous les restes de fruits et légumes pouvant attirer les nuisibles doivent être éliminés en fin de journée. Il faut supprimer les endroits où les nuisibles peuvent se cacher et mettre en place un plan de contrôle des nuisibles.

#### **4.1.7. Importance des conditions de traitement et d'entreposage**

Le développement, la survie ou la reproduction de micro-organismes pathogènes ou responsables d'altération des fruits et légumes frais, est lié à deux principaux facteurs:

- la propreté des équipements et installations,
- les conditions de stockage (température et humidité).

#### **4.1.8. Propreté et salubrité des installations (équipements et accessoires)**

Les équipements et accessoires utilisés au champ et en station peuvent au contact des produits propager des germes pathogènes. Les installations doivent être maintenues en permanence dans un état de propreté et de salubrité optimale.

**Il faut mettre un accent particulier sur le choix d'installations et d'équipements faciles à nettoyer et à entretenir.**

Les récipients et accessoires utilisés pour les cultures et les récoltes doivent être régulièrement nettoyés : cageots, caisses, bacs, seaux, sécateurs, etc.

Au moment des récoltes, il faut faire attention à ne pas contaminer les contenants ou les cageots en les exposant au sol, aux fumiers, ou aux excréments d'animaux ou d'humains.

En station, les installations de tri, de calibrage ou d'emballage des fruits et légumes, doivent être nettoyés et entretenus. Les spécifications techniques du fabricant peuvent servir de base pour établir les procédures de nettoyage et de maintenance. Le mode d'utilisation peut contribuer à réduire ou à accroître les risques de contamination.

Les installations, équipements et accessoires qui ne répondent plus aux critères d'hygiène doivent être remplacés.

**Les procédures de nettoyage doivent comprendre l'élimination des débris à la surface des équipements, l'application d'une solution détergente et le rinçage à l'eau.**



La maîtrise de la qualité de l'eau est tout aussi fondamentale. L'eau utilisée pour le lavage des fruits et légumes surtout en dernier lieu avant l'emballage, doit être potable.

En cas de réutilisation, la qualité de l'eau doit être contrôlée pour s'assurer de l'absence de germes pathogènes qui peuvent se propager.

Les systèmes de lavage utilisés dans la chaîne de conditionnement doivent être conçus de manière à ce qu'il ait le moins possible d'endroits où le produit et la saleté peuvent se loger.

L'utilisation de désinfectants ne doit être envisagée qu'en cas de nécessité absolue.

Les désinfectants peuvent être à l'origine de contamination croisée (chimique). Ils doivent être utilisés à une concentration qui permet d'obtenir un nettoyage efficace, sans laisser de résidus dépassant les limites maximales recommandées par la Commission du Codex Alimentarius. Les **produits de nettoyage** (désinfectants et détergents) **doivent être identifiés** et les fiches techniques et de données de sécurité, conservées.

En cas d'utilisation de produits chimiques pour des traitements post récolte (paraffine, ...), il faudrait tenir compte des instructions du fabricant et se conformer aux normes générales sur les additifs alimentaires.

#### **4.1.9. Manutention, entreposage et transport**

La manutention, l'entreposage et le transport ont un impact considérable sur la qualité des denrées alimentaires. Les fruits et légumes doivent être manutentionnés de manière très délicate afin de pas occasionner des blessures qui peuvent favoriser la pénétration dans la pulpe d'agents pathogènes.

Les installations d'entreposage et de transport doivent être conçues de façon à réduire au minimum les dommages sur les fruits et légumes.

Le non respect des conditions de température et d'hygrométrie, peut entraîner l'altération des produits et favoriser le développement de micro-organismes pathogènes. **Le respect du maintien de la chaîne de froid est essentiel !**

Il convient pour la stabilité des propriétés physiologiques et organoleptiques de chaque produit, de connaître les conditions optimales de température et de d'hygrométrie. S'il y'a lieu, le transport et la conservation des fruits et légumes doivent être faits à basse température (exemple : haricot vert, tomate, etc.).



Les véhicules frigorifiques et les chambres froides, doivent être équipés de dispositifs de réglage et de contrôle de température. Au chargement, il faudra veiller à ce que les produits soient empilés de façon à permettre une bonne circulation de l'air réfrigéré.

Au cours de l'entreposage ou du transport, l'eau de condensation ou de dégel ne doit pas dégoutter sur les denrées.

Les véhicules et enceintes réfrigérées doivent être maintenues propres et salubres.

Les produits impropres à la consommation doivent être mis à l'écart.

#### **4.2. Cas des risques physiques**

Même s'ils semblent poser moins de problèmes que les risques chimiques et biologiques, les risques physiques peuvent engendrer des dangers pour la qualité sanitaire des fruits et légumes.

Une attention particulière doit être accordée aux opérations de récolte, de transport et d'entreposage.

Les travailleurs agricoles doivent veiller à ne pas récolter des espèces végétales autres que les fruits et légumes.

Il faudra éliminer les mauvaises herbes, les feuilles mortes, cailloux, insectes, et autres corps étrangers, notamment, au moment du tri, du calibrage et du lavage. Il faut enlever la terre présente sur les fruits et légumes frais avant de les entreposer ou de les transporter.

Les cageots, récipients, containers et autres accessoires utilisés doivent être de nature à réduire au minimum les possibilités de dommages physiques. Ils doivent être fabriqués avec des matériaux choisis de manière adéquate pour réduire les probabilités de contamination par le biais des matières physiques : débris de verre, métal, bois, etc.

Il faudra établir un programme de surveillance et de contrôle des corps étrangers susceptibles d'être détectés.

L'utilisation d'une check-list est souvent très efficace.



Il faudra veiller à bien conserver les effets personnels qui peuvent s'introduire dans l'emballage des denrées : bijoux, montres, cure dents, etc.

Les **engins motorisés** utilisés au champ sont également sources de dangers.

Il faudra établir un programme de maintenance et d'entretien des machines en se référant aux instructions des fabricants : graissage, vidange, changement de pièces, etc. En cas de fuite ou de déversement accidentel, l'huile des moteurs ou le carburant constituent un risque de contamination chimique des cultures. En effet, il faut vérifier les fuites et les réparer.

Si les vidanges sont effectuées au champ ou en station, il faudra prendre toutes les dispositions pour qu'elles soient faites dans une aire suffisamment éloignée des zones de culture ou de stockage des récoltes.

Les voies de circulation doivent être suffisamment larges pour que le matériel roulant puisse circuler sans difficulté : tracteurs, véhicules d'évacuation des récoltes, etc. La mise en place de plans d'accès balisés peut être une disposition importante, notamment dans le cas des chemins particulièrement étroits.

Les sources d'eaux, puits, canalisations ouvertes, etc. doivent être clôturées ou balisées pour éviter les accidents.

Au niveau des chambres froides, il ne faut pas utiliser de chariots motorisés pour éviter la contamination des lieux et des denrées par la fumée dégagée.

Pour les chaînes de tri, de calibrage ou d'emballage, il faudra suivre rigoureusement les programmes d'entretien et de maintenance établis, pour non seulement éviter les contaminations des denrées mais également prévenir les défaillances techniques.

Les chambres froides doivent être entretenues et nettoyées selon un planning dûment établi ; de même les sondes, les bascules, les balances, etc. doivent être étalonnées.

## **5. Contrôle des risques chimiques**

### **5.1. Eléments traces métalliques**

Depuis le protocole de Heidelberg (1986), on associe aux « métaux lourds » (c'est-à-dire aux éléments métalliques dont la densité est supérieure à 5), d'autres éléments tels que l'arsenic (As), le sélénium (Sn) et l'antimoine (Sb) qui ont un impact non négligeable sur la santé. C'est pourquoi on parle actuellement d'ETM (ou éléments traces métalliques).



Les ETM qui posent le plus de problème sont les suivants : Pb (plomb), Cd (cadmium), Cu (cuivre), Ni (nickel), Cr (chrome), Hg (mercure), As (arsenic) et Co (cobalt). Leur présence à des concentrations trop élevées posent de vrais problèmes en terme de santé publique. Il a été démontré que les plantes, sauvages ou cultivées, étaient de bons « capteurs », certaines espèces ayant une propension particulière à accumuler préférentiellement certains de ces éléments présents dans les sols, dans les eaux ou dans l'air, à tel point que des techniques de « remédiation » ont été développées sur ce principe (on « piège » les ETM à l'aide de plantes spécifiques qui sont ensuite éliminées selon les procédés contrôlés pour nettoyer des terrains industriels contaminés par exemple).

La présence des ETM dans l'environnement a diverses origines :

- *Origine naturelle* : éruptions volcaniques, feux de forêt et brûlis, etc.
- *Origine anthropique* (« pollution ») :
  - En zones industrielles (ou péri-urbaines) : retombées de particules suite à l'exploitation de mines ou de carrières ; sidérurgie (Fe, Mn, Cr, Ni) ; métallurgie (Zn, Cd, Co, Ni, ...).
  - En zones agricoles : on trouve la présence d'ETM dans **les engrais** (ex : traces de 5 à 100 mg/kg de Cd dans les superphosphates et phosphates dues au ré-emploi d'acides contaminés pour leur fabrication) et dans les **matières organiques utilisées comme amendements** (citons : les boues, riches en Pb, Cd, Zn, Ni, Cr, Hg, Cu ou As ; les *composts d'ordures* et *les fumiers* qui contiennent : Pb, Cd, Zn et Hg ; les *lisiers* : Cu et Zn essentiellement ; et les apports via l'emploi de certains fongicides : Cu, Zn ou Mn). La contamination des zones agricoles en ETM provient aussi des retombées atmosphériques ; elles sont loin d'être négligeables : jusqu'à 2 mg/ha.an de Cd, 20 mg/ha.an de Pb, plus de 700 mg/ha.an de Zn et 0,14 mg/ha.an de Hg.
  - En zones urbaines : rejets des foyers domestiques (utilisation du charbon) et activités du secteur tertiaire (peintures : Cd, Zn, Cr, Pb, ... ; encre des papiers : Pb, Se, Ni).
  - En zones routières et autoroutières : contamination via la peinture des véhicules (Ni, Cr, Fe, Mn, ...), les pneus (Zn, Cd) et les batteries (Pb, Zn, Cd, Ni).

## 5.2. Les produits phytosanitaires (pesticides)

### 5.2.1. Principaux risques liés à l'emploi des pesticides

L'emploi des pesticides est la source de nombreux problèmes pour la santé des opérateurs, des consommateurs et pour l'environnement, particulièrement dans les pays ACP, étant donné le faible niveau moyen de compétence observé chez les applicateurs. L'OCDE en 1995 a dressé un inventaire des principaux problèmes liés à l'usage des pesticides auquel nous avons ajouté nos propres observations :

- la facilité d'accès à des pesticides inappropriés à l'usage de petites exploitations agricoles (produits très toxiques, conditionnements inadaptés, etc.).



- l'ignorance générale des agriculteurs quant aux dangers liés à la manipulation des produits.
- le manque de vêtements de protection ou du matériel d'application appropriés.
- l'absence fréquente d'étiquetage comportant des instructions complètes pour la manipulation, l'utilisation et l'élimination du produit.
- l'usage de pesticides persistants et inappropriés sur les cultures alimentaires.
- la non-observation des doses, du nombre maximum d'application et des délais minimaux entre la dernière application des pesticides et la récolte (DAR) qui provoquent la formation de résidus dans les denrées.
- la réutilisation d'emballages de pesticides vides pour entreposer la nourriture ou l'eau.
- le reconditionnement impropre de pesticides par des détaillants non autorisés.
- l'absence d'installation pour l'entreposage des pesticides.
- l'absence d'installations propres à l'élimination des pesticides périmés.
- l'absence de connaissances médicales nécessaires pour soigner les personnes victimes d'intoxication par les produits chimiques toxiques.
- l'utilisation de pesticides pour le braconnage chimique et la pêche.

On peut finalement grouper les risques en 3 catégories : les risques d'**intoxication aiguë** (empoisonnement), les risques d'**intoxication chronique** (notamment via les résidus contaminant les denrées et l'eau) et les risques de **pollution diffuse** dans l'environnement. Il va de soi que à un certain niveau de concentration, la présence d'un « résidu » peut également engendrer une intoxication aiguë.

### **5.2.2. Définitions de la toxicité et analyse des risques d'intoxication**

D'une façon générale, les produits phytosanitaires peuvent développer deux types de toxicité: la **toxicité aiguë** et la **toxicité chronique**. Il n'y a **pas nécessairement une liaison entre toxicité aiguë et chronique**: un pesticide à forte toxicité aiguë peut avoir une toxicité chronique peu élevée et vice versa (ex : captafol). La **gravité des effets** nocifs éventuels résultant de l'exposition à un pesticide dépend de nombreux facteurs :

- la dose d'emploi,
- les modalités et la durée d'exposition,
- le degré d'absorption (**surtout par la peau**),
- la nature des effets de la matière active et de ses métabolites,
- l'accumulation et la persistance du produit dans l'organisme.

L'**état de santé de la personne** en cause joue également un rôle. Il est probable que la malnutrition et la déshydratation renforcent la sensibilité aux pesticides. De même, l'élévation de la température ambiante aggrave souvent l'effet toxique des pesticides. Lorsqu'on utilise simultanément deux ou plusieurs pesticides, il peut y avoir des phénomènes de synergie ou, au contraire, d'antagonisme. Le mécanisme de la toxicité des pesticides pour les mammifères n'est bien élucidé que pour quelques groupes seulement de composés. Vis-à-vis de l'homme, et sauf quelques



exceptions notoires (ex: paraquat), **les composés les plus toxiques sont les insecticides**. Certains herbicides présentent également une toxicité réelle pour l'homme. Etant donné leur mode d'action, les fongicides sont généralement beaucoup moins toxiques.

### Toxicité aiguë

**Les intoxications aiguës** apparaissent rapidement après une exposition à un ou plusieurs produits, et peuvent avoir des conséquences gravissimes. Elles nécessitent des soins médicaux, voire une hospitalisation, et peuvent donner lieu à une réparation en accident de travail ou en maladie professionnelle, ce qui explique que leurs manifestations sont relativement bien connues. La toxicité aiguë d'un produit chimique biologiquement actif, pour l'homme ou l'animal, est sa capacité à provoquer une altération des fonctions vitales **après absorption d'une dose unique**.

Elle est généralement exprimée sous forme de « dose létale 50 » ou **DL<sub>50</sub>**, qui est l'estimation statistique du nombre de milligrammes par kilo de poids corporel (en mg/kg) nécessaires pour tuer 50% d'une large population d'animaux de laboratoire, le plus souvent le rat. A partir de ces résultats, on peut par extrapolation en déduire raisonnablement, mais sans certitude absolue, la toxicité éventuelle pour l'homme.

### Toxicité chronique

**Les intoxications chroniques** surviennent après une exposition prolongée à des doses faibles et répétées. La toxicité chronique caractérise les risques encourus à long terme par l'absorption répétée de petites quantités de substance. Les conséquences en sont mal connues pour les raisons suivantes :

- diversité des produits utilisés par les agriculteurs,
- complexité des formulations des produits,
- méconnaissance des effets dus aux mélanges de produits entre eux.

Les signes d'intoxication chronique apparaissent soit parce que:

- le poison s'accumule dans l'organisme c'est-à-dire que **la quantité de produit éliminée est inférieure à la quantité absorbée ;**
- les effets, causés par **les expositions répétées, s'additionnent** (sans accumulation du produit dans l'organisme).

L'exposition à long terme peut avoir diverses origines :

- **usage fréquent** du produit,
- **pollution diffuse** du produit dans l'environnement (contamination de l'air, des sols, mais surtout des points d'eau, des puits, etc.), par dérive ou entraînement du produit (ruissellement, lessivage, volatilisation).
- **résidus** du produit sur les denrées récoltées (surtout si le délai de carence n'est pas respecté ou si le produit a été utilisé sur la culture alors qu'il n'est pas recommandé pour l'usage en question) (ex : produits insecticides du coton utilisés en maraîchage ; ces produits ne sont généralement pas



recommandables sur les légumes en raison de leur toxicité élevée, de la forte concentration en M.A. dans la formulation et de la persistance du produit sur la culture)

- **accumulation** du produit dans la chaîne alimentaire (bioaccumulation)
- **port de vêtements souillés** (et pollution de l'environnement de travail de l'agriculteur par manque de soins et d'entretien).

Pour expliquer la toxicité chronique, deux notions sont fondamentales :

1. la **rémanence, à savoir la persistance du produit dans l'environnement et les êtres vivants**, en relation avec leur stabilité chimique : les insecticides organochlorés (DDT, HCH, endosulfan, lindane,...) sont considérablement plus persistants que les organophosphorés (méthamidophos, chlorpyrifos, profénofos, triazophos, ...) ou les pyréthriinoïdes (cyperméthrine, deltaméthrine) ;
2. l'**affinité** pour les tissus biologiques, en particulier la **liposolubilité** (solubilité dans les graisses) qui conditionne la fixation prolongée dans les organismes vivants.

Ces 2 conditions nécessaires et suffisantes confèrent à un agent chimique un **pouvoir bio-cumulatif**, c'est-à-dire une capacité à s'accumuler à partir du milieu dans les êtres vivants et à y persister. De plus, une telle substance subit une **concentration par les chaînes alimentaires** : d'un niveau à l'autre, les taux accumulés augmentent, jusqu'à atteindre des valeurs très élevées dans les maillons terminaux (carnivores, rapaces, homme...) entraînant des risques de toxicité chronique.

Des effets à long terme peuvent être observés expérimentalement chez l'animal mais, à quelques rares exceptions, il existe peu de données fiables chez l'homme faute d'études épidémiologiques complètes. Dans le doute, on émet donc des recommandations de précaution pour les produits « suspects ». L'effet toxique peut se traduire par des **manifestations cliniques** (amaigrissement, troubles hépatiques, rénaux, cutanés, etc.) mais souvent, les effets sont dits sub-cliniques et se traduisent par des **altérations physiologiques** telles que des modifications enzymatiques, notamment dans le sens d'une augmentation de certaines activités enzymatiques (induction enzymatique).

Il ne faut pas confondre toxicité et .... danger (ou « risque »)

Les risques de santé encourus lors de la manipulation de pesticides peuvent pratiquement être éliminés à condition que le manipulateur agisse avec prudence, utilise les moyens de protection préconisés et respecte les précautions d'emploi indiquées sur l'étiquette de chaque produit.

Le danger (risque) = toxicité x exposition x temps (d'exposition)

La pénétration des produits phytosanitaires



Pour exercer son action biologique, la matière active doit atteindre un tissu ou un organe sensible; elle doit par conséquent pénétrer dans l'organisme par une voie quelconque. Sa rapidité d'action dépend en grande partie de **la vitesse** à laquelle la matière active atteint le système circulatoire. L'absorption du pesticide dépend beaucoup du **solvant**. Quel que soit le type de composé, les signes d'intoxication apparaissent plus vite lorsque la dose est forte et absorbée par voie orale, et moins vite quand la dose est faible et absorbée par voie dermique. Il existe trois voies principales de pénétration :

- **orale** (gastro-intestinale),
- **respiratoire** (par inhalation)
- **dermique** (à travers la peau indemne).

#### Pénétration par la voie orale

L'absorption par voie orale ne constitue pas un danger professionnel sérieux bien qu'elle soit plus fréquente en cas d'ingestion voulue (suicide ou homicide) ou accidentelle. Elle peut provenir :

- d'éclaboussures accidentelles de produit dans la bouche ;
- d'**ingestion accidentelle** due à de mauvaises conditions de stockage :
  - dans un endroit non fermé à clef à proximité de produits alimentaires ou de
  - médicaments;
  - dans des bouteilles ou emballages autres que celui d'origine ;
  - dans un endroit directement accessible par les enfants ;
- de petites quantités de produit peuvent être absorbées si le manipulateur mange, fume **sans s'être lavé les mains** ou lorsqu'il veut déboucher une buse en soufflant dedans.

#### Pénétration par voie dermique

La surface de la peau est recouverte d'une fine pellicule d'un enduit gras (le sébum) qui la rend imperméable à l'eau; la composition de la partie superficielle de la peau est assez semblable à la cuticule des plantes ou des insectes. Mais **la peau reste perméable aux produits gras** (ex : solvants huileux), tout comme la cuticule, cette propriété étant d'ailleurs utilisée en thérapeutique (crèmes et pommades). Les produits phytosanitaires, qui sont formulés pour franchir la cuticule cireuse des plantes (EC), sont également capables de **traverser la peau** et de passer dans la circulation sanguine. Ce passage est **accentué par la chaleur** qui provoque une dilatation des vaisseaux capillaires sous-cutanés. Il peut l'être aussi en présence de contusions, de plaies ou d'excoriations. Les **muqueuses** sont elles aussi très perméables, d'autant qu'elles sont très vascularisées, en particulier au niveau de la **bouche** et des **yeux**.

**L'absorption par voie dermique est la voie de pénétration la plus importante** dans l'organisme et la plupart des pesticides utilisés pour des raisons



professionnelles. A cause des solvants, les **formulations EC** présentent donc un risque plus élevé de contamination par cette voie. Elle peut être due à :

- des éclaboussures ou fuites du produit directement sur la peau ou à travers les vêtements de protection pendant la préparation de la bouillie ou pendant la pulvérisation (fuites du réservoir du pulvérisateur)
- une dérive du produit pendant l'application
- un contact avec la culture traitée
- un port de vêtements contaminés.

Même les dépôts invisibles d'insecticides peuvent pénétrer une peau indemne et provoquer une intoxication s'ils ne sont pas éliminés par le lavage (ou à défaut, essuyés immédiatement avec des chiffons ou de la paille).

### Pénétration par inhalation

Les caractéristiques physiques de la matière active, sa formulation et sa technique d'application sont les facteurs qui déterminent l'importance de l'absorption par voie respiratoire pour une exposition donnée. Le système respiratoire est essentiel pour les échanges entre le milieu extérieur (air ambiant) et l'intérieur du corps (circulation sanguine qui transporte l'oxygène et le gaz carbonique). La surface des alvéoles pulmonaires (150 à 200 m<sup>2</sup> si on les déployait) permet donc le passage rapide des substances inhalées dans la circulation sanguine. La contamination peut se faire par des :

- vapeurs (il faudra se méfier particulièrement des produits à forte tension de vapeur)
- poussières (poudres)
- des brouillards
- des aérosols

### **5.2.3. Le problème particulier des résidus**

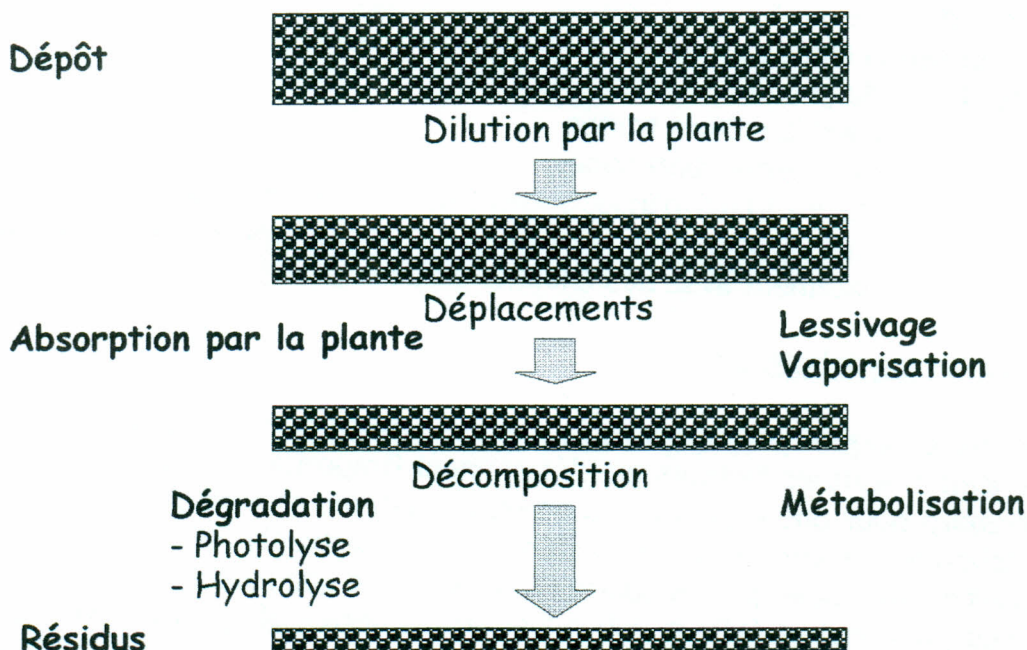
#### Du dépôt aux résidus de produits phytosanitaires

Dès l'application, le dépôt du produit phytosanitaire tend à diminuer sous les effets conjugués de l'environnement et des caractéristiques du substrat végétal. Il est, en effet, engagé dans des phénomènes de *dilution*, de *transport* (lessivage, volatilisation) et de *transformation* (*dégradation* - *métabolisation*). A moins d'être appliqué sur un végétal arrivé à un stade de développement ultime (les traitements post-récolte) l'augmentation de la surface et de la masse du végétal sont responsables d'une première diminution de la concentration de la substance active au niveau du produit commercialisé (dilution).

Les phénomènes de transport (lessivage et volatilisation) concourent, eux aussi, à la décroissance du dépôt initial. Les pertes par lessivage dépendent autant des caractéristiques pluviométriques (durée, intensité) que de la solubilité aqueuse de la matière active. Elles sont cependant altérées par son adhérence au substrat végétal. Cette même adhérence limite la tension de vapeur de produit phytosanitaire qui, en même temps que la fréquence du renouvellement de l'air au niveau des épidermes



végétaux, expliquent les pertes par volatilisation. La *photolyse* et l'*hydrolyse* sont les deux principaux processus physico-chimiques responsables de la dégradation.

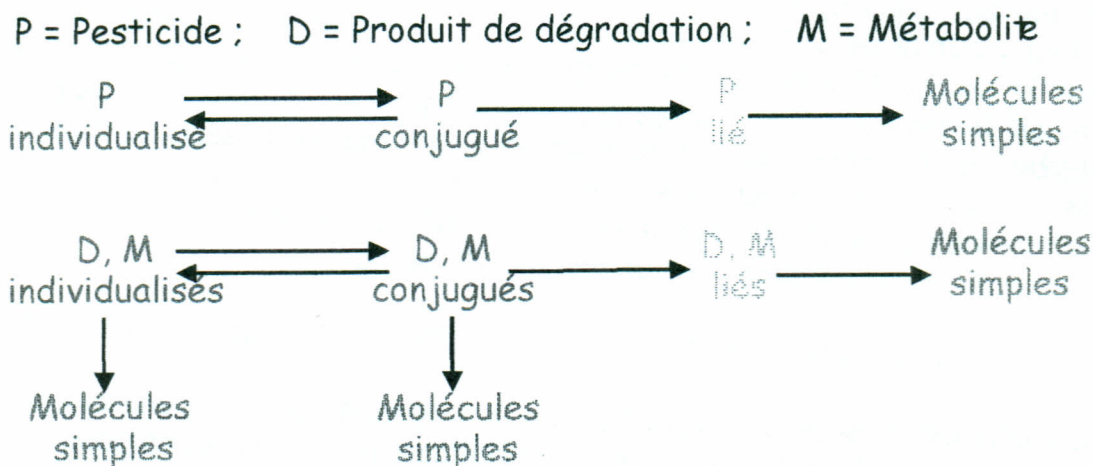


En altérant la structure des molécules initiales, la dégradation et/ou la métabolisation participent à la décroissance du dépôt initial. Si un certain nombre de produits restent **à la surface du végétal** (*produits de contact*), d'autres y **penètrent** (*produits pénétrants*) et surtout **se redistribuent à l'intérieur** de ceux-ci (*produits systémiques* ou *télétoxiques*). L'**absorption foliaire** peut s'accompagner d'une redistribution limitée du produit vers les jeunes feuilles via la tige. Au contraire, il peut se répartir dans toute la plante par l'intermédiaire des systèmes de translocation. En cas d'**absorption racinaire**, si le site d'action n'est pas situé à ce niveau, il y a mouvement dans le sens de la transpiration et apparition de la molécule du phytosanitaire au niveau des jeunes feuilles avec possibilité de redistribution ou non. La métabolisation intéresse les substances actives pénétrantes et systémiques. Par réactions successives, il est possible d'atteindre des molécules simples ou naturelles (NH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, etc).

#### Définitions du résidu

A l'exception des molécules simples ou naturelles, toutes les entités qui dérivent de la molécule initiale de pesticide doivent être considérées comme un résidu au sens biochimique du terme. Par contre, la définition du résidu établie par le **Codex alimentarius** (FAO/OMS) ou les **Directives européennes** est plus restreinte. Elle se limite à **la molécule initiale et aux substances dérivées spécifiques**, comme les produits de dégradation, les métabolites et les impuretés **qui présentent une certaine importance toxicologique**.





Résidu biochimique = Tout, sauf molécules simples ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,...)  
Résidu légal = Molécule(s) avec propriété pharmacodynamique

### Evaluation du risque de toxicité chronique liée aux résidus de pesticides

En présence de résidus contenus dans ses denrées alimentaires (fraîches ou après transformation), le consommateur est essentiellement confronté à un risque sur le long terme dû à des ingestions répétées de doses faibles (toxicité chronique). L'évaluation de ce risque requiert la connaissance de la *toxicité intrinsèque* de ce résidu (le danger) mais aussi d'estimer *l'exposition réelle du consommateur* à ce résidu. Il est nécessaire de définir ce que l'on entend par « DES », « DJA » et de calculer sur cette base le risque d'exposition du consommateur.

#### *La recherche d'une **D**ose **S**ans **E**ffet (**DSE**) chez l'animal*

La durée des essais de toxicité chronique porte sur les effets d'une ingestion quotidienne qui peut atteindre 2 ans sans jamais descendre en dessous de 18 mois. Ils prennent en compte toutes les fonctions vitales de l'animal avec une attention particulière aux effets mutagènes, tératogènes, et cancérigènes. Ils sont complétés par des études de reproduction sur plusieurs générations. L'ensemble de ces études permet de fixer une dose sans effet (DSE) sur l'animal. La DSE se définit comme la dose maximale de substance qui, ingérée quotidiennement durant toute sa vie et chez l'animal le plus sensible, n'entraîne aucun effet négatif dans les conditions actuelles des connaissances. Elle s'exprime en milligramme (mg) de substance par kilogramme de poids vif (Kg) et par jour (j).

#### *La détermination de la **D**ose **J**ournalière **A**ceptable (**DJA**) pour le consommateur*

La dose journalière acceptable correspond à la quantité maximale de produit pouvant être absorbée quotidiennement par un homme toute sa vie durant, sans que cela se traduise par l'apparition d'un quelconque effet négatif et cela toujours dans l'état des connaissances actuelles. La DJA se calcule en divisant la DSE par un coefficient de



sécurité au moins égal à 100 (parfois à 500 ou à 1000) : la DJA = DSE / 100. Ce facteur minimal de 100 permet d'intégrer la variabilité inter-espèce (on se garantit pour le cas où l'homme présenterait une sensibilité 10 fois supérieure à celle de l'animal le plus sensible) et intra-espèce (parmi les humains certains sont plus sensibles que d'autres, 10 fois correspond à une marge de sécurité confortable). La DJA comme la DSE s'exprime en mg de substance par Kg de poids vif. La quantité quotidienne maximum de produit qu'un homme peut ingérer toute sa vie sans risque pour sa santé est calculée pour un individu de 60 kg.

### Exposition du consommateur au résidu et estimation du risque d'intoxication

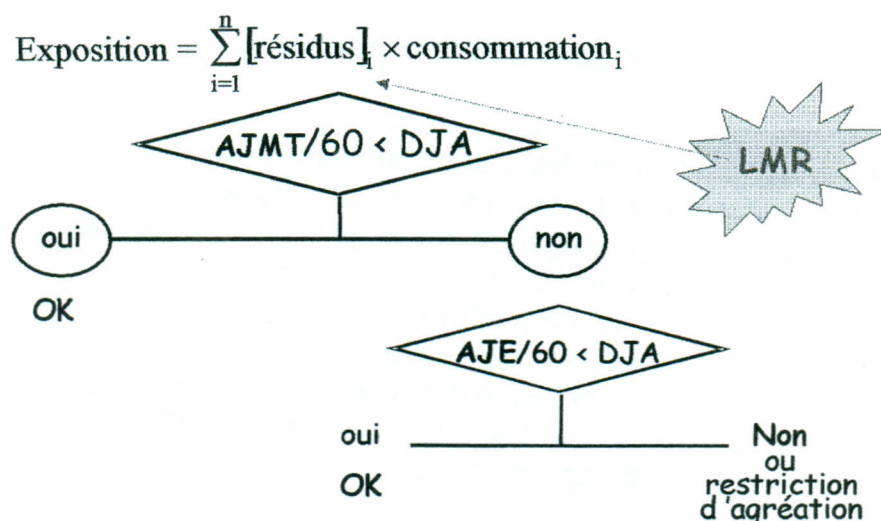
Pour estimer le risque d'exposition, il y a lieu de multiplier, pour chacune des denrées figurant dans l'alimentation du consommateur, la *concentration en résidus* (déterminée expérimentalement) par la *consommation* (quantité consommée) de cette même denrée et d'en sommer les résultats :

$$\text{Exposition} = \sum_{i=1}^n [\text{résidus}]_i \times \text{consommation}_i$$

$[\text{résidu}]_i$  = concentration en résidus dans la composante  $i$  de l'alimentation

$\text{consommation}_i$  = consommation de cette composante

Il faut prendre en compte les habitudes alimentaires des consommateurs. Actuellement on tend vers une consommation spécifique de chaque aliment, estimée à partir d'un « panier de la ménagère ». La grande difficulté de cette méthode est la définition de ce « panier ». Malgré les efforts du Codex alimentarius, il reste établi sur une base régionale (l'Europe du Nord ou méditerranéenne) et parfois même nationale.



On peut estimer le **risque potentiel d'intoxication** en utilisant dans un calcul la *concentration maximale en résidus admise* (c'est-à-dire **LMR**, qui a été établie expérimentalement) multipliée par la *consommation moyenne quotidienne* de chaque denrée (c'est l'Apport Journalier Maximum Théorique ou **AJMT**) qui est ensuite comparé à la DJA.



Si la valeur de l'AJMT/60 est inférieure à la DJA, la molécule ne pose aucun problème et l'évaluation de son risque de toxicité chronique est nulle. Au contraire si cette valeur dépasse la DJA, il y a lieu de recourir à une approche qui tout en restant réaliste s'avère moins drastique.

En effet, pour tenir compte qu'un végétal déterminé n'est pas nécessairement traité par le même pesticide et que même s'il l'a été, tous les aliments consommés (soit en frais ou après transformation) ne présentent pas nécessairement des résidus atteignant la LMR agricole, il est prévu de remplacer l'AJMT par l'AJE (ou **Apport Journalier Estimé**). Ce paramètre est calculé suivant le même principe que l'AJMT mais la LMR agricole, dans le calcul, est remplacée par la médiane des résultats des analyses des échantillons prélevés à la récolte. De plus, ces résultats sont affectés de coefficients de réduction pour tenir compte :

- De la valeur du résidu sur la partie réellement consommée de la denrée, alors que la LMR a été déterminée sur le fruit ou le légume entier,
- De l'influence éventuelle des procédés industriels de transformation (mouture) ou de préparation à la consommation (lavage).

Si cette valeur de AJE est inférieure à la DJA, l'autorisation d'utilisation pour les usages sollicités est acceptée. Si au contraire, la valeur de AJE reste supérieure à la DJA, l'usage du produit sera refusé à moins que des modifications dans les conditions de son utilisation permettent de descendre en dessous de la DJA.

On voit **l'importance de disposer de valeurs de LMR** pour chaque couple « denrée x pesticide » pouvant figurer dans l'alimentation des consommateurs européens. Or, si les valeurs de DJA sont généralement disponibles (car obligatoirement fournies dans les dossiers d'évaluation des substances actives avant leur mise sur le marché), *les valeurs de LMR sont souvent inexistantes* (elles n'ont pas été établies pour la denrée concernée).

#### **5.2.4. La contamination de l'environnement**

Chaque personne manipulant des pesticides est responsable des conséquences de leur utilisation pour l'environnement. Chaque fois qu'un produit phytosanitaire est utilisé, il y a un risque soit par accident, soit par négligence ou par manque de connaissances, qu'une partie du produit contamine une zone en dehors de la surface traitée.

Cette contamination de l'environnement présente un danger tant pour la vie sauvage (effets écologiques) que pour l'homme et les animaux domestiques. Le risque le plus important est celui de la **contamination des eaux** (eaux de surface et eaux souterraines)

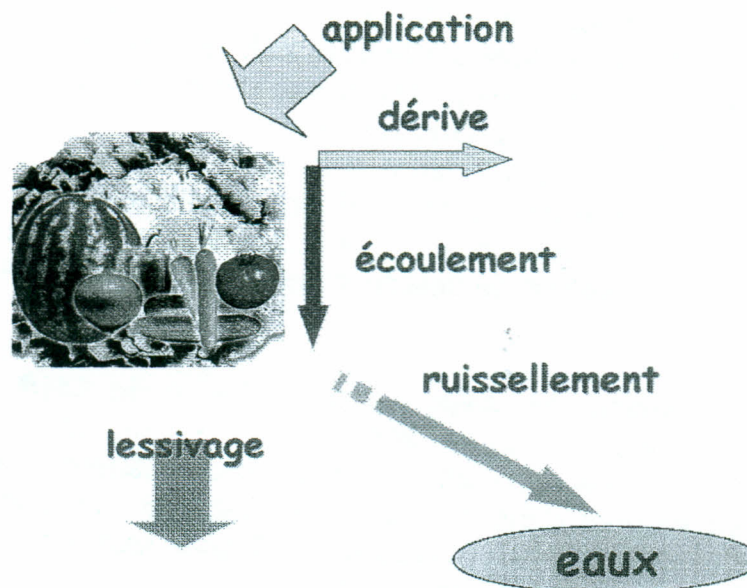


Les zones particulièrement exposées sont :

- les puits, les marigots et les cours d'eau ;
- les surfaces cultivées où les cultures existantes ou suivantes risquent d'être contaminées ;
- les terres non cultivées abritant une faune et une flore sauvage.

### Evolution dans le milieu naturel

Lorsque l'on évalue le risque de pollution de l'environnement par les pesticides et les conséquences sur la santé humaine et sur l'écosystème, deux types de paramètres doivent être pris en considération : les paramètres relatifs à la **mobilité du pesticide** dans l'environnement et ceux relatifs à **sa persistance**.



### Mobilité des pesticides dans le sol

Il existe trois classes de facteurs influençant la mobilité des pesticides dans le sol :

- propriétés chimiques : solubilité, caractère hydrophobe, degré de sorption ;
- caractéristiques du sol : contenu en matière organique (facteur le plus important), en argile, en carbone, porosité, CEC, etc.
- facteurs environnementaux : température, pluviométrie, activité biologique, etc.

Le **transport** (lessivage et /ou diffusion) résultant de la mobilité du pesticide est dépendant des propriétés physico-chimiques du pesticide, des caractéristiques physico-chimiques et biologiques du sol et des conditions climatiques (intensité et fréquence des précipitations). L'**absorption** aux constituants du sol joue un rôle important par son impact sur la concentration du pesticide dans la solution du sol au cours des quelques heures qui suivent l'application et sur la possibilité de déplacement du pesticide vers les nappes d'eaux profondes.



### Persistance des pesticides

La persistance est un indicateur de la vitesse de dissipation du produit dans l'environnement (sur et dans la plante, dans le sol et dans l'eau) résultant de divers processus de dégradation : dégradation chimique (photodégradation, hydrolyse) et dégradation biologique (aérobie et anaérobie). Cette notion de persistance est différente de la persistance d'action du pesticide représentative de la durée pendant laquelle l'activité biologique du produit est effective. Il s'avère que selon le parcours suivi par le pesticide et, par conséquent, la séquence des processus de dégradation subis par ce dernier, les métabolites produits peuvent être très différents en nature et en proportions.

### Contamination des eaux

La dispersion spatio-temporelle des pesticides dans les nappes phréatiques à partir du sol est encore mal comprise. Les substances atteignant les nappes phréatiques étant principalement celles qui présentent le moins d'affinité pour le sol et les teneurs en carbone organique y étant généralement faibles, elles ont alors un potentiel de mouvement élevé. Elles peuvent ainsi migrer horizontalement avec l'eau de nappe en dehors des zones traitées et atteindre les puits si leur vitesse de dégradation est suffisamment lente.

Lors de l'application d'un traitement phytosanitaire à une culture, une proportion variable du produit atteint la plante ou le sol. Cette proportion dépend de la période de traitement (pré-semis, prélevée, post-levée, etc.) et du type de traitement (haut volume, bas volume, traitement dans la ligne, micro-granulés, etc.). La fraction de produit atteignant le sol peut avant toute pénétration être entraînée par des eaux de ruissellement. La pente du terrain, le taux de saturation en eau de ce dernier et le délai séparant l'application, du premier épisode pluvieux déterminent fortement ce phénomène.

Le **ruissellement** est le principal mode de transport des pesticides. Dans certaines circonstances, des concentrations très élevées en pesticides peuvent être observées.

### Accumulation dans la chaîne alimentaire

En fonction de leurs propriétés physico-chimiques (notamment leur liposolubilité) et de leur persistance dans l'environnement (rémanence), les pesticides peuvent s'accumuler dans les chaînes alimentaires.

## **6. Conclusions**

Le processus de production des fruits et légumes laisse apparaître différents types de risques qui peuvent engendrer des dangers très graves pour la santé des consommateurs : Ces dangers sont d'origine chimique, biologique et physique.



Même si le risque zéro n'existe pas, il est primordial à l'heure actuelle de garantir au consommateur des fruits et légumes d'une qualité sanitaire satisfaisante.

Cette maîtrise passe nécessairement par la sensibilisation et la formation de tous les acteurs de la filière à l'application effective des Bonnes Pratiques ( Agricoles, Phytosanitaires, d'Hygiène et de Fabrication).

Le contrôle du respect de ces exigences légales dont le renforcement est presque inévitable conduira à une augmentation des frais de production des différentes filières agricoles et en particulier de celle des fruits et légumes. Tout refus de commercialisation pour non respect des normes phytosanitaires ne peut que provoquer des difficultés financières majeures à celui qui le subira. Il est donc nécessaire de procéder à une **analyse correcte des risques** et de **favoriser toutes les mesures de prévention** qui à moyen terme rétabliront la confiance du consommateur.