

comprend pas comment, avec les progrès de la technologie, de l'industrie alimentaire et de la chimie, on puisse avoir le moindre incident dans notre alimentation, mais se demande en même temps pourquoi introduire de la technologie dans notre alimentation (voir aussi les **Chapitres d'H. This « Que mangerons-nous demain ? » et « La science et la technologie de l'alimentation, vues par la chimie du bouillon »**). Le consommateur peut aussi être un militant et clamer « *comme ce n'est pas bio, c'est dangereux* » ; il peut même être en réseau : il est alors intoxiqué par le surplus d'informations venant d'Internet, où prédominent les éléments négatifs ; il peut être lanceur d'alerte et tient le discours « *comme je suis indépendant, j'ai donc raison* », et pense qu'en tant qu'indépendant, il est supérieur au système collectif d'experts ; il peut encore être épicurien ou gourmet en se moquant de la molécule chimique cancérigène.

Mais, en réalité, les consommateurs ne sont pas toujours vraiment indépendants dans leur manière de penser. Ils subissent l'influence des médias, de la publicité de l'industrie alimentaire, des pouvoirs publics. De plus, les scientifiques n'ont jamais des positions très arrêtées, parce que le doute est une attitude scientifique, et cela peut s'avérer perturbant pour les consommateurs. Quand le débat scientifique, entre scientifiques, est arbitré par des journalistes au sein de l'arène médiatique, où il n'a pas sa place, la confusion

s'ajoute à la confusion. Enfin, les consommateurs sont influencés par les médecins, les ONG, la famille, etc.

La réalité est en fait : « *Je mange comme je pense... plutôt comme on m'a dit de penser* »...

Pour être rationnel, c'est seulement de manière scientifique, rigoureuse, que la question de ce qui est « bon » ou « mauvais » doit être départagée, et la réponse n'est pas si simple, comme nous allons très rapidement le voir. Il s'agit de déterminer pour chaque composant alimentaire, pour chaque mélange de composants alimentaires, voire pour chaque aliment, le risque potentiel pour la santé du consommateur, car pour protéger celui-ci, des réglementations de plus en plus strictes sont mises en place dans tous les pays. En France, elles sont appuyées par un organisme public de recherche, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa, qui a fusionné avec l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) en janvier 2010).

## **2 La réglementation de l'évaluation des risques et bénéfiques alimentaires. La place de la chimie**

*(Valérie Baduel)*

Nous venons de voir que chimique n'est pas synonyme d'artificiel : les aliments sont naturellement constitués de composés chimiques, comme par exemple les **nutriments**. De plus, l'homme a toujours eu recours à des procédés de conservation (utilisation du sel

ou du sucre) et de préparation des aliments, qui s'appuient sur des propriétés chimiques (l'acidité du vinaigre, l'hygroscopie), ainsi que sur ce processus complexe, qui allie chimie et biologie, qu'est la **fermentation**.

Néanmoins, il est possible de différencier les substances chimiques d'origine naturelle de celles d'origine synthétique. Pourtant, certaines substances comme les *néoformés*, ces substances produites lors de la préparation d'un aliment par exemple, seront difficiles à classer. On doit aussi distinguer les composants intrinsèques de l'aliment des substances ajoutées, ou encore des contaminants qui sont issus de l'environnement.

Donc il est clair qu'il ne faut pas considérer que tous les produits naturels sont sains et que tous les produits de synthèse sont toxiques : il y a des produits naturels et des produits de synthèse sains et il y a des produits naturels et des produits de synthèse toxiques. Il est important d'évaluer chaque substance au cas par cas et de veiller à ce que la réglementation soit adaptée, aux niveaux national, communautaire et mondial.

Lorsqu'on évalue les risques, il faut également tenir compte de l'exposition réelle des consommateurs qui dépend des taux des substances suspectes présentes dans les aliments et de la quantité d'aliments consommés ; il faut de plus prendre en compte la diversité des régimes potentiels et des expositions particulières (bébés, végé-

tariens...), les spécificités locales (contaminations, régimes...), ainsi que la sensibilité particulière de certains consommateurs (jeunes enfants, femmes enceintes, immunodéprimés...).

Ne pas considérer que tous les produits naturels sont sains et que tous les produits de synthèse sont toxiques : il faut les considérer au cas par cas. Faire la différence entre danger et risque : la notion d'exposition est importante.

## 2.1. La réglementation.

### Le rôle de l'Afssa

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa), créée par la loi n° 98-535 du 1er juillet 1998, relative au renforcement de la veille sanitaire et du contrôle de la sécurité sanitaire des produits destinés à l'homme, complétée par la loi n° 2006-11 du 5 janvier 2006 d'orientation agricole, est un établissement public indépendant de veille, d'alerte, d'expertise, de recherche et d'impulsion de la recherche, qui contribue à la protection et à l'amélioration de la santé publique ; il assure le contrôle de la sécurité sanitaire des produits destinés à l'homme. Il contribue également à la santé et au bien-être des animaux, à la santé des végétaux et à la qualité sanitaire de l'environnement.

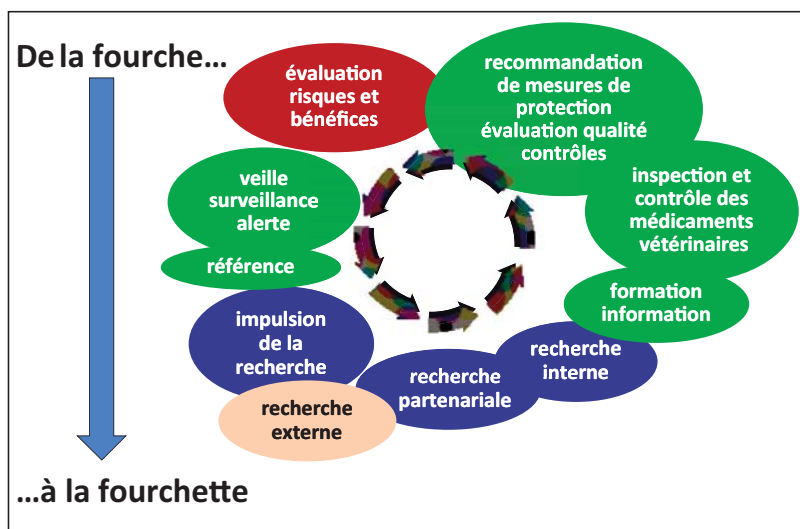


Figure 4

Un continuum de missions opérationnelles nourrit l'évaluation des risques par l'Afssa.

Les missions spécifiques de l'Afssa sont (Figure 4) :

- l'évaluation des risques sanitaires et des éventuels bénéfices sanitaires qui leur sont associés ;
- lorsqu'un risque est mis en évidence, la mise en place d'une cellule de recommandation de mesures de protection et d'évaluation de la qualité des contrôles ;
- une mission de veille, de surveillance et d'alerte, puisqu'il est nécessaire d'identifier le plus en amont possible les éventuels risques pour contribuer à leur prévention ;
- une mission de laboratoire de référence et de développement de méthodes analytiques ;
- associée à chacune de ces missions, une mission de recherche ou de mobilisation de la recherche dans les organismes scientifiques français et internationaux.

Pour réaliser ces missions, l'Afssa est organisée en trois départements dédiés à l'évaluation scientifique :

- l'agence nationale du médicament vétérinaire ;

- la direction de l'évaluation des risques nutritionnels et sanitaires ;

- la direction du végétal et de l'environnement : elle a en charge tous les « intrants » végétaux, qu'il s'agisse de produits *phytosanitaires* ou de matières fertilisantes (ce domaine large et complexe est abordé dans le *Chapitre de P. Stengel*).

L'agence s'appuie sur onze laboratoires placés en son sein qui représentent 100 agents ainsi que sur 600 experts choisis pour leur compétence et leur indépendance, et qui sont mobilisés dans le cadre de comités d'experts.

L'Afssa est très attachée à conduire une expertise collégiale rassemblant des experts de plusieurs disciplines et de plusieurs origines, de façon à instaurer des débats contradictoires et un échange de vue impartial en vue d'une prévention des conflits d'intérêt, et, le cas échéant, de tenir compte de l'expression des opinions minoritaires. Par ailleurs, un financement public et une traçabilité des processus d'évaluation permettent d'en assurer l'indépendance et la transparence.

## 2.2. La chimie à l'Afssa

Comment l'Afssa réalise-t-elle les contrôles, la surveillance et l'évaluation sanitaires ? Sur ces différents points, la chimie occupe une place importante, avec, au premier plan, la **chimie analytique** : elle contribue fortement au travail de contrôle et de surveillance de la contamination des aliments, au travers des missions de laboratoires

de référence (nationaux, communautaires ou internationaux), en s'appuyant sur une recherche et un développement de méthodes d'analyse performantes et validées (par exemple sur la sensibilité des appareils, leur spécificité ou leur fiabilité), et leur transfert à des laboratoires de terrains.

Dans le cadre de l'évaluation des risques, il est important, afin d'en avoir une lecture critique, de maîtriser les performances des techniques d'analyse utilisées et de prendre en compte la précision des résultats qui sont soumis à l'agence – qu'il s'agisse d'études scientifiques ou de résultats provenant des opérateurs privés, dans les dossiers industriels. C'est ainsi qu'en cas de doute sur une substance, l'Afssa réalise elle-même l'analyse de référence pour confirmer ou infirmer les résultats des laboratoires : c'est son rôle de **contrôle**.

Il est également important de connaître les mécanismes de migration des matériaux au contact des aliments et de prendre en compte d'éventuelles néoformations lors des transformations culinaires et/ou industrielles. Ces mécanismes sont d'une extrême complexité et nécessitent toujours plus de recherche pour être appréhendés.

En matière de **surveillance**, l'Afssa réalise des études nationales de l'exposition des consommateurs aux contaminants de l'alimentation. Dans ce cadre, des aliments représentatifs de la consommation sont choisis pour constituer

des bases de données classées selon leur composition. À partir de ces bases, l'agence recommande des mesures et des plans de surveillance.

### 2.3. La démarche d'évaluation et de prévention des risques alimentaires à l'Afssa

**L'évaluation des risques** se nourrit d'une approche d'analyse, de surveillance et de contrôle. La vigilance est de rigueur sur plusieurs types de substances :

- les substances naturellement présentes dans les aliments, comme les **nutriments** (vitamines, acides aminés, minéraux, etc.). Même s'ils sont *a priori* perçus comme bénéfiques, ils peuvent présenter des risques (c'est le cas de certains compléments alimentaires, dans certaines conditions. Voir aussi le **Chapitre de M.-J. Amiot-Carlin**) ;

- les substances introduites dans la chaîne alimentaire : en amont des processus technologiques ; on y trouve les produits **phytosanitaires**, les biocides et les matières fertilisantes (abordés dans le **Chapitre de P. Stengel**), ou encore les médicaments vétérinaires qui peuvent être une source importante d'apport de différentes substances dans l'alimentation. En aval, on trouve les ingrédients de synthèse ajoutés, les auxiliaires technologiques, les additifs d'origine naturelle ou synthétique (agents texturants, arômes, colorants, etc. Ces derniers aspects sont traités dans les **Chapitres de M. Desprairies, P. Etiévant et**

*S. Guyot*), ainsi que les enrichissements en nutriments (vitamines, phytostérol, etc., voir le *Chapitre de M.-J. Amiot-Carlin*). Parfois, l'agence doit faire face à des cas de fraude, comme celle récente de la mélamine, substance introduite par certains fabricants chinois pour augmenter artificiellement la charge en matière protéique dans le lait ;

- les substances apparaissant lors des procédés de transformation comme les néoformés ;

- l'ensemble des contaminants de la chaîne alimentaire qui résultent de l'exposition à l'environnement : polluants (*dioxines*, polychlorobiphényles, métaux lourds), *mycotoxines*, *biotoxines* marines transportées par les ballasts des bateaux qui sillonnent le globe, migrants issus de matériaux au contact des aliments...

Un produit alimentaire mis sur le marché, doit répondre à toutes les normes imposées par la réglementation, établie selon des critères reconnus au niveau international et standardisés. L'Afssa assure l'évaluation scientifique des risques sanitaires liés à la mise sur le marché de la plupart des substances chimiques susceptibles d'entrer dans la chaîne alimentaire en procédant selon les étapes suivantes :

- caractériser le danger : la substance est-elle toxique ? À quelles doses ? Peut-on déterminer des doses susceptibles d'être ingérées quotidiennement toute une vie sans effet sur la santé de l'homme (notion d'exposition) ?

- déterminer des **doses journalières admissibles** (*Encart « La dose journalière admissible »*), des doses de référence aigües ;

- évaluer l'exposition (par contact, par inhalation) : estimer les apports *via* les aliments en tenant compte des différents régimes, des populations particulières et des modalités d'utilisation des substances, tout en tenant compte de la réalité des pratiques et de la possibilité de mettre en œuvre des mesures de protection (exemple : délai d'attente avant récolte ou abattage, port d'équipements de protection, etc.) ;

- caractériser le risque : la santé du consommateur est-elle susceptible d'être affectée ?

Une fois les risques sanitaires évalués, l'Afssa peut être amenée à émettre un avis défavorable à la mise sur le marché de produits dès qu'elle met en évidence un risque avéré ou potentiel pour la santé des consommateurs.

Ce processus est systématiquement mis en œuvre pour toutes sortes de substances, que ce soient des auxiliaires technologiques (additifs), des suppléments alimentaires (vitamines, minéraux), des produits et procédés de traitement de l'eau de boisson, des produits phytosanitaires, ou encore des organismes génétiquement modifiés (OGM). De plus, à la différence des médicaments humains pour lesquels existe la notion de rapport bénéfice/risque, les risques sanitaires pour l'homme et les bénéfices sanitaires et technologiques

## LA DOSE JOURNALIÈRE ADMISSIBLE

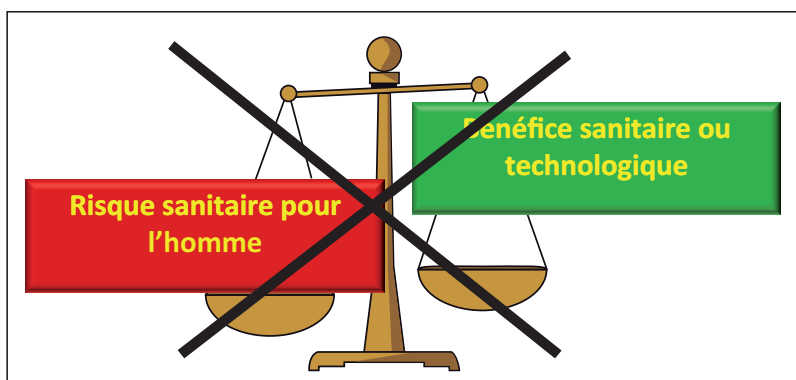
La dose journalière admissible (DJA) représente la quantité d'une substance qu'un individu moyen de 60 kg peut théoriquement ingérer quotidiennement sans risque pour la santé. Elle est habituellement exprimée en mg de substance par kg de poids corporel. Le concept de DJA a été inventé par le professeur René Truhaut, membre de l'Académie des sciences et a été introduit pour la première fois en 1961 par le comité international mixte FAO/OMS d'experts sur les additifs alimentaires et plus tard utilisé par le Conseil de l'Europe. La DJA est à l'heure actuelle le meilleur outil pour exprimer la relation entre l'innocuité d'un additif et la consommation par l'homme. Elle représente une estimation de la toxicité chronique (à long terme).

ne sont jamais mis en balance dans le cas des aliments (Figure 5). L'Afssa émet un avis défavorable à la mise sur le marché d'un produit dès qu'elle met en évidence un risque avéré ou potentiel pour la santé des consommateurs qui ne peut être maîtrisé, même si le produit est susceptible d'apporter un bénéfice sanitaire ou technologique.

### 2.4. Exemple d'évaluation : le cas des pesticides

Nous allons décrire un exemple d'évaluation du risque sanitaire, celui lié à l'utilisation de produits phytosanitaires tels que les pesticides (ces produits seront eux-mêmes abordés en détail dans la partie suivante « Les produits phytopharmaceutiques pour une alimentation de qualité pour tous »).

L'Afssa intervient en amont et en aval : par une évaluation *a priori*, en suivant la démarche décrite précédemment avant la mise sur le marché, et par



une évaluation *a posteriori* en déterminant l'exposition des consommateurs aux produits phytosanitaires utilisés actuellement ou par le passé (Figure 6).

Pour les pesticides, l'Afssa intervient à plusieurs stades avant la mise sur le marché : sur la nature des substances actives et sur les préparations phytopharmaceutiques. Pour les substances actives, il existe une directive communautaire qui permet d'inscrire ou non la substance sur une « liste positive ». Les substances qui présentent une toxicité importante ne rentrent pas dans ce

Figure 5

L'Afssa émet un avis défavorable à l'utilisation d'un produit dès lors qu'il est susceptible de causer des effets néfastes sur la santé de l'homme.



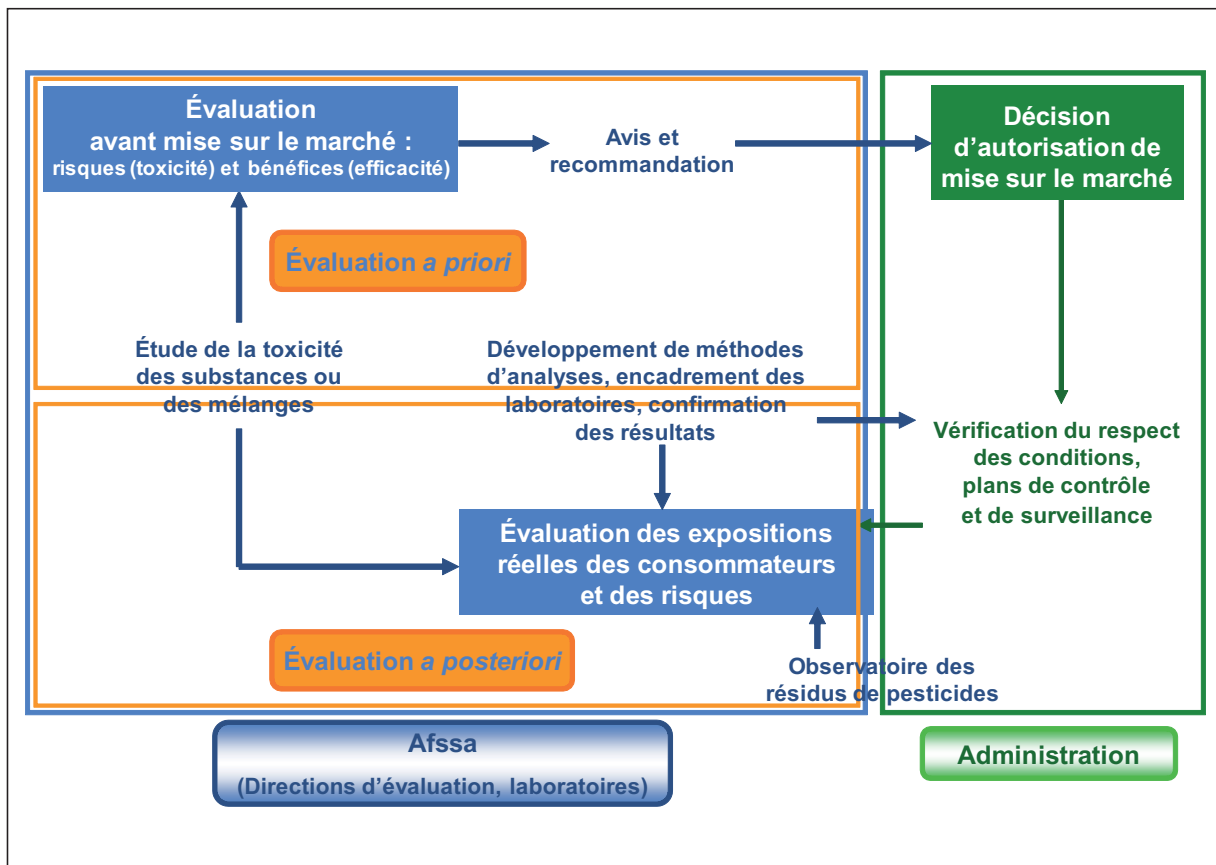


Figure 6

Évaluation des produits phytosanitaires a priori avant la mise sur le marché et a posteriori.

Figure 7

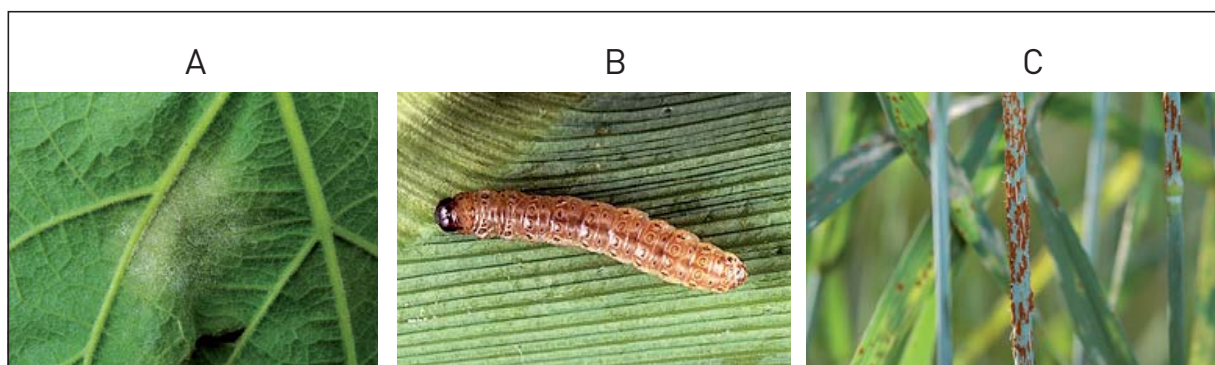
Quand on évalue les risques présentés par un pesticide, on tient compte à la fois des agriculteurs, des consommateurs et de l'environnement.

processus d'évaluation des risques puisqu'elles sont a priori interdites. Seules sont inscrites sur les listes positives les substances qui satisfont les critères de sécurité établis au niveau communautaire. Les préparations, quant à elles, font l'objet d'une autorisation nationale sur des critères étroitement harmonisés. Elles ne peuvent mettre en œuvre que des substances actives de la liste positive.

Lorsqu'on parle de risques et d'évaluation des risques a priori dans le domaine phytosanitaire, cela inclut non seulement le risque pour le consommateur mais également pour les agriculteurs et les travailleurs, ainsi que les risques pour l'environnement, les écosystèmes, les animaux, la faune sauvage mais également les milieux (Figure 7).

La directive communautaire qui régit cette évaluation des





**Figure 8**

*Mildiou de la pomme de terre ou de la vigne (A), pyrale du maïs (B), rouille noire du blé (C)... il faut évaluer l'efficacité et la sélectivité des pesticides contre ces pathogènes – insectes, champignons et moisissures – tout en restant vigilant vis-à-vis de leur toxicité potentielle.*

risques a défini les critères d'« acceptabilité » ou de « non acceptabilité » du risque. Si le risque est « inacceptable », l'Afssa émet un avis défavorable, s'il est « acceptable », l'avis final dépendra ensuite de l'efficacité du pesticide (Figure 8). En aucun cas cette efficacité ne peut pallier le caractère inacceptable d'un risque. Les seules préparations qui font l'objet d'un avis favorable de l'Afssa sont donc celles qui répondent à la fois à des exigences en termes de risque mais aussi d'efficacité.

Ces termes d'« acceptable » et « non acceptable » sont souvent sources de confusion et de critiques car ils amènent à croire qu'un risque peut être considéré acceptable alors qu'il existe potentiellement un risque pour la santé publique. En réalité, cette notion d'acceptabilité indique que les tests toxicologiques n'ont pas mis en évidence d'effets néfastes sur la santé.

Dès cette évaluation *a priori*, il est nécessaire de faire progresser la connaissance en matière de toxicologie pour améliorer la protection de l'opérateur, du consommateur, mais aussi de l'environnement. On approfondira par exemple la connaissance

des effets sur le métabolisme humain, en évaluant la toxicité potentielle des métabolites (nouvelles molécules générées par transformation des substances absorbées par l'organisme). Plus généralement, il faut développer des recherches de toxicologie permettant de classer les substances pour déterminer les denrées alimentaires consommables.

D'autre part, il faut aussi définir et prévoir les résidus présents dans les végétaux, les animaux et l'environnement, par exemple en modélisant leur devenir dans l'atmosphère ou dans l'eau (Figure 9).

En ce qui concerne l'évaluation *a posteriori*, le protocole est complexe pour évaluer l'exposition alimentaire chronique (Figure 10). L'analyse doit d'abord être réalisée au niveau individuel et prendre en compte les différents types de populations : âge (enfants, adultes, personnes âgées), régime (végétariens...), et pour chaque cas évaluer la quantité de pesticides apportée par chaque catégorie d'aliment consommé, ainsi que le niveau résiduel.

Afin de procéder à cette évaluation, l'Afssa assure la collecte,



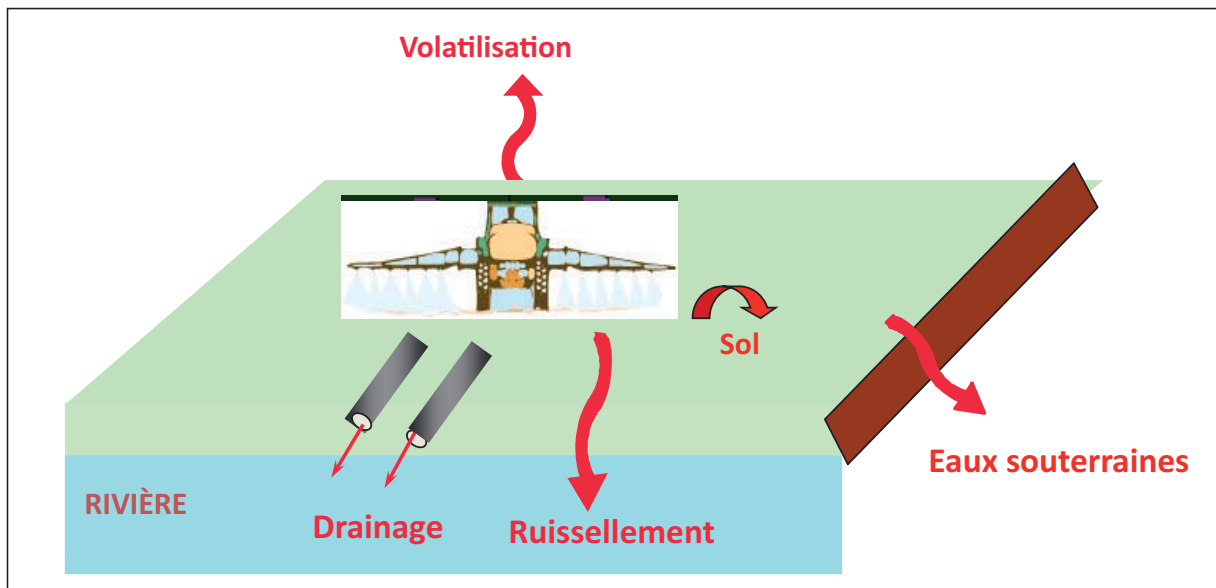


Figure 9

Modélisation du devenir des résidus de pesticides dans l'environnement.

la synthèse et l'analyse de données sur la consommation des individus (enquêtes de consommation INCa<sup>2</sup>) et sur la contamination des produits. Elle recommande aux ministères des plans de surveillance et en exploite les résultats. Dans le cadre de l'Observatoire des résidus de

pesticides, 1 700 000 résultats individuels ont ainsi été rassemblés et organisés dans une base de données. Ces résultats correspondent à des programmes d'études ayant essentiellement porté sur le contrôle de la conformité et des bonnes pratiques pour les aliments bruts ou semi-transformés et les eaux destinées à la consommation

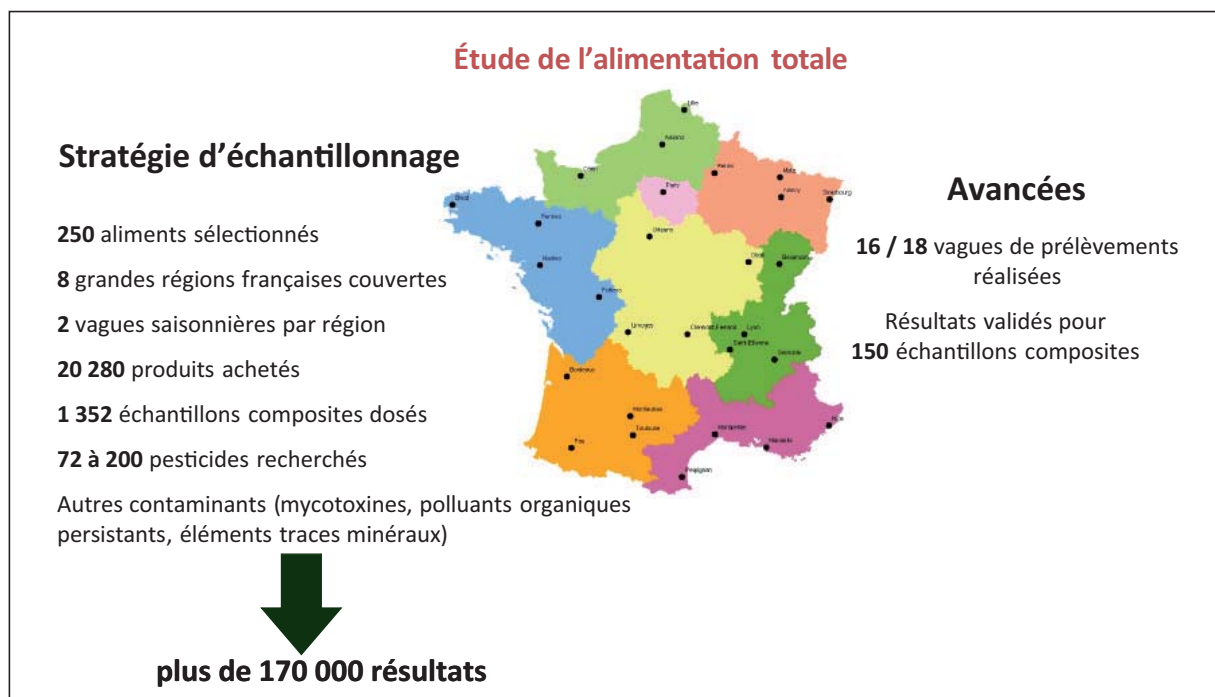
Figure 10

Évaluation de l'exposition alimentaire chronique.

2. INCa : Institut national du cancer.

### Principe fondamental : exposition cumulée tous aliments

Dose apportée par chaque aliment	=	Quantité consommée (g)	x	Niveau résiduel	Calcul réalisé au niveau individuel ↓ Prise en compte des différentes populations : enfants, adultes, personnes âgées, végétariens...
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">+</div> </div>	=	141,9	x	0,0093	
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">+</div> </div>	=	198,4	x	0,0009	
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">+</div> </div>	=	191,5	x	0,0076	
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">+</div> </div>	=	541,4	x	0,0025	
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">+</div> </div>	=	315,0	x	0,0007	
Ensemble du régime alimentaire	=	exposition alimentaire		Dose totale =	



humaine. L'échantillonnage a été ciblé sur les situations à risque et la recherche des teneurs élevées.

L'Afssa conduit également elle-même des campagnes de mesure. Elle a ainsi réalisé deux grandes études de surveillance des expositions alimentaires, les études de l'alimentation totale (EAT) [ou *total diet study*, TDS].

La **Figure 11** résume la complexité de l'organisation mise en place et l'ampleur de l'étude qui a permis d'obtenir 170 000 résultats validés de recherche de près de 200 pesticides ainsi que de mycotoxines, polluants organiques persistants et éléments traces dans 250 aliments sélectionnés, le plan d'échantillonnage couvrant huit grandes régions françaises en deux vagues saisonnières.

Par ailleurs, pour évaluer les risques, l'Afssa a engagé en

partenariat avec des organismes de recherche nationaux et le soutien de l'Agence nationale de la recherche (ANR), un programme de recherche sur les conséquences de l'exposition simultanée et donc cumulée de la population aux résidus de pesticides présents à faible dose dans les aliments et sur la caractérisation des mélanges auxquels la population est le plus exposée. Ce programme a nécessité la mise en application d'outils à la pointe de la recherche statistique et d'études de toxicologie cellulaire sur des mélanges permettant de comparer l'impact des mélanges à celui des substances prises isolément, et cela grâce à l'identification de marqueurs de toxicité générale (cytotoxicité, apoptose (mort cellulaire programmée), stress oxydant) et le cas échéant, spécifique (généotoxicité, perturbation

**Figure 11**

*Surveillance de l'exposition alimentaire.*

endocrinienne). Les résultats de ce programme seront pris en compte dans le cadre des travaux d'évaluation des risques conduits par l'Agence.

### 3 Les produits phytopharmaceutiques, pour une alimentation de qualité pour tous (d'après la conférence de Vincent Gros)

#### 3.1. La vision négative du grand public

À l'heure actuelle, les produits *phytopharmaceutiques* et les pesticides font l'objet de discussions animées, qui se sont intensifiées après la mise en place du Grenelle de l'environnement en 2007. Pour les industriels de la phytopharmacie, ces débats sont difficiles car ils sont confrontés à des visions anxiogènes. Il est compliqué de faire comprendre au grand public la différence entre le danger et le risque, la différence entre la présence de traces de produits phytopharmaceutiques dans l'eau ou dans les fruits et légumes, et le danger pour le consommateur, et ce d'autant plus qu'on est à présent capable de détecter des doses infimes de substances dans les aliments : par exemple un millième de milliardième de gramme de produits phytopharmaceutiques dans un gramme de blé ! Ces débats finissent par occulter la contribution essentielle des produits phytopharmaceutiques à la production des denrées alimentaires en quantité et en qualité, et à des prix abordables par tous.

#### 3.2. L'apport des produits phytopharmaceutiques

Les produits phytopharmaceutiques ont plusieurs avantages : tout d'abord, ils permettent de **préserver les rendements de l'agriculture** (voir le *Chapitre de P. Stengel*). Leur contribution à la lutte contre les mauvaises herbes, les insectes et les maladies permet de préserver une moyenne de 45 % pour les rendements agricoles. Malgré cela, une étude publiée par la FAO<sup>3</sup> (*Food and Agriculture Organization*), a permis de chiffrer aux alentours de 276 milliards de dollars les pertes sur les cultures vivrières dues aux mauvaises herbes, aux maladies et aux insectes. Cette somme est largement supérieure à la valeur mondiale de la récolte de blé !

De plus, l'utilisation de produits phytopharmaceutiques peut avoir des effets positifs sur la **qualité gustative** des produits. Si l'on prend l'exemple du vin, l'Institut coopératif du vin (ICV) a montré, en 2008-2009, qu'à partir du moment où les vignes sont attaquées à plus de 13 % par l'oïdium, une moisissure microscopique, le vin devient non marchand

3. La FAO ou Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture est une organisation spécialisée du système des Nations unies, créée en 1945, qui regroupe 190 membres, dont l'Union européenne.

Son objectif suprême affiché est d'« aider à construire un monde libéré de la faim », sa devise, inscrite sur son logotype, est *Fiat panis* (expression latine signifiant « qu'il y ait du pain (pour tous) »).

# Crédits photographiques

- Fig 4, 6, 9, 10 et 11 : Afssa

- Fig 8A : Licence CC-BY-SA,  
Rude

- Fig 17 : Chips et frites :  
Licence CC-BY-SA, Rainer  
Zenz