

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.

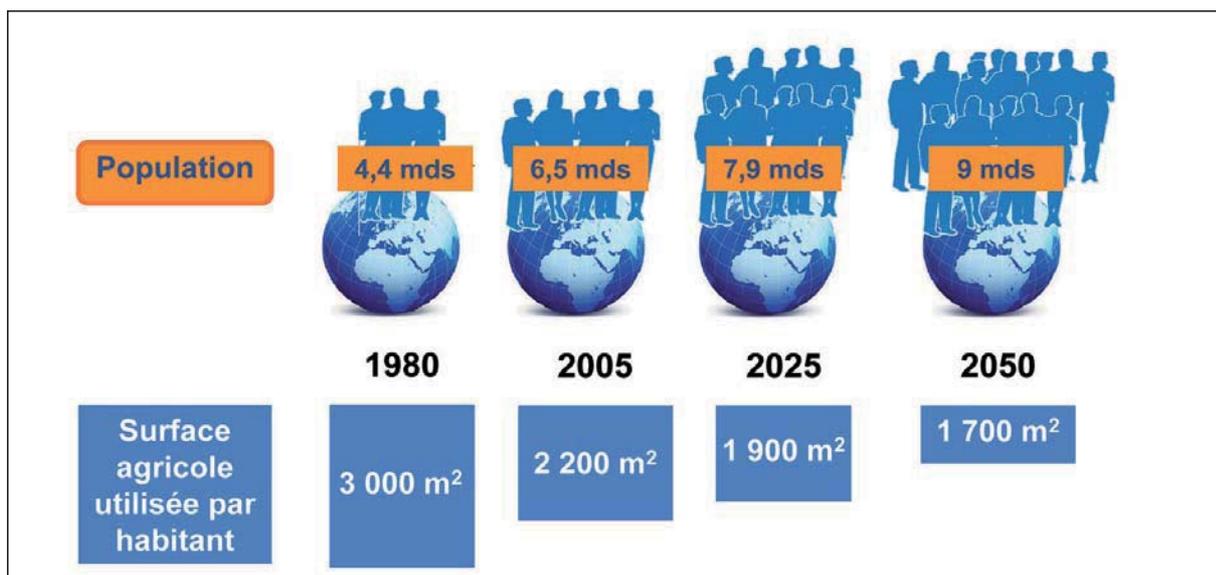
3.2. L'apport des produits phytopharmaceutiques

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 FAO³ (*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) »).



puisqu'il développe un certain nombre d'arômes désagréables. Un autre exemple concerne l'impact du fusarium sur la qualité boulangère des farines de blé : les blés sains ont une qualité boulangère supérieure aux blés atteints par ce champignon parasite.

Par ailleurs, on occulte souvent l'impact positif des produits phytosanitaires sur la **conservation des aliments**. La FAO a estimé que les pertes au moment de la conservation des aliments peuvent être estimées aux alentours de 30 %.

L'utilisation de ces produits a également des effets sur la **qualité sanitaire** elle-même. On a oublié aujourd'hui ce qu'était l'ergot du seigle, cette maladie du seigle qui a duré jusqu'au XVII^e siècle et qui « rendait les gens fous » (elle provoquait des hallucinations). Actuellement, on considère que 20 à 25 % des récoltes de céréales sont tout de même contaminées par des **mycotoxines**, avec des effets de toxicité aigüe sur

le bétail, mais aussi sur les consommateurs.

Enfin, dans le contexte d'accroissement démographique actuel, il sera nécessaire de doubler la production agricole mondiale dans les trente prochaines années (**Figure 12**) ; à cela s'ajoute un changement d'habitude de consommation alimentaire avec le développement de l'alimentation « carnée » : plus on consomme de viande, plus il y a nécessité de produire des protéines végétales pour nourrir le cheptel.

Pour relever ce défi, il va falloir jouer sur différents paramètres de production à la fois : être capable de maintenir les rendements là où ils sont déjà élevés, les augmenter là où c'est possible, et agrandir les surfaces agricoles sans détruire la biodiversité. Il faut chercher à rassembler les moyens de satisfaire ces objectifs de production plutôt que les opposer les uns aux autres ou les exclure. Il faudra de plus prendre en compte les conséquences difficiles

Figure 12

La production agricole devra faire face au doublement de la population mondiale prévue d'ici trente ans. (Source : ONU, FAO) mds = milliards.

Figure 13

Le groupe BASF, leader mondial de la chimie, consacre 10 % de son chiffre d'affaires à la R&D soit autant que dans le secteur informatique, deux fois plus que dans le secteur automobile et dix fois plus que dans l'industrie agro-alimentaire. Bien que la partie phytopharmacie ne représente que 5 % du chiffre d'affaires (soit 60 milliards d'euros en 2009), le budget R&D consacré à cette branche correspond à 35 % de la R&D totale.

à évaluer des changements climatiques sur la dynamique des maladies et leur influence sur les cultures.

Cela n'enlève rien au fait qu'il reste beaucoup de marge de progrès pour produire mieux, y compris dans le cadre de l'utilisation de produits phytopharmaceutiques, dans le cadre des bonnes pratiques phytosanitaires, ou dans l'utilisation d'outils adaptés. Produire plus est une nécessité inéluctable, il est tout aussi important de travailler sur le fait de produire mieux (pour aller plus loin, voir le *Chapitre de P. Stengel*).

3.3. L'évaluation des risques des produits phytopharmaceutiques

Les produits phytopharmaceutiques sont parmi les produits chimiques les mieux connus, comme en témoigne la démarche rigoureuse de contrôle sanitaire réalisée par l'Afssa, décrite précédemment.

Un contrôle rigoureux et lourd est également mis en œuvre

par les industriels qui mettent ces produits sur le marché. L'homologation d'une molécule dans l'industrie phytopharmaceutique nécessite entre dix et quinze ans de recherche. Or, les décisions politiques sont souvent prises à court terme et sont donc difficilement compatibles avec le temps nécessaire à la mise au point d'innovations et le passage à la mise en œuvre en production.

Par exemple, mettre au point une molécule chez BASF mobilise aujourd'hui plus de 200 millions d'euros pour la Recherche et Développement ; ce coût a été multiplié par sept en vingt ans, et 90 % sont consacrés à l'étude des impacts sur la santé et l'environnement (*Figure 13*) ! Ces études concernent différents aspects tels que les toxicités aiguës, les toxicités chroniques, les effets mutagènes potentiels, l'action sur les micro-organismes de l'eau et du sol, sur les oiseaux et les poissons. Elles portent également sur le devenir des molécules dans l'eau, dans le sol et dans les nappes phréatiques.

En Europe, le dispositif réglementaire est riche donc contraignant. Un dossier d'homologation d'une nouvelle substance contient plus de 20 000 pages d'études et d'essais.

Pour démontrer à quel point les marges de sécurité sont importantes, prenons l'exemple des résidus dans les fruits et légumes. Aujourd'hui, il existe une limite réglementaire appelée **limite maximale de résidus** (LMR) : pour qu'un



fruit ou un légume soit accepté dans le cadre de la législation européenne, il faut que la quantité de résidus de produits phytosanitaires trouvés soit inférieure à cette LMR.

On détermine tout d'abord la dose sans effet (DSE) – dose jusqu'à laquelle on ne constate aucun effet. On prend ensuite un facteur de sécurité supérieur à cent (on divise donc cette DSE par cent) et on détermine ainsi la dose journalière admissible (DJA, voir l'*encart « La dose journalière admissible »*). Puis à partir de cette DJA, on détermine la LMR.

On considère aussi l'**apport journalier maximum théorique** qui prend en compte le panier moyen de la ménagère. À chaque fois que la limite maximale de résidus est supérieure à cet apport maximum journalier théorique, le produit est considéré comme non utilisable.

Tous les ans, au niveau européen, 60 000 analyses de produits phytopharmaceutiques contenus dans les fruits et légumes sont effectuées : 96 à 97 % des analyses sont inférieures à ces LMR. Même si 3 ou 4 % de dépassement c'est déjà trop, cela reste donc sans impact sur la santé des consommateurs.

Pour revenir sur les positions tranchées qui existent entre produit naturel et produit de synthèse, on peut prendre l'exemple de l'agriculture biologique. Cette dernière présente de nombreux avantages mais est aussi le premier client des industriels qui lui fournissent des produits comme le soufre ou le cuivre. Or, le cuivre est un produit phytopharmaceutique,

un pesticide, qui s'accumule et présente une certaine toxicité pour les organismes du sol. Même si cette dichotomie produits naturels/produits de synthèse est très présente dans l'esprit des consommateurs, elle est souvent contestable.

3.4. Les perspectives pour l'avenir : vers des molécules toujours plus sélectives et ciblées et de nouveaux outils d'aide à la décision

Pour produire plus, en respectant scientifiquement et rigoureusement la biodiversité, la diversité et la santé des consommateurs, il faut développer les études qui permettent :

- dans chaque cas d'identifier la biomolécule pertinente de la relation plante/insecte ou plante /champignon ;
- déterminer la structure de la « serrure » et d'identifier la « clé » (l'inhibiteur, la molécule qui agit sur la cible, au niveau de l'organisme pathogène de la plante) qui permette de contrôler cette interaction (voir l'ouvrage *La chimie et la santé, au service de l'homme [1]* ;
- d'optimiser l'affinité de l'inhibiteur grâce à la conception assistée par ordinateur et au « criblage virtuel » (par modélisation informatique, on teste un nombre important de molécules pour prévoir la structure de la molécule la plus spécifique de la cible).

La mise au point de molécules plus spécifiques permettra de réduire les doses de phytopharmaceutiques utilisées, en mettant en œuvre de nouveaux outils d'aide à la



Figure 14

Grâce aux modélisations informatiques, on peut optimiser les traitements des parcelles par les produits phytosanitaires, le but étant d'avoir la meilleure efficacité et la moindre contamination de l'environnement.

décision qui permettront, sur la base des données caractéristiques de la parcelle et des informations météo locales, de déclencher le traitement au bon moment, à la bonne dose, uniquement si cela est nécessaire (Figure 14).

4 La toxicologie alimentaire

(Jean-Pierre Cravedi, Sylvie Chevolleau, Cécile Canlet et Laurent Debrauwer)

Les études de toxicologie sont indispensables pour l'évaluation du risque alimentaire, réalisée par des agences publiques comme l'Afssa, ou par l'industrie agroalimentaire. Ces évaluations doivent permettre de déterminer la probabilité pour que le consommateur ne coure aucun danger en absorbant tel ou tel aliment, c'est ce qu'on appelle le risque sanitaire. Il faut identifier le danger potentiel, puis le caractériser. C'est une démarche difficile, longue et complexe dans laquelle la chimie analytique est un allié incontournable, mais elle n'est pas le seul...

4.1. Les défis techniques de la toxicologie alimentaire

Dans une étude de toxicologie alimentaire, la quantification d'une substance n'est pas nécessairement l'étape la plus complexe, c'est en premier lieu l'extraction des composés toxiques. Si l'on prend l'exemple d'un steak grillé, extraire les composés de cet aliment puis repérer les substances toxiques est une tâche bien plus difficile que l'étape de leur analyse, qui ne représente que quelques pourcents du travail de chimie analytique (Figure 15).

Un autre défi est de détecter les substances à des doses de plus en plus faibles. Depuis vingt ans, les techniques analytiques ont considérablement progressé : non seulement elles sont de plus en plus répandues et accessibles aux laboratoires, mais leurs limites de détection ont globalement progressé d'un facteur de 1 000 à 5 000 (Figure 16). Il y a vingt ans, il était impossible de détecter les *dioxines* aux concentrations auxquelles elles se trouvent dans nos aliments ; on sait aujourd'hui les doser et les quantifier, même si les analyses coûtent cher car plus les appareils sont performants, plus ils sont coûteux et exigent du personnel qualifié.

Une autre difficulté s'ajoute : celle de détecter simultanément un grand nombre de composés dans un aliment. En effet, le risque en matière de sécurité sanitaire des aliments ne résulte pas seulement de la présence d'une substance ou d'un petit nombre de substances, mais

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