

# AGRICULTURE



## F1 • L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES 1 / 3

### DÉFINITION

Parmi les biocides (étymologiquement, qui tue la vie), on distingue une famille utilisée en agriculture : les pesticides, du verbe latin *cida* (tuer) et du nom anglais *pest* (nuisible), destinés à lutter contre les nuisibles.

### Un peu d'histoire

L'utilisation des pesticides en agriculture est ancienne : dès l'antiquité, Pline recommande l'usage de l'arsenic. Au Moyen Age, les aconits\* étaient utilisés contre les rongeurs et les produits arsenicaux sont connus en Chine depuis le XVIe siècle.

Si des produits minéraux tels que le soufre et le cuivre étaient auparavant utilisés pour lutter contre les espèces considérées comme « nuisibles » (ou ravageurs de cultures), c'est au lendemain de la deuxième guerre mondiale que s'est développée l'industrie des pesticides. Dans un contexte de croissance économique, l'agriculture a connu une véritable modernisation axée sur la maîtrise des ressources alimentaires et l'amélioration de la santé publique. Les objectifs d'augmentation des rendements et de lutte contre les vecteurs de maladies se sont traduits par le très important développement industriel de produits phytosanitaires de synthèse, dont l'utilisation est devenue banalisée dans le secteur agricole mondial.

Après des siècles où l'on a cherché à adapter les variétés à l'environnement (en sélectionnant des variétés à long poil par exemple, qui empêchent les insectes de piquer), il y a eu une inversion dans la logique agricole de l'après-guerre : on a cherché à adapter l'environnement à quelques variétés sélectionnées, en utilisant des pesticides permettant de contrôler les composantes de l'environnement et d'éradiquer les organismes « nuisibles ».

Les pesticides ont été renommés produits phytosanitaires puis produits de protection des plantes. Ainsi, les industriels fabricant et commercialisant ces produits sont regroupés au sein du syndicat professionnel de l'Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP), les autres produits continuant d'être nommés biocides (désinfectants, raticides, traitement du bois...).



*Doryphore de la pomme de terre © Coutin R. / OPIE*

### Des produits phytosanitaires classés en fonction de leur cible

Les « produits de protection des plantes » continuent à se décliner en « cide » selon leur cible :

- les herbicides, ou désherbants, utilisés contre les herbacées qui poussent dans les champs,
- les fongicides, utilisés contre les maladies cryptogamiques causées par des champignons parasites, notamment dans la lutte contre le mildiou (parasite de la vigne, de la pomme de terre, de la tomate) et contre l'oïdium (vignes, céréales...),
- les insecticides et acaricides, utilisés contre insectes et acariens,
- les rodenticides, utilisés contre les rongeurs (campagnols, mulots...),
- les nématicides, utilisés contre les nématodes,
- les molluscicides, utilisés contre les escargots et les limaces,
- ...

Si les pesticides sont classés en fonction de leur cible principale, ils ont dans la plupart des cas des effets mortels sur d'autres organismes, ce qui entraîne de graves perturbations environnementales.

### L'autorisation de mise sur le marché (AMM) :

la mise sur le marché de ces produits est réglementée par deux directives, souvent mises à jour :

- Produits phytosanitaires : Directive 91/414/CEE du Conseil du 15 juillet 1991, concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques.

- Biocides : Directive 98/8/CE du Parlement Européen et du Conseil du 16 février 1998, concernant la mise sur le marché des produits biocides.



*Crédits : J. Geoffroy, FRAPNA Isère*



Abeille butinant une fleur de bourrache - Crédits : Marion Herbin-Sanz, FRAPNA Isère

### La formulation

Un pesticide est composé d'un principe actif d'origine naturelle ou synthétique. Les pesticides commercialisés sont composés d'une ou plusieurs matières actives auxquelles on a ajouté d'autres substances : solvants, mouillants, produits de dilution, tensio-actifs, synergisants (...) afin d'améliorer leur efficacité et de faciliter leur emploi : c'est la formulation.

Les additifs ont parfois un effet de potentialisation sur la molécule principale. Ajoutés pour en augmenter l'efficacité ou la rémanence, s'ils ont un effet 0 sur les organismes, ils ont un effet multiplicateur de la toxicité. Cet effet peut être imagé par la formule : effet 0 + effet 1 = effet 10. La formulation fausse les conditions de la réglementation, car les études toxicologiques et les autorisations d'emploi concernent la molécule pure. Or, une molécule formulée est parfois plus « efficace », ou plus toxique, et l'utilisation réelle ne correspond pas à ce qui est autorisé. Beaucoup d'effets nocifs et/ou de potentialisation ont été attribués à des contaminants dont on ne sait pas toujours si la présence est accidentelle ou si l'effet potentialisateur est pris en compte par le fabricant.

Les brevets protègent souvent non seulement les molécules, mais aussi les formulations.

### La propagation des pesticides dans l'environnement

Quand ils sont utilisés dans les champs, les pesticides peuvent toucher des organismes non cibles. L'action du produit ne s'arrête pas aux seuls organismes visés, mais se propage dans l'environnement immédiat de la culture. On peut observer :

- des pertes par dérive lors du traitement, variables selon la météo, la taille des gouttes et le mode d'application,
- la volatilisation des molécules après application : cette voie de transfert peut être très importante pour certaines molécules volatiles (la trifluraline par exemple),
- l'érosion éolienne : les particules de sol arrachées par le vent diffusent des pesticides dans l'atmosphère. Les résidus peuvent être transportés sur des milliers de kilomètres, comme le montre l'exemple du DDT que l'on retrouve en Antarctique.

## L'UTILISATION DES PESTICIDES EN AGRICULTURE

### Utilisation des pesticides en France et dans le monde

La France est le 3ème consommateur mondial de pesticides et le premier consommateur européen, proportion considérable au regard de sa surface agricole qui s'élève à environ 30 millions d'hectares. 6000 produits contenant des substances chimiques autorisées sont homologués en France et environ 2500 sont régulièrement utilisés. Les fongicides représentent la moitié du volume des pesticides utilisés, les herbicides un tiers et les insecticides 3 %.

(Source : site internet de Vedura)

### Les productions les plus consommatrices de pesticides

Un nombre restreint de cultures (céréales à paille, maïs, colza et vigne) qui occupent moins de 40% de la surface agricole utile\* (SAU) nationale utilisent à elles seules près de 80% des pesticides vendus en France chaque année.

(Source : Pesticides, agriculture et environnement, INRA et Cemagref, 2005)

### Une prise de conscience des impacts environnementaux

Dans un contexte de confiance dans le progrès et l'industrie, les impacts environnementaux n'ont pas été pris en compte dans le développement des produits phytosanitaires. Mais, très vite, des premiers signes (phénomènes de résistance chez les insectes, troubles de la reproduction chez les oiseaux) ont montré les dangers potentiels de l'utilisation de tels produits sur les milieux naturels et, par extension, sur la santé humaine. En 1962, le livre « Le printemps silencieux » contribue à la première prise de conscience publique. Rachel Carson, biologiste, déclare que le DDT s'avère être la cause de coquilles d'œufs plus fines chez les oiseaux, entraînant une augmentation de la mortalité.

#### En savoir +

- Site internet du Mouvement pour le droit et le respect des Générations Futures

### Les traitements phytosanitaires

Pour utiliser les produits phytosanitaires, les agriculteurs doivent se protéger, en utilisant un dispositif de filtration dans la cabine du tracteur et une combinaison de protection afin de limiter l'effet des pesticides sur leur santé. Il existe différentes manières d'utiliser les pesticides :

1. Avec un pulvérisateur à dos ou manuel pour les petites surfaces ou sous serre,
2. Avec une rampe d'épandage, pour les cultures de plein champ, les vignes et les vergers,
3. Par épandage aérien, pratique soumise à dérogation en France depuis 2010 en raison de la forte dispersion des molécules dans l'atmosphère,
4. Par enrobage des graines. Cette technique d'application particulière permet de s'exonérer d'une nouvelle AMM\* dans le cas de plusieurs molécules à effet synergiste. Cette technique est beaucoup moins visible que l'épandage, et souvent les agriculteurs ne prennent pas toutes les précautions nécessaires pour la protection de leur santé.



### LES HERBICIDES

Les herbicides appartiennent à une multitude de familles chimiques, à la fois parce qu'ils permettent d'agir à des moments différents de la culture (avant la culture, en pré et en post levée, défoliants...), mais aussi parce que les fabricants et les brevets qui les accompagnent sont fort nombreux.

Les herbicides sont classés en deux grandes catégories en fonction de leurs objectifs.

**Les herbicides sélectifs** : leur choix est fait en fonction des espèces cultivées sur lesquels ils n'ont pas d'impact et des adventices\* à détruire. L'utilisation se complique lorsque l'adventice le plus présent ou le plus gênant appartient à la même famille botanique ou à les mêmes conditions de culture (cas de l'ambroisie dans le tournesol par exemple).

**Les herbicides non sélectifs ou désherbants totaux** : ces herbicides détruisent toutes les plantes présentes. Le plus connu et le plus utilisé dans le monde est le glyphosate, c'est un désherbant systémique\* (qui est véhiculé par la sève).

Vendu par Monsanto sous la marque Roundup avec une multitude de formulations adaptées aux différents usages, le glyphosate a été associé par contrat aux premières semences de maïs et soja OGM pour permettre à l'entreprise Monsanto de garder un avantage commercial au moment où le produit était sur le point de tomber dans le domaine public. Aujourd'hui, il n'est plus protégé par un brevet et est donc aussi vendu sous forme générique ; il est proche d'autres produits comme le glucosinate de BASF.

• En savoir + : <http://www.infogm.org/spip.php?article962>

L'« avantage » d'un désherbant total employé sur une plante modifiée pour être résistante à un herbicide total est une simplification certaine du travail ; il n'y a plus à se soucier des différentes adventices, elles sont en principe toutes détruites.

Employée sans limites, cette technique n'est cependant plus infaillible. Avec l'apparition des adventices résistantes, des milliers d'hectares de soja transgéniques sont abandonnés aux Etats-Unis.

• Voir l'article « Amarante contre Monsanto »

### L'impact des herbicides sur l'environnement

Le mode d'action des herbicides est fondé sur des perturbations métaboliques de la photosynthèse, de la synthèse de caroténoïdes, des chlorophylles et de différents enzymes et agents de la multiplication cellulaire.

Quelques produits sont connus de longue date pour être très toxiques pour l'homme et les animaux. C'est le cas du paraquat dont la toxicité avérée et l'absence d'antidote n'empêchent pas une large utilisation par des populations moins protégées que celles de l'Union Européenne dans la production florale, le thé, l'huile de palme, les bananes etc.

La campagne de nombreuses ONG vis-à-vis de SYNGENTA est insuffisamment connue : « Halte au paraquat ! »

Les herbicides sont les pesticides que l'on retrouve le plus souvent dans l'eau. Leur toxicité a souvent été sous-estimée :

- on n'en trouve aucun dans la liste des Produits Organiques Persistants (POPs) de la convention de Stockholm de 2001 ;
- la publicité des formulations Round'up, reconnue aujourd'hui mensongère par la loi, a ancré l'image d'un produit anodin.

Cependant, des herbicides ont été au centre de l'actualité :

- l'utilisation militaire de l'« agent orange » (mélange de 2-4-D et de 2,4,5T) par l'armée américaine durant la guerre du Vietnam a non seulement détruit la forêt vietnamienne, mais a aussi eu des effets cancérigènes et tératogènes jusqu'à la troisième génération (au moins). Ces effets ont été principalement attribués aux traces de dioxine, et il a fallu attendre plusieurs années avant que la toxicité des deux herbicides soit aussi incriminée ;
- la mise au point de plantes génétiquement modifiées pour tolérer les herbicides a été à l'origine de contestations portant non seulement sur la perturbation de l'ADN, mais aussi sur l'utilisation des herbicides tolérés. Utilisées sur des surfaces considérables, ces pratiques ont conduit à la quasi stérilisation des sols en Amérique du Sud et du Nord. Cette utilisation a également favorisé la multiplication de plantes adventices envahissantes et résistantes, entraînant une fuite en avant : l'application de très nombreux herbicides est « nécessaire » pour avoir une récolte.

### **Les herbicides, des produits dangereux pour la santé**

La toxicité aiguë et à court terme des herbicides est limitée, mais leur persistance dans les milieux sous forme moléculaire amplifie leur toxicité.

Par exemple, l'atrazine et ses métabolites (dont le déséthylatrazine) sont encore présents dans les eaux et les brouillards, bien que leur interdiction sur les cultures de maïs remonte à 2001. Les effets sur l'homme et le fœtus sont pour la plupart en lien avec sa proximité d'action avec les oestrogènes ; malformations, fausses couches mais aussi tumeurs ovariennes.

### **Le cas du glyphosate : une mésinformation ?**

Le glyphosate, qui est l'herbicide le plus utilisé depuis l'interdiction de l'atrazine, mérite une attention toute particulière concernant son lobbying. Quand on consulte internet, on s'aperçoit que les informations les plus consultées sont positives : il existe chez Monsanto des systèmes automatisés qui mettent ces informations en valeur. Le seul site qui affiche clairement les méfaits du glyphosate est Combat Monsanto, qui affiche son parti pris et, contrairement aux autres sites, publie clairement ses sources.

La fiche de données toxicologiques INERIS mentionne irritations, effets cutanées, céphalées : les effets mentionnés sont bénins, alors que les troubles constatés dans les populations très exposées aux aspersion de glyphosate dans les zones de maïs tolérant relatent des perturbations hormonales très graves. La mise à jour de cette fiche a été reportée à 2015 par l'UE...

Les études mettant en évidence les effets nocifs du glyphosate sont considérées comme non valides (les études sur les rats de G.E. Seralini mettant en évidence les possibles toxicités du glyphosate ont été totalement occultées et ignorées). Par manque de preuves scientifiques reconnues, par un lobbying important, le risque est que des personnes peu informées soient convaincues de l'innocuité de ces produits.

### LES INSECTICIDES

Avant la mise au point de pesticides de synthèse, des produits minéraux étaient utilisés, comme l'arséniate de plomb contre le doryphore de la pomme de terre\*. On utilisait aussi divers extraits de plantes connus pour leur pouvoir insecticide : nicotine, roténone, pyrèthres, neem, etc.

#### Les premiers insecticides de synthèse

Les premiers insecticides de synthèse sont issus de la recherche de produits chlorés comme armes biologiques : on a vérifié qu'ils tuaient bien les insectes avant de s'en servir pour tuer les hommes. Dès le départ, leur dangerosité était donc clairement connue.

- **La première génération d'insecticides : les organochlorés**

Les organochlorés sont des insecticides de première génération, leur développement fait suite à celui des gaz de combat de la première guerre mondiale. Ils sont utilisés en agriculture et dans les métiers du bois (traitement des meubles et des charpentes). Comparée à d'autres familles, la toxicité aiguë des organochlorés est relativement faible pour l'homme dans des conditions normales d'utilisation. Cependant, elle n'est pas suffisante pour garantir leur innocuité sur d'autres organismes.

Les insecticides organochlorés ont la particularité d'être très stables chimiquement. Ils persistent longtemps dans les sols et les tissus végétaux en donnant des produits de dégradation (métabolites) encore plus stables dans l'environnement. Comme ils sont très persistants et qu'ils s'accumulent facilement dans les tissus végétaux et les graisses, ils font l'objet d'une bioamplification<sup>1</sup>\* le long de la chaîne alimentaire. Situé en toute fin de chaîne alimentaire, l'homme est particulièrement exposé aux conséquences de cette bioaccumulation. Les organochlorés se retrouvent partout et peuvent s'accumuler très loin des lieux de leur utilisation.

En Suède, de nombreuses années après leur interdiction, une étude (Danerud et al 2006) montre que les poissons seraient le principal aliment contaminé par les organochlorés. On y retrouve plusieurs molécules pouvant aller jusqu'à une concentration totale de 15,84 µg/kg.

<sup>1</sup> Désigne l'augmentation cumulative, à mesure qu'on progresse dans la chaîne alimentaire (chaîne trophique), des concentrations d'une substance persistante. Le prédateur concentre une substance (ou un élément) à un niveau supérieur à celui où il se trouve dans sa proie.

La découverte de l'omniprésence et de la bioaccumulation des organochlorés ainsi que leur mode de fonctionnement perturbateur de l'influx nerveux ont fait classer les organochlorés parmi les polluants organiques persistants (POPs) et ont conduit de nombreux pays à en interdire progressivement et totalement l'usage dans les années 1970 par le biais d'accords internationaux, tels que la convention de Stockholm.

Cependant, certains de ces produits ont été utilisés bien après les années 70. En France, le lindane a été retiré du marché et interdit d'emploi en 1998, la dieldrine et l'aldrine ont été retirées du marché respectivement en 1989 et 1994, le mirex depuis 1990.

Un des derniers scandales liés à cette catégorie de produits est l'autorisation d'emploi scandaleuse du chlordécone dans les bananeraies antillaises malgré la connaissance de sa toxicité et de sa rémanence. Sa commercialisation a été suspendue puis définitivement interdite en 1990 en métropole, mais a bénéficié dans les départements d'outre-mer (DOM) de dérogations successives jusqu'en 1993. Son utilisation contre un charançon a rendu grande partie des terres impropres à toute culture pour de nombreuses années une et a déjà contaminé les zones de pêche. Cette intoxication massive a permis de mettre en évidence qu'en plus de la neurotoxicité de la chlordécone, son caractère néphrotoxique\* et perturbateur endocrinien\* avait été largement sous-estimé.

- **La deuxième vague : les organophosphorés et les carbamates**

#### Les organophosphorés

La première commercialisation est celle du parathion en 1944. Actuellement, les organophosphorés sont les insecticides les plus variés du marché. Ces produits n'ont guère de points communs entre eux, si ce n'est leur origine, une certaine liposolubilité\* et leur mode d'action sur le système nerveux. Ce sont des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase\* qui est bloquée sous une forme inactive. En conséquence, l'acétylcholine\* s'accumule au niveau de la synapse, empêchant la transmission de l'influx nerveux et entraînant la mort de l'insecte. Ce mode d'action explique leur haute toxicité vis-à-vis de l'homme et des animaux à sang chaud.

Les organophosphorés constituent une deuxième génération d'insecticides et ont été développés à la suite des gaz de combat de la deuxième guerre mondiale. Ils se sont particulièrement développés en remplacement des insecticides organochlorés. Contrairement à ces derniers, ils sont très vite dégradés dans l'environnement, ce qui nécessite de renouveler les traitements pour assurer une longue protection. La plupart des pesticides organophosphorés, en fonction de leur forme moléculaire et de leur formulation, pénètrent plus ou moins dans le tissu des plantes (étant semi systémiques), ou sont transportés par le système vasculaire de la plante : ils sont alors systémiques.

#### Les carbamates

Les carbamates sont apparus à la fin des années 1940 et leur développement est lié, tout comme celui des organophosphorés, à l'interdiction progressive des organochlorés à partir des années 1970. Les carbamates contiennent des produits comme l'aldicarbe, le carbofuran ou le carbaryl.

Tout comme les organophosphorés, les carbamates sont extrêmement toxiques et donnent lieu à de nombreuses intoxications, ils agissent en bloquant l'acétylcholinestérase dont le rôle est de dégrader l'acétylcholine.

#### • La troisième génération : les pyréthriinoïdes

Insecticides de troisième génération, les pyréthriinoïdes sont des molécules analogues synthétiques des pyréthrines, qui sont des substances naturelles présentes dans les fleurs de chrysanthème.

Les pyréthriinoïdes ont représenté dans les années 1970 une alternative aux molécules plus anciennes (organochlorés, organophosphorés, carbamates...), dont l'écotoxicité commençait à être dénoncée. Ils ont peu à peu remplacé les insecticides organophosphorés qui eux-mêmes se substituaient aux insecticides organochlorés.

Dotés d'une toxicité considérable sur les insectes, certains peuvent être utilisés à des doses très réduites. Ainsi, la deltaméthrine s'utilise à raison de 2,5g à 5g de matière active par hectare, pour tuer les noctuelles\*. Les pyréthriinoïdes ont l'intérêt d'offrir une toxicité moindre pour les oiseaux et les mammifères. Agissant par contact, ils tuent presque instantanément les insectes par effet de choc neurotoxique.

Comme les organochlorés, ils tuent l'insecte en bloquant le fonctionnement des canaux sodium indispensables à la transmission de l'influx nerveux. Réputés peu toxiques pour l'homme, on leur attribue le coefficient de sécurité (rapport des toxicités pour les insectes et pour les mammifères) le plus élevé parmi les insecticides chimiques. Ils sont très toxiques pour certains organismes aquatiques ainsi que pour les auxiliaires de l'agriculture (dont les abeilles).

Aujourd'hui, il faut considérer que la quasi-totalité de zones de forte production du colza d'hiver sont concernées par les résistances des méligèthes\* aux pyréthriinoïdes.

Leur faible toxicité revendiquée sur l'homme est sans doute due aux doses très réduites auxquelles on les utilise, à leur faible absorption par la peau et à une élimination urinaire assez précoce. Cependant, leur effet neurotoxique est avéré, et l'effet perturbateur sur le système hormonal est réputé seulement sur les organes sexuels. Mais la recherche scientifique sur les perturbateurs endocriniens et les effets cocktail progresse.

#### **Des pyréthriinoïdes :**

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| - bifenthrine       | - cyfluthrine           |
| - bioresméthrine    | - alphaméthrine         |
| - deltaméthrine     | - tralométhrine         |
| - dépaléthrine      | - fluvalinate           |
| - éthofenprox       | - perméthrine           |
| - fenpropathrine    | - lambda-cyhalothrine   |
| - cyperméthrine     | - flucythrinate         |
| - fenvalérate       | - téfluthrine           |
| - esfenvalérate     | - tralométhrine         |
| - zetacyperméthrine | - bétacyfluthrine, etc. |

#### **Plus récemment : les néonicotinoïdes**

Les néonicotinoïdes sont les analogues synthétiques de la nicotine. Ce sont des insecticides systémiques employés en traitement de semences ou par pulvérisation. Ils agissent sur le système nerveux central des insectes avec une toxicité inférieure chez les mammifères. Ils sont apparus comme une bonne alternative car leur atteinte du système nerveux de l'homme semblait faible. Cependant, plusieurs études scientifiques ont souligné l'impact négatif de cette famille sur les abeilles et bourdons en laboratoire et en tests contrôlés et de nombreux apiculteurs mettent en cause ces molécules pour expliquer le syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles. C'est le cas de l'acétamipride, imidaclopride (Gaucho de Bayer), thiaclopride, thiaméthoxane (Cruiser de Syngenta), etc.

#### **16 janvier 2013, site du ministère de l'agriculture :**

« Stéphane LE FOLL avait décidé dès le mois de juin dernier le retrait de l'autorisation de mise sur le marché du Cruiser OSR, néonicotinoïde utilisé en traitement de semences pour le colza, et avait parallèlement engagé la procédure de demande d'interdiction d'utilisation au niveau européen.

L'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) saisie par la Commission vient de rendre aujourd'hui trois avis sur trois molécules insecticides de la famille des néonicotinoïdes jugées prioritaires au regard de leur utilisation aujourd'hui en Europe (thiametoxam, clothianidine et imidaclopride).

Les avis font état de risques élevés pour les abeilles pour certaines utilisations en traitement de semences ou en granulés. Ces risques sont liés à l'exposition des abeilles au pollen et au nectar, à l'émission de poussières au moment du semis ou à la guttation de la plante notamment sur le maïs. »

Source : <http://agriculture.gouv.fr/Avis-de-l-EFSA-neonicotinoïdes>

#### **Insecticides : l'apparition de résistances**

L'efficacité des insecticides décroît lors de l'apparition de résistances ou de nouveaux ravageurs dans une niche biologique\* devenue vide par la destruction de leurs prédateurs naturels.

La recherche passe aussi par des répulsifs mais c'est sans doute dans ce domaine que la substitution de produits chimiques par une lutte dite biologique est la plus prometteuse à court terme.