

CHAPITRE V

Agrochimie

Objectifs: - Donnez des notions sur les produits du domaine de l'agrochimie,

- **Notions sur les pesticides,**
- **Produits phytosanitaires,**
- **Fongicides.**

IV. Agrochimie.

IV.1. Produits phytosanitaires. Un produit phytosanitaire (« phyto » et « sanitaire » : « santé des plantes ») est un produit chimique utilisé pour soigner ou prévenir les maladies des végétaux. Par extension, on utilise ce mot pour désigner des produits utilisés pour contrôler des plantes et champignons (sont des eucaryotes pluricellulaires ou unicellulaires. Ce terme englobe à la fois les Fungi (ou mycètes), les oomycètes, les chytridiomycètes et les mycétozoaires, ils sont immobiles et se nourrissent par l'absorption des molécules organiques directement dans le milieu).

Un produit phytosanitaire est une formulation (la formulation d'un pesticide consiste à déterminer la composition chimique et la présentation physique d'une préparation phytosanitaire, prête à l'emploi. L'activité biologique d'un pesticide, qu'il s'agisse d'un produit de nature chimique ou biologique, dépend de sa matière active (MA - appelée aussi « substance active »). Un produit phytosanitaire est rarement composé d'une matière technique pure. La matière active est habituellement formulée avec d'autres matières pour constituer le produit commercialisé, ou préparation, qui peut être diluée lors de l'utilisation.

Ces produits font partie, avec les **biocides** (est un produit destiné à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre, par une action chimique ou biologique. Le terme « pesticide » regroupe la famille des biocides, qui sont des produits d'hygiène générale, et la famille des produits phytosanitaires, destinés à protéger les végétaux plus spécifiquement), de la famille des pesticides (est une substance utilisée pour lutter contre des organismes considérés comme nuisibles. C'est un terme générique qui rassemble les insecticides, les fongicides, les herbicides et les parasitocides conçus pour avoir une action biocide. Les pesticides s'attaquent respectivement aux insectes ravageurs, aux champignons, aux « adventices » et aux vers parasites.

Le terme **pesticide** comprend non seulement les « produits phytosanitaires » ou « phytopharmaceutiques » utilisés en agriculture, sylviculture et horticulture mais aussi les

produits zoosanitaires, les produits de traitements conservateurs des bois, et de nombreux pesticides à usage domestique : shampoing antipoux, boules antimites, poudres anti-fourmis, bombes insecticides contre les mouches, mites ou moustiques, colliers antipuces, diffuseurs intérieurs.

La formulation améliore les propriétés d'une préparation en vue de faciliter la manutention, le stockage, l'application, et peut aussi influencer sensiblement l'efficacité et la sécurité) composée d'une substance active ou d'une association de plusieurs substances chimiques ou micro-organismes (un organisme vivant, invisible à l'œil nu, qui ne peut être observé qu'à l'aide d'un microscope) et d'adjuvants : liant(en agriculture, les adjuvants, tels que de l'« huile » ou divers types de surfactants, sont des substances qui renforcent l'action des produits phytosanitaires (notamment desherbicides systémiques, c'est-à-dire agissant sur toute la plante, par contact) en augmentant le pouvoir d'absorption du produit par la plante ou un insecte ou par le bois, etc. Les adjuvants renforcent la toxicité et l'écotoxicité des pesticides en facilitant leur entrée dans les organismes vivants, y compris chez des espèces non-cibles souvent) ou solvant (ex : N-méthyl-2-pyrrolidone)ou tensioactifs (ou agents de surface, surfactants en anglais).

Les substances actives sont minérales (ex. : **sulfate de cuivre**) ou organiques (ex. : **carbamates**). Les carbamates ou uréthanes sont une famille de composés organiques porteur d'une fonction $R-NH-(C=O)O-R'$. Il s'agit en fait des esters substitués de l'acide carbamique ou d'un amide substitué.

Elles sont d'origine naturelle (ex.: *Bacillus thuringiensis*), ou issues de la chimie de synthèse (ex.: glyphosate). Dans ce cas, il s'agit parfois de la reproduction par l'industrie chimique de molécules naturellement biocides isolées dans la nature (ex.: les pyréthrinines de synthèse).

Les produits phytosanitaires sont originellement et au sens propre destinés à protéger de nombreuses espèces végétales cultivées (y compris des arbres), généralement pour en améliorer les rendements:

1. ils agissent en repoussant ou en éliminant les nuisibles pouvant comporter un risque ou un danger pour différentes activités humaines. Il peut s'agir d'animaux, de végétaux, de bactéries, de virus..., ou plus particulièrement de parasites, de plantes concurrentes (végétaux ou parties de végétaux jugés indésirables), ou de nuisibles animaux qu'on appelle ravageurs ou bioagresseurs ainsi que d'organismes nuisibles aux végétaux ;
2. ils sont aussi utilisés pour le contrôle d'organismes vivants non désirés sur des zones non cultivées ;

3. certains produits peuvent limiter la croissance de différents végétaux (les régulateur de croissance ou raccourcisseurs permettent un entretien moins fréquent ou une limitation de la verse, les dessiccants permettent en détruisant le feuillage de faciliter la récolte des graines) ;
4. d'autres peuvent enfin être utilisés afin d'assurer une meilleure conservation des graines et des fruits, etc.

Pesticides. Les pesticides sont des produits chimiques destinés à lutter contre certains organismes indésirables (les « pestes »), qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, de champignons ou de bactéries. Ils tirent leur nom des mots latins caedere (signifiant « tuer ») et pestis (signifiant « fléau »).

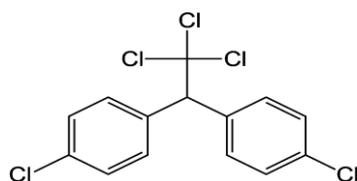
Le terme pesticides regroupe plusieurs catégories de produits :

1. **les biocides.** Ils sont définis comme les substances actives ou produits « destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique », en milieu non agricole ;
2. **les produits phytosanitaires** ou phytopharmaceutiques. Ce sont substances utilisées pour lutter contre les organismes nuisibles aux cultures, qui visent à éliminer ou prévenir les maladies pouvant se développer chez les végétaux, en milieu agricole ou non ;
3. **les antiparasitaires** à usage humain et vétérinaire.

Fongicides. Ils sont destinés à empêcher l'attaque des végétaux par des champignons (prévention) et le cas échéant à éliminer les champignons déjà présents sur la plante (destruction). La plupart des fongicides sont à base de métaux (le cuivre dans la bouillie bordelaise par exemple, voir ci-après), de soufre ou de produits soufrés (thiocarbamates). Ces fongicides peuvent agir de plusieurs manières : certains attaquent les spores des champignons pour stopper leur expansion ; d'autres empêchent la respiration cellulaire dans les mitochondries ; d'autres enfin affectent la synthèse des composés (acides aminés par exemple) nécessaires au champignon. Certains fongicides sont produits naturellement par certaines espèces pour se protéger.

Insecticides. Les insecticides peuvent agir sur l'insecte adulte ou juvénile, ou sur les œufs et les larves. Ils se répartissent en plusieurs grandes familles en fonction de leur mode d'action. Des dérivés organochlorés (tels que le dichlorodiphényltrichloroéthane, communément

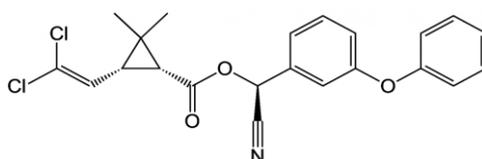
désigné par DDT), des dérivés organophosphorés et certains carbamates sont neurotoxiques et bloquent l'influx nerveux, conduisant à la paralysie et à la mort de l'insecte.



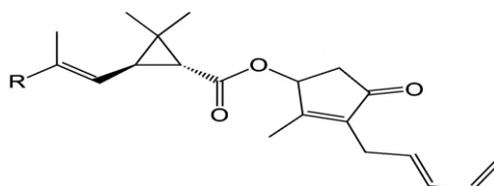
Structure du DDT.

Suite à l'interdiction des insecticides organochlorés (dont le DDT) dans les années 1970, les produits organophosphorés et les pyréthriinoïdes se sont développés et constituent aujourd'hui une part importante du marché. Les pyréthriinoïdes de synthèse sont les analogues synthétiques des pyréthrines, qui sont des substances naturelles présentes dans les fleurs de certains chrysanthèmes, comme le pyrèthre de Dalmatie.

Ils ont un mode d'action analogue aux insecticides organochlorés et organophosphorés, avec pour cible le système nerveux des insectes.

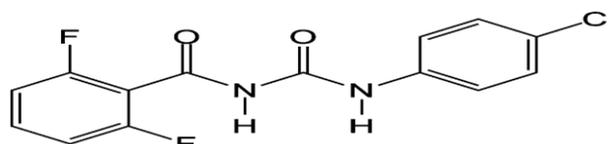


Structure des pyréthrines (Pyréthrine I, R = CH₃ et Pyréthrine II, R = CO₂CH₃).



La cyperméthrine, un exemple de pyréthriinoïde de synthèse.

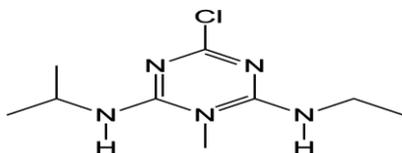
Les benzoylurés perturbent la formation de la chitine, polymère qui constitue l'exosquelette des insectes et assure leur protection et leur survie. Lors de la mue suivant le contact avec le produit, l'insecte meurt.



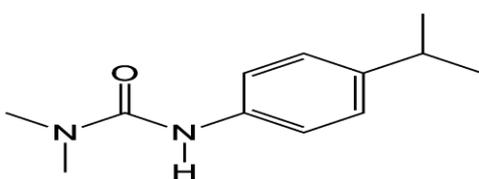
Structure du Diflubenzuron, insecticide de la famille des benzoylurés.

Herbicides. Les herbicides, ou désherbants, ont la propriété de tuer les végétaux. Certains sont spécifiques d'une plante, d'autres tuent sans distinction toutes les espèces végétales qu'ils touchent.

Certains herbicides tuent la plante entière ; d'autres, appelés *défanants*, n'attaquent que les feuilles : ces derniers sont particulièrement utilisés pour la récolte des pommes de terre, en permettant d'éliminer les feuilles pour mieux accéder aux tubercules. Leurs modes d'action sont variables. Certains herbicides inhibent la photosynthèse, comme les urées substituées ou les triazines.



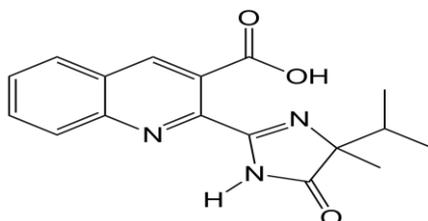
Structure du 3-(4-isopropylphényl)-1,1-diméthylurée ou isoproturon, herbicide appartenant à la famille des urées substituées.



Structure de l'atrazine*.

*herbicide appartenant à la famille des triazines, bloquant le transport d'électrons au sein du système photo-synthétique, rendant ainsi impossible la conversion d'énergie lumineuse en énergie chimique et conduisant à la mort cellulaire.

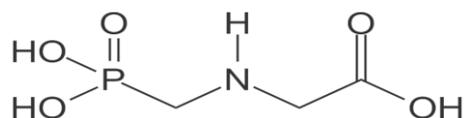
D'autres bloquent la synthèse des molécules nécessaires à la plante (imidazolinones, sulfonilurées) ou provoquent la nécrose des tissus végétaux.



Structure de l'Imazaquin*.

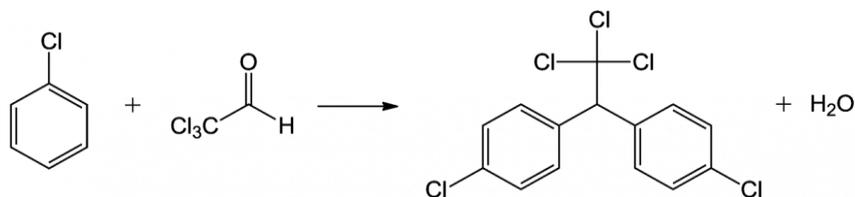
*herbicide de la famille des imidazolinones, qui inhibe une enzyme appelée acétolactate synthase, impliquée dans la synthèse de certains acides aminés.

Un herbicide bien connu du grand public est le Roundup, commercialisé par l'entreprise Monsanto, dont le principe actif est le glyphosate, (N-(phosphométhyl)glycine), de formule $C_3H_8NO_5P$. Il s'agit d'un herbicide non sélectif, absorbé assez médiocrement par les feuilles des plantes et qui induit la mort des cellules végétales, en bloquant la biosynthèse des acides aminés aromatiques.



Structure du glyphosate.

Les premières synthèses du dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT) datent du XIX^e siècle mais ce n'est qu'au cours des années 1930 que ses propriétés insecticides sont mises en évidence. Il est synthétisé à partir de chlorobenzène et de trichloroacétaldéhyde (chloral), en présence d'acide sulfurique et à chaud, via une double substitution électrophile aromatique :



Équation-bilan de la synthèse du DDT

Il se présente sous forme de cristaux incolores ou de poudre blanche, peu solubles dans l'eau mais très solubles dans les huiles, matières grasses et solvants organiques.

Il a été utilisé massivement à partir de la Seconde Guerre Mondiale pour lutter contre un très large panel de nuisibles, en milieu agricole ou non, tels que poux, puces, vers, mais aussi contre le moustique *anophèle*, vecteur du paludisme. Il était dissous dans un solvant hydrophobe ; la solution obtenue était ensuite pulvérisée, soit à l'intérieur des maisons pour éradiquer les insectes vecteurs de maladie, soit sur les cultures lors d'un usage agricole.