

## Chapitre III : Les Herbicides

### 1-Introduction

Les herbicides sont des substances ou produits utilisés pour détruire les plantes indésirables ou mauvaises herbes. Ils sont également appelés désherbants. Les plantes adventices sont considérées comme ennemies des cultures car elles entrent en compétition avec la culture pour l'eau et les éléments minéraux du sol, l'espace et la lumière. Les herbicides constituent la catégorie de pesticide la plus utilisée dans le monde (46,3 % en 2009). En Europe et en Amérique du Nord 70 % des pesticides utilisés sont des Herbicides.

### 2- Pénétration

Les herbicides à action foliaire pénètrent au niveau des organes aériens (feuilles et tiges). Ils ne sont donc actifs que sur des adventices déjà présentes. La pénétration se fait surtout à travers la cuticule. Elle constitue un revêtement hydrophobe qui recouvre aussi bien les tissus foliaires que les tissus racinaires. Elle est formée de cutine, de cires incluses et de cires épicuticulaires.

Les stomates constituent aussi une voie de pénétration des Herbicides. La pénétration peut également se faire par les blessures.

Les herbicides à action racinaires pénètrent par la graine, le coléoptile ou les poils absorbants des racines

### 2-Modes de transport

Une fois pénétré dans le végétal, l'herbicide agit sur les cellules sous jacentes, on parle alors d'herbicide de contact ou parfois pénétrant. Il peut encore être transporté par la sève ; on parle alors d'herbicides systémique. Selon le mode de transport on distingue :

- **Transport xylémien ( Xylème) :** C'est un transport qui s'effectue des racines vers les parties aériennes par les cellules de xylèmes mortes. Une fois arrivés dans les vaisseaux (bois), les substances à systémie xylémienne sont donc simplement entraînées par le flux de transpiration.

- **Transport phloémien ( Phloème) :** Il s'effectue des feuilles vers les racines et les parties jeunes . Les produits à systémie descendantes (libérienne) doivent pénétrer dans les cellules conductrices du phloème.

- **Transport ambimobile** : Dans ce mode, le transfert du produit peut se faire aussi bien par le phloème que le xylème.

### **3- Modes d'action**

Les herbicides agissent sur les différents processus de croissance et de développement des plantes. Ils perturbent la photosynthèse, les différents biosynthèses, la division cellulaires, etc...

#### **3-1- Inhibition de la photosynthèse.**

La photosynthèse est un processus bioénergétique qui permet aux plantes de synthétiser de la matière organique en exploitant la lumière du soleil. L'énergie lumineuse absorbée par la chlorophylle est utilisée pour le transport d'électrons dans une chaîne comprenant des ensembles protéiques; les photosystèmes I et II (PS I et PS II) qui sont les cibles des herbicides.

-Les inhibiteurs de PS II : certains herbicides bloquent le transfert d'électrons au niveau du PS II, donc arrêt de la photosynthèse) ; c'est le cas de l'atrazine, metribuzine, bentazone, etc...

-Les inhibiteurs de PS I : c'est l'effet produit par le diquat et paraquat.

Ces inhibitions s'accompagnent par la production de molécules oxydantes (ERO : espèces réactives de l'oxygène) qui sont extrêmement toxiques pour la cellule.

#### **3-2-Inhibition de la synthèse de la cellulose**

Certains herbicides inhibent la synthèse de la cellulose constituant des parois des cellules végétales. La plante ne peut pas se développer, elle ne peut assurer son maintien ni l'absorption et le transport des substances essentielles. Il semblerait que la cible soit le cellulose synthétase.

Exemple : Isoxaben ( benzamides)

#### **3-3-Inhibition de la biosynthèse des acides aminés**

Plusieurs sites d'inhibition sont touchés par herbicides pour empêcher la synthèse des acides aminés chez les plantes. On peut citer :

- Des inhibiteurs de la Glutamine Synthétase (GS) : Les herbicides tels que glufosinate-ammonium inhibent l'enzyme GS participant à la synthèse de la glutamine à partir de l'ammonium et du glutamate entraînant une intoxication ammoniacale.
- Des inhibiteurs de la synthèse des acides aminés aromatiques : Le glyphosate inhibe l'Enol Pyruvyl Shikimate -3-Phosphate synthetase (EPSP) ; perturbant la synthèses des protéines et provoquent un jaunissement des feuilles. L'EPSP intervient dans la synthèse des acides aminés aromatique, son inhibition cause des perturbations physiologiques diverses ; par exemple le tryptophane se trouve dans la voie de synthèse de l'auxine, le phenyl alanine sert à la production de lignine (soutien de la plante).
- Des inhibiteurs de l'acetolactate synthétase (ALS) : cette enzyme participe dans la synthèse des acides aminés ramifiés : valine, leucine et isoleucine.

Exemple : Chlorsulfuron, propoxycarbazone sodium

### **3-4-Inhibition de la synthèse des pigments (caroténoïdes)**

Les caroténoïdes jouent un rôle protecteur de la chlorophylle. L'inhibition de la synthèse des caroténoïdes se traduit par la destruction de la chlorophylle par photo-oxydation. Les plantes traitées présentent alors des organes ou des tissus blancs par manque de chlorophylle. La synthèse des caroténoïdes peut être inhibée en plusieurs sites

- Inhibition de phytoène desaturase (PDS) par la flurochloridone et flurtamone
- Inhibition de 4-Hydroxyphenyl pyruvate dioxygenase (HPPD) par l'isoxaflutol et le sulcotrione

### **3-5-Inhibition de la synthèse des lipides**

Les herbicides affectent la synthèse des lipides en interférant avec les enzymes catalysant la biosynthèse

- Certains inhibent l'Acétyl CoA carboxylase (Accase), intervenant dans les étapes initiales de la synthèse des acides gras , c'est le cas des herbicides diclofop-méthyl, cycloxydime etc...
- D'autres herbicides inhibent les élongases ; enzymes conduisant aux longues chaînes d'acides gras ( plus de 18 carbones) , c'est le cas de l'éthofumesate, acétochlore, triallate , etc...

### **3-6- Herbicides perturbant la régulation de l'auxine**

Dérivés initialement de l'auxine qui est une hormone de croissance naturelle, ces herbicides auxiniques ont joué un rôle similaire tout en supprimant la possibilité de régulation. Ils provoquent une prolifération des cambiums dans les tiges qui compriment les vaisseaux libéro-ligneux interrompant les flux de sève. C'est le cas de 2,4-D, Piclorame, aminopyralide, etc... Les monocotylédones sont moins sensibles à ces herbicides que les dicotylédones car elles ne possèdent pas de cambium.

### **3-7- Herbicides inhibiteurs de la division cellulaire**

Certains herbicides inhibent la division cellulaire en bloquant la formation des microtubules du fuseau achromatique. En effet les herbicides tels que le Propyzamide et le benfluraline se fixent sur l' $\alpha$  tubuline empêchant sa polymérisation en microtubule.

## **4- Application des Herbicides**

Le choix de l'herbicide à utiliser dépend de la culture à protéger, de la nature des mauvaises herbes, mais aussi du stade du développement de celle-ci, c'est ainsi qu'on distingue des herbicides de traitement de prélevée et des herbicides de traitement de post-levée

-Herbicides de prélevée : Ils sont appliqués avant la levée de la plante considérée ( culture ou mauvaise herbe). Ils sont appliqués sur le sol peu de temps après le semis. Ces produits ont une action racinaire. Ils détruisent les jeunes racines et inhibent la germination des graines des mauvaises herbes.

Exemple : Metribuzine sur pomme de terre, carotte

Simazine sur vigne

-Herbicides de post levée : Ils sont appliqués après la levée de la plante considérée (culture ou mauvaises herbes). Ils ont une action foliaire

Ex : Diclofop-méthyl ( anti graminée) sur blé, orge, triticale

2,4-D (anti cotylédones) sur céréales

## **5- Sélectivité des herbicides**

La performance d'un herbicide est évaluée non seulement grâce à son efficacité sur les adventices mais également par sa sélectivité (spécificité des effets). Les herbicides sont dits sélectifs quand ils respectent (protègent) certaines cultures et détruisent les mauvaises herbes poussant dans ces cultures. Ils sont qualifiés de totaux lorsqu'ils détruisent toute la végétation. On distingue plusieurs type de sélectivité chez les herbicides.

### **5-1- Sélectivité de position**

Elle est liée au positionnement de l'herbicide lors du traitement. Certains traitements réalisés sur le sol avec des herbicides peu solubles dans l'eau vont être rapidement absorbés par les colloïdes et se retrouver près de la surface du sol à quelques centimètres de profondeur. C'est à ce niveau que germent la plupart des graines de mauvaises herbes. Alors que beaucoup de plantes cultivées sont semées plus en profondeur. De ce fait seules les graines de mauvaises herbes absorbent des quantités suffisantes de l'herbicide pour être détruites

### **5-2- Sélectivité anatomique**

Elle est liée aux différences morphologiques des plantes. La pénétration par les feuilles peut être gênée par la présence de poils ou par l'épaisseur de la cuticule. Le port des feuilles modifie également l'adhérence du produit à leur surface. Les feuilles des graminées dressées et étroites retiennent moins les gouttelettes d'herbicides que celles des dicotylédones qui sont larges et étalées. D'autre part les méristèmes apicaux et les jeunes feuilles des graminées (monocotylédones) sont protégées à l'intérieur des gaines et des feuilles âgées et ne reçoivent pas directement le produit, ce n'est pas le cas chez les dicotylédones.

### **5-3- Sélectivité Physiologique**

Elle est liée à la physiologie de la plante. Certaines plantes sont tolérantes et supportent une concentration d'herbicide sans danger. Cette tolérance peut être liée à un transport plus lent à l'intérieur de la plante et permet ainsi une meilleure détoxification. La sélectivité de l'atrazine pour le maïs tient en partie à son moins bon transport dans cette plante que les espèces sensibles et surtout à la présence d'enzyme qui dégradent la molécule d'atrazine avant qu'elle ne parvienne à son site d'action le chloroplaste.

**5-4- Sélectivité artificielle :** Certains produits contiennent des phytoprotecteurs ou des safeneurs qui stimulent la dégradation de l'herbicide chez la plante.

Exemple : Cloquintocet-mexyl (céréale), Benoxacor (maïs)

### Références bibliographiques

**Acta , 2012** - index phytosanitaires, Ed, Association de coordination technique agricole 48<sup>ème</sup> édition. Paris, 940 p

**Aubertot J.N., J.M. Barbier, A. Carpentier, J.J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz (éditeurs), 2005-** *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux.* Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France).

**Benhamou N. & Rey, P. (2012)** - Stimulateurs des défenses naturelles des plantes : une nouvelle stratégie phytosanitaire dans un contexte d'écoproduction durable. : I. Principes de la résistance induite. *Phytoprotection*, 92 (1), 1–23.

**Hervé J.P. ,1973** - Les hormone chez les insectes : leur utilisation dans la lutte contre les insectes d'intérêt médical, ORSTOM, 67 p

-<http://agroecologie.cirad.fr>