

# ÉVOLUTION DES PRODUITS PHYTHOSANITAIRES DANS LES AGROSYSTEMES

**Q**UEL que soit le produit et son mode d'application, directement ou indirectement, le sol reçoit la majeure partie de la quantité de pesticides pulvérisée. Mais rappelons tout d'abord ce qui se passe sur et dans le végétal, ce terme recouvrant aussi bien la culture que les adventices.

## 1) ÉVOLUTION DES PRODUITS AGROSANITAIRES SUR LE VÉGÉTAL

Concerne la partie non absorbée par le végétal et non déposée sur le sol (Pour un traitement insecticide « moyen » on a calculé qu'environ 25 % seulement de la

bouillie étaient retenus par la végétation). Sur le végétal les phénomènes qui interviennent sont les suivants :

élimination apparente

- dilution par croissance (Ex. les laitues doublent de poids en 15 jours).
- entraînement par vent, pluie
- volatilisation
  - dépend de : - volatilité des produits (parathion, lindane)
  - température
  - renouvellement air (vent)
- solubilisation : théoriquement considérable malgré faible solubilité en général  
pluie 5 mm → 50 000 l/ha

Matière active	Solubilité	Quantité théorique (1) dissoute par une pluie 5 mm	Dose habituelle ha
Parathion	24 ppm	1 200 g	300 g
Zinèbe	10 ppm	500 g	2 000 g

(1) Les quantités réellement dissoutes sont plus faibles car le contact pesticide - eau est trop bref pour saturer celle-ci. Par ailleurs, des dissolutions dans les cires et les lipides peuvent protéger la matière active de l'action de l'eau.

décomposition

- photodécomposition : U.V. favorisent hydrolyse, oxydation, réduction, décarboxylation...  
→ CO<sub>2</sub> - H<sub>2</sub>O - Cl etc...

## 2) ÉVOLUTION DES PRODUITS AGROSANITAIRES DANS LE VÉGÉTAL

Concerne la partie absorbée par le végétal. Elle est importante pour les produits systémiques mais elle peut être non négligeable pour beaucoup d'autres pro-

duits plus ou moins pénétrants. Les phénomènes rencontrés sont les suivants :

- dilution par croissance : élimination apparente
- métabolisation : réactions enzymatiques complexes → produits de décomposition toxiques ou non. C'est une élimination de matières

actives mais pas forcément une réduction de risques.

- trophisme : actions secondaires possibles du produit absorbé sur la biochimie de la plante. Domaine encore mal connu mais pouvant avoir des conséquences sur la sensibilité du végétal aux ravageurs et sur la composition diététique des parties consommées.

### 3) ÉVOLUTION DES PRODUITS AGROSANITAIRES SUR LE SOL

- photodécomposition
- entraînement par le vent
- volatilisation
- ruissellement

### 4) ÉVOLUTION DES PRODUITS AGROSANITAIRES DANS LE SOL

Généralement, la persistance dans le sol est supérieure à celle observée à l'air.

On observe les phénomènes suivants :

- mise en solution du produit
- adsorption sur le complexe argilo humique et pas uniquement pour certains herbicides.
- désorption
- absorption par la plante (généralement très faible : 3 à 5 % des quantités présentes)
- lessivage
- dégradation

La dégradation peut être physico-chimique ou biologique. Dans les deux cas elle met en œuvre les mêmes phénomènes fondamentaux : oxydations (hydroxylations, désalkylations,  $\beta$  oxydations...), réductions, hydrolyses, déshalogénéation...

**4-1) Dégradation physico chimique** : elle est importante, par exemple, pour les chlorotriazines, l'amitriazole...

#### 4-2) Dégradation biologique

Pour beaucoup de produits, c'est la dégradation microbiologique qui prédomine. Dans ce cas il peut s'agir d'une dégradation par métabolisme, assurée par des souches microbiennes qui se sont rapidement adaptées à l'utilisation du pesticide comme source essentielle de carbone et d'énergie. Ce mode d'action aboutit généralement à une dégradation rapide et complète. (Ex. dégradation du 2, 4 D, du dalapon). Il existe aussi une autre voie de dégradation biologique, dite par co-métabolisme, où le pesticide ne constitue plus la principale source d'énergie des micro-organismes. L'énergie est fournie, pour l'essentiel, par l'oxydation d'une autre substance organique appelée co-substrat. Cette voie co-métabolique

est généralement lente et partielle. Cependant, la transformation limitée de la molécule aboutit, généralement, à la perte de son activité initiale. (Ex. dégradation de la plupart des herbicides racinaires). Ces phénomènes ont été bien étudiés dans le cas des herbicides.

La microflore dégradante, constituée de bactéries et de champignons, possède des enzymes soit constitutives (cas fréquent chez les champignons) soit adaptatives c'est-à-dire dont la production est induite par la présence même du produit à dégrader (cas fréquent chez les bactéries).

Les cinétiques des deux grands types de dégradations biologiques sont sensiblement différentes.

La latence est fonction :

- de l'adaptation des micro-organismes (enzymes adaptatives),
- de la multiplication des germes dégradants,
- du développement de souches résistantes, si le pesticide est toxique pour les micro-organismes.

Les facteurs influençant la dégradation biologique sont les suivants :

#### ◇ La nature du produit

Le 2, 4 D (2 C1) est plus facilement dégradé que le M.C.P.A. (1 C H3) lui-même plus facilement dégradé que le 2, 4, 5 T (3 C1). L'ajonction de C1 ou de CH3 ou de Br supplémentaires à une molécule lui confère plus de persistance. Parmi les insecticides, on sait que les pyrèthrine naturelles, ne contenant ni Cl, ni Br, sont particulièrement instables. Par contre, les pyrèthrinoides de synthèse contenant du Cl (bioperméthrine, fenvalérate, cyperméthrine...) ou du Br (deltaméthrine...) sont beaucoup plus stables.

◇ La dose : Le pourcentage de produit dégradé est constant par unité de temps. L'augmentation de dose améliore donc l'efficacité sans augmenter proportionnellement la persistance.

### DOUBLEMENT DE DOSE ET PERSISTANCE D'EFFICACITÉ

Si la dose efficace limite est fixée à 250 g m.a / ha.

- dans le cas d'une dose initiale de 1 kg la persistance d'efficacité est de 2 mois,
- dans le cas d'une dose initiale de 2 kg la persistance d'efficacité est de 3 mois.

1 kg → 2 mois

2 kg → 3 mois

Le doublement d'une dose ne double donc pas la persistance d'efficacité.

Par contre, l'augmentation de dose peut entraîner une augmentation des résidus stables en cas de dégradation co-métabolique (dégradation primaire).

#### ◇ La répétition des traitements

Elle peut entraîner une adaptation de la microflore dégradante se traduisant par une dégradation plus rapide et donc par une persistance moindre (Ex. 2,4 D, M.C.P.A., Pyrazone...). Pour les produits très persistants cette adaptation ne semble pas se réaliser (dégradation co-métabolique).

#### ◇ Les mélanges de produits

Ils amènent, souvent, une augmentation de la persistance, probablement, par toxicité d'un produit sur la flore spécialisée de l'autre produit.

#### ◇ La température

L'élévation de température provoque, généralement, une accélération des réactions enzymatiques dont une diminution de la persistance (cf. dégradation de l'atrazine).

#### ◇ L'humidité

Si elle est trop faible ou trop forte elle ralentit les dégradations (cf. dégradation de l'atrazine).

### DEGRADATION DE L'ATRAZINE I.T.C.F. COLUMA déc. 1983

HUMIDITÉ (% CR)	TEMPÉRATURE (°)	TEMPS DE 1/2 VIE (mois)
CR*	4	5 mois 1/2
	8	3 mois 1/2
	13	2 mois 1/2
	20	1 mois
CR	13	2 mois
75 % CR		2 mois
50 % CR		2 mois 1/2
25 % CR		7 mois 1/2

Tableau : temps de demi-vie de l'atrazine en fonction de la température et de l'humidité.

CR\* = capacité de rétention.

CR = quantité maximale d'eau retenue par un sol après ressuyage c'est-à-dire après élimination de l'eau de gravité occupant les espaces lacunaires interagrégats.

#### ◇ L'aération

Sauf exception (certains insecticides chlorés), l'aérobiose est plus favorable à la dégradation que l'anaérobiose.

#### ◇ Le PH

Pour les champignons, l'optimum se situe à  $\text{pH} \leq 7$ .

Pour les bactéries, l'optimum se situe à  $\text{pH} \geq 7$ .

#### ◇ La matière organique fraîche

Elle stimule le développement des micro-organismes. Elle permet les dégradations co-métaboliques.

(La matière organique humique, elle est particulièrement stable et inattaquable, par les microorganismes. Durée de vie des acides humiques : plusieurs siècles à 1 000 ans (d'après Calvet).

#### ◇ Les colloïdes du sol (argiles et acides humiques)

Les phénomènes d'adsorption peuvent procurer une certaine protection temporaire aux molécules susceptibles d'être dégradées biologiquement mais, à l'inverse, ils peuvent favoriser les dégradations abiotiques.

– la persistance *écologique*, constituée par la présence, dans le milieu, des pesticides transportés et de leurs produits de dégradation. Cette persistance intéresse l'écologiste,

– la persistance *agronomique*, représentée par la durée d'efficacité au champ du produit. Pendant cette période, les concentrations en insecticide, fongicide ou herbicide restent suffisantes pour permettre au produit de maintenir son action sur les ennemis de la culture.

Cette persistance intéresse l'agriculteur.

Une autre approche de la persistance des produits est donnée par la notion de demi-vie. Malheureusement, les conditions dans lesquelles sont obtenues ces valeurs de demi-vie sont rarement précisées.

Voici cependant les demi-vies de quelques produits données par Laskowski et l'Index phytosanitaire.

### 5) EVOLUTION GÉNÉRALE DES PRODUITS AGROSANITAIRES DANS LES AGROSYSTEMES

### 6) PERSISTANCES DES PRODUITS AGROSANITAIRES

Trois types de persistance :

– la persistance *toxicologique*, constituée par les résidus dans ou sur la récolte. Cette persistance intéresse directement le consommateur,

	malathion	1 jour
	2 4 D	4 jours
	alchlore	7 jours
	nitrapyrin	10 jours
	parathion	15 jours
	dicamba	20 jours
	diazinon	30 jours
	chlorpyrifos	60 jours
	atrazine	130 jours
	monuron	170 jours
	diuron	200 jours
	dindane	600jours (1)
	( dieldrine	1 000 jours (20 ans dans l'eau et 40 ans dans le sol selon une autre source)
	)	
interdits	( heptachlore	2 000 jours
en FRANCE	) D.D.T.	3 800 jours (10 ans dans l'eau selon une autre source) (1)
	(	
	) endrin	4 300 jours
herbicides	( thiazafurion	360 à 720 jours
dits "totaux"	) tébuthiuron	360 à 540 jours
	( éthidimuron	360 jours

d'après Edwards, pour détruire 95 % du produit dans un sol, il faut pour :

- le lindane à 1 - 2.5 kg m.a./ha, 3 à 10 ans (moy. 6.5)
- le D.D.T. à 1 -2.5 kg m.a./ha, 4 à 30 ans (moy. 10).