

## Chapitre VII — Les Insecticides de 3<sup>e</sup> Génération

### VII.1. Introduction et contexte historique

Face aux ravages causés par les insectes ravageurs et vecteurs de maladies, l'homme a développé des méthodes de lutte chimique de plus en plus sophistiquées. L'histoire des insecticides se divise en plusieurs générations :

- 1<sup>re</sup> génération : composés naturels d'extraction (nicotine, roténone, pyrèthre, sels arsénicaux). Faible persistance, nécessitant des applications répétées.
- 2<sup>e</sup> génération : insecticides de synthèse. En 1939, la découverte du DDT par Paul Müller marque un tournant (Prix Nobel 1948). Puis : organochlorés, organophosphorés (Schrader, années 1940), carbamates. Très efficaces mais : développement de résistances, effets écotoxicologiques graves, bioaccumulation dans la chaîne alimentaire.
- 3<sup>e</sup> génération : insecticides à action biochimique ciblée, interférant avec des processus fondamentaux spécifiques aux insectes.

#### L'insecticide idéal selon Bowers (1971)

- Spécificité d'action : ciblant exclusivement les insectes (idéalement une espèce).
- Sécurité totale pour l'homme et les animaux non cibles.
- Prévention de la résistance : mode d'action non susceptible de contournement rapide.

Conclusion de Bowers : un composé interférant avec un processus biochimique fondamental du métabolisme insectile est la solution idéale.

### VII.2. Concept et bases des insecticides de 3<sup>e</sup> génération

Williams (1956) fut le premier à proposer l'utilisation des hormones d'insectes comme méthode de lutte. Williams (1967) les nomme « pesticides de troisième génération » et met en avant deux atouts :

- Spécificité élevée : l'hormone juvénile n'affecte pas les autres formes de vie connues.
- Faible risque de résistance : le mode d'action hormonal est difficile à contourner sans coût évolutif majeur.

Deux hormones clés sont exploitables :

- L'ecdysone (hormone de mue) et ses analogues (ecdystéroïdes)
- La néoténine / hormone juvénile (JH) et ses analogues (juvénoïdes)

### VII.3. Propriétés et mode d'action de l'Hormone Juvénile (JH)

#### VII.3.1. Effets biologiques

Condition	Effet
Présence de JH (taux élevé)	Maintien des caractères larvaires ; mues successives sans métamorphose

Absence de JH	Métamorphose → adulte
Taux trop bas	Métamorphose prématurée
Taux trop élevé (artificiel)	Blocage du développement ; larves non viables ou adultes stériles

### VII.3.2. Analogues synthétiques de la JH (Juvénoïdes)

Les juvénoïdes sont des analogues artificiels de la JH conçus pour mimer son action.

Exemples :

Juvénoïde	Formule	Cible principale	Avantage
Méthoprène	C <sub>19</sub> H <sub>34</sub> O <sub>3</sub>	Moustiques (Aedes), mouches, puces	Biodégradable, faible toxicité mammalienne
Hydropène	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>3</sub>	Blattes, coléoptères des stocks	Efficace en atmosphère confinée
Fénoxycarbe	C <sub>25</sub> H <sub>25</sub> NO <sub>4</sub>	Large spectre d'insectes	Effet juvénilisant retardé et durable

Mécanisme d'action (ex. Entocon — IRC à JH de synthèse) :

- Fixation sur les récepteurs JH (complexe Met/Tai) → perturbation de la métamorphose.
- Empêche la mue normale : larves incapables de devenir adultes viables.
- Inhibe la sclérotinisation de la nouvelle cuticule.
- Perturbe la reproduction (réduction de la ponte, adultes stériles).

### VII.4. Homologues naturels de la JH — Le « facteur papier »

Des substances juvénilisantes ont été découvertes dans de nombreux organismes vivants, démontrant une parenté biochimique profonde :

1. 1961 - Schmialek isole le farnésol (première substance juvénilisante) chez *Tenebrio molitor*.
2. 1963 — Wigglesworth confirme son activité sur *Rhodnius prolixus* ; dérivés du farnésol identifiés comme plus actifs.
3. 1965 - Slama et Williams : des punaises *Pyrrhocoris apterus* placées sur du papier filtre américain (fabriqué à partir de sapin baumier *Abies balsamea*) présentent des anomalies de développement → découverte du « facteur papier ».
4. 1966 - Bowers isole la juvabione, analogue naturel de la JH spécifique aux Pyrrhocoridae.

#### ✓ Importance écologique de la juvabione

La juvabione est produite par le sapin baumier comme mécanisme de défense chimique contre les insectes phytophages. Elle illustre comment les plantes ont évolué des mécanismes biochimiques sophistiqués pour contrer leurs ravageurs. Cette découverte a ouvert la voie à la recherche de substances juvénilisantes dans les plantes cultivées.

### Limite des juvénoides

Le manque de spécificité d'espèce est un problème : l'action peut s'exercer sur des insectes utiles (auxiliaires, pollinisateurs) en plus des ravageurs. De plus, l'efficacité varie selon le stade traité (efficaces uniquement sur les stades sensibles à la JH).

## VII.5. Propriétés de l'ecdysone et des phytoecdystéroïdes

### VII.5.1. L'ecdysone comme outil de lutte

L'ecdysone déclenche la mue quelle que soit la phase du développement. Administrée à mauvais escient ou à dose inappropriée, elle provoque des mues désynchronisées, des déformations cuticulaires et la mort de l'insecte.

### VII.5.2. Les phytoecdystéroïdes (PEs)

Les phytoecdystéroïdes sont des stéroïdes végétaux biologiquement actifs à structure similaire à l'ecdysone. Produits comme métabolites secondaires de défense par certaines plantes, ils exercent une action létale sur les insectes phytophages les consommant :

1. Mue prématurée et déstabilisée.
2. Déséquilibre métabolique profond.
3. Mort rapide de l'insecte.

Cette action est spécifique aux insectes (récepteur EcR absent chez les vertébrés), ce qui en fait des candidats idéaux pour une alternative aux insecticides chimiques.

#### i Perspectives en protection des végétaux

Les PEs ouvrent plusieurs pistes applicatives :

- Sélection/amélioration de variétés végétales naturellement riches en PEs.
- Extraction et formulation de biopesticides à base de PEs.
- Combinaison PEs + juvénoides pour des effets synergiques.

Ces approches s'inscrivent dans une stratégie de biocontrôle intégré, respectueuse de l'environnement.