

Chapitre 1 : Notions de la lutte

Lutte chimique aveugle

Lutte chimique conseillée

Lutte raisonnée (ou dirigée)

Lutte chimique aveugle

- ▶ Utilisation générale, schématique et routinière des pesticides les plus efficaces; conseils fournis par l'industrie phytosanitaire.

Lutte chimique conseillée

- ▶ Utilisation des pesticides à large spectre d'action, après avis d'un service d'avertissement des risques phytosanitaires encourus.

Lutte raisonnée (ou dirigée)

- ▶ Application de pesticides sans effets secondaires négatifs, assurant ainsi la sauvegarde des organismes auxiliaires, si le seuil de tolérance économique pour la culture considérée est effectivement dépassé.

Protection intégrée

- ▶ En plus des recommandations précédentes relatives à la lutte dirigée, intégration de moyens de lutte biologiques ou biotechnologiques, respect des bonnes pratiques agronomiques, limitation maximale de la lutte chimique.



Naissance de la lutte intégrée (le pourquoi)

- ▶ L'emploi systématique et généralisé des pesticides, révéla des inconvénients suffisamment graves qui sont apparus à différent niveau

La pollution de la biosphère tout entière par les résidus, aggravée par un phénomène de concentration au sein des chaînes alimentaire.

L'apparition de phénomène de résistance des nuisibles, contribue pourtant à aggraver la situation. En 1984 on dénombreait de 550 à 600 espèces nuisibles possédant des souches résistantes aux pesticides, dont 2/3 sont des arthropodes ravageurs de cultures.

Non-sélectivité des pesticides
détruisant ainsi involontairement
les autres espèces d'arthropodes
associés dans les différentes
biocénoses concernées, créant ainsi
un déséquilibre dans les chaînes
trophiques qui peut aggraver à
court terme le problème qui a
motivé l'intervention, ou encore, de
favoriser la prolifération d'espèce
considérée jusque là d'importance
secondaire.

**Biodégradabilité très lente de
ces pesticides**

Apparition de phytotoxicité avec
des effets de brûlures des
feuilles.



Contamination des nappes phréatiques

**L'homme lui-même n'a pas
échappé aux risques par fois
mortels par le biais des
intoxications alimentaires.**

La lutte culturelle

- ▶ Dans les conditions naturelles, on observe un *synchronisme entre le végétale et son ravageur*, de telle sorte que le stade contaminant de celui-ci apparaît lorsque le végétale est au stade phénologique favorable à son développement.
 - ▶ Par ailleurs, le végétale résistera d'autant mieux au ravageur que sa vigueur physiologique sera forte.
 - ▶ l'agriculteur est parvenu à juguler ou à prévenir les pullulations d'un certain nombre de ravageurs par l'adaptation de techniques agricoles appropriées portant sur :
- 

Désynchronisation spatiale

- ▶ Dans certains cas particuliers la densité du semis peut avoir une influence sur le comportement du ravageur.
- ▶ ▷ Pour l'Altise du chou *Hyllotreta cruciferae*, dont les populations sont favorisées par des plants espacés sur des superficies importantes.
- ▶ ▷ Aux contraires pour la mouche du chou *Delia brassicae*, se développe plus aisément dans de petits champs où les plants sont serrés.

Modification temporelle de la microniche écologique

- ▶ C'est en perturbant la coïncidence souvent nécessaire entre un stade phénologique déterminé de la plante hôte et le stade contaminant du ravageur qu'il est parfois possible de réduire sensiblement les dégâts occasionnés aux cultures.
- ▶
 - ▷ Aux U.S.A. les champs de blé sont localement attaqués par la Mouche de Hesse *Mayetiola destructor*
 - ▷ Vers la fin de l'été les œufs pondus écloront après 30 jours, donnant des larves contaminées.
- ▶
 - ▷ Si l'on décale le semis de façon à ce que les jeunes plants de blé sortent de terre après la ponte, on réduira considérablement les attaques de ce ravageur.

La Rotation

- ▶ L'élimination d'un ravageur au travers d'un système de culture est aisément possible, par l'alternance selon les séquences programmées de plantes non hôtes ou hôtes médiocres pendant une durée supérieure aux possibilités de survie du stade infectieux, demeure un moyen judicieux pour atteindre cet objectif.

LA LUTTE BIOLOGIQUES

Les prédateurs

Caractérisés par le fait qu'ils **se développent en consommant des proies**, les prédateurs **entomophages** sont essentiellement des insectes.

Les Coléoptères : Ils sont répartis en plusieurs famille tels que la famille des *Coccinellidae* qui selon IPERTI (1988), à peine 6 % sont phytophages, 65 % aphidiphages, 10 % coccidiphages et 1 % aleurodiphages / mycophages.

Les Névroptères : Les larves de la plus part des Névroptères sont prédatrices, munies de puissantes mandibules. Elles percent la carapace de leurs proies «pucerons, cochenilles, aleurodes et même des acariens » et en sucent le contenu.

Les Isoptères : Parmi eux les *formicidae*, qui sont des prédateurs d'insectes de sol. D'après l'O.I.L.B. (1979), estiment que les populations d'un nid de *Formica rufa* dévorent en un seul jour 72 tonnes d'insectes soit 14 000 tonnes au cours des 200 jours d'activité annuelle.

Les Diptères : Parmi eux les Syrphes ont un impact certain sur les populations de pucerons, cochenilles, aleurodes et psylles.

↳ Par leur rapidité de développement (cycle inférieur à 3 semaines en été).

↳ Par leur prolificité (atteint 1000 œufs / femelle).

↳ Par leur voracité à l'égard des larves (500 pucerons / larves à chaque développement).

Les Hemiptères : Les anthocorides

Les arachnides.

Poissons et amphibiens : Ils capturent de multiples insectes pour se nourrir et alimenter leur progéniture.

Les parasites

↳ Les parasitoïdes endophages : Ils injectent leurs œufs ou larves à l'intérieur de l'hémocèle de l'hôte.

↳ Les parasitoïdes ectophages: Ils déposent à un stade plus ou moins avancé un œuf au niveau d'un site précis de fixation, selon les espèces la larve pénètre dans l'hôte ou au contraire reste fixée sur le tégument.

↳ Les parasites grégaires : A partir d'un seul insecte hôte se développent plusieurs individus parasites

↳ Super-parasitismes : Qui correspondent au développement au sein du même hôte, de plusieurs individus d'une espèce «exp. Concurrence intraspécifique, dont il résulte une réduction de la taille, diminution de la fécondité, des malformations... ».

↳ Multi-parasitismes : Qui correspondent à l'attaque simultanée d'un seul individu hôte par des parasites appartenant à différentes espèces «exp. Concurrence interspécifique qui conduit à la mort de tous les parasites ou de tous sauf un seul ».

↳ Hyper-parasitismes : Qui correspondent au parasitisme d'un parasite.

Les entomopathogènes

Virus, Bactéries et Champignons rassemblent les micro-organismes entomopathogènes présentant les potentialités les plus grandes pour la mise au point de nouveaux procédés de lutte contre les ravageurs des cultures.

Stratégie d'utilisation des auxiliaires

Avoir conscience du rôle bénéfique que jouent les auxiliaires dans la régulation des populations de ravageurs des cultures c'est bien ! mais il faut savoir préserver ceux qui sont naturellement présent, et exploités les potentialités de ceux qui paraissent les plus appropriés à des manipulations dirigées des écosystèmes.

La gestion des auxiliaires existants Cette modalité, qui apparaît être à la fois la plus logique et la plus évidente, est en réalité plus difficile qu'il ne

La protection des auxiliaires de verger

- Contrôle des effectifs des populations de ravageur.
- Aménagement d'une lutte chimique raisonnée, par la décision d'une intervention en fonction du risque réel, le choix de la matière active spécifique, le respect des doses et des conditions d'applications.

En conclusion , on souligne l'importance d'une prospection sérieuse dans les champs y compris surtout pour l'agronome chercheur dans ceux où il n'y a pas encore de problème entomologique. Car de telle agro-biocénose sont avec certitude une mine inépuisable de parasites, prédateurs ou pathogènes.

L'acclimatation d'auxiliaires exotiques

Les espèces auxiliaires introduites sont le plus souvent étrangères de l'aire d'origine du ravageur visé. L'acclimatation est écologiquement réussie lorsque l'auxiliaire introduit est retrouvé au moins 3 ans après son lâcher. Le succès d'une telle opération dépend de certains nombres de conditions :

↳ L'infrastructure d'accueil (intellectuelle, matérielle et administrative) est motivée par le projet.

↳ Aux caractéristiques biologiques de la population introduite à savoir : sa plasticité d'adaptation et, conditions climatiques... », Potentiel biologique, spécificité parasitaire, pouvoir de reproduction élevé par rapport au ravageur.

↳ Aux caractéristiques biologiques de la population visée. Dynamique des populations et répartition spatiale sur le végétale.

↳ A la technique employée. Saison, quantité de lâchée, Choix de l'espèce la plus performante et choix de l'écosystème.

Les moyens génétiques

- ▶ Les différentes méthodes de la lutte génétique, dont certains sont classiques, font intervenir des facteurs propres aux patrimoines génétiques du végétal, tels que la sélection de variétés résistantes et le génie génétique.

▶ **La sélection de variétés résistantes:** La sélection variétale peut avoir pour objet soit :

- ❖ **Réduire la population du ravageur:** Dans ce cas la sélection porte sur des critères morphologiques ou le plus souvent sur des critères biochimiques tels que la présence de substances anti - appétantes.
- ❖ **Éliminer le maximum d'individus nuisibles :** Ici, la méthode se limite à la sélection de substances toxiques qui affectent la croissance ou la multiplication du ravageur « réduction de la ponte, allongement du cycle de développement, mort immédiate par intoxication ».

- ❖ **Accroître la tolérance de la plante cultivée:** Elles maintiennent un rendement élevé en présence d'un niveau de population du ravageur responsable de pertes pour une variété sensible.

Exemple : Résistance des *Eucalyptus* aux Cérambycids.

- ▶ Dans les années 80 en Tunisie et lors de réalisation d'un plan d'aménagement territoriale, 95 espèces d'*Eucalyptus* importées d'Australie ont été implantées dont *E. saligna*, *E. globulus*, *E. citridiosa* et *E. diversicola*.
- ▶ Quelques années plus tard, les infestations spectaculaires de *Phoracantha semipunctata* ont été signalées dans les nouvelles plantations.

- ❖ Les sorties de prospection ont permis de déceler l'énigme de ces ravages, qui d'après les rapports, elles sont dues à une déficience physiologique à cause d'une mauvaise adaptation du matériel végétal à la sécheresse du centre et du sud tunisien, aggravé par les mauvaises conditions édaphiques. Par conséquent, la circulation de la sève est ralentie par une pression osmotique trop élevée, ceci ne permet plus la défense de l'arbre contre les attaques des nuisibles.
- ❖ Pour y remédier, de nouvelles variétés ont été introduites tels que *Eucalyptus torquata*, *E. oleosa*, *E. astringens* et *E. sargentii*, qui ont la capacité de mieux s'adapter aux longues périodes de sécheresses, par la stabilité de leur pression osmotique (plantes xérophytiques) qui rejettent les larves du ravageur hors du libère.

- ▶ CAUBEL (1973), a montré que la succession maïs, blé, orge, est particulièrement recommandée pour limiter les populations du nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci*.

Parce que:

- ▶ Le blé n'étant attaqué par aucune des populations du nématode actuellement connues.
- ▶ L'orge étant rarement et particulièrement infestée.
- ▶ Pour *Meloidogyne noasi*, sur céréales plus de 90 % meurt si pendant 1 ou 2 ans on cultive un hôte médiocre telle que la Betterave.

Les moyens chimiques

Classification des pesticides

Classification d'après l'utilisation

Classification d'après l'origine des substances

Classification d'après le mode d'action



Classification d'après l'utilisation

Pesticides

Produits phytosanitaires

Nématocides

Bactéricides

Herbicides

Insecticides
Acaricides

Fongicides

Molécules à usage
vétérinaire

Molécules pour la
protection des bois /
peintures

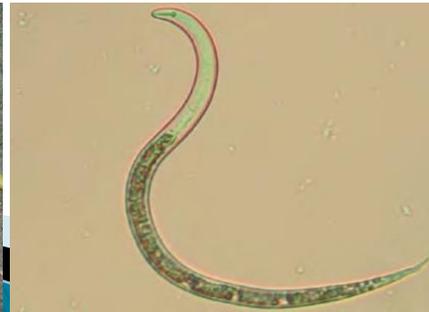


Il existe trois grandes familles de produits phytosanitaires classées selon la nature de l'espèce nuisible : les **fongicides**, les **herbicides** et les **insecticides**.

À celles-ci s'ajoutent les **acaricides**, les **nématicides**, les **rodenticides**, les **taupicides**, les **molluscicides**, les **corvicides** et les **corvifuges**.



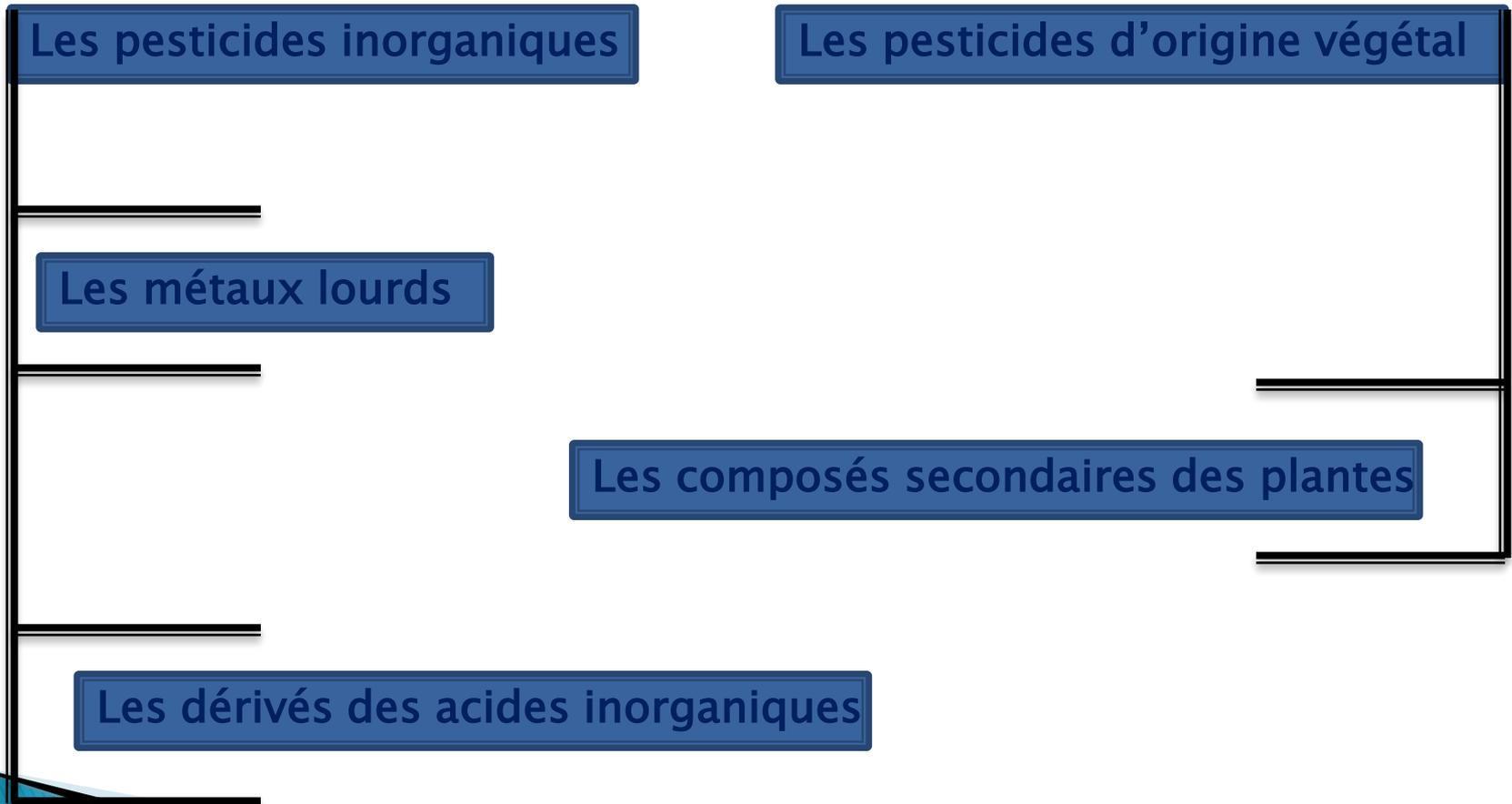
Femelle de l'acarien *Tetranychus evansi*



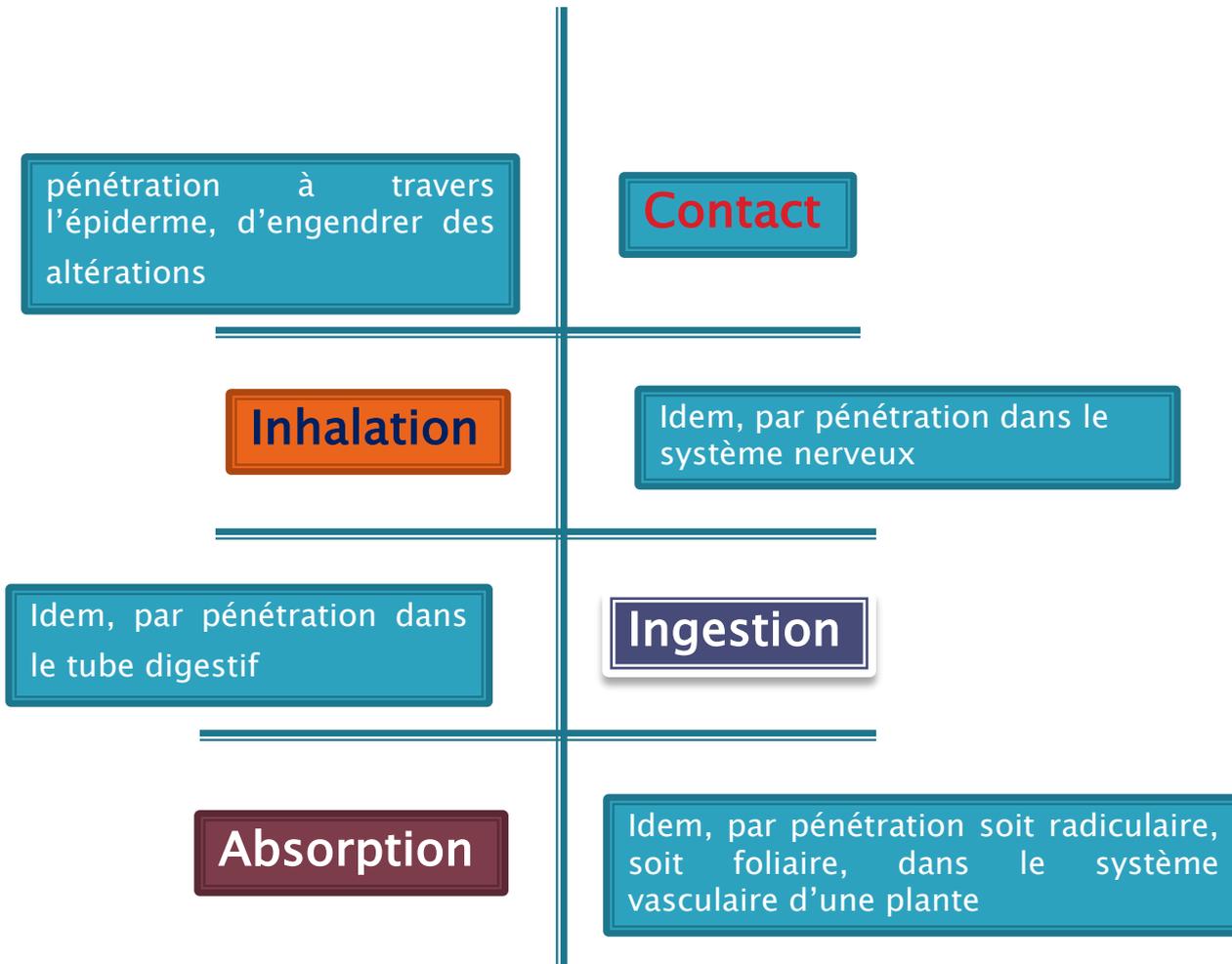
Structure de nœuds
enroulés par
Meloidogyne sp.



Classification d'après l'origine des substances



Classification d'après le mode d'action

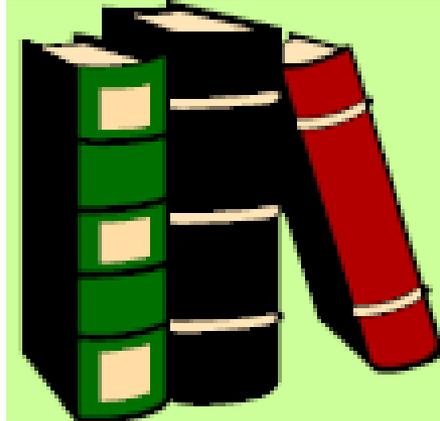


Composition d'un pesticide

Un pesticide est composé de deux types de substances :

- **Une ou plusieurs matières actives**, ce sont des matières actives qui confèrent au produit l'effet poison désiré. Exemple de matières actives : le glyphosate que l'on trouve dans de très nombreux désherbants totaux, le métaldéhyde que l'on trouve dans la plupart des anti-limaces...etc.

- **Un ou plusieurs additifs**, ces additifs renforcent et la sécurité du produit Exemple : répulsifs, vomitifs,, anti-moussant, solvant.



Exigences réglementaires

L'homologation

L'homologation d'une substance active :

- ▶ L'Homologation des pesticides mis sur le marché est accordée en partie sur la base de la législation nationale.
- ▶ **le Décret exécutif n° 95-405 du 9 Rajab 1416 correspondant au 2 décembre 1995 relatif au contrôle des produits phytosanitaires à usage agricole.** Avant la mise sur le marché d'une nouvelle molécule, il faut en moyenne une dizaine d'années d'études. La conception d'un produit phytosanitaire doit nécessairement prendre en compte deux séries d'objectifs.

• **Objectif n° 1 : Efficacité/Spécificité**

La toxicité doit être élevée pour la cible (efficacité) mais nulle ou en tout cas la plus faible possible pour l'homme, les animaux domestiques, la faune, les insectes auxiliaires et pollinisateurs, les plantes cultivées (spécificité).

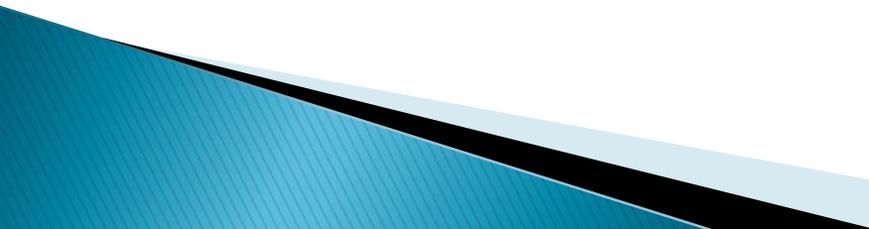
• **Objectif n° 2 : Persistance**

La persistance du produit doit être suffisante pour éviter les traitements multiples mais compatibles avec les problèmes d'environnement pour éviter les phénomènes de concentration dans la chaîne alimentaire ainsi que les limitations à la rotation des cultures.

L'homologation est la garantie que le produit est

- efficace,
- sélectif,
- non phytopathogène vis-à-vis de la culture concernée
- qu'il ne présente pas un risque vis-à-vis de
 - ✓ l'applicateur,
 - ✓ la santé humaine et
 - ✓ l'environnement.

Cette garantie est assurée par l'ensemble des études requises par la constitution de trois dossiers:



□ **Le dossier toxicologique** : il évalue les effets les plus divers du produit pour l'homme, Les risques encourus par le manipulateur et le consommateur. Ainsi, les **toxicités aiguës, sub-chroniques et chroniques** sont calculées sur la base de nombreuses études (cancérogènes, tératogènes, reprotoxiques...) effectuées chez des animaux tests.

□ **Le dossier écotoxicologique** : il recense le comportement et le devenir des produits dans les différentes composantes de l'environnement, le sol, l'air et l'eau ainsi que les effets de ces composés sur la faune et la flore.

□ **Le dossier biologique** : il apporte la preuve de l'efficacité, de la sélectivité et de l'innocuité du produit vis-à-vis de la culture concernée. Si la substance active et le produit formulé répondent à l'ensemble de ces critères, l'homologation est accordée par la direction de la protection des végétaux et les contrôle techniques (MADR) et une autorisation de vente provisoire (APV) est délivrée par l'État ; le pesticide peut enfin être commercialisé.



Les insecticides et acaricides:

Ils sont destinés à protéger les plantes contre les insectes et les acariens nuisibles.

On distingue deux groupes principaux:

> Insecticides à action directe

Ces insecticides agissent par contact direct avec l'insecte ou par voie digestive.

> Insecticides à action systémique

Les insecticides systémiques sont absorbés par la plante puis transportés par le flux de sève. Ils agissent contre les insectes suceurs, broyeur et dévoreurs.

Organochlorés

- Chez les organochlorés c'est la présence de l'halogène **Cl** qui augmentent leur activité neurotrope, sa position sur la molécule est très importante par rapport à cette activité insecticide.
- Selon la variation du chlore on distingue 4 groupes : le DDT et ses dérivés, le lindane, interdits du fait de leur persistance et des risques d'accumulation dans les sols, les tissus végétaux et les graisses animales seuls restent autorisé : le diénochloré et l'endosulfan.

Organophosphorés

- c'est la présence de l'halogène **P** qui augmentent leur activité neurotrope.
- Selon la variation du noyau de base on distingue plusieurs molécules.
- Elles peuvent présenter des capacités de pénétration dans les plantes allant de la systémicité complète au non systémicité.

Carbamates

- Se sont des insecticides et acaricides de développement.
- Les premiers insecticides développés sont l'Isolane et le carbaryl.
- C'est un groupe chimique très important qui comprend également un grand nombre de fongicides et d'herbicides.

1. Insecticides et acaricides neurotoxiques

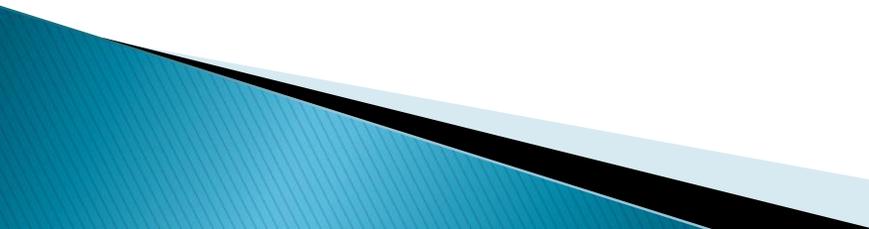
Action sur le centre nerveux qui détermine des paralysies des organes locomoteurs et de la nutrition et en provoquant l'arrêt du système respiratoire central, et en fin la mort de l'insecte.

2. Insecticides et acaricides régulateurs de croissance

agissent, par inhibition de la synthèse de chitine et de la mue, en interférant avec la formation de la cuticule des insectes.

3. Insecticides et acaricides agissant sur la respiration cellulaire

Inhibiteurs du complexe mitochondrial



Syndrome d'adaptation générale (S.A.G.)

Stress

État de déséquilibre physiologique

Déclenchement d'une réponse
au stress pour atteindre l'homéostasie.

Phase d'alarme

(Phase initiale à la réponse)

Phase de résistance

(Adaptation à la perturbation)

Phase d'épuisement

(Non aboutissement à l'homéostasie)

Apparition de diverses pathologies ou à la mort.

1. Un fongicide systémique :

- **est susceptible de protéger les organes non traités de la plante 2 pt**

2. Les corvifuges et les corvicides sont des produits phytosanitaires qui font fuir et tuent:

- Les corbeaux 2 pt**

3. Avant d'appliquer les traitements phytosanitaires, il est très important de commencer par bien définir l'objectif qui est **la cible 2 pt**

4. Que signifie :

D.A.R. : délai avant récolte 2pt

APV : autorisation provisoire de vente 2pt

5. L'emploi systématique et généralisé des pesticides, révéla des inconvénients suffisamment graves. Lesquels? **7pt**

- La pollution de la biosphère**
- Biodegradabilité lente des résidus**
- Apparition de l'aphytotoxicité**
- Apparition de la résistance**
- Toxicité de l'homme**
- Non sélectivité des pesticides**
- Contamination des nappes phréatiques**

6. Dans la lutte biologique on utilise des agents prédateurs. Quels sont les critères de choix de ces agents biologiques ? **3 pt**

- ✓ Par leur rapidité de développement
- ✓ Par leur prolificité
- ✓ Par leur voracité à l'égard des larves

Les fongicides

Les fongicides sont des substances destinées à lutter contre les maladies cryptogamiques, ils sont soit :

-Fongistatiques : Perturbent la prolifération du mycélium et des structures de reproduction du champignon.

-Antisporulants : Empêchent la production des spores.

-Inhibiteurs de germination : Empêchent la germination des spores.

-Fongicides : Détruisent et dévitalisent les organismes fongiques.

Tous les fongicides ont le même mode d'action, ils agissent sur l'activité métabolique en inhibant certaines enzymes donc aboutissent au dérèglement des fonctions vitales.

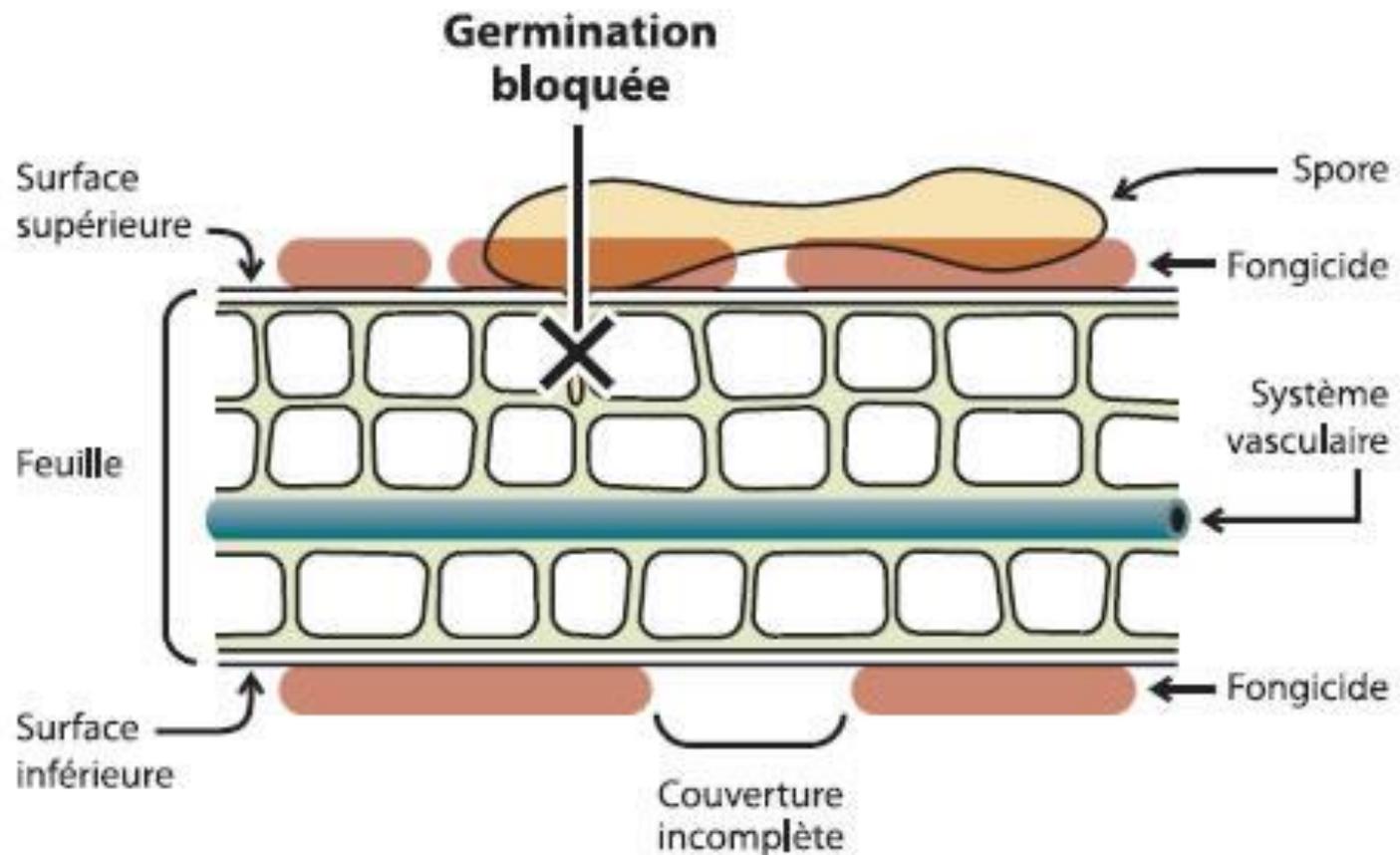
Deux groupes principaux peuvent être distingués : systémique et contact.

➤ **les fongicides systémiques** qui pénètrent et se déplacent dans la plante par les vaisseaux ;

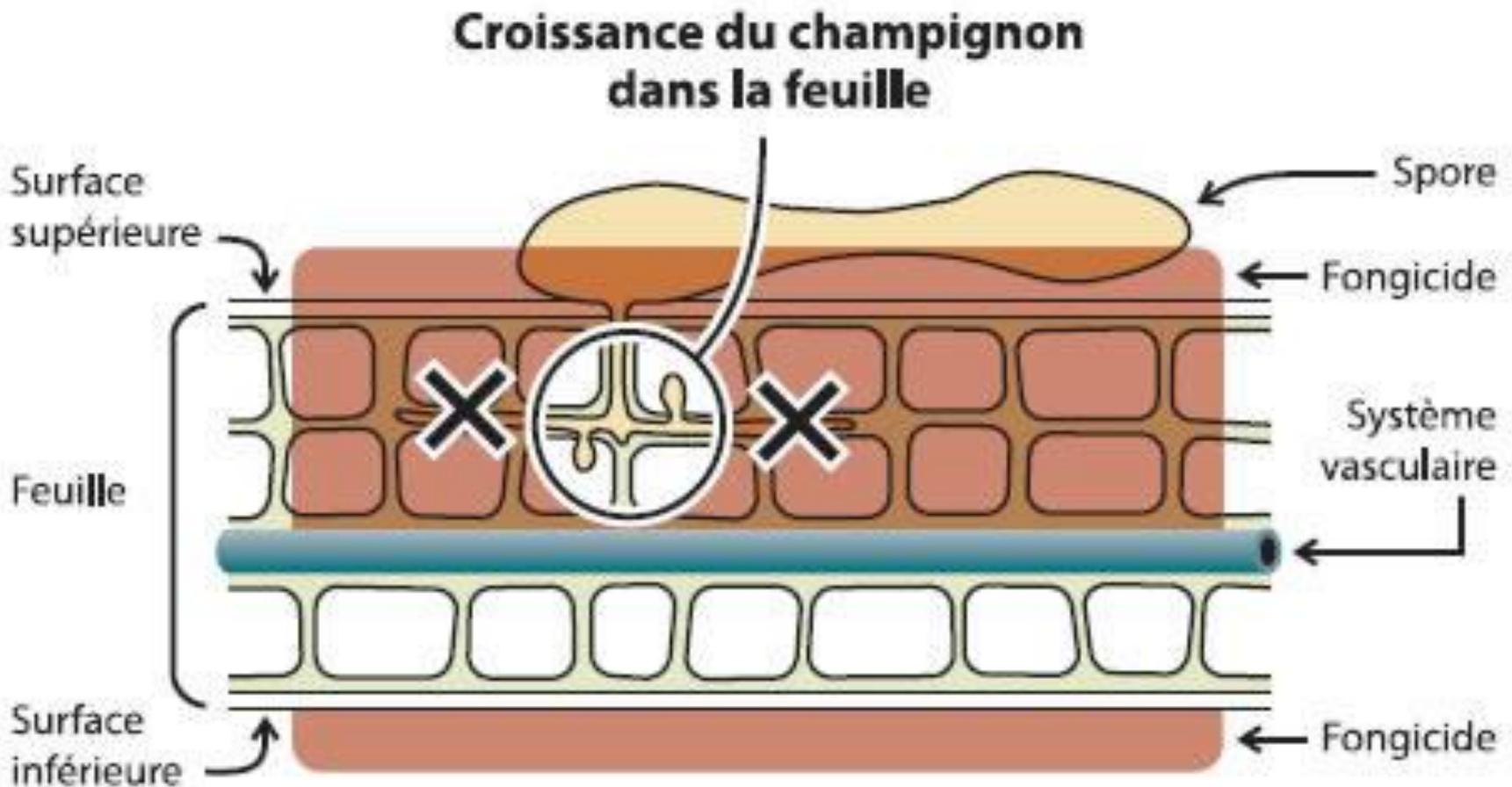
➤ **les fongicides de contact** une fois appliqués ils forment à la surface de la plante une barrière protectrice. Leur effet peut être préventif lorsque leur action se situe avant la pénétration du parasite dans les tissus de la plante ou curatif.

Les fongicides peuvent être utilisés selon deux modes d'intervention, soit en **préinfection**, soit en **postinfection**.

Un fongicide utilisé en **préinfection** est appliqué avant le début d'une période d'infection. Le produit sera efficace seulement sur les feuilles et les fruits présents au moment de la pulvérisation. La molécule active agira sur les premiers stades de développement du champignon comme la germination des spores.



Les fongicides utilisés en **postinfection** sont appliqués après une période d'infection. Ces fongicides agissent sur un stade de développement plus avancé du champignon et empêchent celui-ci de coloniser le tissu végétal.



Les modes d'action des fongicides peuvent être divisés en deux grandes catégories : les fongicides **unisites** et les fongicides **multisites**.

Les fongicides **unisites** agissent à un stade spécifique du développement du champignon. Ces fongicides sont plus sujets au développement de résistance. Les cibles les plus communes des fongicides unisites sont: la **biosynthèse de composés essentiels** au développement du champignon, **la respiration** et **les processus de division cellulaire**

Les fongicides **multisites** agissent à plusieurs niveaux du développement du champignon. Ces fongicides sont ainsi beaucoup moins sujets au développement de la résistance.

- ❖ **Fongicides inhibiteurs respiratoires**
 - ❖ **Fongicides inhibiteurs de la division cellulaire**
 - ❖ **Fongicides affectant la biosynthèse des acides aminés ou des protéines**
 - ❖ **Fongicides agissant sur le métabolisme des glucides**
 - ❖ **Fongicides Simulateurs des Défenses Naturelles (SDN)**
- 

Les herbicides

Ces pesticides sont destinés à éliminer les mauvaises herbes et à combattre les adventices des cultures. Ils sont appliqués suivant plusieurs facteurs à savoir :

- Le mode de pénétration.
 - La nature de la culture en place.
 - Le cycle phénologique de la plante cultivée.
 - Le cycle phénologique de la mauvaise herbe.
- 

Le groupe de travail « Terminologie » de la Commission des essais biologiques (CEB) de l'Association française de protection des plantes, recommande d'employer les définitions suivantes pour les différents types d'herbicides :

Selon **la pénétration** de l'herbicide : **Herbicide foliaire, Herbicide racinaire**

Selon **sa sélectivité** :

Herbicide sélectif : herbicide que peut tolérer une espèce cultivée dans des conditions d'emploi définies. Si ces conditions d'emploi ne sont pas respectées, il peut devenir non sélectif. Un herbicide sélectif n'est généralement efficace que sur certaines adventices.

Herbicide total : herbicide efficace sur l'ensemble des adventices et aussi des espèces cultivées.

Selon **la migration** de l'herbicide :

Herbicide de contact : l'herbicide détruit les surfaces de la plante avec lesquels il entre en contact, il n'est pas véhiculé par la sève.

Herbicide systémique : herbicide de pré-levée ou de post-levée qui migre dans la plante par le bois depuis les points de pénétration (racine ou feuille) jusqu'au site d'action. Cette locution est souvent utilisée dans un sens plus restrictif pour désigner les herbicides de post-levée véhiculés dans la plante par la sève.

Les modes d'action des herbicides sont fondés sur :

- la perturbation de la **photosynthèse**,
- l'inhibition de la synthèse des **lipides**,
- l'inhibition de la synthèse des **acides aminés**,
- l'inhibition de la **division cellulaire**
- l'inhibition de la synthèse des **caroténoïdes** (pigments protecteurs des chlorophylles),
- l'inhibition de la synthèse de l'**enzyme** conduisant à la synthèse des chlorophylles,
- la dérégulation des **pH** entre les différents compartiments cellulaires

Influence des conditions climatiques

L'effet des pesticides peut être influencé par les conditions météorologiques au moment de la pulvérisation et, dans une moindre mesure, par les conditions climatiques au cours de la période de croissance qui a précédé.

Température et humidité atmosphérique

La température et l'humidité atmosphérique sont deux facteurs susceptibles d'influencer considérablement l'absorption, le transport et les effets du pesticide. En règle générale, les effets du pesticide sont fonction de la température et du taux d'hygrométrie.

Pluie

S'il pleut juste après la pulvérisation, les pesticides déposés sur les plantes risquent être lessivés par la pluie. Ce risque concerne surtout les pesticides solubles dans l'eau.

Certains pesticides peuvent cependant résister à la pluie après leur pulvérisation car ils sont absorbés dans la plante très rapidement. La résistance à l'eau des pesticides peut être modifiée par l'emploi d'additifs.

Vent

Il est déconseillé de pulvériser des pesticides lorsque le vent souffle, d'une part en raison du risque de dérive du nuage et des dégâts qui peuvent en résulter pour les cultures avoisinantes, d'autre part, parce que le vent affecte la fixation du pesticide sur les plantes et qu'il accélère l'évaporation à la surface des feuilles.

Effets des pesticides sur l'homme et l'environnement

La modalité par laquelle un pesticide est amené au contact d'un milieu ou d'un organisme vivant et modalité d'absorption (voies d'exposition).

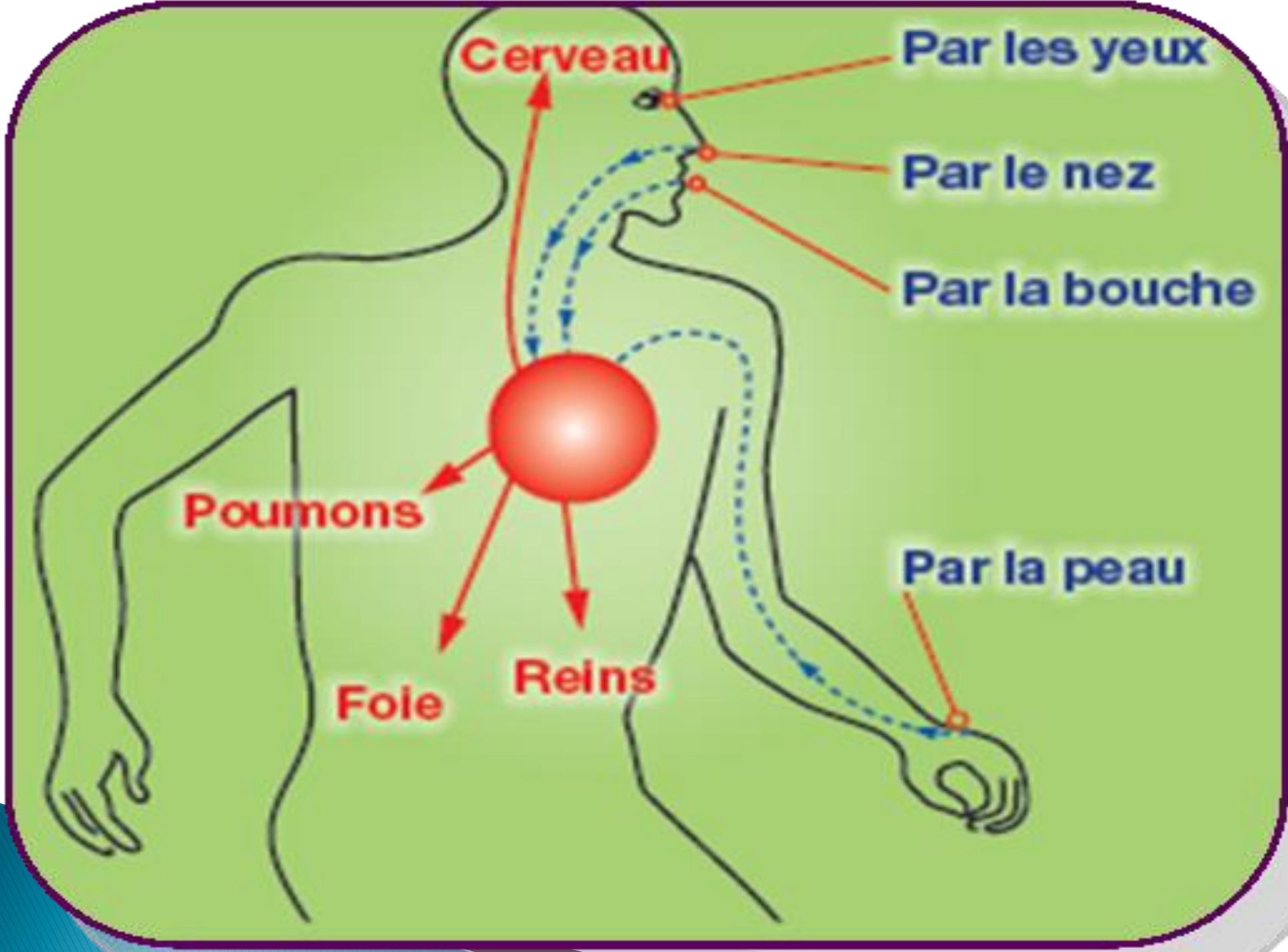
Sur l'homme :

Les produits phytosanitaires peuvent pénétrer dans l'organisme par : la peau, également appelée absorption cutanée ; l'appareil respiratoire, ou inhalation ; la bouche ou ingestion orale.

RISQUE SUR LA SANTÉ HUMAINE

Les voies d'exposition sont :

- ❖ l'ingestion de particules de sol (poussières ou aliments cultivés mal lavés), d'aliments contaminés par des résidus de pesticides, essentiellement des fruits et légumes, mais aussi d'eau contaminée par des résidus de pesticides.
- ❖ l'inhalation d'air.
- ❖ le contact cutané, cette voie d'exposition est peu fréquente pour la population générale (non professionnelle).



Cerveau

Par les yeux

Par le nez

Par la bouche

Poumons

Par la peau

Foie

Reins



Symptômes d'une intoxication aiguë à un pesticide

Symptômes légers

- Mal de tête, fatigue, perte d'appétit, étourdissements, faiblesse, nervosité, nausée, transpiration, diarrhée, perte de poids, soif, instabilité émotionnelle et irritation de la peau, des yeux, du nez et de la gorge.

Symptômes modérés

- Nausée, tremblements, salive excessive, vue embrouillée, serrement de la gorge ou la poitrine, respiration difficile, peau enflammée ou jaune, crampes à l'estomac, vomissements, diarrhée, confusion, transpiration, pouls rapides et toux.

Symptômes graves

- Vomissements, pertes de réflexes, respiration difficile, rythme respiratoire accéléré, secousses musculaires, pupilles minuscules, convulsion, perte de conscience, soif, fièvre et mort.

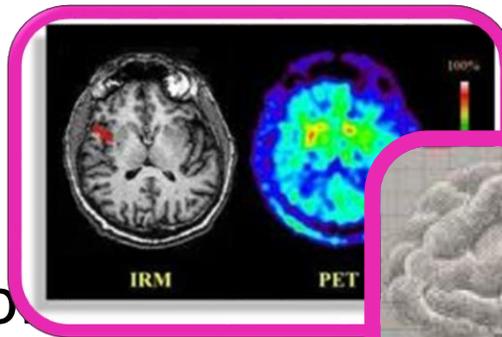
Les effets:

➤ Effets rapides et immédiats:

- ▶ Les lésions cutanées et oculaires
- ▶ Les lésions respiratoires
- ▶ Les lésions du système digestif

➤ Effets tardifs:

- ▶ Cancérogénicité
- ▶ Neurotoxicité
- ▶ Tératogénèse (malfo



RISQUES SUR L'ENVIRONNEMENT:

L'utilisation des pesticides présente un certain nombre de risques à l'égard de la composition chimique de l'air, des eaux et des sols qui se traduisent par des pollutions dont les conséquences toxicologiques et écotoxicologiques peuvent être préjudiciables à la qualité de l'environnement.

RISQUE SUR LE SOL

➤ Pollution du sol

le sol est formé d'éléments minéraux et organiques ainsi que des organismes vivants et sa microflore est essentielle au maintien de sa fertilité mais les effets nocifs de ces produits la mettent en danger.

Exemple: Vers de terre



RISQUE SUR L'EAU

- Pollution de l'eau
- Effets sur les espèces aquatiques:
 - disparition ou raréfaction d'espèces sensibles
 - diminution de la diversité



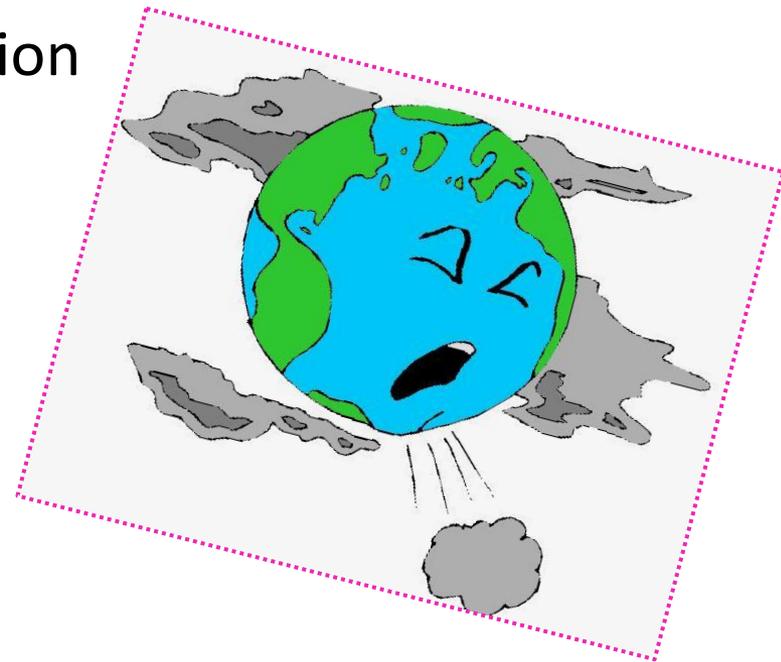
RISQUE SUR L'AIR

Les différents types de pesticides peuvent se disperser dans l'environnement et notamment dans l'atmosphère .En effet ces pesticides peuvent se trouver dans l'air ambiant suivant trois phénomènes de diffusions :

- La dérivée lors de l'utilisation
- Volatilisation à partir de la végétation
- Erosion

Les effets:

- Pollution de l'air



RISQUE SUR LA FAUNE

La faune, mise à part celle visée par les pesticides, est directement exposée aux pesticides. Comme les animaux qui vivent dans la nature, ils respirent les vapeurs des pesticides et les absorbent même à travers leur peau. De plus, ces derniers ingèrent des aliments traités et s'abreuvent de l'eau contaminée. Du fait de la chaîne alimentaire, les prédateurs de ces animaux exposés aux pesticides peuvent aussi être contaminés vu les propriétés de bioaccumulation des pesticides.

Les effets:

- le système nerveux des animaux sauvages est touché par les Insecticides.
 - Les espèces aquatiques sont aussi fortement exposées à ces produits chimiques à cause de la contamination de leur milieu de vie.
 - perturbation de reproduction
 - Baisse significative de population d'abeille
 - Baisse de population d'insectes et d'oiseaux
 - Voie d'extinction de certaines espèces...
- 

Toxicité et sécurité du consommateur (l'utilisateur, consommateur)

Le problème de toxicologie humaine relatif aux produits phytosanitaires concerne à la fois les manipulateurs et les consommateurs.

Toxicité pour l'utilisateur

La toxicité: Est le degrés de nocivité d'un pesticide envers un organisme. C'est la dose qui fait le poison.

Une substance est toxique qui après pénétration dans un organisme en une ou plusieurs fois très rapprochées, provoque un trouble de façon passagère ou durable.

Toxicité aiguë: la capacité d'une substance à provoquer des effets néfastes **qui se développent peu de temps après l'exposition**

Toxicité chronique: la capacité d'une substance à provoquer des effets néfastes **qui durent longtemps**

Pour déterminer la toxicité d'un produit on calcul au laboratoire **DL₅₀** la dose létale 50 (est la quantité d'une substance dans un TRT qui tue 50% des animaux (rats, souris , pucerons,...etc.).

La toxicité peut être mesurée aussi par la **CL₅₀** la concentration létale 50 représente la concentration (exprimé en ppm) d'un pesticide dans l'air ou l'eau qui est suffisamment élevée pour tuer la moitié des animaux de laboratoire exposés au pesticide.

Plus la valeur DL₅₀ ou de la CL₅₀ est faible, plus le pesticide est toxique.

Les risque pour le consommateur

Après application, les produits phytosanitaires évoluent quantitativement et qualitativement au cours du temps. La quantité de substances actives ou de ses produits de transformation présente dans le végétal à la récolte constitue le résidu. Son importance dépend tout d'abord de **la nature du produit utilisé** mais aussi d'un certain nombre de conditions extérieures comme **le climat, les conditions d'utilisation, la dose** et, plus particulièrement, le **délai avant récolte (DAR)**.

Comment réduire l'exposition

➡ 1. Précautions générales à prendre lors de l'application

- Respecter les consignes élémentaires d'hygiène durant et après le travail
- Disposer d'un matériel d'épandage en bon état de fonctionnement

➡ 2. Choisir de bonnes conditions pour traiter

- Ne pas pulvériser par grand vent, ou quand le vent menace de changer de direction à tout instant.
- Pulvériser si possible pendant les heures fraîches (tôt le matin ou en fin d'après-midi)



3. Précautions à prendre durant le dosage

- Porter les équipements de protection (EPI) indiqués sur l'étiquette pour mesurer et mélanger.
- Lire attentivement l'étiquette et notamment les précautions d'emploi



4. Vérifier l'état de fonctionnement du matériel d'application

- L'appareil d'épandage aura été nettoyé lors des travaux précédents. Il doit aussi faire l'objet de vérifications et de calibrages réguliers.
- Vérifier son état de propreté et son étanchéité



5. Respecter la durée d'exposition

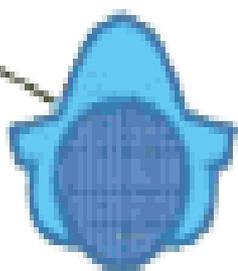
- 1. Ne pas dépasser le temps de travail prescrit.**
- 2. Laver la peau contaminée pendant le travail (se nettoyer immédiatement en cas de contamination).**
- 3. Laver après chaque utilisation les vêtements protecteurs (ne pas laisser les vêtements au champ après utilisation).**
- 4. Respecter le délai de pénétration dans les champs traités (minimum 24h, sauf indication contraire).**

Comment Se protéger d'une contamination



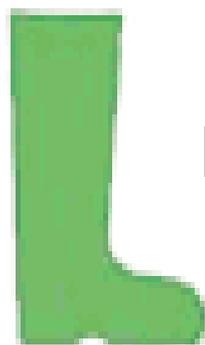


Lunettes de protection
obligatoires pour manipuler les produits



Masque à cartouche filtrante
(si l'étiquette du produit le précise)

Gants imperméables
aux produits chimiques
(recouverts par la combinaison)



Bottes (recouvertes par le pantalon
pour éviter la pénétration du
produit dans les bottes)



4.6. Minimiser l'exposition et le risque associé

Mesures de précautions



Résidus et indices toxicologiques

Définition du résidu

Une fois appliquée sur le végétal, la substance active est susceptible de se dégrader sous l'influence de facteurs physiques (température, rayonnement UV, eau) ou biologiques (métabolisation). Pour connaître le devenir de la substance active dans la plante, des « études de métabolisme » sont réalisées.

Ces études ont pour objectifs :

- D'estimer la répartition des résidus dans la plante ;
- D'estimer les teneurs en résidus totaux dans les diverses parties de la plante et plus particulièrement dans les parties consommées ;
- Et surtout, d'identifier et de quantifier les métabolites et produits de dégradation qui peuvent apparaître après traitement.

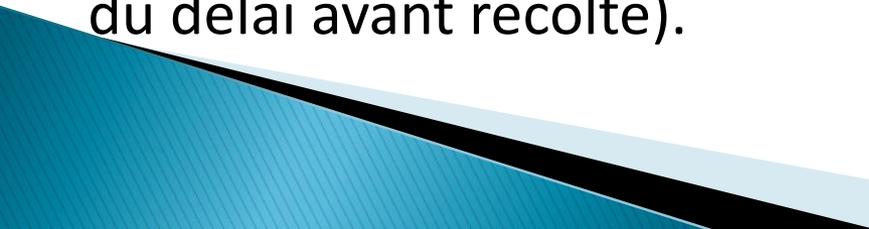
Limite maximale de résidus (LMR)

Elle représente les résidus acceptables sur le plan toxicologique, elle est destinée à être appliquée dans le commerce international. Donc, c'est **la concentration en résidus la plus élevée légalement acceptable** pour que les denrées alimentaires restent commercialisables, elle s'exprime en milligramme de résidus par kilogramme (mg/kg) de produit alimentaire.

La BPA « critique » pour une substance active et une culture donnée, correspond à la pratique qui conduit au risque résidu le plus important. Elle correspond, en général, à l'usage qui nécessite par ordre d'importance :

- Le délai avant récolte le plus court,
- La dose par hectare la plus élevée,
- Le nombre maximum d'applications par saison.

Un dépassement de la LMR doit avant tout être interprété comme un non-respect d'une pratique agricole (en général un non respect du délai avant récolte).



Évaluation du risque pour le consommateur

Il s'agit maintenant de vérifier que les LMR établies restent dans les limites compatibles avec la santé du consommateur.

A long terme (risque chronique)

les évaluations ont pour principe de vérifier que les quantités de résidus qu'un individu est susceptible de retrouver quotidiennement dans son alimentation ne dépassent pas les normes de référence toxicologique que sont la **dose journalière admissible (DJA)**



Notions de la lutte intégrée

- ▶ ***Déf. 1*** : La lutte intégrée est une attitude qui consiste à envisager tous les moyens propres à combattre un ennemi des cultures ainsi que les possibilités de les combiner harmonieusement. Ces moyens pour en faire un ensemble cohérent.



- ▶ ***Déf. 2*** : La lutte intégrée consiste en une utilisation harmonieuse des différentes méthodes de lutte pour maintenir le niveau du ravageur à un taux économiquement tolérable.

- ▶ **Déf. 3** : D'après d'AGUILAR et *al.*(1964), la lutte intégrée ou la lutte harmonieuse doit se faire concourir tous les éléments vers le même but : la destruction du ravageur, et on peut indiquer les principales direction de recherches
- ▶
- ▶ Augmentation de la résistance végétale par une meilleure connaissance de la physiologie de la plante et la sélection de nouveaux gènes de résistance.
- ▶
- ▶ Augmenter la résistance du milieu par l'utilisation de techniques culturales (assolement, rotation travail du sol, choix de l'époque de plantation, la taille etc...) et la protection des ennemis naturels des ravageurs.
- ▶
- ▶ Modification des méthodes de luttés pour éviter la destruction des auxiliaires en utilisant des pesticides spécifiques, à courte rémanence, en diminuant les concentrations et le nombre de traitement.

On peut résumer ces différentes étapes par le diagramme

PHYTIATRIE



Elle vise l'étude des états pathologiques
des plantes et les moyens
d'y apporter remède



MOYENS



Préventifs

- * Agronomiques.
- * Génétiques



Curatifs

- * Chimiques

- * Biologiques
- * Physiques

- ▶ ***Déf. 4*** : Selon CAVELIER (1976), la lutte intégrée c'est l'emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes dont on dispose contre les différents ennemis d'une culture de façon à maintenir leur nocivité a un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables.

- ▶ ***Déf. 5*** : Selon l'O.L.I.B. (1978), la lutte intégrée est un procédé de lutte contre les organismes nuisibles, qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance.
- 

▶ Les apports du génie génétique :

▶ Le principe de cette innovation révolutionnaire en matière de protection des cultures réside dans la manipulation habile des molécules de l'A.D.N., en faisant introduire artificiellement un ou plusieurs gènes à effet insecticide ou autres.

▶ Exemple:

▶ *B. thuringiensis*, est une bactérie dont les spores contiennent une protéine toxique pour les insectes.

▶ Le gène codon pour la partie toxique de la protéine à été isolé.

▶ Transplantation du gène isolé dans la bactérie *Agrobacterium tumefaciens*, bactérie provoquant des tumeurs caractéristiques de la galle du collet chez les dicotylédones.

Les moyens environnementaux



L'introduction de plantes pièges ou androgènes :

Certains nématodes du genre *Meloidogyne* ont une descendance uniquement composée de mâles lorsqu'ils se nourrissent d'espèces végétales particulière. L'introduction d'une telle culture androgène dans l'assolement peut donc faire disparaître à terme le nématode.

La manipulation de l'environnement des plantes cultivées ou gestion des agroécosystèmes:

Les pratiques culturales les plus traditionnelles font le plus souvent appel à un système de culture associé, de ce fait, le maintien d'une flore variée autour d'un champ peut permettre la survie de multiples parasites ou prédateurs des ravageurs.

Cette approche est complexe car le maintien d'une diversité floristique peut aussi favoriser le ravageur lui-même ou d'autres espèces déprédatrices.

Les moyens psychiques (Attractants et répulsifs)

Le déterminisme du comportement des insectes fait l'objet de très nombreuses études, le facteur le plus important qu'il faut retenir c'est que tout acte comportemental résulte d'une réception d'un **stimulus optique, olfactif ou gustatif.....**

Tout comportement de l'insecte est influencé par des substances sémiologiques qui sont représentées ci-dessous :

Ectomones

Composés allélochimiques *Interspécifique*

- Allomones
+ pour l'émetteur
(- pour receveur)
répulsif
à distance
anti-appétant
inhibent la
prise de
nourriture
- Kairomones
+ receveur
(- pour émetteur)
- Synomones
+ pour les 2

Phéromones *Intraspécifique*

- Phéromones incitatrices
Modification immédiate du
comportement - réversible
- Phéromones
modificatrices
Modification de la physiologie
- irréversible

Variation temporelle de l'infochimie chez les insectes

Le transfert d'informations par signaux chimiques entre les individus d'espèces différentes ou entre individus de la même espèce est courant chez les êtres vivants. Cependant, on réserve le terme « phéromones », du grec *pherein* (transporter) et *hormân* (exciter), aux signaux chimiques intervenant dans la communication intraspécifique.

Il a été introduit en 1959 par KARLSON et LÜSHER, qui ont donné la définition suivante : « Une phéromone est une substance (ou un mélange de substances) qui, après avoir été sécrétée à l'extérieur par individu (émetteur), est perçue par un individu de la même espèce (récepteur) chez lequel elle provoque une réaction comportementale spécifique, voire une modification physiologique. »

Comme les hormones, les phéromones sont produites par des glandes spéciales

Par opposition aux hormones, elles ne sont pas déchargées à l'intérieur d'un organisme, mais au contraire elles sont émises à l'extérieur. Les hormones interviennent dans les phénomènes de régulation à l'intérieur d'un même organisme, alors que les phéromones servent à communiquer entre organismes de la même espèce.



Focus 4 : Le vocabulaire de la communication chimique

Communication par médiation chimique chez les insectes (d'après Dicke & Sabelis, 1988)

Infochimiques ou sémiochimiques (Nordlund & Lewis, 1976) : substances chimiques émises dans l'environnement, qui ont valeurs de signaux chimiques entre deux ou plusieurs individus et classées comme suit :

ALLÉLOMONE : sémiochimique entre individus d'espèces différentes (Inter-spécifique).

- **Allomone** : sémiochimique qui bénéficie à l'espèce émettrice.
- **Kairomone** : sémiochimique qui bénéficie à l'espèce réceptrice.
- **Synomone** : sémiochimique qui bénéficie à la fois à l'espèce émettrice et réceptrice.

PHÉROMONE : sémiochimique entre individus de la même espèce (Intra-spécifique).

- **Phéromone sexuelle** : sémiochimique agissant sur le comportement sexuel des individus.
- **Phéromone d'alarme** : les abeilles et les fourmis utilisent ce type de message chimique pour avertir leurs congénères lorsqu'un agresseur menace la colonie.



Spéciation de l'infochimie chez les insectes

En matière de contrôle des insectes nuisibles, une des conditions de base à remplir est d'avoir une approche aussi spécifique que possible vis-à-vis de l'organisme d'intérêt. Jusqu'à maintenant, l'un des meilleurs exemples de spécificité et de sélectivité en aménagement des insectes l'a été par le biais des infochimiques (i.e., substances chimiques impliquée dans le transfert d'informations lors d'une interaction entre deux individus).

Il a été démontré que l'utilisation des infochimiques pour manipuler le comportement des insectes est l'une des composantes les plus utiles des programmes de lutte intégrée contre les insectes nuisibles (Bjostad et al., 1993).

Infochimie d'alimentation

Les phéromones d'agrégation ont été étudiées chez les Coléoptères *Scolytidae*, dont de nombreux représentants sont des ravageurs importants des forêts de conifères. Ces insectes (mâles ou femelles selon les espèces) sont attirés dès leur émergence par les émanations terpéniques d'arbres stressés sur lesquels ils atterrissent. En y creusant une galerie de pénétration, ils ingèrent des précurseurs terpéniques qu'ils transforment alors en phéromones d'agrégation, qu'ils libèrent avec leurs fèces. Ces phéromones attirent les individus des deux sexes, déclenchent l'attaque de masse non seulement sur l'arbre préalablement choisi par les premiers individus, dits pour cette raison individus pionniers, mais aussi sur les arbres voisins. Des anti phéromones sont ensuite produites pour éviter une trop forte population sur le même arbre et favoriser l'essaimage.

Infochimie de piste

Les phéromones de piste et d'alarme ont surtout été étudiées chez les insectes sociaux (abeilles, fourmis, termites) où les échanges d'information par signaux chimiques à l'intérieur de la colonie revêtent une importance et une complexité bien plus grande que chez les autres insectes.

Chez les fourmis, par exemple, les phéromones de piste servent à baliser chimiquement un chemin conduisant vers une source de nourriture ou lors d'échanges d'une colonie à une autre.

La notion de marquage de territoire, très importante chez les vertébrés, se trouve chez de nombreux insectes sociaux. Les substances mises en jeu ont été étudiées chez les mâles de bourdons où elles sont produites en abondance dans les glandes mandibulaires. Pendant leur vol de patrouille, les mâles marquent avec ces substances des supports de l'environnement. Elles ont un effet dissuasif (décourageant) pour les autres mâles spécifiques, mais au contraire attirent les femelles, rendant plus faciles les probabilités de rencontre et d'accouplement.

Infochimie de reproduction

Chez les lépidoptères, de mœurs crépusculaires ou nocturnes, la phéromone sexuelle est produite par la femelle vierge à un moment précis du nycthémère : c'est le comportement d'appel. Cette période d'émission correspond à celle où les mâles sont les plus réceptifs à la perception de ce message chimique, grâce à des récepteurs spécialisés situés sur leurs antennes. Il en résulte une attraction spécifique à distance du mâle qui, à la suite d'un vol orienté, localise avec précision sa femelle.

Les phéromones sexuelles des Lépidoptères sont en général constituées d'un mélange de plusieurs constituants élémentaires, soit différents chimiquement les unes des autres, soit formés par les isomères géométriques, ou de position, de la même structure de base. C'est donc la globalité du mélange qui assure la spécificité de l'attraction.

Dans le cas des Coléoptères, il y a davantage de diversité car les phéromones sexuelles peuvent être produites soit par les femelles soit par les mâles. Elles attirent également à distance le partenaire de sexe opposé, mais peuvent aussi agir comme simple stimulant sexuel à courte distance.

Importance des Attractants et répulsifs dans le monitoring des bioagresseurs

Les techniques d'utilisation agronomique des phéromones ont pour but le piégeage de masse ou la confusion sexuelle des insectes ravageurs.

Les phéromones sexuelles

La méthode consiste à placer, au centre d'un piège englué, une capsule attractive chargée d'un mélange de synthèse reproduisant le plus fidèlement possible le bouquet phéromonal produit par la femelle de l'espèce à surveiller. Les pièges, une fois placés dans la parcelle, renseignent sur les périodes d'apparition des adultes, la durée et l'intensité des vols et surtout sur l'importance relative de la population. Ces renseignements, qui sont à la base de toute stratégie de lutte intégrée, permettent de déterminer des seuils de nuisibilité en dessous desquels il sera inutile d'intervenir, la même méthode est applicable aux coléoptères, aux cochenilles, et aux mouches de fruits.

Confusion sexuelle

Cette technique de protection des plantes prend pour appuis le brouillage du système de communication chimique entre les partenaires sexuels.

Les moyens radiobiologiques

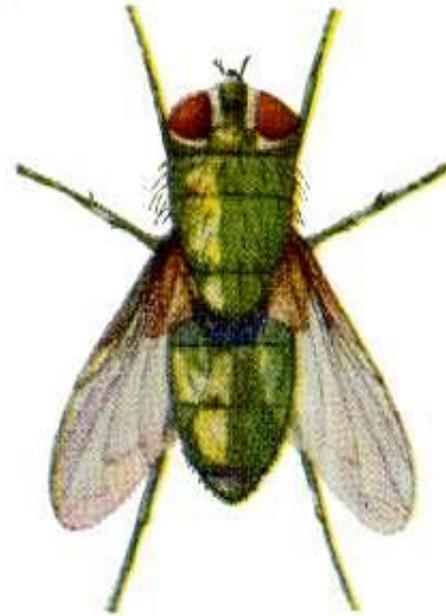
*La
technique
d'insecte
stérile TIS*

- est la première méthode qui utilise la génétique ,c'est le contrôle des naissances des insectes menée à l'échelle d'une région .

L'historique de la TIS

La technique a été mise au point dans les années 1950 par les deux entomologistes américains : le Dr. Raymond C. Bushland et le Dr. Edward F. Knipling.

Le premier succès a été obtenu dans les années 50, dans le contrôle de la lucilie bouchère, *Cochliomyia hominivorax*, (diptère) causant des myiases chez le bétail.



lucilie bouchère

Définition et principe de la TIS

Cette technique consiste à reproduire des quantités énorme d'insectes cibles dans une usine et de stériliser les males en les exposant a des faibles doses de radiations (rayon GAMMA)

Ces insectes males stériles sont ensuite lâchés par voie aérienne dans les zones infestées , ou elle s'accouplent aux femelles sauvages .

La proportion de males stériles par rapport au males sauvages féconds doit être d'au moins dix pour un .

Les étapes de la TIS

* Elever en masse plusieurs millions d'œufs.

* Eliminer les œufs femelles par une exposition à une source de chaleur.

* Elevage des œufs males au stade pupe ,ensuite irradiation des pupes par une source de rayons gamma avec une dose préconisée par les standards internationaux pour induire la stérilité des males.

* Elevage des pupes stérilisées au stade adulte.

* Lâchers dans la nature des millions de males stériles pour entrer en compétition avec les mâles sauvage pour la fécondation des femelles.

Avantages de la TIS

- * elle n'a aucun effet nocif sur l'environnement.
- * c'est une méthode spécifique et écologique les insectes stériles ne peuvent fonder une nouvelles population.
- * c'est la méthode la plus appropriée dans certaines situations:
 - lorsque l'insecte est un ravageur d'importance économique.
 - lorsque les actions préventives ayant le but d'éviter l'introduction d'insectes ravageur non justifiable.
- * c'est un système efficace pour le contrôle de certains ravageurs si elle est exécutives.
- * c'est une composante de lutte intégré.

Inconvénient de la TIS

- * Le traitement répété est exigé pour exterminer la population.
 - * La séparation de sexe est difficile pour quelques espèces (cependant peut être facilement exécuté dessus [Medfly](#), par exemple).
 - * Le traitement radioactif affecte la santé des mâles, les insectes ainsi stérilisés sont dans une position défavorable en concurrençant pour des femelles.
- 

CONCLUSION

La TIS est donc une technique de lutte autocide et biologique

Elle offre une alternative car elle permettrait de réduire les pesticides et ouvrir de nouveaux marchés pour les fruits et légumes.

TIS nécessite des efforts continus sur tous les plants et l'engagement continu des partenaires est aussi nécessaire .

La TIS ne peut se faire que sur de grandes superficies et avec l'implication du maximum des producteurs et habitants des zones concernées .