



# INSECTICIDES - MODE D'ACTION

# Ravageurs de la vigne : les vers de la grappe



## **Cochylis**

*Eupoecilia ambiguella*

**Eudémis**  
*Lobesia botrana*



<http://www.inra.fr/Internet/Produits/HYPPZ/ravageur.htm>





## Dégâts provoqués par une attaque de vers de la grappe

Attaque des inflorescences mais aussi des grappes

En G1 : glomérules sur boutons floraux  
couleur de la future grappe



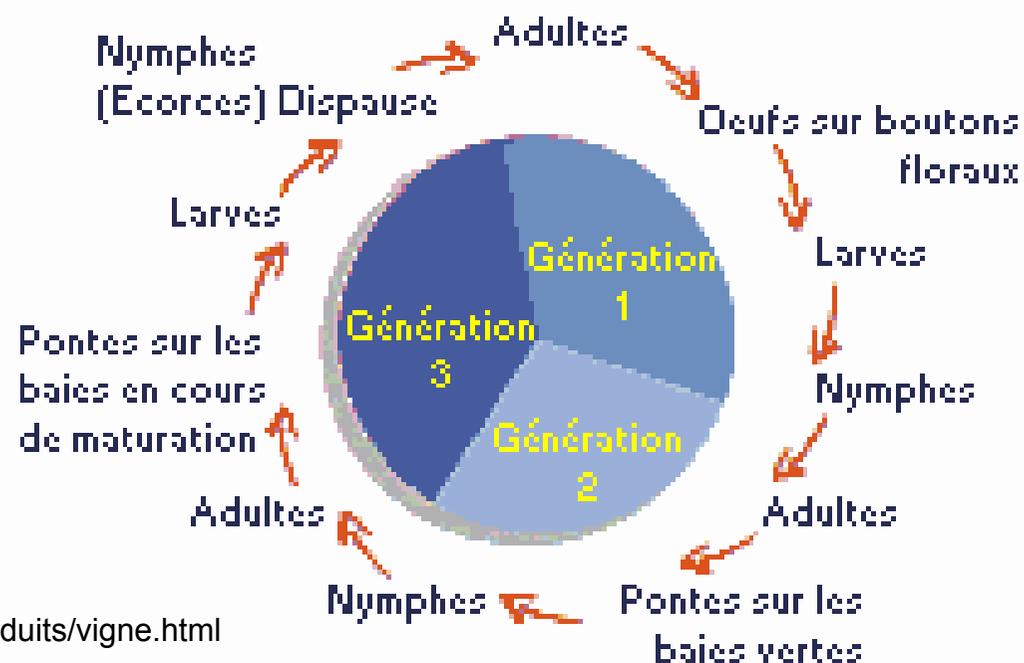
<http://www.inra.fr/internet/Produits/HYPPZ/IMAGES/7032134.jpg>

En G2 et/ou G3 : glomérules et perforation des  
grains verts puis des baies mures  
blessure des baies : porte d'entrée pour *Botrytis cinerea*





## Tordeuses de la grappe



<http://www.magnesa.com/produits/vigne.html>

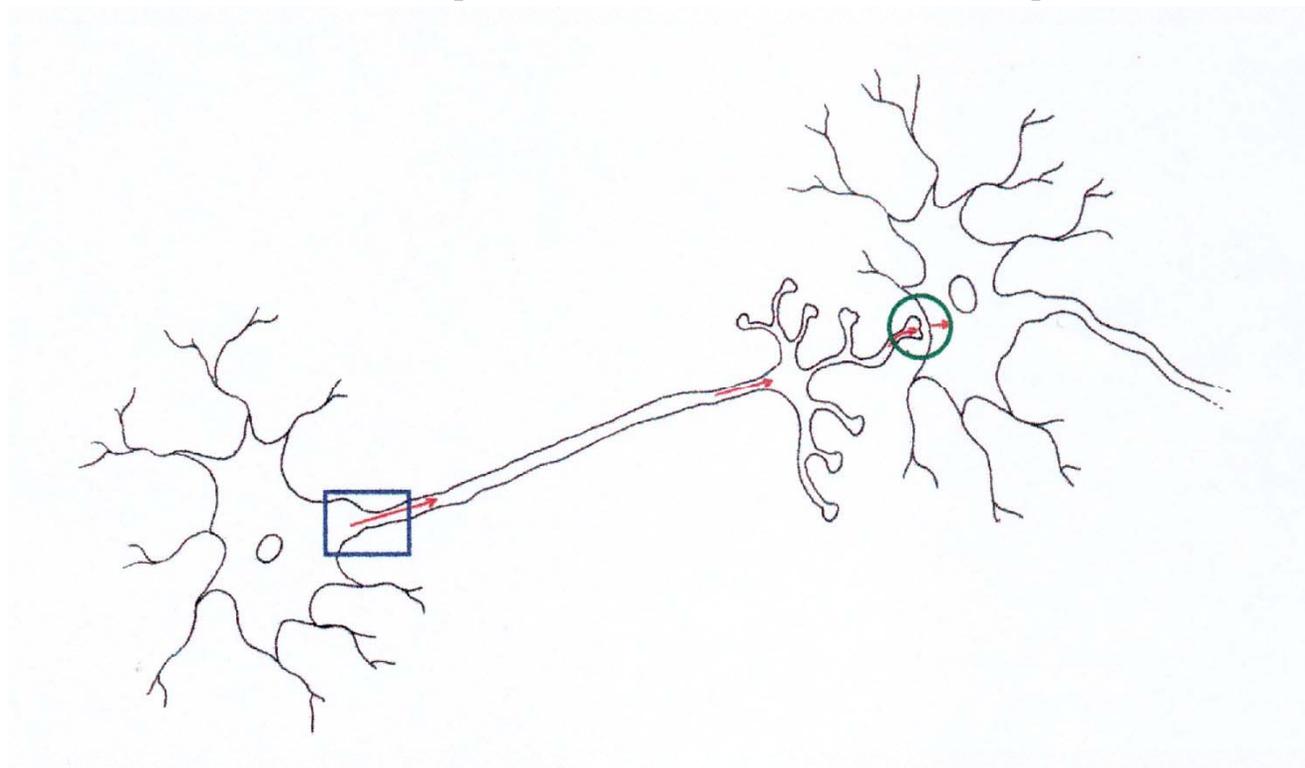
***Eudemis* : 2 générations dans le Nord de la France et 3 à 4 dans le Sud  
préfère les climats chauds et secs des vignobles méridionaux**

***Cochylis* : 1 génération dans le Nord, 2 dans le Sud  
préfère les climats frais et humides de type septentrional, peut  
néanmoins se rencontrer dans toutes les régions.**





## Lutte chimique : 1 - Neurotoxiques

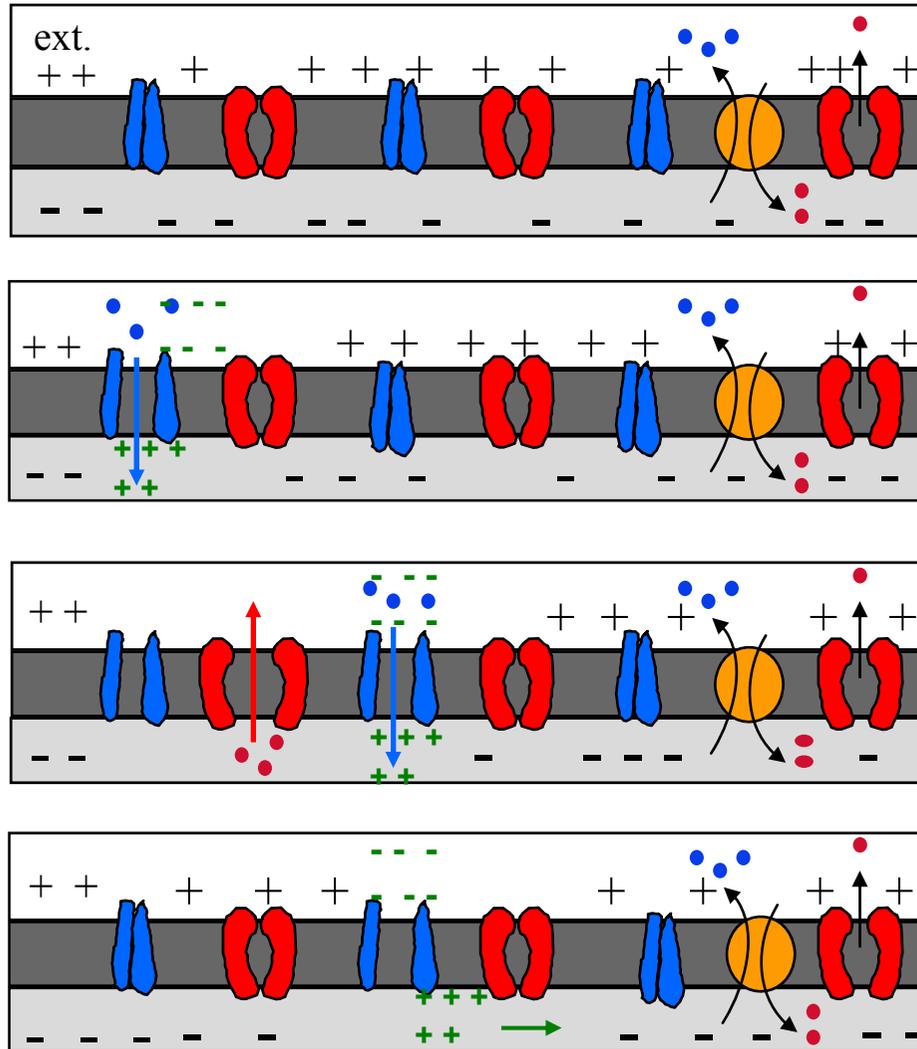


- Perturbation de la transmission axonale de l'influx nerveux (cible : canal Na)
- Inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (AChE)
- Inhibiteurs des récepteurs cholinergiques





# Transmission de l'influx nerveux (potentiel d'action) le long des axones des neurones



canaux ioniques :

 K<sup>+</sup> 

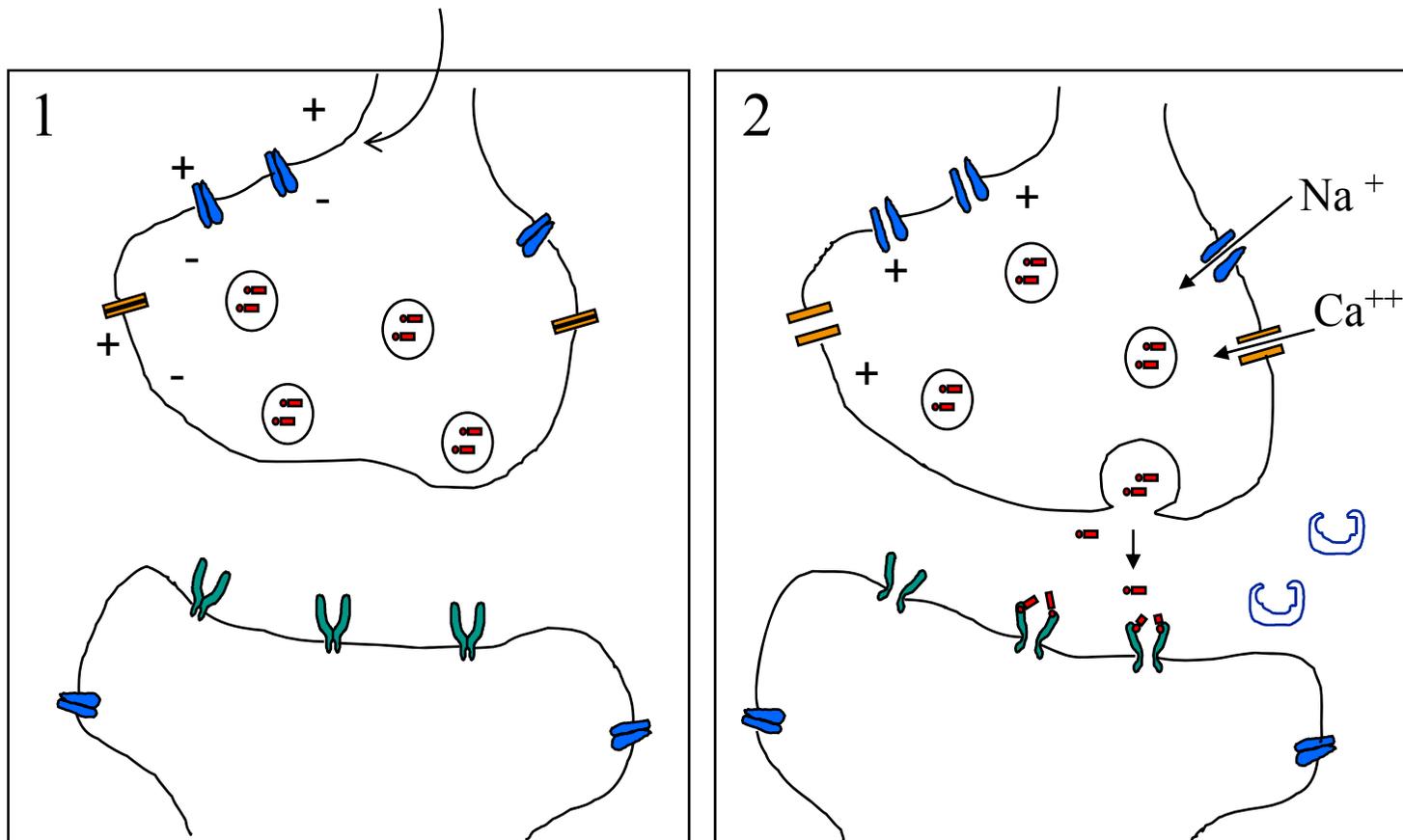
 Na<sup>+</sup> 

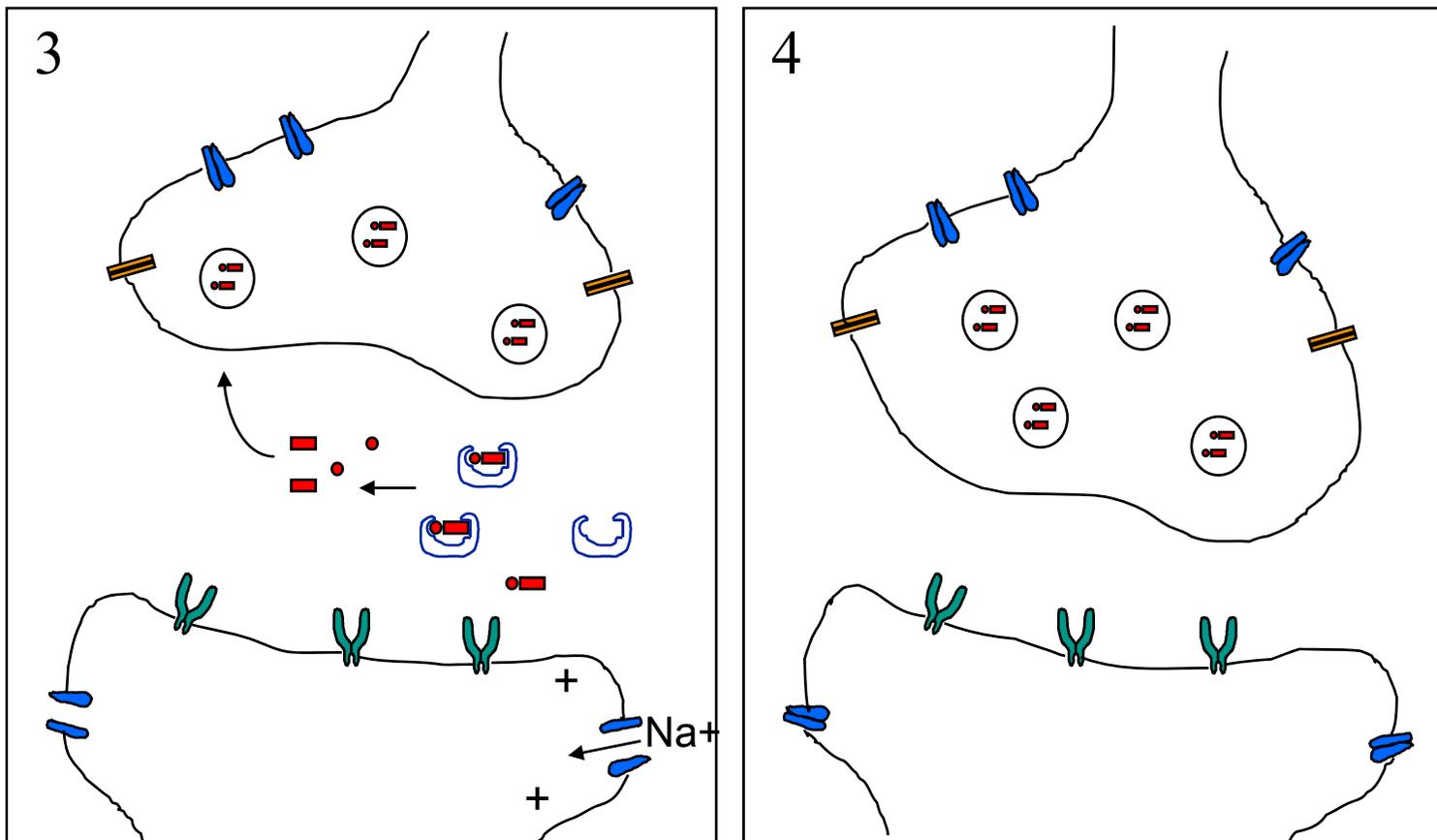
 Na<sup>+</sup> - K<sup>+</sup> ATPases

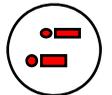




# Transmission du signal au niveau d'une synapse cholinergique



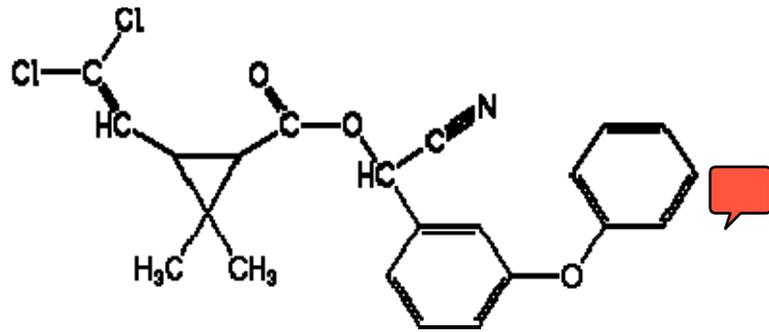


-  canal  $\text{Ca}^{++}$
-  canal  $\text{Na}^+$
-  vésicule synaptique
-  acétylcholine
-  récepteur acétylcholine
-  acétylcholinestérase

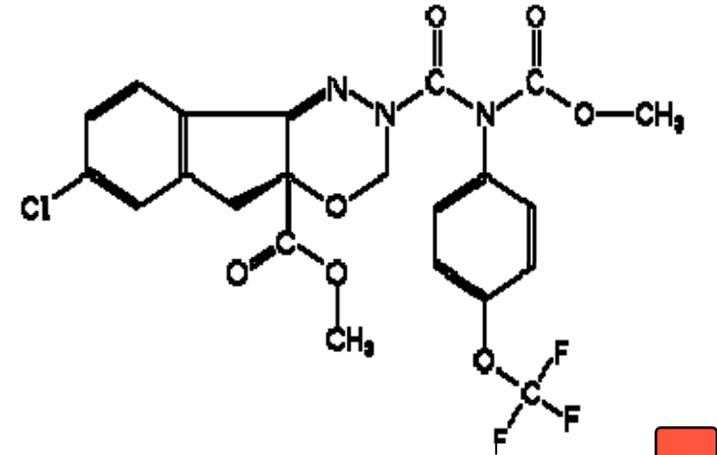




## Perturbation de la transmission axonale de l'influx nerveux (cible canaux Na voltage dépendants)



cypermethrine (pyréthroïde)  
⇒ ouverture du canal Na



indoxacarbe (oxadiazines)



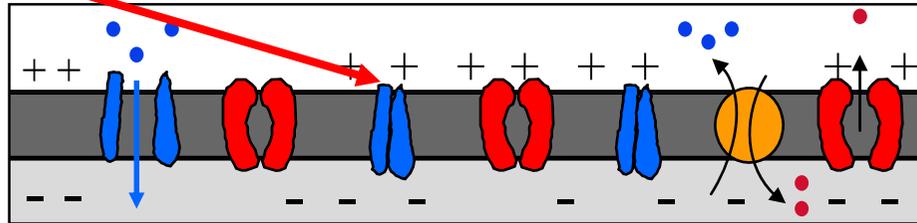
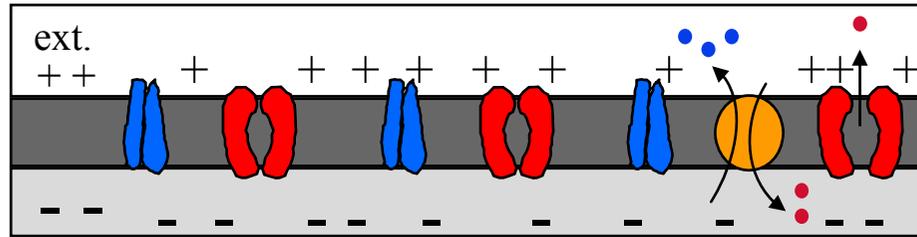
Compendium of Pesticide Common Names : <http://www.alanwood.net/pesticides/>



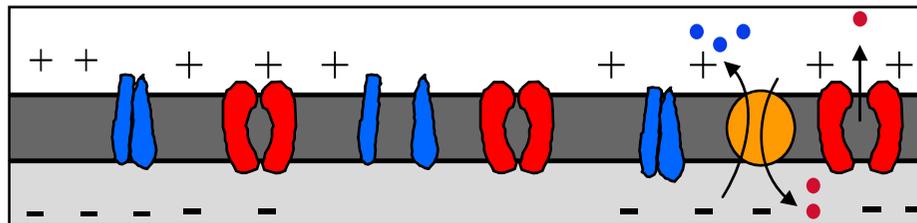
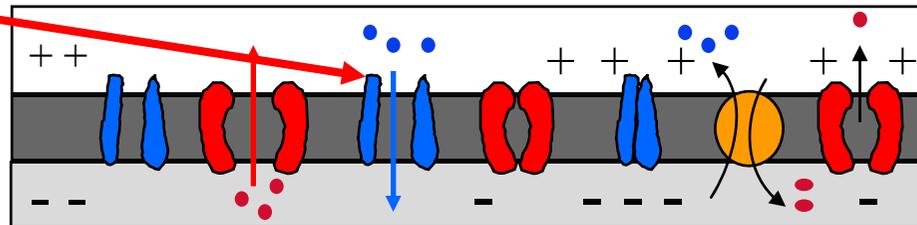
# Perturbation de la transmission axonale du potentiel d'action (cible canal Na)



métabolite  
de l'indoxacarb



pyréthroïdes



canaux ioniques :

K<sup>+</sup>

Na<sup>+</sup>

Na<sup>+</sup> - K<sup>+</sup> ATPases

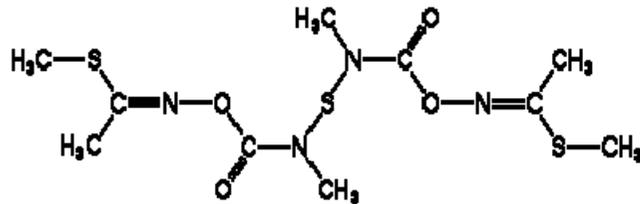




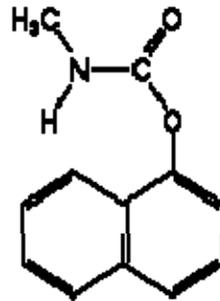
# Inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (AChE)



## - carbamates

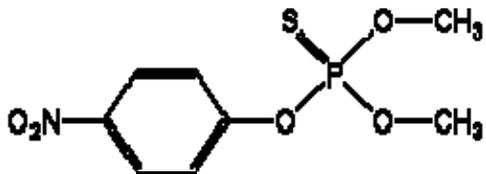


thiodicarbe



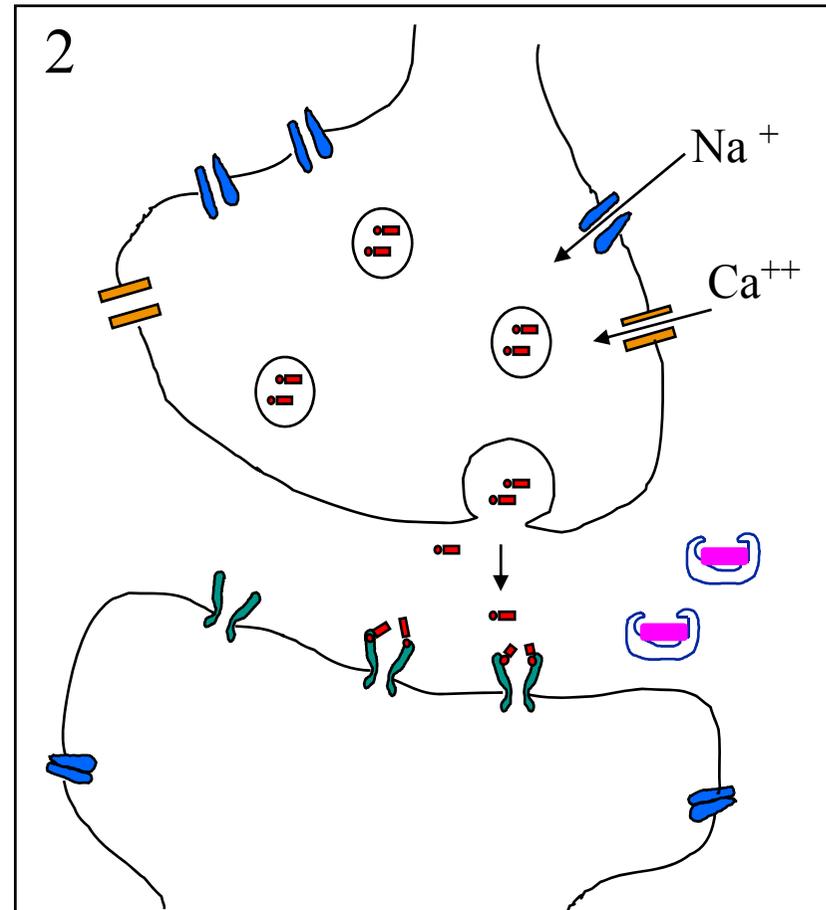
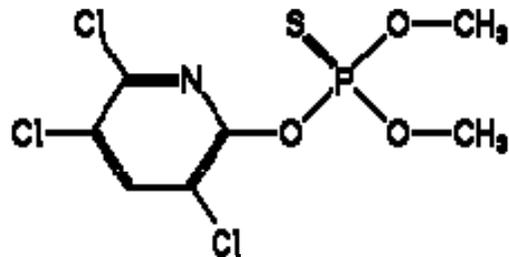
carbaryl

## - organophosphorés (OP)

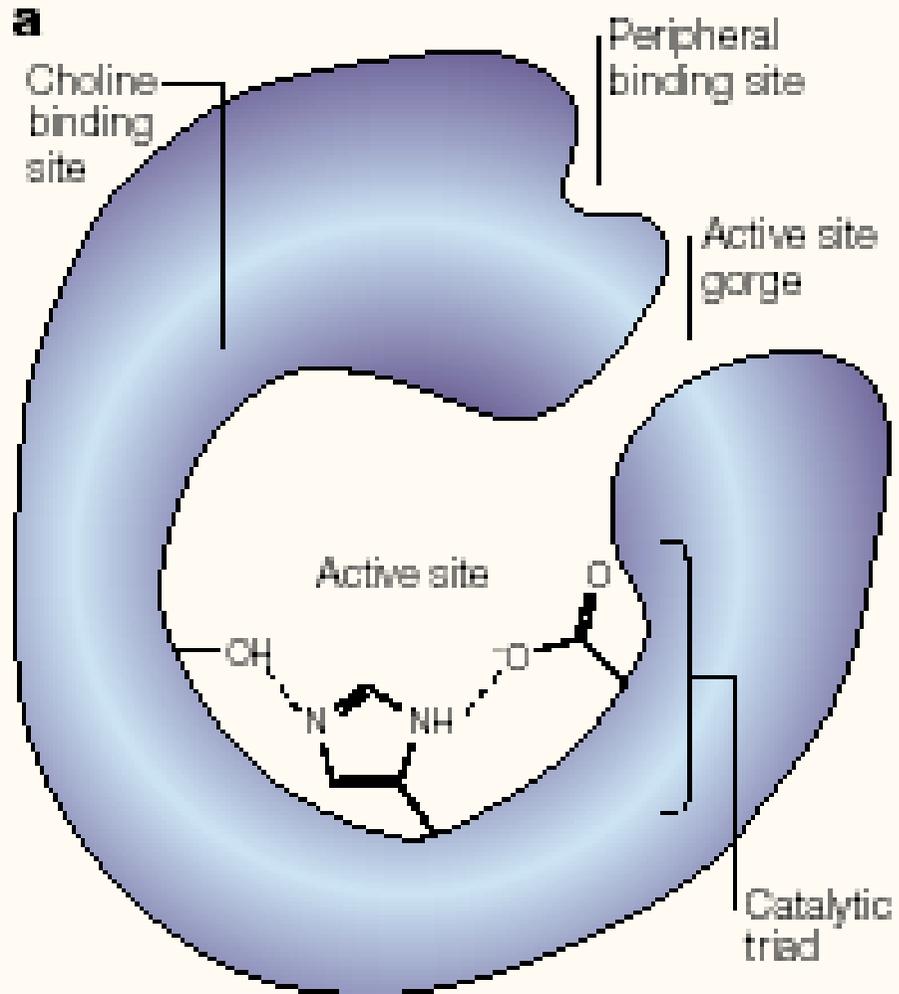


methyl-parathion

chlorpyrifos-methyl



# Acétylcholinestérase (AChE)



**a** : site catalytique  
avec  
les 3 résidus  
(Ser, His et Glu)  
intervenant dans  
la fixation du substrat

*Hermona Soreq H. and Seidmar S. (2001)*

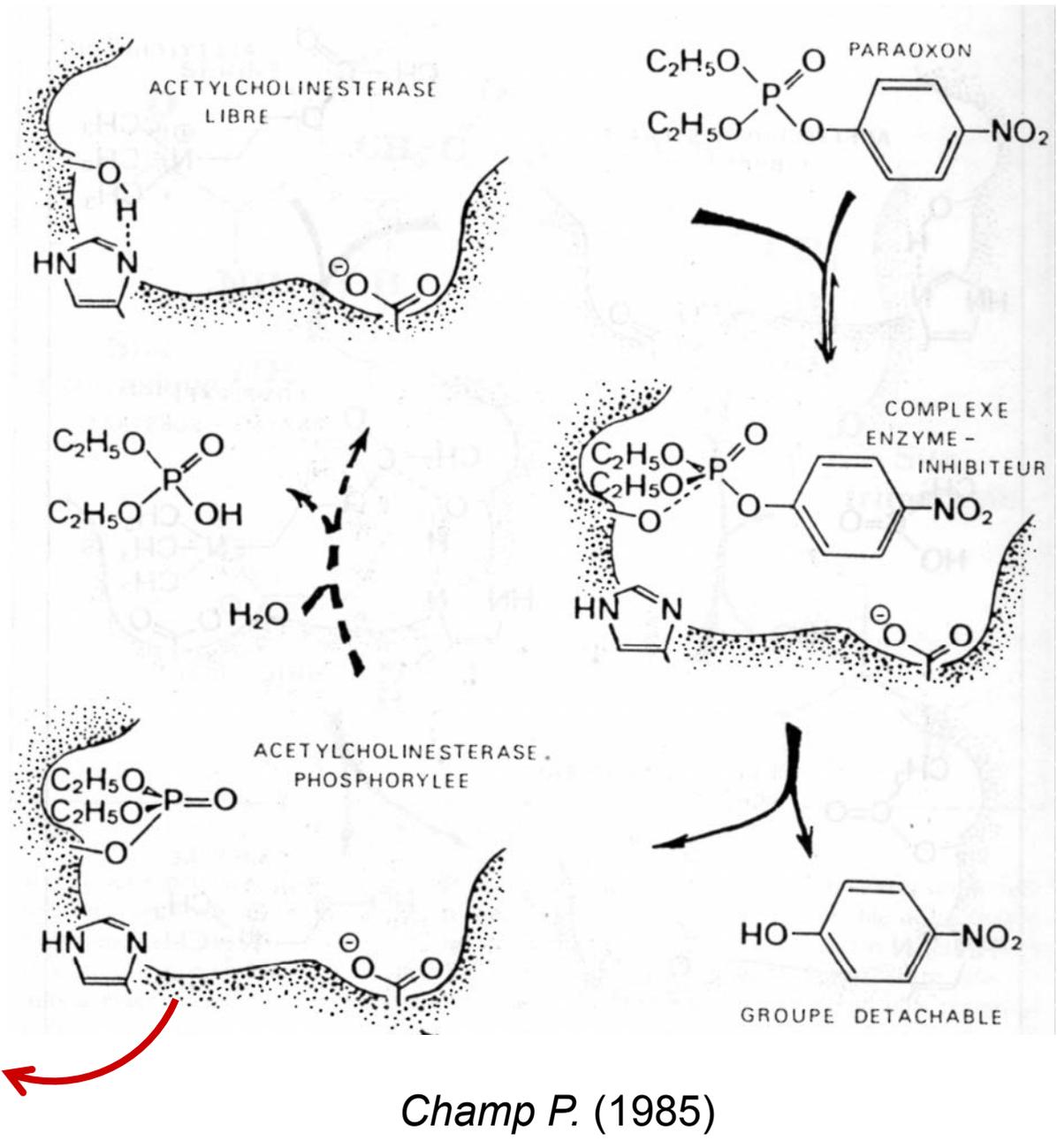
[www.nature.com/reviews/neuro](http://www.nature.com/reviews/neuro)





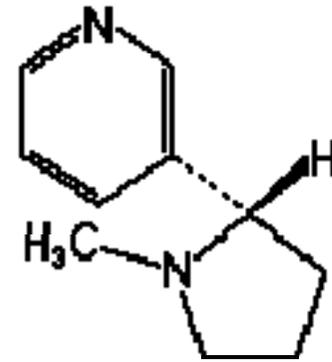
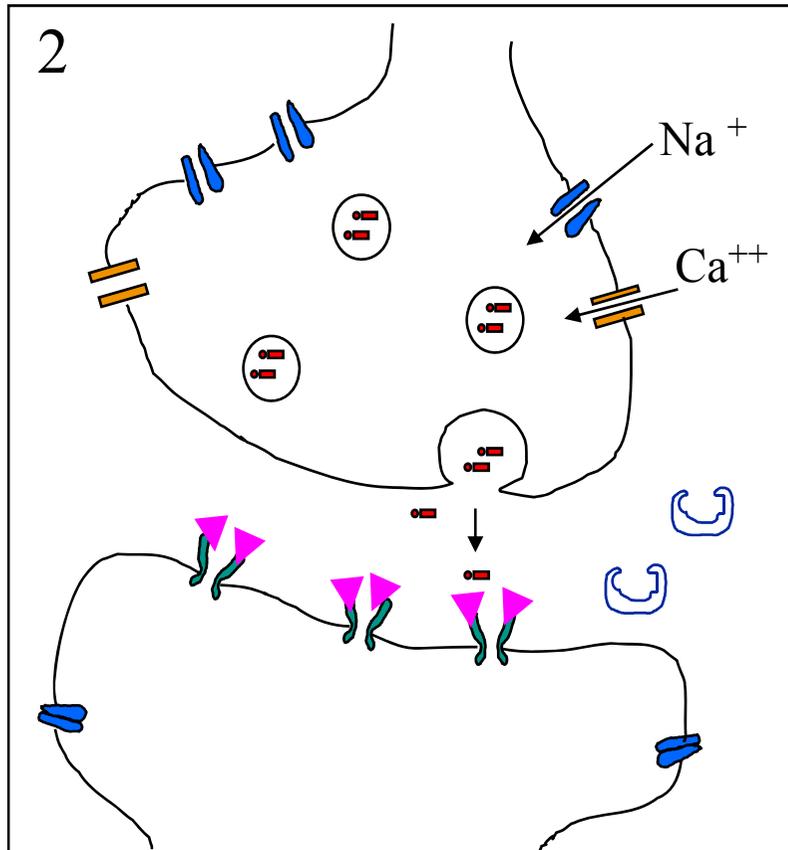


**Réaction AChE – inhibiteur organophosphoré :**  
l'AChE reste phosphorylée et devient inactive

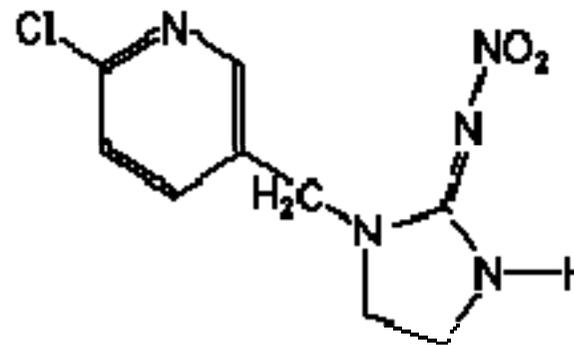




# Inhibiteurs des récepteurs cholinergiques ►



nicotine



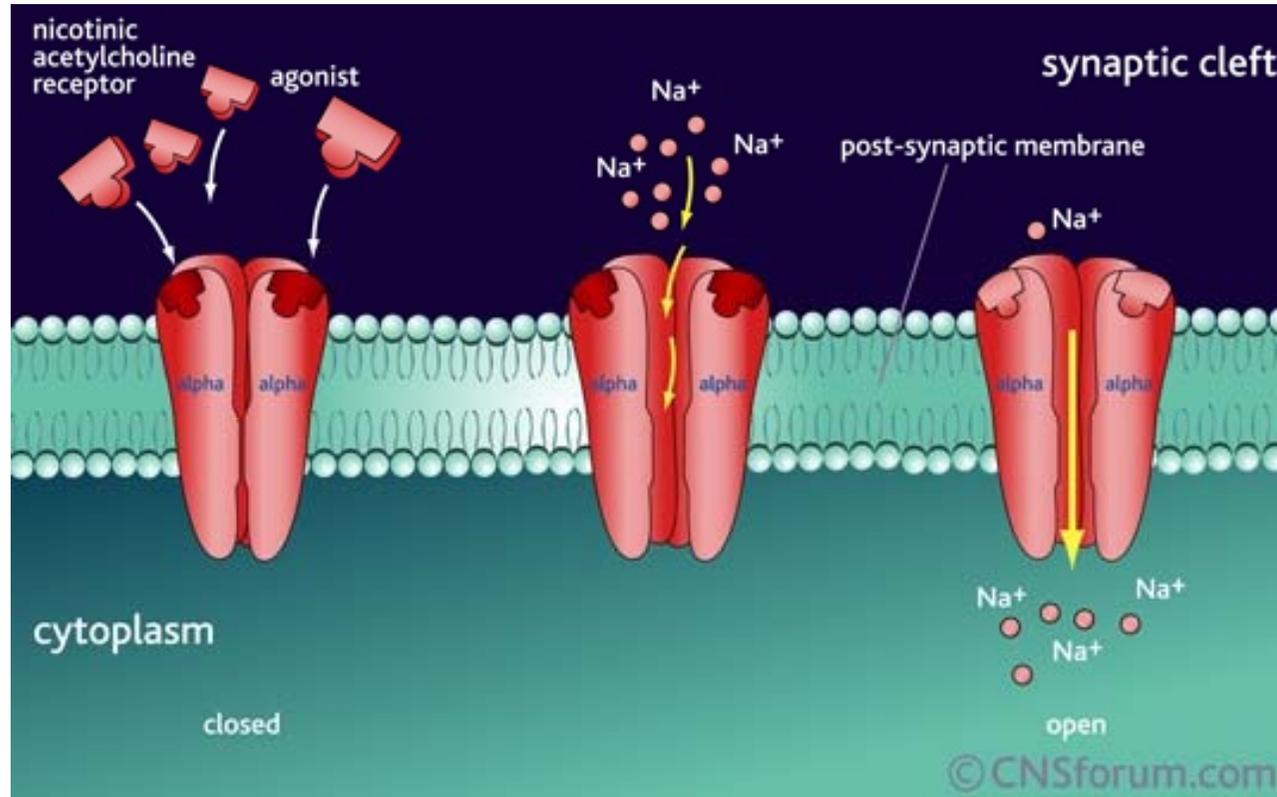
imidacloprid  
(néonicotinoïde)

*Gaucho (en traitement des semences essentiellement) :*

*suspension des usages sur maïs et tournesol  
autorisé sur céréales et betteraves  
aucune AMM sur Vigne*



# Récepteurs nicotiniques

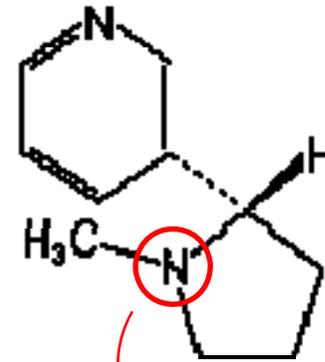
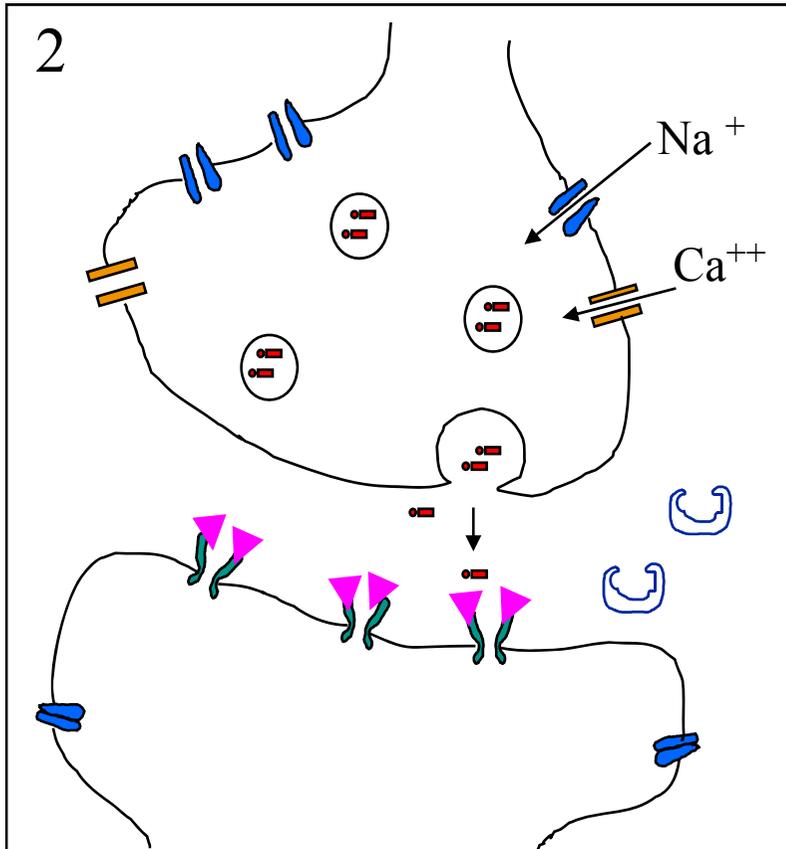


Ils sont constitués de plusieurs sous-unités. Chaque sous-unité peut fixer une molécule d'acétylcholine (ACh). Lorsqu'au moins 2 molécules d'ACh sont fixées, le récepteur change de conformation pour permettre l'ouverture transitoire du canal central et le passage d'ions tels que  $\text{Na}^+$

Plusieurs sous-unités ont été identifiées, indiquant différents sous-types de récepteurs

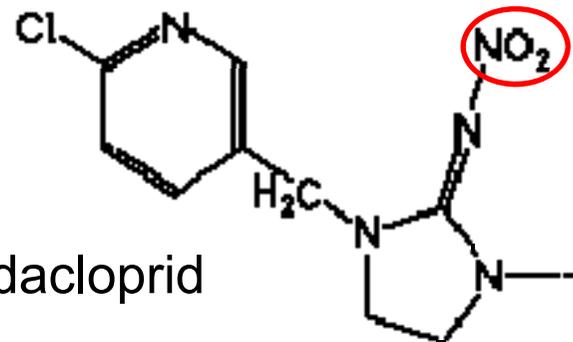


# Inhibiteurs des récepteurs cholinergiques ►



nicotine

N<sup>+</sup> : se fixe sur 1 aa chargé -  
(glu, asp)



imidacloprid

NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : se fixe sur 1 aa chargé +  
(lys, arg)





## Récepteurs nicotiques

**TABLE 3** Molecular features conferring selective toxicity and selectivity for insect versus mammalian nicotinic receptors

Compound <sup>a</sup>	Insects <sup>b</sup>		Mammals <sup>c</sup>	
	<i>Drosophila</i> nAChR IC <sub>50</sub> , nM <sup>d</sup>	Toxicity to house fly LD <sub>50</sub> , μg/g <sup>e</sup>	α4β2 nAChR IC <sub>50</sub> , nM <sup>f</sup>	Toxicity to mouse LD <sub>50</sub> , mg/kg <sup>g</sup>
Selective for insect				
IMI	4.6	0.05	2600	45
thiacloprid	2.7	0.03	860	28
Selective for mammal				
desnitro-IMI	1500	>5	8.2	8.0
dscyano-thiacloprid	200	>5	4.4	1.1
(–)-nicotine	4000	>50	7.0	7.0
(±)-epibatidine	430	>25	0.037	0.08

*Tomizawa M. and Casida J.E. (2003)*





## Récepteurs nicotiques

**TABLE 3** Molecular features conferring selective toxicity and selectivity for insect versus mammalian nicotinic receptors

Compound <sup>a</sup>	Insects <sup>b</sup>		Mammals <sup>c</sup>	
	<i>Drosophila</i> nAChR IC <sub>50</sub> , nM <sup>d</sup>	Toxicity to house fly LD <sub>50</sub> , μg/g <sup>e</sup>	α4β2 nAChR IC <sub>50</sub> , nM <sup>f</sup>	Toxicity to mouse LD <sub>50</sub> , mg/kg <sup>g</sup>
Selective for insect				
IMI	4.6	0.05	2600	45
thiacloprid	2.7	0.03	860	28
Selective for mammal				
desnitro-IMI	1500	>5	8.2	8.0
dscyano-thiacloprid	200	>5	4.4	1.1
(-)-nicotine	4000	>50	7.0	7.0
(±)-epibatidine	430	>25	0.037	0.08

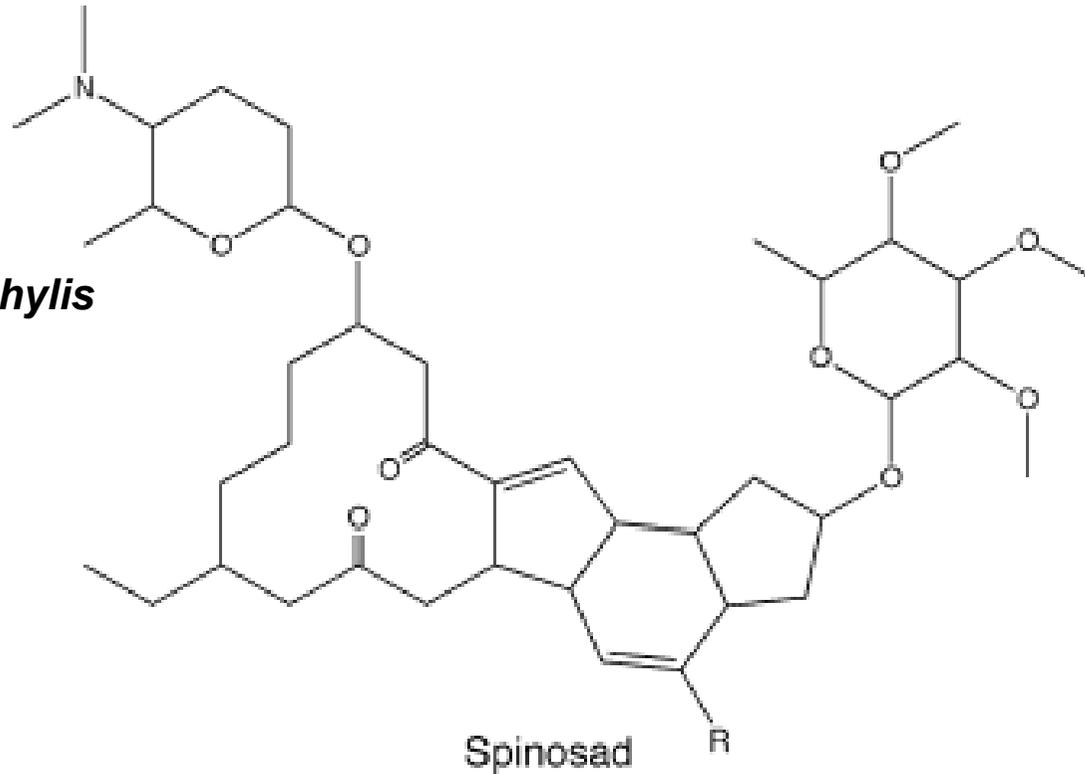
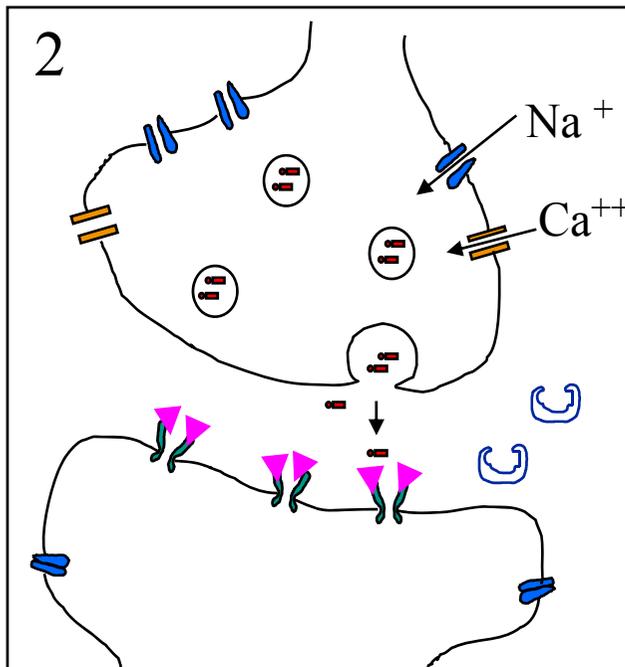
*Tomizawa M. and Casida J.E. (2003)*



# Inhibiteurs des récepteurs cholinergiques ▶



**AMM sur Vigne / Eudemis et Cochylis**



**Fig. 2** Chemical structure of the insecticide spinosad, a mixture of two naturally occurring macrocyclic lactone compounds [spinosyn A (R = H) and spinosyn D (R = CH<sub>3</sub>)], isolated from the actinomycete bacterium *Saccharopolyspora spinosa*

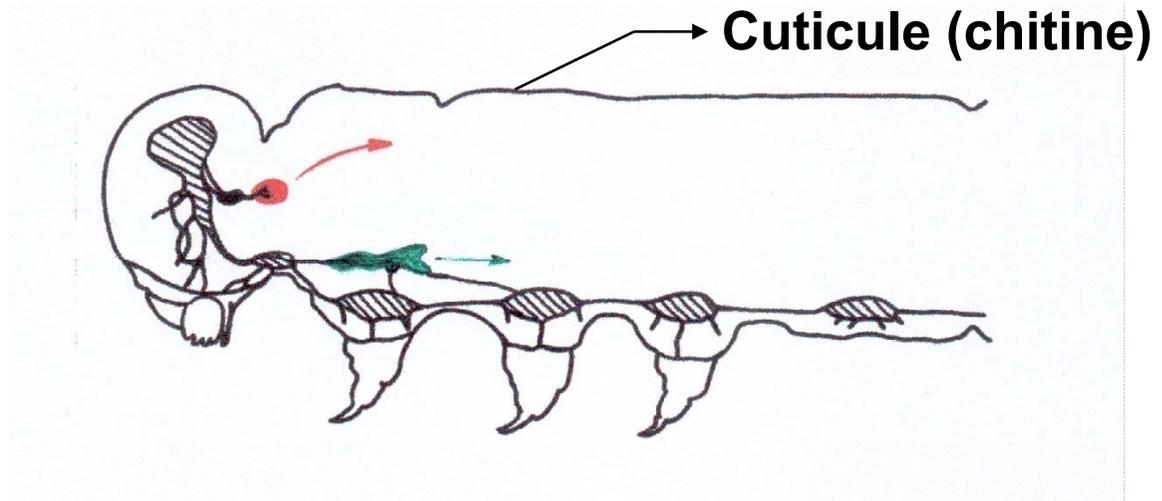
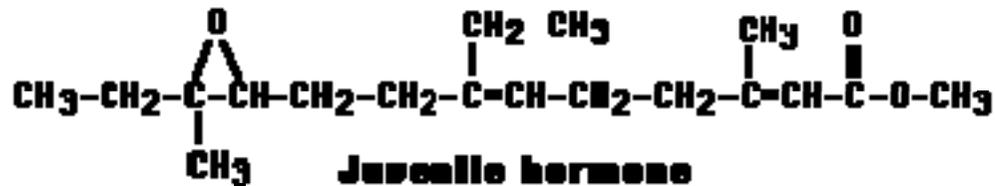
Millar et Denholm (2007)





## Lutte chimique : 2 – régulateurs de la croissance des insectes : RCI (ou IGR)

**Corpora allata → hormone juvénile (HJ)**



**Glandes prothoraciques → ecdysone**

**R.C.I. : action sur les mues + effet ovicide**



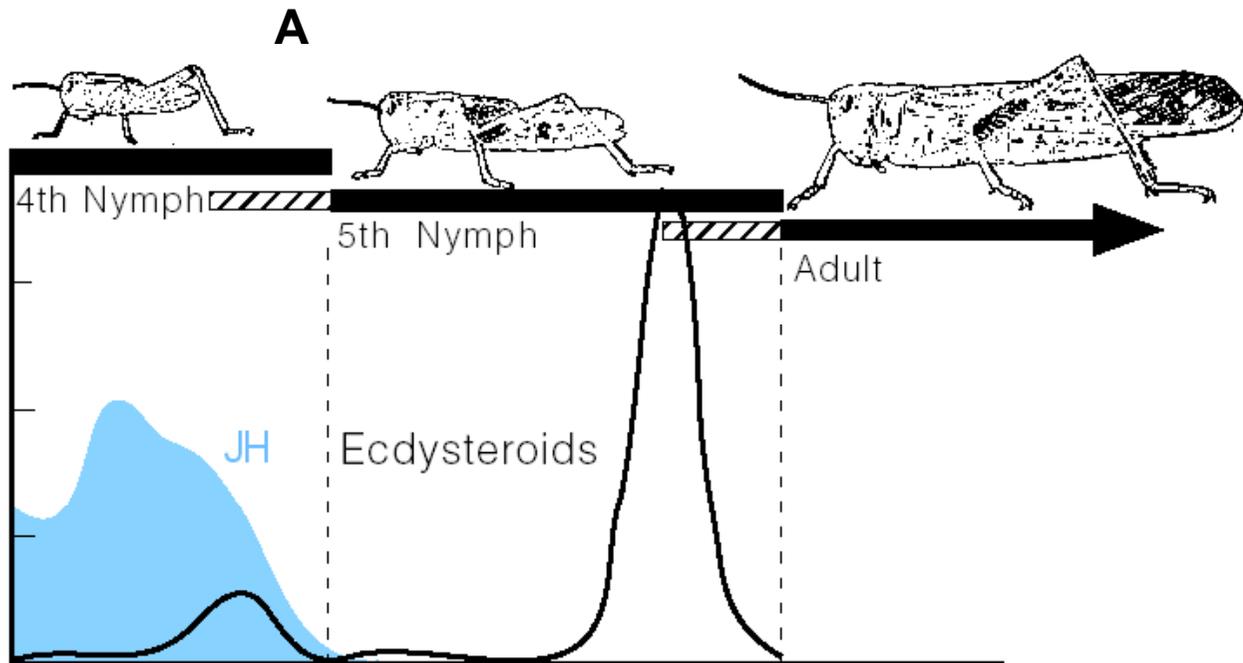
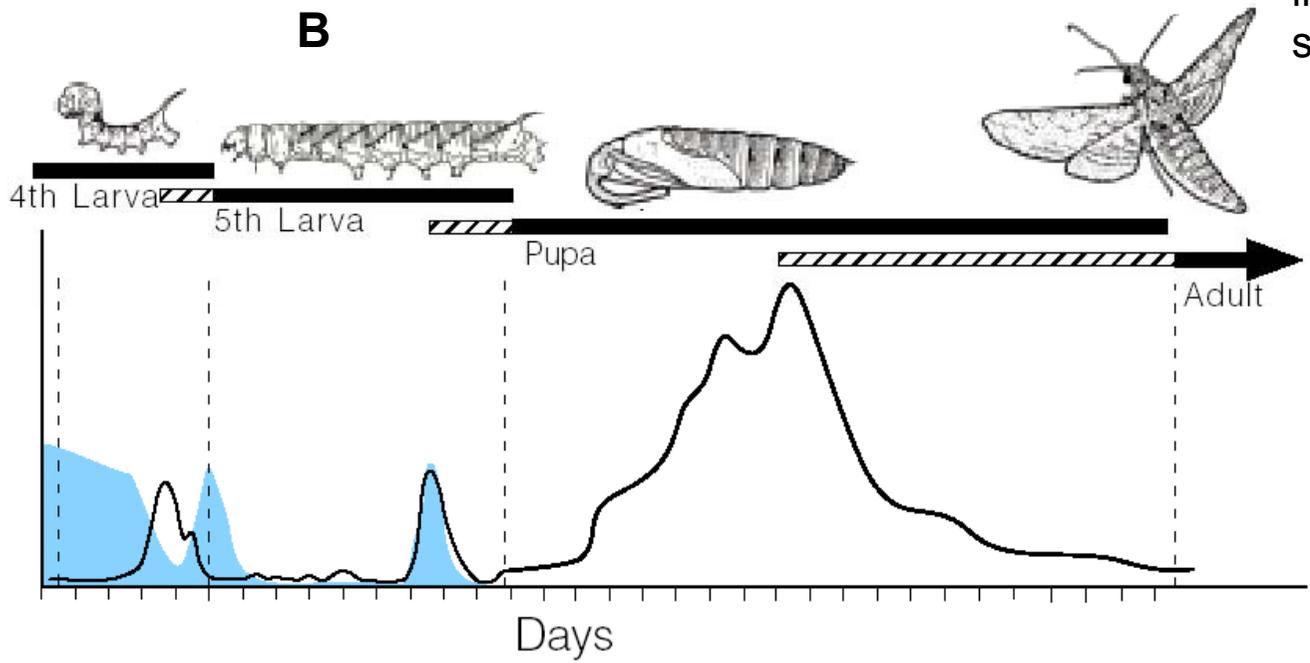


Figure 2 Endocrinology of insect development.

Comparison of the titres of ecdysteroids (black) and juvenile hormone (blue) for :

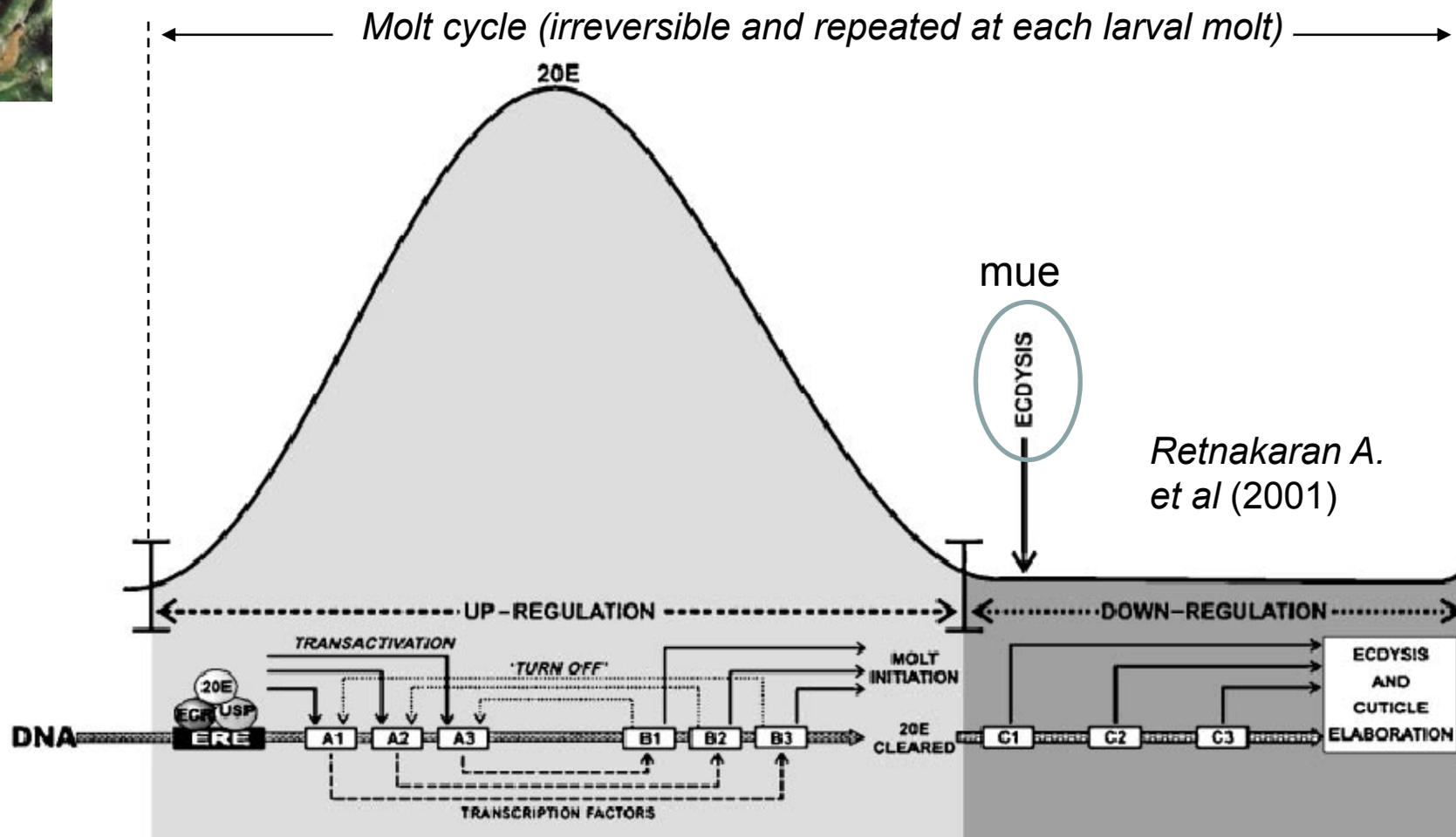
**A** : hemimetabolous insects, the grasshopper *L. migratoria* (embryonic)



**B** : a holometabolous insect, the sphinx moth *M. sexta*.

*Truman J. W. and Riddiford L. M. (1999)*

# Régulation du cycle de mue par la 20-hydroxyecdysone (20E)



**Figure 3. Schematic model of molt regulation by 20E.**

20E, 20-hydroxyecdysone    EcR, Ecdysone receptor    USP Ultra spiracle

ERE, ecdysone response element    A1-3, transcription factors

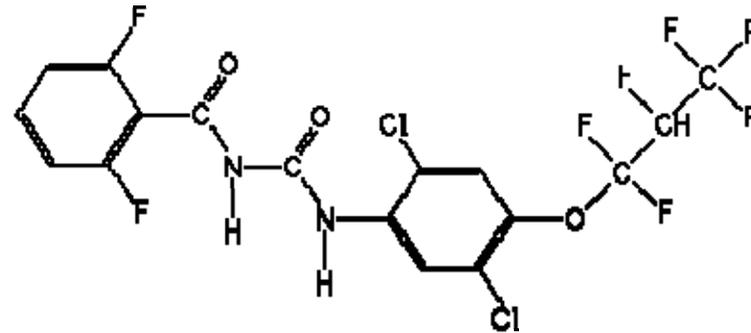
B1-3, genes activated by A1-3    C1-3, genes expressed in the absence of 20E





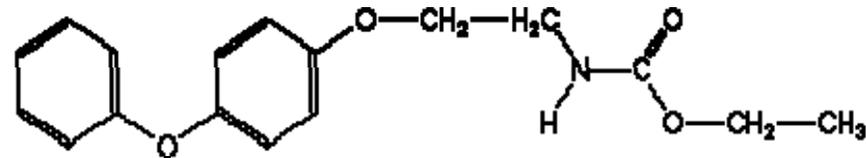
- Inhibiteurs de la synthèse de la chitine

Iufenuron



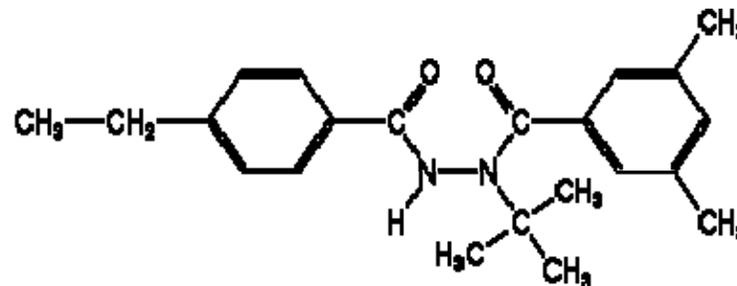
- Mimétiques de l'hormone juvénile

fenoxycarb

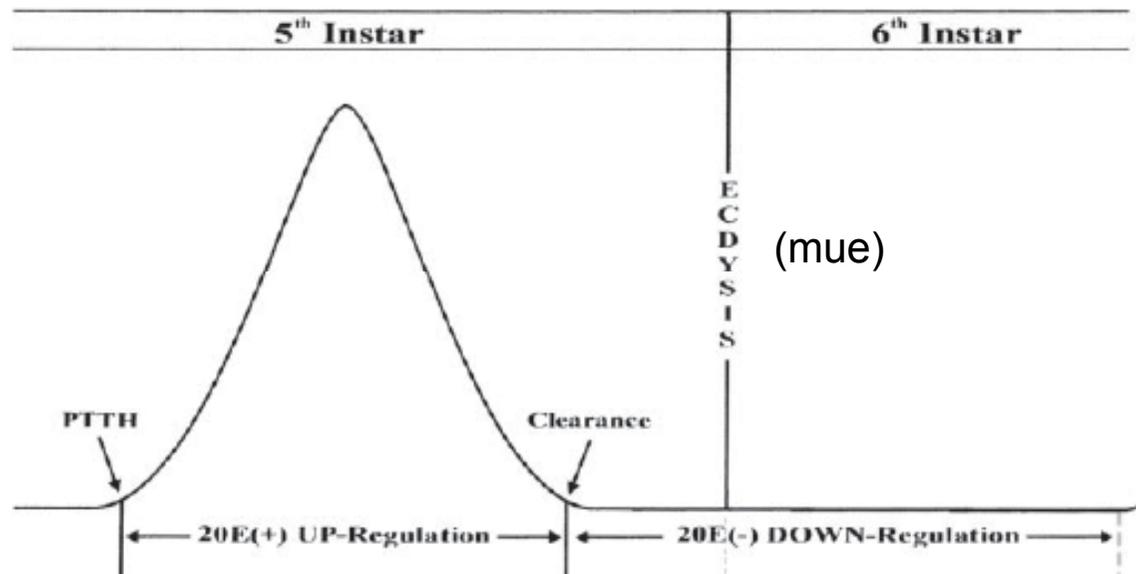


- Agonistes de l'hormone de mue (ecdysone)

tebufenozide



prothoracico  
tropic hormon



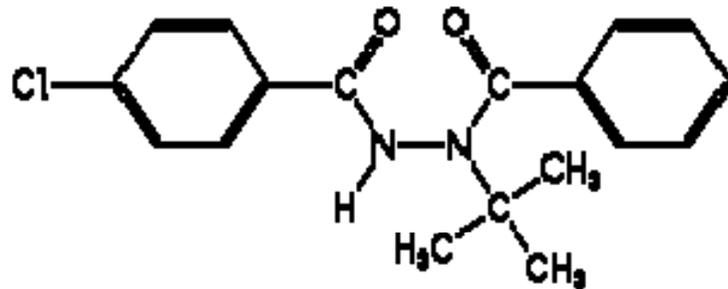
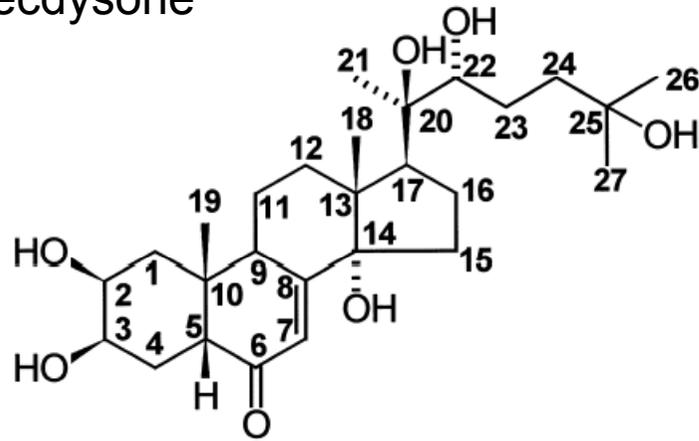
*Retnakaran A. et al (2003)*



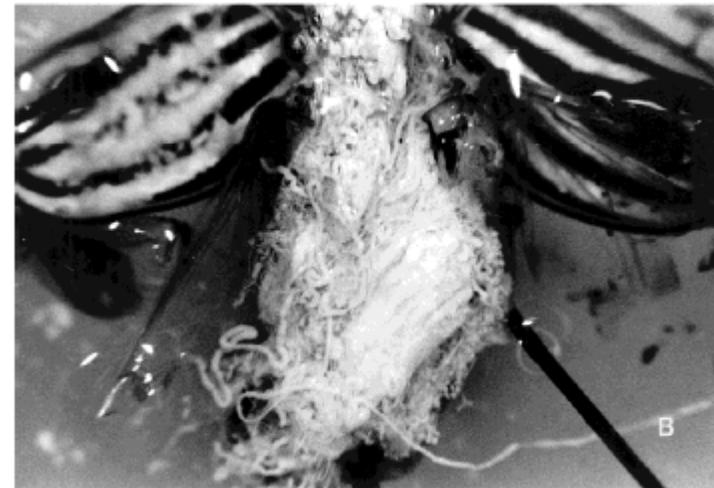
**Tebufenozide**, similar to 20E, binds to the EcR/USP heterodimer and to the HRE and initiates all the up-regulated events. This analog, however, binds strongly with its receptor and is not cleared. Therefore, all the down-regulated events that occur in the absence of 20E are repressed by the presence of the tightly bound tebufenozide. all further events that require the clearance of the hormone analog come to a standstill



## 20-hydroxyecdysone



halofenozide



*Leptinotarsa decemlineata* (*Doryphora*) females treated with 20  $\mu\text{g}$  of halofenozide (B), and control females (A), 2 weeks after application.

*Archives of Insect Biochemistry and Physiology* 41:201–213 (1999)





# Phytoecdystéroïdes et Phytoprotection

- découverts en 1966, présents dans plus de 100 familles  
(fougères, gymnospermes, angiospermes) *Dinan L. (2001)*
- plus de 150 espèces végétales en contiennent des quantités significatives  
(parfois jusqu'à 2 à 3% du poids sec de la plante)
- mélange complexe de plusieurs molécules voisines mais le plus souvent composé majoritaire = 20-hydroxyecdysone

Rôle : ???

→ substances de défense contre les insectes

mais co-évolution! :

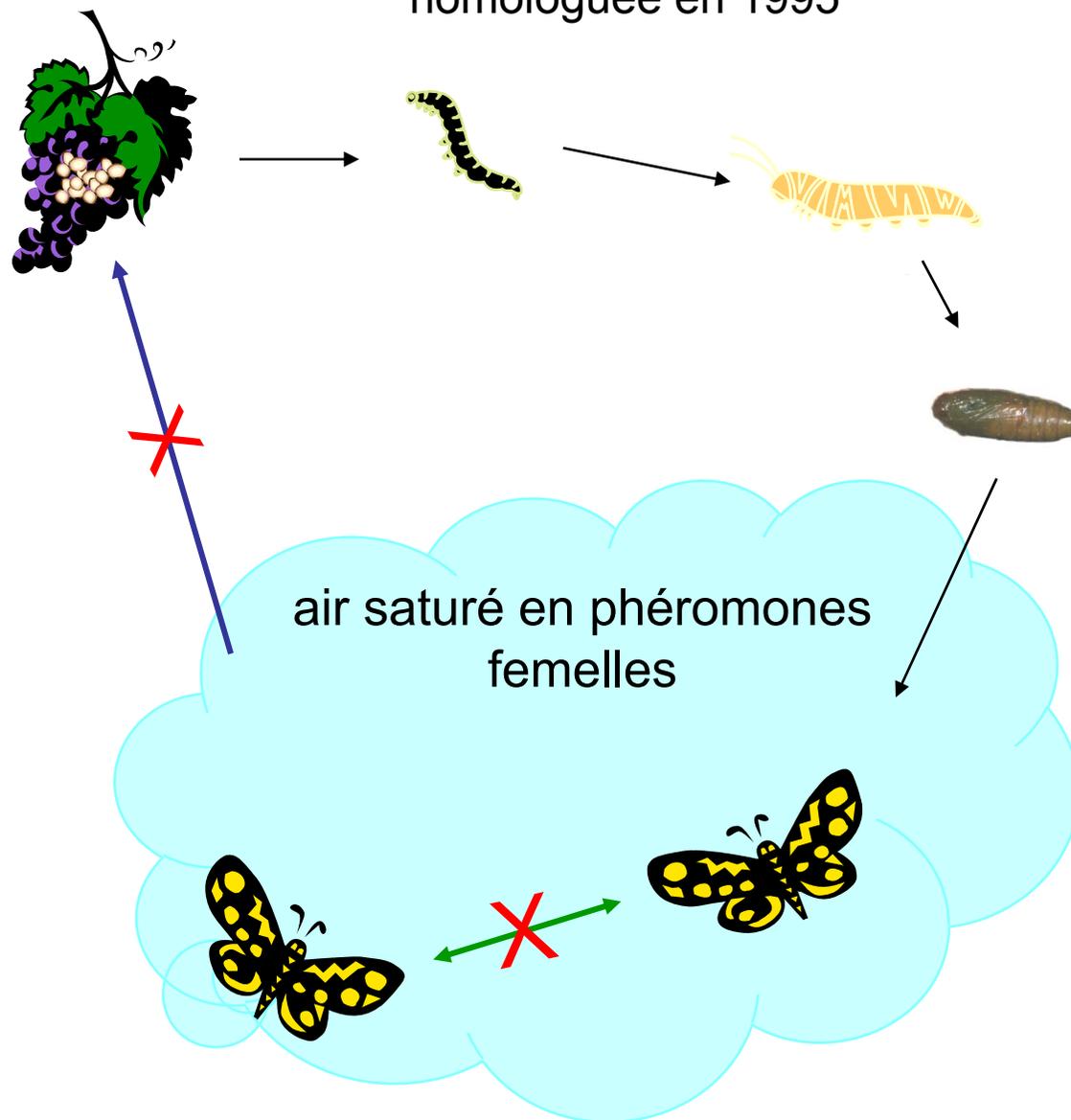
- insectes résistent en
  - détoxiquant ces phytoecdystéroïdes
  - évitant les plantes qui en contiennent





# La lutte par confusion sexuelle

homologuée en 1995





# La lutte par confusion sexuelle



## Composés sémiochimiques

**phéromones : molécules-signal** extrêmement spécifiques, base de la communication entre insectes d'une même espèce. message phéromonal = mélange de plusieurs molécules, spécifique à chaque espèce.

deux approches complémentaires

**1- Surveillance** (contrôle et estimation des populations d'insectes)



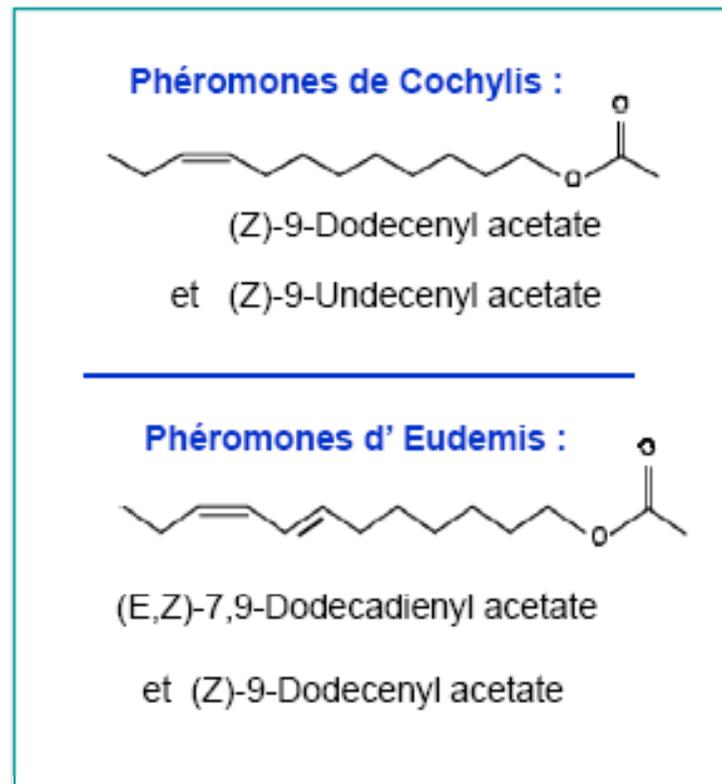
piège à phéromones

**2- Lutte** (réduction des populations en dessous d'un seuil de tolérance)



diffuseur à phéromones utilisé dans les vignes

<http://quasimodo.versailles.inra.fr/inapg/pheroZone/>  
<http://www.ulb.ac.be/inforsciences/files/AGRO.pdf>



# La lutte par confusion sexuelle



## Diffuseurs pour Cochylis :

**RAK 1 Cochylis BASF Agro** = 85 % Z-9-Dodecenyl acetate

## Diffuseurs pour Eudemis :

**RAK 1 Eudemis BASF Agro** = 73 % E7, Z9 - Dodecadienyl acetate

## Diffuseurs mixtes pour Eudemis et Cochylis :

**RAK 1 + 2 Cochylis + Eudemis BASF Agro** = 85 % Z-9-Dodecenyl acetate + 73 % E7, Z9 - Dodecadienyl acetate

<http://e-phy.agriculture.gouv.fr/index.htm>

Diffuseurs actifs jusqu'à 120 jours



Photo : L Mattedi et A Lucas  
(document D. Thiéry )



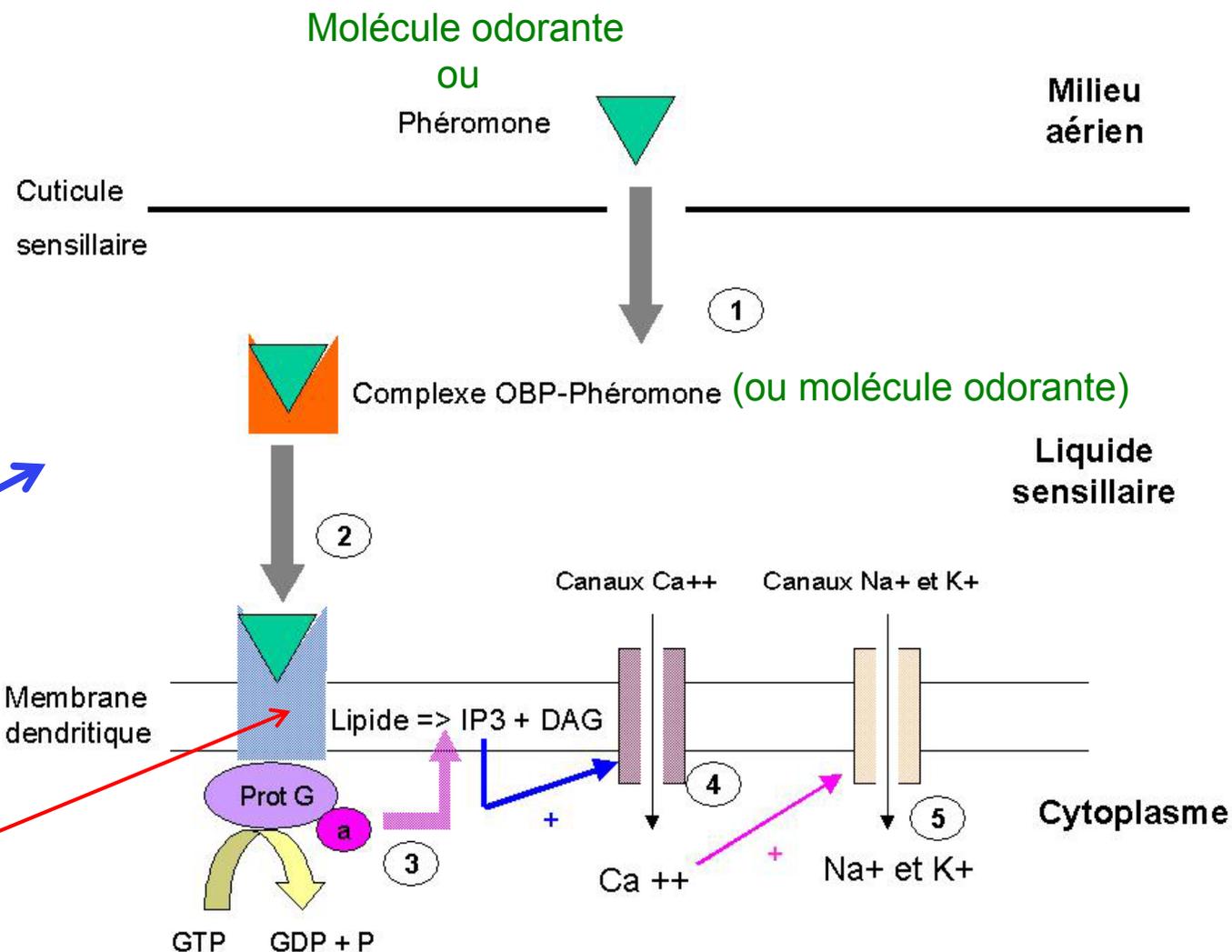
# Olfaction et Phytoprotection



UMR 1272  
(Inra Versailles  
et UPMC Paris)

antennes des  
Insectes :  
pourvues de  
sensilles  
innervées

Récepteur olfactif  
membranaire



<http://taste.versailles.inra.fr/inapg/pherozone/intro.htm>

# Olfaction et Phytoprotection

J Comp Physiol A (2009) 195:853–864  
DOI 10.1007/s00359-009-0464-1

ORIGINAL PAPER

## Host plant volatiles serve to increase the response of male European grape berry moths, *Eupoecilia ambiguella*, to their sex pheromone

Daniela Schmidt-Büsser · Martin von Arx ·  
Patrick M. Guerin

Institute of Biology, Faculty of Science, University of Neuchâtel,