

# Les phéromones de ponte : une nouvelle arme contre les insectes ?

par D. Thiéry

Laboratoire de Neurobiologie comparée des invertébrés  
INRA-CNRS, BP 23, 91440 Bures-sur-Yvette

L'utilisation des phéromones de ponte (ou « anti-oviposition ») comme mode de lutte contre les Insectes déprédateurs de cultures repose sur le détournement d'un de leurs modes de communication chimique naturel. Il peut paraître séduisant d'incorporer l'utilisation de ce type de molécules à la palette de procédés sur lesquels repose la lutte intégrée (\*). Toutefois les résultats prometteurs obtenus sur quelques espèces d'Insectes suggèrent que l'effet de ces médiateurs chimiques est directement lié à une gestion raisonnée de l'agrosystème.

Les phéromones sont des molécules qui assurent la communication chimique entre individus d'une même espèce (\*\*). Ce sont probablement les phéromones sexuelles qui ont été l'objet du nombre le plus important de travaux depuis les vingt dernières années, tant sur le plan de l'identification chimique des molécules, que sur celui de la mise en évidence de leur rôle lors du déclenchement du comportement et de leur application au terrain. Il existe d'autres types de phéromones, parmi lesquelles les phéromones d'agrégation, les phéromones d'alarme, les phéromones de trace, les phéromones qui assurent les régulations sociales (exemples : la phéromone royale et la phéromone de couvain chez l'Abeille) et les phéromones épideictiques. Ces dernières regroupent les médiateurs chimiques responsables des comportements d'espacement ou de dispersion entre individus, et en particulier les phéromones de marquage de ponte ou phéromones anti-oviposition qui régulent ou suppriment le comportement de ponte des insectes.

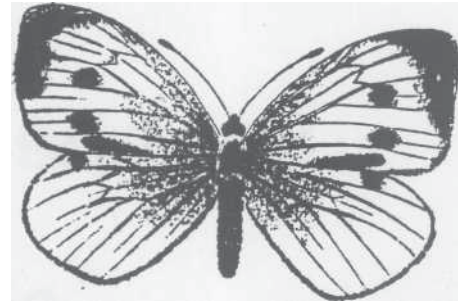
---

(\*) Le concept de lutte intégrée, proposé dès 1860 (cité dans Way, 1977), est basé sur la manipulation de différents paramètres qui régissent les relations trophiques au sein de la culture ou de l'écosystème, il combine plusieurs méthodes de lutte afin de maintenir les ravageurs ou les maladies en dessous du seuil de nuisibilité (De WILDE, 1975). Différentes méthodes de lutte sont utilisées contre les ravageurs de cultures (NDLR : - qu'on trouvera rappelées dans ce même n° du Courrier, à propos de l'histoire de la lutte biologique, p. 37). Dans une telle stratégie, les traitements insecticides sont alors réservés au contrôle des explosions de populations.

(\*\*) Le terme de phéromone a été défini par Karlson et Luscher (1959) ainsi : « substances which are secreted to the outside by an individual and received by an individual of the same species in which they release a specific reaction, for example, a definite behaviour or developmental process ».

**Figure 1. Piéride du Chou**  
(papillon femelle)

Les Piérides sont des papillons diurnes dont les larves sont défoliatrices (ex. *Pieris rapae* ou *Pieris brassicae*). Les larves peuvent provoquer des dégâts importants sur des cultures de Crucifères comme par exemple les Choux ou les Choux-fleurs ; elles s'attaquent également aux Capucines.



Les substances de marquage du lieu de ponte ont été mises en évidence chez une trentaine d'espèces d'insectes phytophages appartenant à près de dix familles. Chez la plupart de ces espèces la femelle produit ces phéromones lors du dépôt des oeufs sur le végétal. Il a été montré chez les Piérides (fig. 1) que les glandes annexes situées à l'extrémité de l'abdomen étaient responsables de la production de la phéromone ou du moins de certains constituants (Behan et Schoonhoven, 1978). De telles phéromones ont également été mises en évidence au niveau de sécrétions mandibulaires ou de fèces de larves (Roitberg et Prokopy, 1987). Le rôle exact de ces substances de marquage pose un problème évolutif. En effet, il a été suggéré qu'elles pouvaient permettre une régulation du niveau de population, et ainsi réduire la compétition au sein de l'espèce. Chez les espèces pour lesquelles le succès de la descendance est assuré pour des niveaux relativement précis de densité larvaire, cela peut présenter un avantage sélectif important (Roitberg et Prokopy, *loc. cit.* 1987).



**Figure 2. Mouche de la cerise, *Rhagoletis cerasi***

Différentes espèces de diptères provoquent des dégâts importants en culture fruitière. Les larves (une à plusieurs, selon les espèces) se développent à l'intérieur du fruit. Ils constituent des ravageurs importants économiquement. Les seuils de tolérance contre ce type de ravageurs peuvent être très bas : 0 % de fruits attaqués pour la mouche de la cerise dans certains pays européens (Bovey, 1979).

Chez les Diptères ravageurs de fruits (ex: *Rhagoletis cerasi* et *Rhagoletis pomonella*) on constate souvent la présence d'un nombre réduit de larves, voire d'une seule larve, qui se développent à l'intérieur du fruit. Le cannibalisme entre larves est fréquent, et il peut paraître avantageux pour la femelle d'éviter de déposer plusieurs oeufs dans le même fruit, mais aussi d'éviter les pontes d'autres femelles. Chez différentes espèces de Mouches des fruits qui déposent isolément leur oeufs, la femelle recouvre l'orifice de ponte, ainsi que ses alentours, d'un marquage phéromonal anti-oviposition. Fait remarquable, la quantité de phéromone produite par *Rhagoletis pomonella* semble ajustée par la femelle à la taille du fruit (Averill et Prokopy, 1987).

L'activité biologique de phéromones anti-oviposition a également été mise en évidence chez quelques espèces de Lépidoptères. Des extraits d'oeuf réduisent de manière importante le nombre d'oeufs pondus par deux espèces de Piérides: la Piéride de la Rave *Pieris rapae* et la Piéride du Chou *Pieris brassicae* (Klijnstra, 1985).

Chez la Pyrale du Mais *Ostrinia nubilalis* (\*), qui dépose ses oeufs sous forme d'ooplaques, le même type d'activité biologique a été observé à partir d'extraits de fèces de larves (Dittrick *et al.*, 1983), mais aussi à partir d'extraits d'ooplaques (Thiéry et Le Quéré, 1990).

Chez la Tordeuse de la grappe *Lobesia botrana* (espèce qui dépose habituellement ses oeufs isolément sur les fleurs de vigne ou les grains de raisin, des extraits d'oeufs provoquent une forte réduction du comportement de ponte (Gabel et Thiéry, 1991). Outre le rôle important joué par les médiateurs chimiques lors de la régulation du comportement de ponte, d'autres types d'informations produites par les oeufs peuvent être impliquées dans la reconnaissance des oeufs par la femelle. C'est ainsi le cas des signaux visuels (forme et couleur des oeufs) qui, chez la Piéride du Chou, sont impliqués lors du comportement d'évitement des oeufs déjà pondus (Rothschild et Schoonhoven, 1977).

Le détournement des informations chimiques présentes à la surface des oeufs d'insectes peut paraître séduisant à des fins de protection des cultures. Toutefois, peu d'essais de réduction du niveau d'attaque ont été réalisés en culture. Les seuls travaux significatifs ont été menés chez la Mouche des cerises (*Rhagoletis cerasi*). Des extraits purifiés d'oeufs, vaporisés à des doses élevées (environ  $2 \times 10^5$  pontes par cerisier) réduisent de 69 à 90 % le nombre de fruits attaqués chez cette espèce (Katsoyarmos et Boller, 1976).

L'activité de la phéromone peut durer, en conditions favorables, plus d'une dizaine de jours chez cette espèce (Averill et Prokopy, 1987). Parallèlement, des travaux menés chez *Pieris brassicae* font état d'extraits dont l'activité biologique peut durer plusieurs années, et mettent ainsi en évidence la bonne stabilité des composés (Klijnstra, 1985). Il faut enfin remarquer que la diminution du nombre de pontes s'exprime chez la plupart des espèces en situation de choix, c'est à dire à condition que les femelles aient accès à des zones non traitées. En absence de choix, l'effet de ces phéromones diminue fortement, ce qui complique leur développement comme méthode phytosanitaire.

L'utilisation des phéromones de marquage d'oviposition comme moyen de protection des cultures ne peut être envisagée qu'après l'identification des médiateurs impliqués, et l'analyse fine des comportements qu'ils induisent. Bien que certains extraits se montrent biologiquement très actifs, il est clair qu'une utilisation de ce type de phéromones comme moyen de lutte contre les insectes ne peut être envisagée qu'à partir de molécules disponibles en quantités importantes. Actuellement, peu de formulations ont été proposées pour ces phéromones, et des identifications ont été menées à bien chez un nombre très réduit d'espèces (Ernst et Wagner, 1989 ; Thiéry et Le Quéré, 1991).

Deux de ces formulations ont fait l'objet de dépôt de brevet, l'un INRA-CNRS et l'autre INRA-CNRS-Académie slovaque des sciences (\*\*). Des vérifications d'efficacité sur culture de maïs contre la pyrale du maïs ont été entreprises en collaboration avec l'AGPM (Association générale des producteurs de maïs).

Dans l'état actuel, il est prématuré de proposer ce type de médiateurs comme moyen de lutte contre les ravageurs de culture. L'application agronomique de ce type de médiateurs contre différents insectes ravageurs de cultures passe par une étude approfondie des mécanismes liés à la régulation du comportement de ponte, et par l'étude des caractéristiques de l'agrosystème dans lequel ils s'expriment. C'est seulement lorsque de telles études auront été réalisées qu'il sera alors possible d'ajouter les phéromones anti-oviposition à la panoplie des moyens de lutte disponibles en lutte intégrée contre les insectes déprédateurs de cultures.

---

(\*) Ce Lépidoptère Pyralide est un papillon nocturne polyphage dont les larves provoquent des dégâts importants aux cultures de maïs, mais aussi à d'autres plantes cultivées aussi bien en Europe que sur le continent nord américain. De nombreuses études ont été ou sont menées sur ce modèle biologique par différentes équipes à l'INRA. Actuellement son contrôle repose en grande partie par l'utilisation de pyréthrinoides (insecticides) mais aussi d'agents biologiques comme les Trichogrammes (insectes parasites des oeufs).

(\*\*) Brevet INRA-CNRS n° 9010253 (D. Thiéry) et Brevet INRA-CNRS-Académie slovaque des Sciences n° 9108241 (B. Gabel, D. Thiéry, P. Farkas).

### Références bibliographiques

- AVERILL A.L., PROKOPY R.J. 1987. Residual activity of oviposition deterring pheromone in *Rhagoletis pomonella* and female response to infested fruit. *J. chem. Ecol.*, 13, 167-177.
- BEHAN M., SCHOONHOVEN L.M., 1978. Chemoreception of an oviposition deterrent associated with eggs in *Pieris brassicae*. *Entomol. exp. applic.*, 24, 163-179.
- BOVEY R., 1979. *Défense des plantes cultivées*. Ed. Payot, Lausanne, 863 pp.
- DE WILDE J., 1975. Insect population management and integrated pest control. *Ambio*, 4, 105-111.
- DITTRICK L.E., JONES R.L., CHIANG H.C., 1983. An oviposition deterrent for the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera, Pyrauidae), extracted from larval frass. *J. Insect Physiol.*, 29, 119-121.
- ERNST B., WAGNER B., 1989. Synthesis of the oviposition-detering pheromone (ODP) in *Rhagoletis cerasi* L. *Helvet. Chim. Acta*, 72, 165-171.
- GABEL B., THIERY D. 1991. *Biological evidence of an oviposition deterring pheromone in Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae). In 8th Congress of the International Society of Chemical Ecology, Dijon.
- KARLSON P., LUSCHER M., 1959. 'Pheromones' a new term for a class of biologically active substances. *Nature*, 153, 55-56.
- KATSOYANNOS B., BOLLER E.F., 1976. First field application of oviposition-detering marking pheromone of European Cherry Fruit Fly. *Environ. entomol.*, 5, 151-152.
- KLUNSTRA J.K., 1985. *Oviposition behaviour as influenced by the oviposition deterring pheromone in the large white butterfly Pieris brassicae*. PhD thesis. Wageningen Landbouw Hogeschool, Pays-Bas.
- ROITBERG B.D., PROKOPY R.J., 1987. Insects that mark host plants: an ecological, evolutionary perspective on host-marking chemicals. *BioScience*, 37, 400-406.
- ROTHSCHILD M., SCHOONHOVEN L.M., 1977. Assesment of egg-load by *Pieris brassicae* (Lepidoptera, Pieridae). *Nature*, 266, 352-355.
- THIERY D., LE QUERE J.L., 1990. *A possible oviposition deterring pheromone in the European corn borex*. Conférence on Insect Chemical Ecology, Tabor. (sous presse).
- THIERY D., LE QUERE J.L., 1991. Identification of an oviposition-detering pheromone in the eggs of the European corn borer. *Natim'issenschaften*, 78, 132-133.
- WAY M.J., 1977. Integrated control-practical realities. *Outlook on Agriculture*, 127-135.

