

**AFPP – CHEMICAL ECOLOGY: NEW CONTRIBUTIONS TO PLANT PROTECTION AGAINST PESTS
MONTPELLIER – 24th OF OCTOBER 2017**

ÉCOLOGIE CHIMIQUE – PRINCIPES ET APPLICATIONS

F. MARION-POLL ^{a,b}

(a) AgroParisTech, Université Paris-Saclay, F-75005 Paris, France

(b) UMR Evolution, Génomes, Comportement, Ecologie CNRS, Institut de Recherche pour le Développement, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, F-91198 Gif-sur-Yvette, France

RÉSUMÉ

L'écologie chimique rassemble les disciplines qui étudient le rôle des molécules chimiques dans les interactions entre les êtres vivants, des bactéries aux Vertébrés supérieurs. Les plantes et de nombreux organismes marins ou terrestres produisent des molécules spécifiques que les hommes ont appris à utiliser pour leurs propriétés médicinales ou toxiques, ou encore pour le plaisir qu'elles nous procurent comme les parfums ou les drogues. Ces organismes utilisent ces molécules pour se défendre contre leurs ennemis, leurs congénères ou pour s'adapter à leur environnement. Certaines de ces molécules servent aussi à la communication entre les organismes et constituent des éléments de langage.

Les molécules « sémiochimiques » les mieux connues sont les phéromones sexuelles qui sont utilisées aujourd'hui pour lutter contre certains papillons de nuit qui attaquent la vigne ou les vergers. Le développement des méthodes de chimie analytique et de synthèse a permis de découvrir la spécificité et la richesse de ces phéromones. Depuis les années 50, l'intérêt pour ces molécules s'est progressivement déplacé vers l'étude de l'importance des signaux chimiques dans les relations entre organismes, mettant en évidence les bases physiologiques et génétique de la production de telles molécules ainsi que les processus sensoriels et nerveux qui permettent cette communication. Durant la dernière décennie, les approches moléculaires appliquées aux relations plantes – insectes – microbes nous ont montré la complexité des interactions entre ces organismes, interactions qui passent par l'échange et la perception d'un très grand nombre de molécules.

Utiliser efficacement des molécules sémiochimiques suppose que l'on comprenne mieux les tenants et les aboutissants de ce « langage ». Par exemple, pour que des molécules puissent être utilisées dans la communication, pour qu'elles aient du sens, il faut qu'elles soient « rares » dans l'environnement et surtout, il faut que leur occurrence permette une prédiction fiable pour un organisme donné. Il faut également que l'organisme destinataire de ce message soit équipé de récepteurs chimiosensoriels ainsi que d'un système nerveux qui lui permette d'identifier la présence de ces molécules dans un environnement complexe.

Ce lien entre l'émission d'un message et sa perception est modelé par l'évolution. Chaque espèce d'insecte possède son propre « dictionnaire » de molécules qui lui permet de s'adapter à son environnement. Analyser les gènes sensoriels de ces insectes permet d'avoir accès à la liste des molécules que l'évolution a sélectionnée comme ayant a priori du « sens » pour cet organisme. Cependant, ce sens est dépendant du contexte, la même molécule pouvant avoir un effet excitateur ou inhibiteur selon la situation, l'âge ou l'état physiologique de cet insecte.

L'écologie chimique rassemble un ensemble de disciplines qui mettent les molécules au centre de l'attention. Ces molécules sont intéressantes car nous sommes souvent en mesure de les identifier et de les synthétiser afin de les réutiliser afin de manipuler toute une série de comportement des insectes comme la ponte, l'alimentation, ou la reproduction. Il faut cependant garder à l'esprit que ces molécules ne sont que des éléments d'information, et que les insectes utilisent tous leurs autres sens comme la vision ou le toucher pour prendre leurs décisions.

ABSTRACT

CHEMICAL ECOLOGY - PRINCIPLES AND APPLICATIONS

Chemical ecology brings together disciplines which study the role of chemical molecules in interactions between living beings, from bacteria to higher vertebrates. Many terrestrial or marine organisms produce specific molecules that humans have learned to use for their medicinal or toxic properties, or for the pleasure they provide such as perfumes or drugs. These organisms use such molecules to defend themselves against their enemies, their congeners or to adapt to their environment. Some of these molecules also serve for communication between organisms and constitute elements of a language.

The best-known "semiochemical" molecules are the sexual pheromones that are used today to control pest such as moths that attack vines or orchards. The development of analytical chemistry and synthesis methods made it possible to discover the specificity and the diversity of these pheromones. Since the 1950s, the scientific interest in these molecules has gradually shifted to the study of the importance of chemical signals in inter-organism relationships, to elucidate the physiological and genetic basis for the production of such molecules and the sensory and nervous processes that allow their use in intra-species or interspecies communications. During the last decade, molecular approaches applied to plant - insect - microbe relationships have contributed to better understand the complexity of the interactions between these organisms, and more specifically the large variety of molecules involved.

Effective use of semio-chemical molecules presupposes a better understanding of the ins and outs of this "language". For example, in order for molecules to be used in communication, such molecules must be "rare" in the environment and, above all, their occurrence must constitute a reliable prediction of specific events (such as the presence of a female, or a predator or a host plant). It is also necessary for the organism to receive this message to be equipped with proper chemosensory receptors as well as a nervous system that enables it to identify the presence of these molecules in a complex environment.

This link between the transmission of a message and its perception is shaped by evolution. Each species of insect has its own sensory equipment corresponding to a "dictionary" of molecules that make sense and contribute to adapt him to its environment. Analyzing the sensory genes of these insects gives us access to the list of molecules that evolution has selected as having a priori some "signification" for this organism. However, this signification is context dependent, the same molecule may have an excitatory or inhibitory effect depending on the situation, or the age or the physiological state of the insect.

Chemical ecology brings together a set of disciplines that place molecules at the center of attention. These molecules are interesting because we are often able to identify them and synthesize them in order to reuse them in order to manipulate a whole series of insect behavior such as egg laying, feeding, or reproduction. It must be borne in mind, however, that these molecules are only pieces of information, and that insects use all their other senses like vision or touch to make their decisions.