

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université Les Frères Mentouri Constantine
Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département De Biologie Animale

• Cours de Physiologie et Comportement



Niveau : Master 1 BCPI

Introduction

La physiologie est la science qui étudie le fonctionnement d'un organisme, c'est-à-dire les relations entre ses différents organes. Les méthodes d'études de la physiologie passent essentiellement par l'étude des anomalies de fonctionnements des organes. Les communications entre les organes sont assurées par voie nerveuses, hormonales ou sanguines. Le comportement d'un être vivant est la partie de son activité qui se manifeste à un observateur.

Les comportements des insectes, peuvent être décrits comme l'ensemble des actions et réactions (mouvements, modifications physiologiques, ... etc.) d'un individu dans une situation donnée. Ces comportements sont contrôlés par leur système endocrinien et leur système nerveux. La complexité du comportement d'un animal est en étroite relation avec la complexité de son système nerveux. Plus le cerveau est complexe, plus les comportements peuvent devenir élaborés et ainsi être mieux adaptés à l'environnement.

La physiologie comportementale a pour objectif d'asseoir les bases fondamentales nécessaires à l'approche neurobiologique des comportements.

Chapitre 01 :

Rappels sur le Système nerveux des insectes

Généralités

Le système nerveux est un ensemble d'organes impliqués dans la réception, le traitement et l'émission des messages nerveux, il sert à commander les muscles, les viscères, et assure, grâce au comportement, le maintien de l'individu dans des conditions optimales pour l'espèce.

Les insectes n'ont pas de véritable cerveau unique mais plutôt une série de cerveaux ou ganglions (**Fig. 01**), chacun affecté au contrôle d'une partie du corps. Ainsi, le ganglion sous œsophagien contrôle plus particulièrement les pièces buccales et les muscles de la tête. Ces différents ganglions sont reliés à une chaîne nerveuse qui descend tout le long du corps en position ventrale.

Les ganglions contrôlent également les organes sensoriels répartis sur le corps : palpes, antennes, yeux, ommatidies, tarsi, soies tactiles

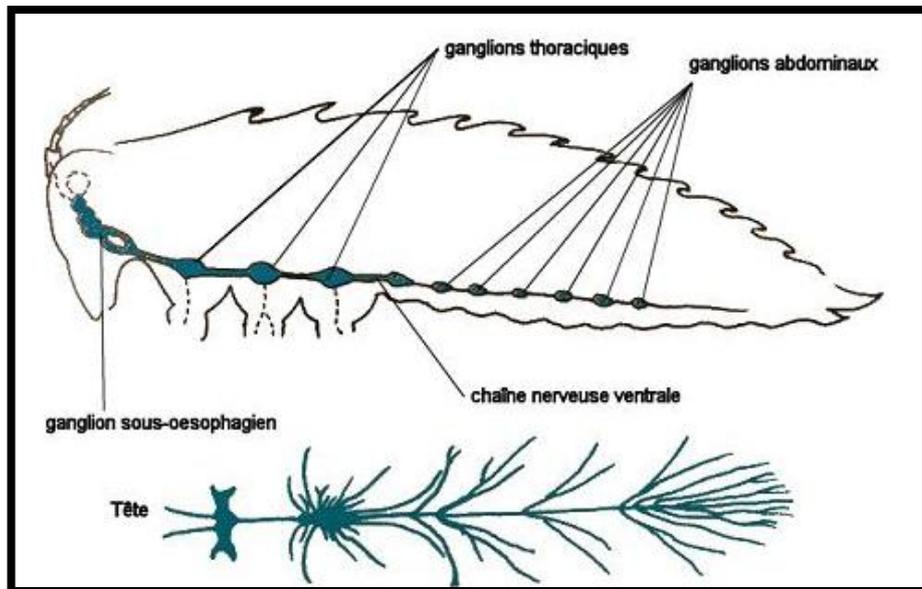


Fig.01 : schéma générale du système nerveux chez les insectes

Eléments du système nerveux

Depuis l'apparition de l'agriculture, la sécurité alimentaire repose essentiellement sur la protection des cultures, ces dernières font l'objet d'attaques endémiques par les insectes qui sont considérés comme le groupe le plus important du règne animal sur le plan taxonomique comme celui de la diversité. Si on prend seulement les ravageurs phytophages, 12 000 espèces ont été recensées dans le monde. Dans les pays en voie de développement comme de nombreux pays africains largement fondés sur une agriculture de subsistance et à l'équilibre

alimentaire souvent précaire, l'estimation des pertes des productions alimentaires enregistre des valeurs entre 20 et 30 % dues aux insectes nuisibles.

Les Orthoptères constituent l'ordre le plus important des Orthoptéroïdes, ils regroupent plus de 20 000 espèces dans le monde dont environ 10 000 pour les acridiens. Ces derniers sont considérés comme les principaux ravageurs de la production agricole. Le total des pertes annuelles dues aux acridiens est suffisamment élevé pour que ces insectes soient classés parmi les ennemis majeurs des cultures. En 1968, ils ont causé des pertes agricoles dans sept pays du Sahel estimées à 77 millions de dollars. Le coût de la lutte antiacridienne est revenu à 31 millions de dollars

L'équipement nerveux des acridiens (les Orthoptères) contient trois parties (**Fig. 02**) :

1. Le système nerveux central

2. Le système sympathique

3. Le système périphérique

Le système nerveux central est formé de deux ganglions par segment, reliés entre eux par des commissures transversales et aux autres paires de ganglions par des connectifs longitudinaux. Il comporte en fait un cerveau, un collier péri-œsophagien et une chaîne nerveuse ventrale.

Le cerveau dérive de trois paires de ganglions fusionnées : le protocérébron, le deutocérébron et le tritocérébron. Il est relié par un collier péri-œsophagien à des ganglions sous-œsophagiens accolés, situés sous le tube digestif. Le protocérébron est en liaison avec les yeux composés et les ocelles, le deutocérébron avec les antennes, le tritocérébron avec le labre.

La chaîne nerveuse ventrale est formée d'une série de ganglions partiellement fusionnés, plus volumineux au niveau du thorax que dans l'abdomen, à l'exception de la dernière paire de ganglions. De nombreux nerfs moteurs desservent les organes à commander.

Le système sympathique, encore dit viscéral, est étroitement uni au système nerveux central.

Il comporte :

- une partie dorsale innervant le vaisseau cardiaque, l'intestin antérieur et moyen,
- une partie ventrale pour l'intestin postérieur et les organes reproducteurs.

Le système dorsal est lié à des glandes endocrines situées en arrière du cerveau : les CORPORA ALLATA et les CORPORA CARDIACA. Le ganglion frontal et les nerfs récurrents font partie de ce système dorsal ou stomatogastrique.

Le système nerveux périphérique comprend de nombreuses ramifications nerveuses provenant de l'ensemble du corps : les unes reçoivent des signaux de l'extérieur (fonction sensorielle) et transmettent les informations vers le système nerveux central, tandis que les autres envoient des influx vers la périphérie (fonction motrice).

Dans le système nerveux central, deux types de cellules sont présentes :

- les neurones terminés par un axone, pour entrer en connexion avec d'autres neurones ou avec des muscles par le biais d'une plaque motrice ou plaque terminale. Ce sont les cellules de base du fonctionnement nerveux.

- les cellules gliales formant la névroglie. Ce sont elles qui reçoivent les informations, les analysent et organisent les réponses adéquates.

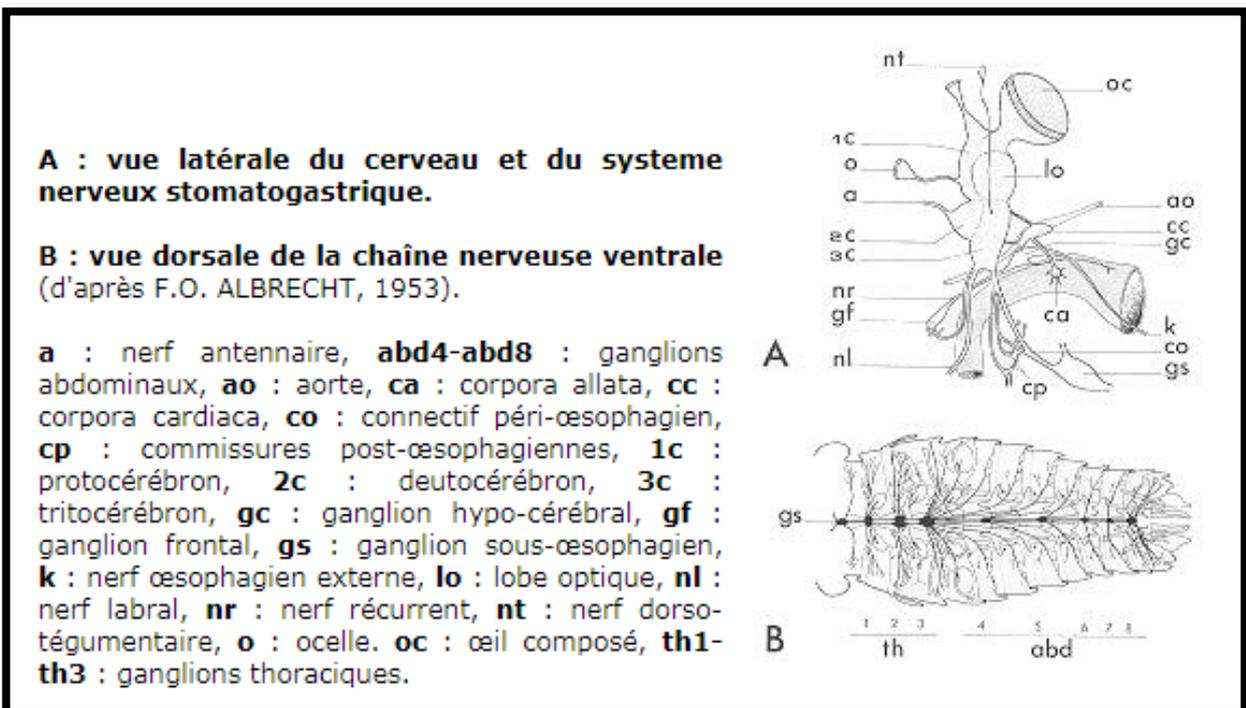


Fig 02 : Système nerveux chez *Locusta migratoria*

Chapitre 02 :

Fonction neuro-endocrinienne

Implication du système nerveux dans la fonction endocrinienne

L'acridien reçoit des informations sur son environnement et sur lui-même (situation 1) (Fig.03) au même instant. Ces renseignements sont obtenus par les cellules sensibles et sont transmis sous forme codée au système nerveux. Ce dernier élabore une réponse :

- soit en demandant un complément d'informations par la mise en oeuvre d'autres plages sensorielles,
- soit en mettant en fonction certains muscles ou en ajustant l'activité des organes.

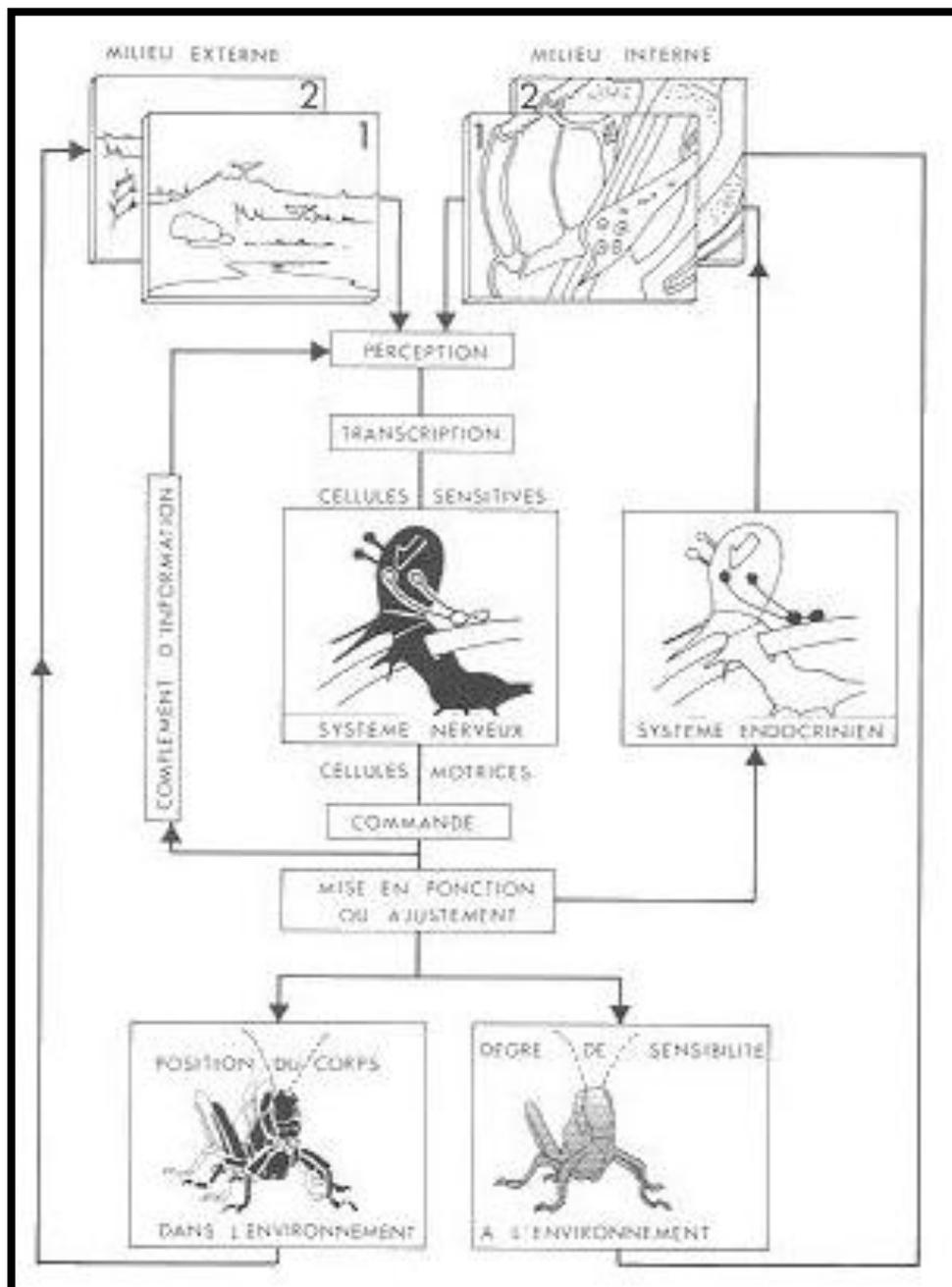


Fig.03 : Schéma des deux voies du message nerveux

À ce niveau, le système endocrinien a un rôle essentiel pour modifier le milieu intérieur, ce qui change aussi le degré de sensibilité du criquet à l'environnement. Dans le même temps, la position du corps a pu être modifiée par le jeu des cellules motrices agissant sur les muscles. Il en résulte qu'une autre analyse de l'environnement est nécessaire puisque celui-ci est nouveau ou perçu de façon différente. Dans cette situation, l'acridien ajuste une fois encore sa physiologie et son comportement en fonction des nouveaux milieux, interne et externe, (situation 2) (**Fig.03**) auxquels il se trouve confronté.

Le fonctionnement harmonieux des organes est sous la dépendance du système neuro-endocrinien soit par voie nerveuse soit par voie hormonale. Les systèmes nerveux et endocrinien sont étroitement associés. L'un et l'autre agissent sur le contrôle des fonctions alimentaire, respiratoire, excrétoire, reproductive. C'est pourquoi l'on parle de système neuro-endocrinien.

L'information donnée par le système nerveux est transmise par des nerfs moteurs commandant des muscles, le fonctionnement de certains organes, la mise en activité des zones sensorielles. En retour, la chaîne nerveuse reçoit par l'intermédiaire des nerfs sensitifs des renseignements sur le milieu intérieur du corps et sur son environnement immédiat.

Les organes cibles des influx nerveux et des substances hormonales sont différents. Les premiers ont généralement une capacité de réponse immédiate, les seconds une capacité de réponse plus lente, différée ou plus graduée dans le temps.

Chapitre 03 :

Insectes et Communication

Lorsqu'un insecte se déplace dans son environnement, il entre en contact avec un ensemble de messagers chimiques susceptibles de modifier son comportement ou sa physiologie. Ces substances sont perçues soit à distance, soit lors du contact entre individus.

De plus, les molécules propres à l'insecte participent également à ces modifications. Selon leur rôle et leur source d'émission, plusieurs groupes de médiateurs chimiques se distinguent et modulent les rythmes biologiques et comportement.

Les médiateurs chimiques sont des molécules informatives naturelles qui modifient le comportement ou la physiologie d'un organisme vivant. Ces substances actives entre organismes d'une ou de plusieurs espèces, interviennent dans l'équilibre de communautés animales et végétales en informant les organismes de caractéristiques vitales de leur environnement biologique. De plus, des molécules spécifiques à l'insecte participent également à ces modifications.

Les médiateurs chimiques se divisent en trois catégories :

- **Les hormones**
- **Les sémiouchimiques intra-spécifiques ou phéromones**
- **Les sémiouchimiques inter-spécifiques ou allélochimiques**

I. Les hormones

D'origine endocrinienne ou tissulaire, les hormones agissent au sein des individus, sans l'intervention d'organes sensoriels, et se subdivisent en deux parties :

1.1- Les hormones sensu stricto : agissent au sein de l'individu qui les produit. Les mues et les métamorphoses des insectes sont régulées par un rapport quantitatif entre l'ecdysone et l'hormone juvénile, secrétées respectivement par la glande prothoracique et les corpora allata.

1.2- Les allohormones : elles sont émises à l'extérieur du corps mais elles agissent directement sur l'organe cible sans l'intervention des organes chimiosensoriels du récepteur.

II. Les sémiouchimiques intra-spécifiques (les Phéromones):

Les phéromones favorisent les interactions entre individus d'une espèce et sont perçus grâce aux organes sensoriels externes des insectes, les sensilles olfactives (**Fig. 04**) qui sont situées sur leurs antennes, pattes ou leurs palpes.

L'émetteur et le récepteur tirent généralement un bénéfice des phéromones. Selon leur rôle, plusieurs catégories de phéromones sont établies :

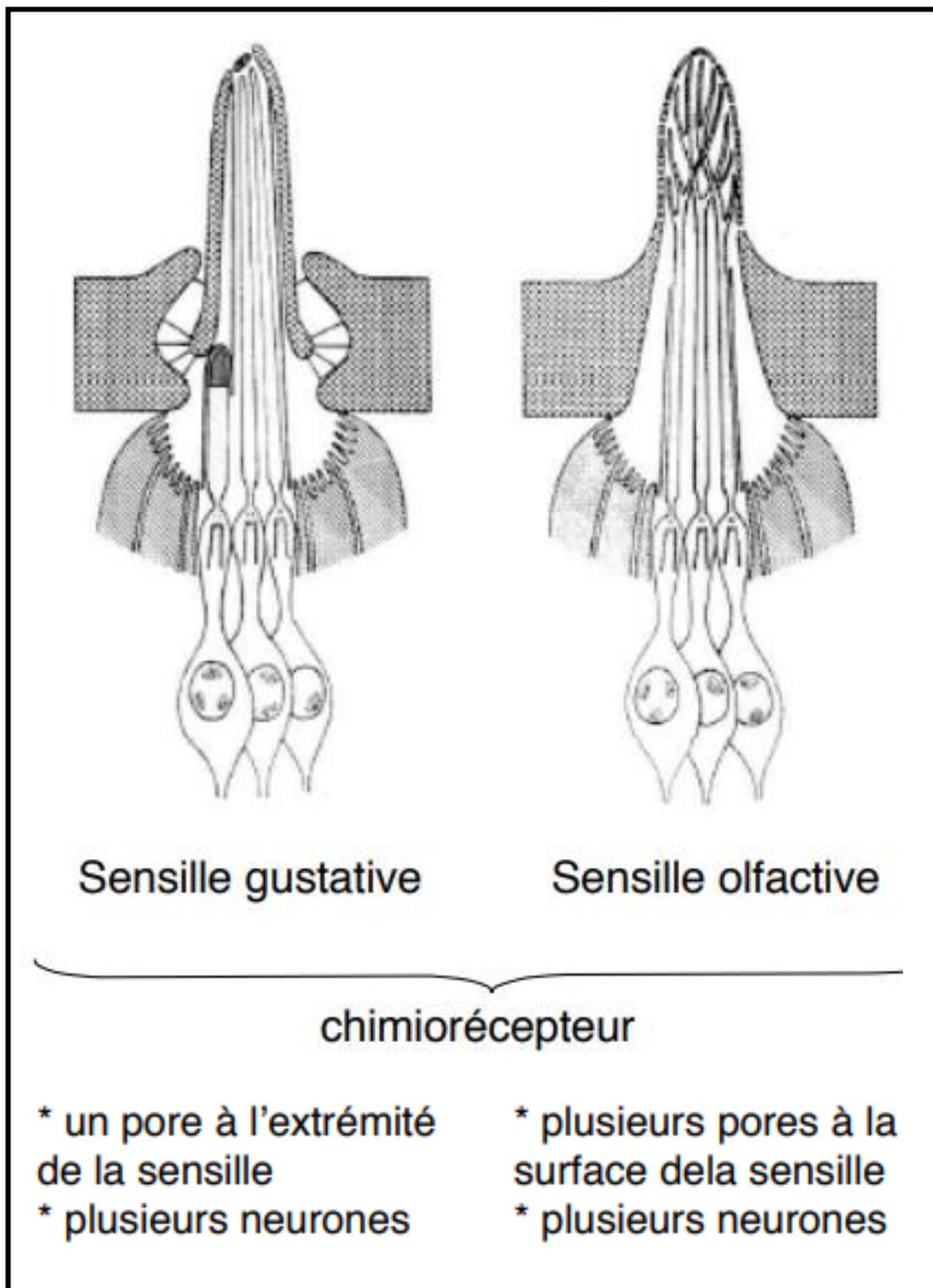


Fig. 04 : Schéma comparatif (Sensille gustative et sensille olfactive)

2.1- Les phéromones sexuelles : agissent sur le comportement sexuel des individus.

Exp : chez les Lépidoptères, les femelles produisent l'attractif sexuel qui agit à longues distances à l'aide des glandes abdominales. De l'autre côté, les mâles possèdent de véritable radar à phéromones.

2.2- Les phéromones d'agrégation : sont produites par la femelle ou par le mâle mais contrairement aux type précédent, elles attirent indifféremment les individus des deux sexes.

2.3- Les phéromones d'espacement : ce sont des phéromones de dispersion permettent de contrôler la dynamique des populations.

Exp : les scolytes, et afin d'éviter une surpopulation dans l'arbre attaqué, émettent une substance répulsive pour leurs congénères lorsque leur population deviennent trop importante. Pour empêcher que l'ensemble des femelles pondent au même endroit.

2.4- Les phéromones d'alarme : sont émises pour signaler la présence d'un danger aux autres individus du groupe. Selon la nature du signal, la concentration de phéromone et l'espèce émettrice, diverses réactions sont observées.

Exp : un puceron dérangé par la présence d'un prédateur émet une phéromone d'alarme. Ses congénères qui perçoivent l'information chimique réagissent en se laissant tomber sur le sol afin de ne pas être atteints par le prédateur.

2.5- Les phéromones de piste : sont sécrétées par de nombreux insectes sociaux qui tracent des pistes odorantes leur permettant une défense coordonnée du nid ou une exploitation collective des sources de nourriture.

2.6- Les phéromones de reconnaissance : il s'agit généralement d'hydrocarbures cuticulaire qui sont présents sur l'ensemble du corps de l'insecte. Ces hydrocarbures sont partagés par tous les individus d'un groupe et maintiennent sa cohésion.

Exp : les Blattes qui vivent en formant des groupes de larves et d'adultes. La cohésion des agrégats est un phénomène social dû à une attraction inter-individuelle qui est influencé entre autre par les hydrocarbures cuticulaires des individus.

2.7- Les phéromones modificatrices : comprennent des molécules qui modifient la physiologie des individus qui le perçoivent. Le comportement du récepteur est influencé par ces modifications physiologiques. Il s'agit principalement des phéromones qui interviennent dans la différenciation des castes chez les insectes sociaux.

Exp : la reine des abeilles sécrète une phéromone qui inhibe le développement des ovaires des ouvrières ainsi que la construction des cellules royales.

Remarque : bien que les phéromones s'adressent aux individus d'une espèce, leur degré de spécificité peut varier selon la phéromone considérée. Ainsi, les phéromones sexuelles et les phéromones de piste sont très spécifiques, les phéromones d'alarme le sont beaucoup moins. De plus, une phéromone peut être utilisée par un prédateur pour récupérer sa proie, la substance possède alors un rôle d'allélochimiques.

III. Les sémiochimiques inter-spécifiques (les allélochimiques) :

Comme les phéromones, les allélochimiques sont perçus grâce aux organes sensoriels externes des insectes. Selon l'effet bénéfique, négatif ou neutre induit sur l'émetteur et le receveur, les allélochimiques se divisent en trois catégories :

3.1- Les allomones : agissent comme répulsifs et sont émises lors des relations de compétition entre espèces. Elles comprennent les métabolismes secondaires de plantes qui empêchent la ponte ou induisent un arrêt du nourrissage des insectes phytophages. Les substances répulsives émises par certains insectes (phasmes, punaises et forficules) pour éloigner leurs prédateurs rentrent dans cette catégorie.

3.2- Les kairomones : bénéficient à l'espèce qui reçoit le signal. Les odeurs des plantes sont attractives pour leurs ravageurs. L'odeur du miellat de pucerons attire la femelle du *Chrysoperla plorrabunda*. la femelle ainsi localiser les colonies de pucerons et y pondre ces œufs.

3.3- Les synomones : sont utilisées au bénéfice de l'émetteur et du receveur, mais parfois au détriment d'une troisième espèce. Lorsqu'un plant de betterave est attaqué par la chenille du papillon *Spodoptera exigua*, des molécules attractives pour un micro-hyménoptère parasite de cette chenille *Cotesia marginiventris* sont émises. Elles résultent d'une réaction chimique entre la salive de la chenille et des produits constitutifs de la plante.

Remarque

Les étudiants sont évalués à travers **des travaux scientifiques** qu'ils présentent après la fin du programme, en plus de **la note du control**.