

Caractéristiques du régime alimentaire des insectes xylophages

A. Moumen

Institut National de la Recherche Agronomique d'Algerie - (INRAA)

Résumé : *Ce travail est une synthèse des résultats de travaux personnels réalisés sur Phoracantha semipunctata F. comparés à d'autres travaux réalisés sur la xylophagie des insectes. Il traite des différentes formes d'adaptation à ce type alimentaire résultant d'une longue évolution du couple plante-insecte. Les différentes études menées dans ce cadre montrent, clairement, que le tube digestif de ces insectes représente, tant sur le plan morphologique et anatomo-histologique que biométrique, la plus significative forme d'adaptation à la xylophagie. A l'ensemble de ces adaptations, s'ajoutent des spécificités enzymatiques et un ajustement des pièces buccales en rapport avec la nature chimique et physique d'un aliment sec et faible valeur nutritive qui est le bois.*

Mots-Clés : *Xylophagie, Adaptation, Tube digestif, Cellulases.*

Summary : *This note is a synthesis of the studies realised on the xylophagy of insects. It discusses the different forms of adaptation to this food type resulting from long evolution of the couple plant- insect. The study shows clearly that the digestive tube of these insects represents, as much on the morphological and anatomo- histological plan as on the bio- metrical one, the most significant form of adaptation to xylophagy. To all these adaptation, are added enzymatic specifities and an ajustement of buccal pieces in relation with the chemical and physical nature of a dry food of low nutritive value, which is wood.*

Key words : *Xylophagy, Adaptation, Digestive tube, Cellulases.*

INTRODUCTION :

La xylophagie représente un type alimentaire très complexe et continue de soulever des difficultés pour la détermination précise de tous les composés qui contribuent à la nutrition de ces insectes.

Ces difficultés sont d'autant plus grandes que chaque espèce d'insecte possède un habitat bien défini (EPPO/CABI, 1992) dont les principales particularités rappelées par Linstley (1959), se rapportent :

- à l'essence forestière attaquée.
- à l'état du bois.
- à l'emplacement de l'insecte dans le bois.

L'introduction de cette notion de spécificité vis-à-vis de la plante, traduit plusieurs formes d'adaptation (OEPP/EPPO, 1990) marquées entre autre, par un ajustement des pièces buccales à la nature physique du milieu nutritionnel. Toutefois, les plus importantes formes de cette adaptation se rapportent essentiellement aux :

- Caractéristiques du tube digestif ;
- Spécificités enzymatiques.

Ce travail est une contribution à l'approfondissement de nos connaissances sur les caractéristiques nutritionnelles et digestives des insectes xylophages. Il apporte en outre, quelques informations sur la spécificité de leur régime alimentaire en rapport avec l'importance et la particularité de l'équipement enzymatique entre les différentes espèces d'un même groupe d'une part et les diffé-

rents stades biologiques de la même espèce d'autre part.

MATERIEL ET METHODES :

Le matériel biologique utilisé est issu de nos élevages menés sur un milieu alimentaire semi-artificiel permettant la meilleure croissance et l'obtention des adultes. La mise au point de ce milieu nutritionnel, tant sur le plan de sa composition chimique que dans sa structure physique, a fait l'objet d'une étude menée selon les procédés spécifiques à ces insectes (Walbauer, 1968) et ciblant les aspects quantitatif et qualitatif de la nutrition chez les insectes xylophages.

Pour les études d'histologie, d'histo-chimie et d'ultra-structure du tube digestif des larves de *P. semipunctata* F., elles ont été réalisées selon les modes opératoires exposés dans les traités de Lison (1960), de Pearse (1960) de Martoja & Martoja, Pierson (1967) et de Gabe (1968).

Quant à l'étude des activités enzymatiques du tube digestif elle a été menée suivant le protocole habituel déjà décrit en détail par Courtois & Chararas (1980). Elle a concerné aussi bien le bol alimentaire des insectes que les déjections récoltées au fur et à mesure à la fin du transit intestinal.

L'extrait enzymatique est constitué, eu égard à la complexité du processus nutritif, de substrats naturels rencontrés chez les végétaux (oligosaccharides et polysaccharides) et de substrats chromogènes, synthétisés artificiellement (hétérosides).

Les activités osidasiques sont évaluées soit par la méthode de Somogyi (1945) et Nelson (1944), modifiée et adaptée par Courtois & Poisson (1980), soit par la méthode calorimétrique du glucose-oxydase (Trinder, 1969 in Courtois & Poisson 1980).

RESULTATS ET DISCUSSION :

Caractéristiques du tube digestif :

Le tube digestif représente, tant sur le plan anatomo-histologique et morphologique que biométrique, la plus significative forme d'adaptation à la xylophagie.

A ce titre, nous notons que le rapport important est pratiquement constant entre la longueur du tube digestif et la taille de ces insectes, met en évidence l'existence d'un long transit intestinal devant permettre une utilisation suffisante du milieu nutritionnel de faible valeur nutritive.

Dans ce cadre, nous rappelons les différentes valeurs des coefficients relevés chez certains insectes, à savoir :

- *Ergates faber* (cerambycidae) : 2,8 ; C. Chararas, 1981.
- Certains *scolytidae* : 2,4 ; C. Chararas, 1983.
- *Raghium inquisitor* (cerambycidae) : 2,3 ; M. RIBA - 1976.
- *Phoracantha semipunctata* (cerambycidae) : 2,2 ; A. Moumen, 1985.

Une étude plus approfondie du tube digestif de la larve de *P. semipunctata* F. par exemple, montre que le mésenteron, partie réellement digestive, représente la portion la plus importan-

te du segment intestinal : 48,5 % et permet ainsi une action optimale des osidases sur les particules du bois.

Le stomodeum quant à lui, ne représente morphologiquement qu'un simple et bref tube chez ces insectes dits «primitifs» : 7% du tube digestif des laves de *P. semipunctata* F.

Par contre, chez la plus part des autres insectes, l'intestin antérieur se différencie en plusieurs régions spécialisées au point de vu fonctionnel :

- Stockage des aliments : rôle du jabot,
- Hydrolyse du bol alimentaire : cas des abeilles,
- Broyage des aliments solides : rôle du gésier.

Par ailleurs, le proctodeum se distingue sur le plan anatomo-histologique par une importante assise musculaire au niveau de l'iléon-colon, suivi d'un rectum caractéristique des insectes xylophages par la présence de six faisceaux de muscles longitudinaux disposés en longs canaux autour de la panse rectale ou viennent s'insérer en alternance, les six tubes de Malpigh réalisant ainsi que le dispositif cryptosolénique.

Ce type de cryptonéphridisme dit «primitif» selon Poll (1936), se retrouve chez la plupart des insectes xylophages permettant ainsi :

- une bonne récupération de l'eau d'un aliment sec et maintenir ainsi, une teneur hydrique suffisante en milieu interne ;
- une élimination de déjections desséchées.

Spécificités enzymatiques :

A l'ensemble de ces adaptations résultant d'une longue évolution du couple biologique plante-insecte, s'ajoutent des spécificités enzymatiques en rapport avec la nature chimique du substrat.

Dans ce cadre et de façon générale, les insectes tirent leurs principales ressources énergétiques à la faveur de l'importante activité des α -Glucosidases (invertases-maltase, etc...) sur des glucides simples que sont le saccharose et le maltose.

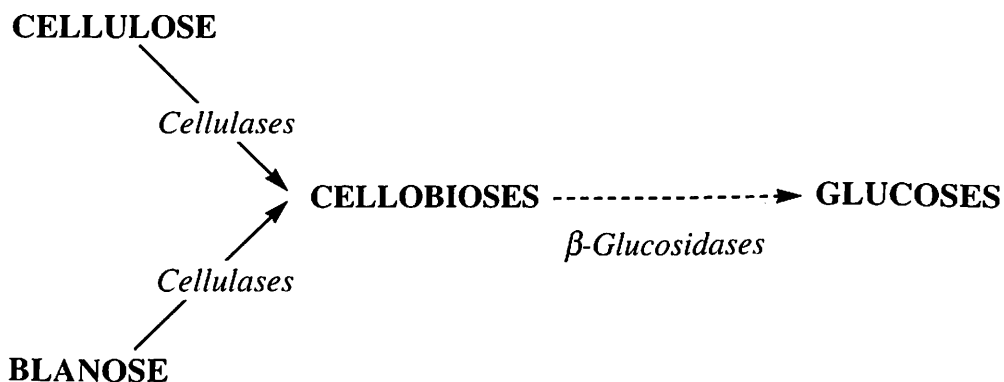
Ces derniers sont rapidement hydrolysés pour permettre à l'insecte de disposer d'une source d'énergie facilement assimilable grâce au glucose et au fructose ainsi formés.

Pour ces oligosaccharides, la poche gastrique constitue la portion dans laquelle s'effectuent les plus importantes hydrolyses enzymatiques, mettant ainsi à la disposition des insectes adultes une fraction importante de

glucides de réserve nécessaire aux vols prolongés.

A cette règle, les insectes xylophages se démarquent grâce à l'importante activité des β -Glucosidases (cellobiases) sur cellobioses et surtout la présence de Cellulase, leurs permettant d'utiliser des composés complexes que sont la cellulose et le blanoose. La compartimentation de ces activités osidasiques sur des glucides complexes que sont les polysaccharides, relevées chez les larves de *P. semipunctata F.* par exemple, renforce l'hypothèse avancée par certains auteurs quant à la nécessité de séparer le mésenteron en plusieurs segments fonctionnels.

C'est ainsi que les principales activités β -Glucosidasiques situées dans la 2ème partie de l'intestin moyen ne peuvent que faciliter de cette façon, une utilisation rationnelle et efficace du cellobiose qui apparaît lors de la transformation préalable de la cellulose par les cellulases selon le processus d'hydrolyse suivant :



Cette spécialisation très marquée de l'intestin moyen, en rapport avec le lieu d'habitat de l'insecte, est étroitement lié à :

- La proportion de la cellulose contenue dans le milieu nutritionnel de l'insecte variable selon les essences de 40 à 62 % du poids sec ;
- L'état physiologique de la plante hôte, qu'on peut classer en trois catégories :
 - Sujet sain et vigoureux
 - Sujet déficient
 - Sujet pourri et décomposé

Il y a lieu de noter à cet effet, que les recherches portant sur l'origine de ces cellulases ont permis de classer les insectes xylophages en trois groupes :

- **Ceux qui s'attaquent au bois vivant** : dans ce cas les cellulases sont secrétées par l'épithélium intestinal ex : *P. semipunctata* F.

- **Ceux s'attaquent au bois sec mais non pourri** : dans ce cas, l'insecte digère la cellulose à l'aide de cellulases propres (ex : *Hulotrupes*) ou à l'aide de leurs symbiotes (ex : les *Termites*).

- **Ceux qui s'attaquent au bois décomposé** : dans ce cas, les micro-organismes symbiotiques participent partiellement à l'attaque de la cellulose (ex : *Cétoines*).

CONCLUSION

Ces différentes formes d'adaptations, caractérisées par des préférences et des besoins bien déterminés,

sont précédées par une phase préliminaire portant sur le choix et l'identification de la plante-hôte. Ainsi les insectes xylophages, au même titre que les autres insectes, marquent souvent des préférences nettes pour une espèce végétale donnée.

Cette relation chimique est codifiée par des substances dites «secondaires» très caractéristiques des différentes espèces botaniques ; leur présence, leur concentration et même leur combinaison interviennent dans la sélection de la plante-hôte, l'appétence, la prise alimentaire ainsi que sa poursuite.

Dans ce cadre, il est à signaler qu'une ablation des palpes maxillaires de *P. semipunctata* F. a contribué à faire accepter à l'insecte des substances secondaires sans valeur alimentaire mais qui exercent sur les insectes normaux un net pouvoir de répulsion.

Références bibliographiques :

Chararas C. 1981. Etude du comportement nutritionnel et de la digestion chez certains Cerambycidae xylophages. Parties I et II. C.N. Rech. Sci., paris, pp. 207-264.

Chararas C. 1983. Régime alimentaire et activités osidasiques des insectes xylophages. Bull.Soc. Zoo. de Fr. 183, n°3 pp. 389-397.

Courtois J.E. & Chararas C. 1965. Les enzymes hydrolysant les glucides (hydrate de carbone) chez les insectes xylophages parasites des arbres forestiers. In Materiel and Organismen. Beitr. 1, pp. 127-150.

- Courtois J.E. & Poisson J. 1980.** Dosage du glucose dans les liquides biologiques. Méthode de Nelson et Somogyi adaptée. Sémin. Hop. Paris, suppl. Patho. et Biol. 8, pp. 792-825.
- EPPO/CABI. 1992.** Scolytidae (non Européen). In : Quarantine pests. CAB. International, Wallingford. Royaume Uni, 107 p.
- GABE M. 1968.** Techniques histologiques. éd. Masson et Cie, Paris VI, 282 p.
- Linsley E. 1959.** Ecology of Cerambycidae. Ann. Rev. Ent., 4, pp. 99-138.
- Lison L. 1960.** Histochimie animale : principes et méthodes. éd. Gauthier - Villard, V, I, 397 p.
- Martoja & Martoja - Pierson. 1967.** Initiation aux techniques de l'histologie animale. éd. Masson & Cie, Paris VI, 178 p.
- Moumen A. 1985.** Contribution à l'étude de la nutrition et des osidases de *Phoracantha semipunctata* F. (Col. Cerambycidae - Xylophage). Thèse de Doct. Ing. Univ. P. et M. Curie, Paris VI, 70 p.
- Nelson N. 1944.** Aphotométrie adaptation of the Somogyi method for the determination of glucide. J. Biol. Chem., 153, pp. 375-380.
- OEPP/EPPO. 1990.** Exigences spécifiques de quarantaine. EPPO. Technical Documents, n°1008, 167 p.
- Pearse A. 1960.** Histochemistry theoretical and applied. Churchill edit. London, 998 p.
- Poll M. 1936.** Corrélations morphologiques entre le tube digestif et les tubes de Malpighi des Coléoptères. Ann. Soc. Ent. Bel., 71, pp. 74-124.
- Riba G. 1976.** Etude du tube digestif et de l'alimentation de quelques Cerambycidae. Thèse Doct. Ing. Univ. P. et M. Curie, Paris VI. 89 p.
- Somogyi M. 1945.** Determination of blood sugar. J. Biol. Chem., 160, pp. 69-73.
- Walbauer G. 1968.** The consumption and utilization of food by insects. Adv. Insect. Physiol., 5, pp. 229-288.