

BULLETIN MENSUEL
DE LA
SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON

FONDEE EN 1822

RECONNUE D'UTILITE PUBLIQUE PAR DECRET DU 9 AOUT 1937
des SOCIETES BOTANIKUES DE LYON, D'ANTHROPOLOGIE ET DE BIOLOGIE DE LYON
REUNIES
et de leurs GROUPES REGIONAUX : ROANNE, VALENCE, etc.

Siège social et Secrétariat général : 33, rue Bossuet, 69006 Lyon

TRESORERIE :

T A R I F

	1979
Abonnement France	60 F
Membre scolaire	30 F
Abonnement Etranger	66 F
Changement d'adresse, inscription ou réintégration en sus	8 F

N.B. — Les virements à notre C.C.P. LYON 101-98 ou les chèques bancaires, doivent être rédigés au nom de la SOCIETE LINNEENNE DE LYON.

SOMMAIRE

VERDUS M.-Cl. — Etude biologique des Propagules de <i>Campylopus introflexus</i> (Hedw.) Brid. <i>sens. restr.</i> (Bryopsida, Dicranales) en relation avec sa dispersion	135
CHARARAS C. et CHIPOULET J.-M. — Nutrition et activité glycosidasique de deux Coléoptères Scolytidae parasites de l'Orme (<i>Ulmus campestris</i>)	144
KÜHNER R. — Les grandes lignes de la classification des Agaricales, Plutéales, Tricholomatales (suite)	145

NUTRITION ET ACTIVITE GLYCOSIDASIQUE DE DEUX COLEOPTERES SCOLYTIDAE PARASITES DE L'ORME (*ULMUS CAMPESTRIS*)

par C. CHARARAS et J.-M. CHIPOULET.

Résumé. — Nous étudions dans ce travail deux *Scolytidae* spécifiques de l'Orme, *Scolytus scolytus* et *Scolytus multistriatus*, insectes d'une très grande importance économique puisqu'ils véhiculent un Cryptogame (*Ceratostitis ulmi*) considéré comme le facteur essentiel du dépérissement de l'Orme en France. Simultanément, du fait de leurs morsures de nutrition, ces deux *Scolytidae* causent aux Ormes des dommages directs également considérables. En effet, les adultes mâles et femelles ne peuvent acquérir leur maturité sexuelle qu'après une phase de nutrition très intense sur des tissus frais et provoquent ainsi de très graves lésions physiologiques sur les arbres attaqués.

La question de la nutrition et des glycosidases n'ayant fait jusqu'à présent l'objet d'aucune étude chez ces deux insectes, les auteurs présentent ici les résultats de leurs recherches sur la nutrition et les activités glycosidasiques de *Scolytus scolytus* et *Scolytus multistriatus*, en résumant rapidement leurs caractéristiques biologiques les plus marquantes.

Les larves de ces deux insectes effectuent leur nutrition au dépens du liber riche en glucides en déterminant des lésions irréversibles sur les sujets attaqués. Ces larves ingèrent ainsi des oligosaccharides, des hétérosides et des polysaccharides, tels que l'amidon, la pectine, les hémicelluloses et la cellulose.

En ce qui concerne les oligosaccharides, les deux insectes hydrolysent activement le saccharose, le maltose, le lactose et le raffinose et à un moindre degré le mélézitose. L'activité sur l' α -méthyl glucoside et l' α -phényl glucoside apparaît en revanche relativement faible par rapport à l'hydrolyse des substrats précédents. Les larves possèdent donc un équipement enzymatique riche en α et β -glucosidases, des α et β -galactosidases, des α -mannosidases et des β -xylosidases.

Les larves des deux insectes possèdent également des polysaccharidases agissant sur l'amidon et sur diverses hémicelluloses, notamment l'arabogalactane, la xylane, la galactomannane et l'Hémicellulose B $\bar{7}$, mais restent sans action sur la cellulose pure.

Les hydrates de carbone jouent donc un rôle considérable dans le développement de ces deux *Scolytidae*.

I. INTRODUCTION.

Les *Scolytidae* du genre *Scolytus* Müller sont relativement nombreux et leur comportement alimentaire varie sensiblement suivant les espèces. Certaines sont polyphages et s'attaquent aussi bien aux essences forestières (feuillus et conifères) qu'aux arbres fruitiers ; c'est ainsi par exemple que *Ruguloscolytus rugulosus* Müller s'attaque à plus de quinze espèces de végétaux, notamment prunier, abricotier, pêcher, cerisier, pommier, poirier et sorbier. Il en va de même pour *Scolytus mediterraneus* Eggers qui vit aux dépens des arbres fruitiers en Afrique, notamment en Tunisie et au Maroc, sans marquer de nette spécificité pour une essence bien déterminée. Certaines espèces par contre font preuve d'exigences beaucoup plus strictes pour leur nutrition et leur ponte, comme par exemple *Scolytus ulmi* Redtenbacher qui vit sur l'Orme, ou *Scolytus ratzeburgi* Janson qui montre un préférence marqué pour *Betula* alors que *Scolytus laevis* Chapuis se rencontre sur *Ulmus*, *Quercus*, *Fagus* et *Tilia*, entre autres.

Les *Scolytidae* du genre *Scolytus* sont des espèces qui s'attaquent aux essences feuillues et plus spécialement aux arbres fruitiers, à l'exception de quelques espèces qui vivent uniquement sur certains conifères, à l'instar de *Scolytus numidicus* Bris. parasite spécifique de *Cedrus atlantica* du Moyen-Atlas (Maroc).

Ayant brièvement rappelé ces notions très générales sur les espèces du genre *Scolytus*, nous aborderons certains aspects de la biologie et de l'écologie de *Scolytus scolytus* F. et de *Scolytus multistriatus* Mars., espèces parasites de

(suite page 177)

(suite de la page 144)

l'Orme (*Ulmus*), que nous avons étudiées plus particulièrement du point de vue de la nutrition et de l'activité enzymatique.

Scolytus multistriatus Marsham jouit d'une large répartition biogéographique puisque cette espèce est connue aussi bien dans la zone méridionale de l'Europe que dans l'Europe tempérée ; elle est représentée également en Sibérie et on la trouve même aux Etats-Unis.

Insectes très répandus en France où ils vivent exclusivement aux dépens de l'Orme, en s'attaquant non seulement aux arbres dépérissants, mais aussi aux sujets encore en sève malgré une légère déficience physiologique, *Scolytus multistriatus* Mars. et *Scolytus scolytus* F. ont largement contribué à la propagation d'un Cryptogame : *Ceratostitis ulmi* auquel est imputable le dépérissement de l'Orme en France.

Les recherches que nous avons conduites sur la réceptivité des divers Ormes ont montré que même les sujets en pleine sève, c'est-à-dire en bon équilibre physiologique (avec une pression osmotique de la sève élaborée de 11 à 13 atm. au mois d'avril) peuvent se trouver colonisés par ces deux espèces de *Scolytus*. Toutefois lorsqu'un arbre traverse une phase de légère déficience physiologique, les modifications de sa vitalité et la diminution de son pouvoir de défense en font un biotope de prédilection pour ces insectes et il meurt à bref délai du fait des attaques de ces deux *Scolytus* dont les galeries larvaires pénètrent dans le liber et déterminent ainsi des lésions irréversibles, tout en favorisant l'envahissement et la propagation rapide d'un Cryptogame, *Ceratostitis ulmi*. Il n'est pas rare d'observer une très forte densité de galeries larvaires entre le liber et l'aubier ; ces galeries sinueuses et entremêlées accélèrent sensiblement le dépérissement généralisé de la plante-hôte en perturbant profondément son comportement physiologique. Si ces deux *Scolytidae* provoquent des dégâts du fait de la nutrition larvaire dans la zone du liber, il faut cependant souligner que c'est l'action du champignon transporté par les insectes adultes qui est la cause première de ce dépérissement général. Avant d'aborder l'étude plus particulière de la nutrition et de l'activité enzymatique chez *Scolytus scolytus* F. et *Scolytus multistriatus* Mars., nous donnerons ici quelques éléments de la biologie de ces deux espèces.

II. APERÇU GÉNÉRAL SUR LA BIOLOGIE DE SCOLYTUS SCOLYTUS F. ET SCOLYTUS MULTISTRIATUS Mars.

1) *Scolytus scolytus* Fabre.

Cet insecte est très répandu puisqu'on le trouve un peu partout en Europe, depuis l'Ecosse, la Grande-Bretagne, la Belgique, la Hollande et la Scandinavie, jusqu'en U.R.S.S. Il est également très commun en France, dans de nombreux secteurs bioclimatiques, notamment dans la Région Parisienne où il commet des dégâts parfois inquiétants. En revanche, au cours de ses nombreuses missions en Afrique du Nord, C. CHARARAS n'a jamais eu l'occasion d'observer cet insecte, pas plus en Tunisie qu'au Maroc.

En règle générale, *Scolytus scolytus* F. nidifie sur les sujets âgés d'*Ulmus campestris* mais il peut exceptionnellement effectuer sa nutrition sur *Populus* ou *Salix*, sans que ces essences constituent des hôtes de prédilection. Les adultes commencent à essaimer en mai-juin mais doivent d'abord accomplir leur nutrition de maturation sur les pousses ou les bourgeons de jeunes rameaux avant de se diriger vers les branches ou les troncs des vieux arbres, sur lesquels a lieu l'installation définitive en vue de la ponte. Au moment de l'émergence ce sont les femelles physiologiquement mûres qui pratiquent le trou de pénétration, que

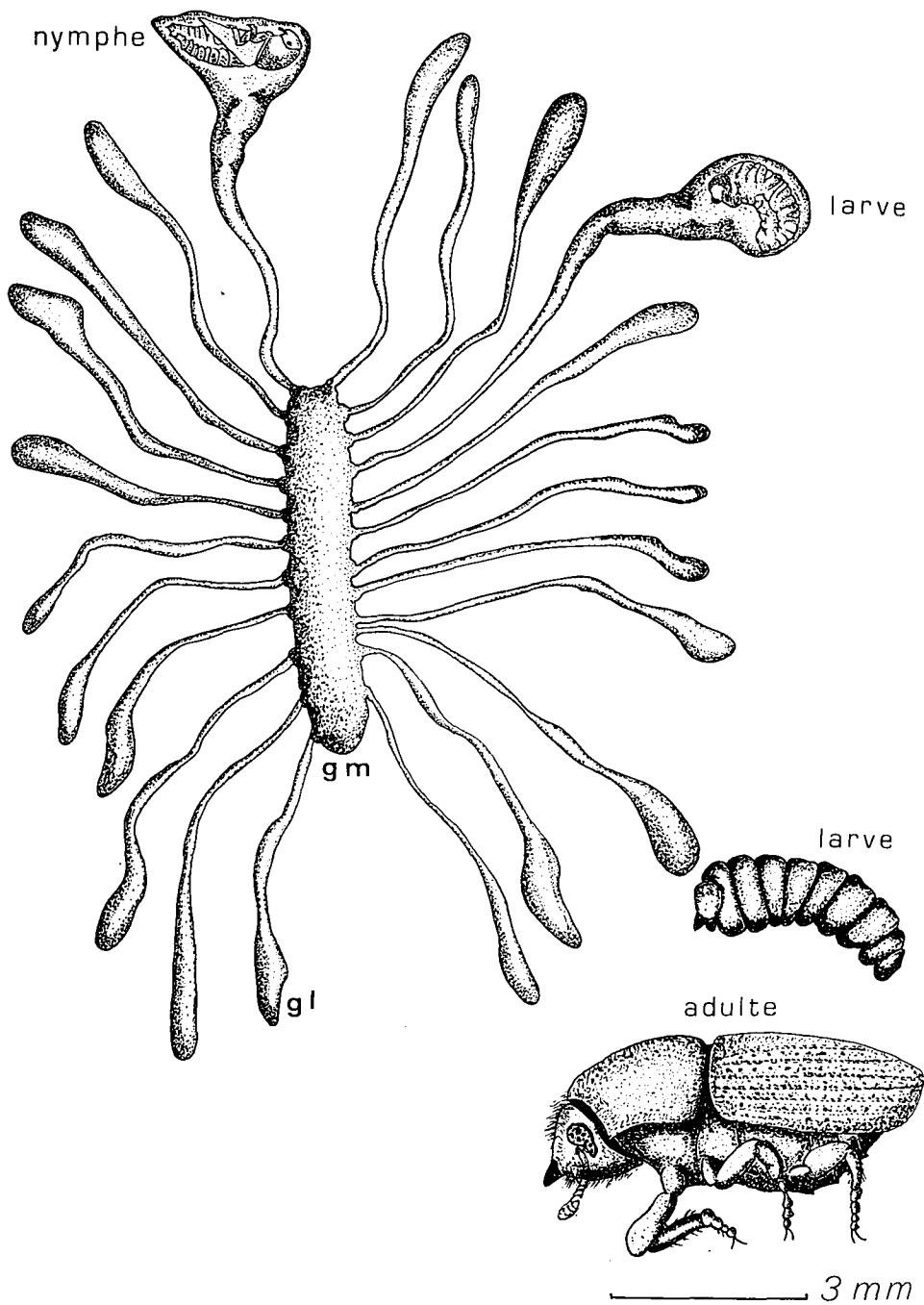


Figure 1: Galerie maternelle et galeries larvaires de *Scolytus scolytus*. Noter l'aspect sinueux des galeries larvaires.

le mâle utilise ensuite pour rejoindre la femelle puisqu'il s'agit d'une espèce monogame ; aussitôt fécondée, la femelle creuse, dans le sens de l'axe du tronc, une galerie de ponte de type longitudinal mesurant de 4 à 6 cm, voire parfois 8 cm. Le mécanisme de détection de l'emplacement des femelles par les mâles repose sur l'attraction sexuelle exercée sur l'insecte mâle par la femelle mais il est essentiel de souligner que cette attraction ne se déclenche qu'après la maturation physiologique de la femelle. En ce qui concerne la substance responsable de cette attraction, les recherches ont montré (C. CHARARAS 1966-1974) que les modalités d'élaboration des phéromones responsables de l'attraction sexuelle sont en tous points comparables au processus déjà décrit chez d'autres *Scolytidae* monogames (*Blastophagus piniperda* L. par exemple). L'élaboration des phéromones de *Scolytus scolytus* F. se trouve donc liée à la nutrition de maturation et implique également la participation de certaines cellules du tube digestif qui métabolisent les produits de digestion. Dans le cas de *Scolytus scolytus* F. les déjections fraîchement récoltées des femelles exercent une faible attraction sur les insectes mâles, ce qui autorise à admettre l'intervention des sécrétions intestinales dans l'élaboration des phéromones. En effet, si les insectes peuvent se nourrir normalement dans un liber dont on a préalablement extrait les constituants glucidiques et phénoliques, nous avons constaté que dans ce cas la maturation physiologique des jeunes femelles et l'élaboration des phéromones ne s'effectuent plus ; c'est ce qui nous conduit à penser qu'en l'absence de constituants glucidiques et phénoliques les femelles restent incapables d'élaborer leurs phéromones et n'auront donc pas l'occasion de s'accoupler puisqu'elles n'exerceront aucune attraction sur les insectes mâles. Par contre la nutrition sur des bourgeons frais, riches en glucides et en constituants phénoliques, contribue à accélérer le processus de maturation et d'élaboration des phéromones. Au fur et à mesure de la progression de sa galerie de ponte, la femelle dépose ses œufs au nombre de 50, 60 ou parfois 80 (maximum), un par un dans des encoches individuelles creusées de chaque côté de cette galerie. L'éclosion de ces œufs varie suivant les conditions climatiques mais se situe en général 9 à 12 jours après la ponte et chaque larve commence aussitôt à pratiquer sa nutrition aux dépens du liber dont elle utilise les glucides solubles. Sa nutrition achevée, la larve creuse dans la masse du liber une excavation dans laquelle elle se transforme en une nymphe qui donnera elle-même naissance à l'insecte parfait.

D'après certains auteurs, notamment BALACHOWSKY, l'insecte posséderait deux générations annuelles dans la région parisienne, avec un deuxième essaimage en septembre suivi d'une ponte et de l'éclosion des larves qui passent en quiescence toute la période hivernale ; l'évolution de cette génération reprend au printemps suivant et les adultes font leur apparition au mois de mai pour essayer, effectuer leur nutrition de maturation et pondre à leur tour. Ce schéma du cycle évolutif n'est ni régulier ni même constant car l'évolution dépend très largement des conditions thermiques qui peuvent être très différentes d'une année à l'autre.

Scolytus scolytus F. est un insecte très important sur le plan économique en raison des dommages irrémédiables qu'il cause aux ormes en favorisant la propagation de *Cerastotomella ulmi*, Cryptogame très répandu dans la région parisienne.

2) *Scolytus multistriatus* Mars.

Egalement très commun en France, en Grande-Bretagne, ainsi que dans

toute l'Europe tempérée et méridionale, cet insecte est connu jusqu'au Caucase et il s'est même acclimaté aux Etats-Unis. Il s'agit d'un parasite typique de l'Orme qui a été très accidentellement signalé sur *Prunus* et *Populus*. Comme chez *Scolytus scolytus* F. l'essaimage intervient en mai ou juin suivant les conditions climatiques ; par ailleurs il est intéressant de noter que le sex ratio est toujours de un pour l'ensemble des très nombreuses populations observées. Bien que la température préférentielle se situe entre 24° C et 29° C, l'insecte peut s'envoler à 22° C, mais une température de 14° C constitue le seuil-limite en dessous duquel l'envol devient impossible.

Scolytus multistriatus Mars. s'attaque en général à des sujets légèrement affaiblis mais encore en sève. On constate cependant que certains sujets en déficience physiologique sont visiblement préférés à d'autres et l'on ne peut donc pas exclure l'hypothèse selon laquelle certains constituants de l'arbre subissent des transformations chimiques qui contribuent à l'attraction de cet insecte. En plus de cette attraction exercée par la plante-hôte, il est à noter qu'il existe une attraction sexuelle bien marquée exercée par les femelles, comme dans le cas de *Scolytus scolytus* F.

Dès 1956, C. CHARARAS a décelé l'existence d'une action spécifique de la femelle sur le mâle et NORRIS (1967) a également montré que la femelle exerce une attraction d'origine chimique. Comme *Scolytus scolytus* F., *Scolytus multistriatus* Mars. exerce une attraction sexuelle qui ne peut se manifester que chez les femelles physiologiquement mûres, c'est-à-dire qui ont déjà pratiqué leurs morsures de nutrition sur les jeunes bourgeons riches en glucides et en constituants phénoliques.

Les recherches dans cette voie ont montré également que, sur les troncs attaqués, l'installation des premières femelles déclenche une attraction de masse ; nous avons constaté en effet qu'à la suite de ces premières attaques un grand nombre de femelles viennent s'installer sur le même tronc, tandis que pour leur part les mâles se dirigent vers les trous de pénétration des femelles où s'effectue l'accouplement. Lorsque les sorties des mâles et des femelles sont synchrones, la femelle vierge physiologiquement mûre se trouve rejointe par un mâle aussitôt qu'elle a pratiqué le trou de pénétration, mais si ce mâle l'abandonne, on observe l'arrivée d'autres mâles et il peut donc y avoir dans certains cas répétition de l'accouplement avec différents mâles venant de l'extérieur. Si au contraire l'envol asynchrone se traduit par un décalage des sorties respectives des mâles et des femelles, après avoir foré le trou de pénétration, la femelle pratique une galerie de nutrition de maturation complémentaire, de forme irrégulière, tout à fait caractéristique. Dans l'hypothèse où la sortie des mâles intervient tardivement, deux à trois semaines après l'envol des femelles, celles-ci demeurent sur place sans s'accoupler mais l'attraction sexuelle diminue rapidement, de telle sorte que la femelle devient incapable d'attirer les mâles lors de leur envol et creuse de ce fait des galeries sans ponte.

Il n'est pas exclu qu'un insecte mâle puisse féconder plusieurs femelles et nous admettons donc l'existence d'une polygamie facultative car en règle générale *Scolytus multistriatus* Mars. est un insecte monogame. Par ailleurs il n'est pas rare que le mâle abandonne l'emplacement préalablement choisi pour se diriger vers l'orifice de pénétration d'une femelle en cours d'installation, démontrant ainsi le pouvoir d'attraction potentielle des femelles qui viennent de s'installer. Après l'accouplement, la femelle fore sur une longueur de 3 à 4 cm une galerie de ponte de type longitudinal, tout au long de laquelle elle dépose ses œufs. L'incubation des œufs demande un temps variable (12 jours, parfois 14)

mais lorsque les conditions thermiques sont favorables (28° C au laboratoire), l'éclosion s'effectue au bout d'une semaine. Aussitôt nées, les larves commencent à se nourrir aux dépens de l'écorce et du liber riche en glucides et toute l'évolution se fait dans la masse corticale et libérienne où elles se transforment successivement en nymphes, puis en imagos, qui s'envoleront pour effectuer leurs morsures de nutrition.

Malgré son caractère secondaire, *Scolytus multistriatus* Mars. cause des dommages indiscutables car non seulement il favorise l'extension de la maladie de l'orme en propageant le cryptogame responsable, mais encore l'insecte accélère directement le dépérissement de cette essence par les lésions que constituent ses morsures de nutrition, et ses galeries de ponte localisées dans la zone libérienne.

III. NUTRITION ET ACTIVITÉ ENZYMATIQUE.

La question de la nutrition et de l'activité enzymatique n'a fait jusqu'à présent l'objet d'aucune étude chez *Scolytus scolytus* F. et *Scolytus multistriatus* Mars. Nous savons qu'au stade larvaire *Scolytus scolytus* F. effectue sa nutrition dans le liber riche en glucides (glucose, saccharose, fructose, raffinose) mais en même temps la larve absorbe la cellulose qui ne peut être assimilée qu'en très faible partie, la lignine qui n'est pas digérée, l'amidon qui est largement utilisé ainsi que divers glucides complexes (arabanes, galactanes ou glucomannanes) qui sont hydrolysés par les enzymes digestives. Les adultes effectuent leur nutrition d'une part dans le liber, d'autre part dans les tiges terminales qui leur fournissent les constituants énergétiques quantitativement et qualitativement propices dont ils ont besoin pour leur maturation ; c'est après cette nutrition de maturation que les insectes deviennent capables de s'installer sur de nouveaux sujets pour y effectuer leur ponte.

1) ÉTUDE DE LA NUTRITION AU LABORATOIRE.

La nutrition des larves et des adultes a été étudiée également sur différents milieux synthétiques :

- sciure naturelle et liber d'orme renfermant tous leurs constituants ;
- sciure de liber d'orme totalement privée de ses substances glucidiques par une première ébullition à l'alcool à 70°, suivie d'une seconde dans l'eau pour éliminer l'amidon ;
- cellulose pure sans aucun apport de constituants glucidiques ;
- cellulose enrichie de divers glucides : glucose, fructose, saccharose et raffinose ;
- cellulose pure, sans glucides, mais en présence de vitamines du groupe B ;
- cellulose + vitamines + acides aminés glucoformateurs.

Les observations réalisées dans ces conditions permettent de conclure que la sciure naturelle de l'orme est le milieu qui se prête le mieux à la nutrition des larves et des adultes. De même la sciure de diverses autres essences forestières, telles que *Quercus*, assure normalement la nutrition des larves et la nutrition de maturation des adultes. En ce qui concerne les milieux à base de cellulose, nous avons constaté que les insectes peuvent se nourrir et se développer sur cellulose enrichie en divers glucides, alors que sur cellulose pure sans adjonction glucidique la mortalité apparaît très élevée (68 % au bout de 23 jours). Ceci démontre que les larves et les adultes de *Scolytus scolytus* F. comme de *Scolytus multistriatus* Mars. ne peuvent évoluer qu'en présence de glucides ; précisons à ce sujet qu'en mélange avec la cellulose, l'amidon de blé

et une préparation amylicée connue sous le nom de Germaline offrent des conditions favorables à la nutrition.

A côté des constituants, d'autres facteurs entrent en jeu comme l'humidité et la compacité du milieu. Pour que les larves de *Scolytus scolytus* F. se développent dans des conditions propices, il est indispensable de tenir compte du thigmotactisme car, dans les conditions naturelles, larves et adultes effectuent leur nutrition entre liber et aubier.

L'expérimentation nous a montré par ailleurs qu'il existe également un thermopréférendum bien marqué puisque la nutrition optimale s'observe à une température supérieure à + 18° C. Les températures inférieures n'inhibent pas pour autant l'activité nutritive qui se poursuit tout à fait normalement à + 14° C et même + 12° C, la torpeur par le froid n'apparaissant qu'au dessous de + 6° C et la torpeur complète, sans aucun mouvement et sans activité digestive, aux alentours de + 3° C. En ce qui concerne les hautes températures, la nutrition peut s'effectuer sans perturbations jusqu'à + 35° C et même 38° C et ce n'est qu'au delà de + 39° C que l'on observe des mouvements désordonnés et une diminution frappante de l'appétence, qui précèdent et annoncent l'arrêt complet de la nutrition si la température dépasse + 40° C.

Après avoir ainsi brièvement analysé les modalités de la nutrition chez *Scolytus scolytus* F. et *Scolytus multistriatus* Mars., nous rappellerons quels sont les principaux constituants du bois et nous définirons les substrats utilisés pour nos recherches sur l'activité enzymatique.

2) LES CONSTITUANTS DU BOIS.

Parmi les très nombreux constituants du bois d'*Ulmus campestris*, les plus importants sont incontestablement la lignine qui n'est pas utilisée par l'insecte, la cellulose, la pectine (paroi pecto-cellulosique) et l'amidon (amyloplast), ainsi que les arabanes, les galactanes et les xylanes qui constituent le complexe liber-xylème.

Il nous paraît intéressant de signaler ici que les tissus végétaux se composent principalement de glucides et plus précisément d'osides, c'est-à-dire de dérivés des oses, sucres non hydrolysables appelés autrefois monosaccharides. Selon qu'ils renferment ou non une substance non glucidique (aglycone), les osides ont été classés en hétérosides et holosides, ces derniers se subdivisant à leur tour en deux groupes d'après leur complexité moléculaire (degré de polymérisation). Ceux qui renferment au plus dix unités d'oses forment les oligoholosides ou encore oligosaccharides, l'association de plus de dix unités donnant les polyholosides ou polysaccharides.

Parmi les oligosaccharides les plus courants du tissu végétal, citons le saccharose et le raffinose; l'hydrolyse du saccharose donne un glucose et un fructose, auxquels vient s'ajouter un galactose dans le cas du raffinose. En ce qui concerne les polysaccharides, le bois renferme une quantité importante d'amidon et de pectine, qui forme le constituant de base des parois cellulaires. Notons par ailleurs que la lignine, polymère complexe des phénols, sert de support aux polysaccharides. Enfin la cellulose, polysaccharide composé de longues chaînes de glucose reliées par des liaisons 1 → 4, n'est attaquée que par de rares espèces d'insectes, notamment certains *Cerambycidae* spécifiques du bois mort comme *Rhagium inquisitor* L. ou *Ergates faber* L. Formées d'un mélange de glucomannanes, de dérivés glucuroniques, d'araboxylanes et d'arabogalactanes, les hémicelluloses constituent, pour l'ensemble des *Scolytidae* et

la plupart des autres insectes xylophages étudiés, une nourriture beaucoup plus facilement assimilable que la cellulose (CHARARAS et COURTOIS, 1967).

Pour la détermination de l'activité enzymatique des larves et des adultes de *Scolytus multistriatus* Mars. et *Scolytus scolytus* F., nous avons utilisé un grand nombre de substrats appartenant à tous les groupes que nous venons de définir : oligosaccharides, hétérosides, polysaccharides.

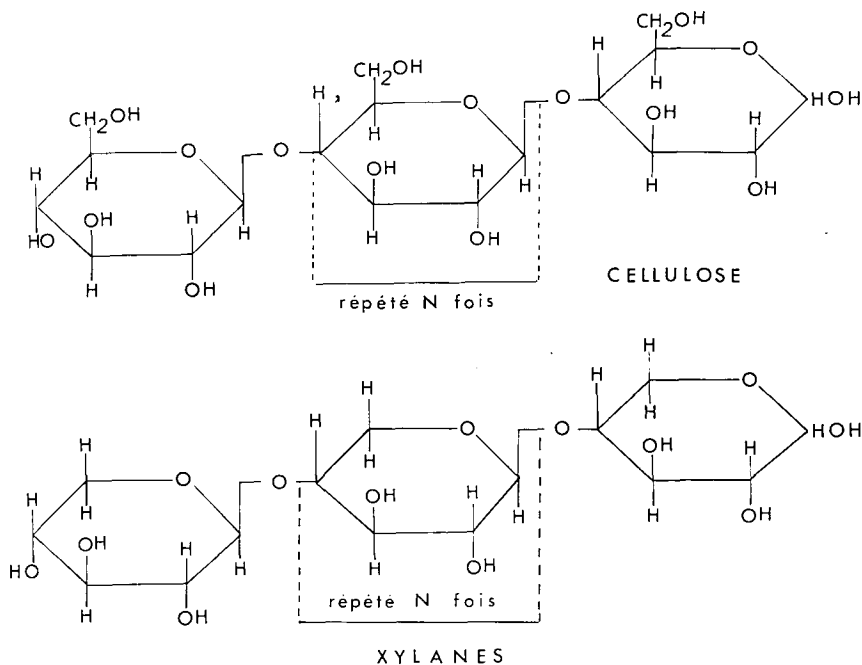


Figure 2: Formule développée de la cellulose d'après J.-M. BARRY et E.-M. BARRY. Selon ces auteurs il est permis de conclure que la cellulose est composée de longues molécules au sein desquelles des résidus D-glucose sont reliés par des liaisons β -(1 \rightarrow 4). Seuls les insectes possédant des cellulases sont susceptibles d'utiliser ce substrat, ce qui n'est le cas ni de *Scolytus scolytus*, ni de *Scolytus multistriatus*. Ces insectes peuvent en revanche hydrolyser les hémicelluloses telles que les xylanes, les mannanes, les glucomannanes et les arabogalactanes.

Formule développée de la xylane, hémicellulose constituée essentiellement de chaînes de résidu xylopyranose avec liaisons β -(1 \rightarrow 4). Cette hémicellulose est hydrolysée par les enzymes digestives des deux *Scolytus* étudiés, qui possèdent tous deux des xylanases.

3) SUBSTRATS UTILISÉS ET MÉTHODOLOGIE.

a - Substrats utilisés.

OLIGOSACCHARIDES ET HÉTÉROSIDES.

Glucopyranosides :

type α : α -méthylglucosides, α -phénylglucoside, maltose, mélézitose, saccharose, tréhalose et P-Nitrophényl- α -D-glucopyranoside, ce dernier étant un substrat chromogène ;

type β : β -méthylglucoside, β -phényl-glucoside et P-Nitrophényl- β -D-glucopyranoside, ce dernier étant un substrat chromogène.

Galactopyranosides :

type α : raffinose et P-Nitrophényl- α -D-galactopyranoside, ce dernier étant un substrat chromogène ;

type β : β -phénylgalactoside, lactose et un substrat chromogène, le O-Nitrophényl- β -D-galactopyranoside.

Fructofuranosides :

le saccharose et le raffinose sont susceptibles de libérer du fructose par attaque de l'invertase sur la liaison fructofuranosidique du saccharide.

Autres substrats chromogènes utilisés :

— Pour la détermination de l' α -mannosidase : le P-Nitrophényl- α -D-mannopyranoside.

— Pour la détermination de l' α - et de la β -xylosidases : le P-Nitrophényl- α -D-xylopyranoside et le P-Nitrophényl- β -D-xylopyranoside.

POLYSACCHARIDES.

— *Pectine* : elle libère par hydrolyse sulfurique de l'arabinose, du galactose, de l'acide galacturonique et une faible quantité de xylose. Ce substrat est spécifique de l'activité pectinasiq.

— *Amylopectine ou isoamylose* : représente 70 à 80 % de l'amidon. Elle est constituée de chaînes de D-glucose relié par des liaisons α (1 \rightarrow 4), ces chaînes étant elles-mêmes ramifiées par des liaisons α (1 \rightarrow 6). L'hydrolyse de l'amylopectine par des amylases donne naissance à du maltose et à de l'isomaltose. L'hydrolyse acide ou par une maltase conduit en définitive à du D-glucose.

— *Amidon* : D'après GUIGNARD, l'amidon est le principal polyoside de réserve ; il s'agit d'un mélange de deux constituants, l'amylose et l'amylopectine. La molécule d'amylose se présente comme une longue chaîne non ramifiée décrivant une hélice formée de 300 à 1 000 unités de D-glucopyranose associées par des liaisons α (1 \rightarrow 4).

L'amylopectine constituée de 1 000 à 3 000 unités de glucose a une structure ramifiée ; les rameaux latéraux constitués de 8 à 17 restes de glucose sont branchés selon des liaisons α (1 \rightarrow 6) sur une chaîne hélicoïdale principale du type amylose ; ces branchements se feraient environ tous les 25 glucoses.

Les α -amylases des sécrétions digestives animales scindent des liaisons glucosidiques (1 \rightarrow 4) en s'attaquant aussi bien aux chaînes internes qu'aux chaînes externes et découpent l'amidon en maltose, glucose et α -oligodextrines-limites ramifiées.

Les β -amylases (amylases végétales) hydrolysent presque complètement l'amylose, tandis qu'elles ne dégradent qu'environ la moitié de l'amylopectine, leur action étant arrêtée soit par un point de branchement (1 \rightarrow 6), soit par la présence d'un radical d'acide phosphorique (POLONOWSKI).

D'autre part il existe un autre type d'amylases, les gluco-amylases, appelées γ -amylases, capables d'hydrolyser toutes les liaisons α -glucosidiques (1 \rightarrow 4) et même (1 \rightarrow 6) ; ces amylases ont été trouvées dans les levures, les champignons et les lysosomes du foie des animaux ; elles transforment l'amidon en glucose.

— *Carboxyméthylcellulose sodique* : pour nos essais nous avons utilisé le Blanose R (195) S de la firme Novacel. La carboxyméthylcellulose sodique est obtenue par l'action de l'acide monochloracétique sur une alcalicellulose. Une partie des fonctions alcool primaire supportées par les carbones 6 des unités glucose se trouve substituée.

— *Hémicellulose B⁷* : il s'agit en l'occurrence d'un composé du bois de *Pinus maritima* qui contient 20 % d'une glucuronoaraboxylane, 40 % d'une glucomannane et 5 % d'une glucuronoarabogalactane.

— *Cellulose pure* : une cellulose est un polysaccharide qui est formé de l'enchaînement d'unités de β -D-glucopyranose liées en (I \longrightarrow 4). Nous avons réalisé tous nos dosages sur une cellulose préparée suivant le procédé HALLIWELL à partir de la cellulose WHATMAN en présence d'acide phosphorique (action pendant deux heures et élimination par lavage jusqu'à obtention d'une eau de lavage de pH 7).

— *Araboxylane* : c'est un polysaccharide formé d'une chaîne centrale d'unités β -D-xylopyranosyl (liées en I \longrightarrow 4), sur laquelle se greffent des unités de L-arabofuranose reliées en (I \longrightarrow 3) au xylose.

— *Galactomannane* : c'est un polysaccharide mixte qui libère par hydrolyse, d'une part des galactoses, d'autre part des mannoses. Des unités α -D-galactopyranosyl sont reliées en (I \longrightarrow 6) à une chaîne d'unités β -D-mannopyranosyl associées en (I \longrightarrow 4).

— *Arabinogalactane* : c'est la première fois que nous utilisons ce substrat qui s'hydrolyse en arabinose et galactose. Sa constitution chimique en fait un substrat proche de l'araboglucuronoxylane, polysaccharide que nous avons déjà testé chez d'autres insectes xylophages.

b - Méthodologie :

Dans l'étude de l'activité enzymatique nous avons appliqué le protocole opératoire décrit dans nos précédents travaux (CHARARAS, COURTOIS et Coll.) et qui peut se résumer comme suit :

— prélèvement des insectes (larves ou adultes) ;

— dissection puis broyage du tube digestif de *Scolytus scolytus* F. ou broyage total de l'insecte suivant les cas, en prenant en considération le poids du tube digestif de l'insecte et en ramenant à l'aide de sérum physiologique (après centrifugation selon la méthode classique) le volume du liquide surnageant à 10 cc/1 g de tube digestif. Le liquide surnageant contient les enzymes extracellulaires ;

— libération des enzymes intracellulaires par gels et dégels répétés ; après centrifugation on obtient un nouveau surnageant qui contient les enzymes intracellulaires et dont on ramène également le volume à 10 cc pour 1 g de tube digestif ;

— dialyse pour éliminer le tréhalose ;

— dosage des activités enzymatiques suivant le protocole habituel avec mise en présence de la solution enzymatique, du substrat et du tampon ; parmi les tampons, deux ont été sélectionnés : 4,8 et 5,2 et dans certains cas nous avons également étudié le pH optimum ; l'incubation est réalisée à + 37° C.

Notons que nous avons réalisé pour certains substrats une étude de cinétique enzymatique en vue de déterminer dans un premier temps le déclenchement de la réaction avant de suivre l'évolution de l'hydrolyse.

4) ACTIVITÉS OSIDASQUES DE SCOLYTUS SCOLYTUS.

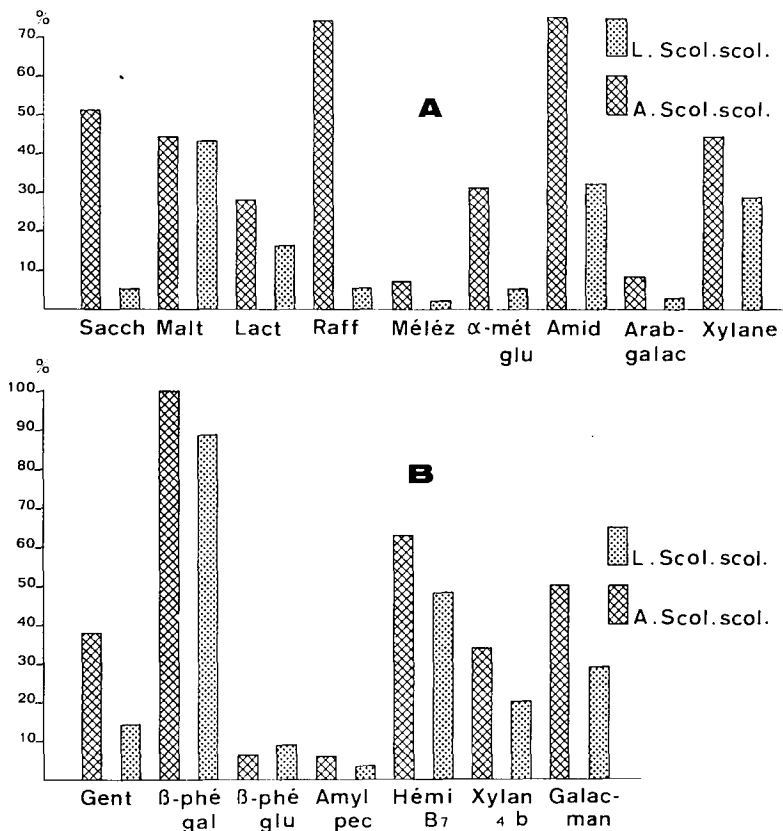
Les histogrammes de la figure n° 3 figurent les activités osidasiques des extraits du tube digestif des larves et des adultes de *Scolytus scolytus*.

Malgré les différences quantitatives les larves et les adultes possèdent le même équipement osidasique. Sur l'ensemble des substrats les activités apparaissent toujours supérieures chez les adultes mais il s'agit d'adultes en nutri-

- Scolytidae*) isolated from the bark of *Ulmus americana*. *Ann. Entomol. Soc. Americ.*, 60 : 1213-1215.
- BAKER J. E. et NORRIS D. M., 1968. — Further biological and chemical aspects of host selection by *Scolytus multistriatus*. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 61 : 1248-1255.
- BAKER J. E., RAINEY D. P., NORRIS D. M. et STRONG F. M., 1968. — P. Hydroxybenzaldéhyde and other phenolics as feeding stimulants for the smaller European bark beetle. *Forest. Sci.*, 14 : 91-95.
- BARTELS J. M. et LANIER G. N., 1973. — Emergence and Mating in *Scolytus multistriatus* (Coleoptera Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 67, n° 3, 365-369.
- BECK S. D., 1965. — Resistance of plants to insects. *Ann. Rev. Entomol.*, 10 : 207-232.
- CHAPMAN J. W., 1910. — The introduction of a European Scolytid (the smaller elm bark-beetle *Scolytus multistriatus* Marsh) into Massachusetts. *Psyche*, 17 : 63-68.
- CHARARAS C., 1956. — Etude anatomique et biologique de quelques Curculionidae xylophages et comparaisons avec des Scolytidae. *Revue Pathol. Végét. Entomol. Agricole de France*, XXXV, fasc. 3 : 114-214.
- CHARARAS C., 1959. — Les variations de la pression osmotique des conifères, facteur déterminant la pénétration des Scolytidae. *C. R. Acad. Sciences*, 248 : 1407-1410.
- CHARARAS C., 1962. — Etude biologique des Scolytidae des conifères. *Edit. P. Lechevalier*, Paris, 556 p.
- CHARARAS C., COURTOIS J.-E., DEBRIS M.-M. et LAURANT-HUBE H., 1962. — La nutrition et l'activité enzymatique de *Pissodes notatus* F. (Col. Curculionidae xylophage). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 255 : 2001.
- CHARARAS C., COURTOIS J.-E., DEBRIS M.-M. et LAURANT-HUBE H., 1962. — Activités comparées des osidases chez divers stades de deux insectes xylophages parasites des conifères. *Bull. Soc. Chimie Biol.*, 45 : 383-395.
- CHARARAS C., 1970. — Etude du preferendum de la nutrition et de l'activité enzymatique de *Cryptorrhynchus lapathi* L. (Col. Curcul. xylophage). *Bull. de culture et d'études du peuplier et du saule S.E.I.T.A.*
- COURTOIS J.-E., CHARARAS C. et DEBRIS M.-M., 1961. — Etude de l'attaque enzymatique des glucides par un coléoptère xylophage : *Ips typographus* L. *C. R. Acad. Sciences t. 252* : 2608-2609.
- COURTOIS J.-E., CHARARAS C. et DEBRIS M.-M., 1961. — Recherches préliminaires sur l'attaque enzymatique des glucides par un coléoptère xylophage : *Ips typographus*. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 43 : 1173.
- COURTOIS J.-E., CHARARAS C. et DEBRIS M.-M., 1964. — Répartitions des enzymes hydrolysant les polysaccharides chez quelques insectes parasites de peupliers et un xylophage du cèdre. *C. R. Soc. Biol.*, 158 : 1038.
- COURTOIS J.-E., CHARARAS C. et DEBRIS M.-M., 1964. — Influence de quelques antibiotiques sur trois insectes xylophages et leurs osidases. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 258 : 4148-4150.
- COURTOIS J.-E., CHARARAS C., DEBRIS M.-M. et LAURANT-HUBE H., 1964. — Actes du Symposium International de Chimie et Bioch. de la lignine, de la cellulose et des hémicelluloses de Grenoble. *Imprimeries Réunies Chambéry Ed.*, p. 127.
- COURTOIS J.-E. et CHARARAS C., 1965. — Les enzymes hydrolysant les glucides (hydrates de carbone) chez les insectes xylophages parasites des Conifères et de quelques autres arbres forestiers. (Supplément à matériaux et organismes). *International Symposium Holz und Organismen 127-150 Berlin-Dahlem-Dunker und Humlot - Edit. Berlin.*
- DIXON E. B., 1964. — Attack response of the smaller European elm bark beetle, *Scolytus multistriatus*, in confinement. *J. Econ. Entom.* 57 : 170-172.
- HOFFMAN C. H., 1940. — Mating habits of *Scolytus multistriatus* and dissemination of *Ceratostomella ulmi*. *J. Econ. Entomol.*, 33 : 818-819.
- MEYER H. J. et NORRIS D. M., 1967. — Behavioral responses by *Scolytus multistriatus* (Col. Scolytidae) to host (*Ulmus*) and beetle associated chemotactic stimuli. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 60 : 642-647.
- PEACOCK J. W., LINCOLN A. C., SIMEONE J. B. et SILVERSTEIN R. M. — Attraction of *Scolytus multistriatus* (Col. Scolytidae) to a virginfemale produced pheromone in the field. *Ann. Entomol., Soc. Amer.*, 64, 5 : 1143-1149.
- WALLACE P., 1940. — Notes on the smaller European elm bark beetle *Scolytus multistriatus*. *Bull. Conn. Agric. Experim. Stud.*, 434 : 293-311.

tion active, alors que les activités enzymatiques des larves ont été analysées chez des larves en hibernation, donc en l'absence totale d'activité nutritiale.

Il ressort de ces histogrammes que les larves aussi bien que les adultes possèdent un arsenal osidasique capable d'agir sur les oligosaccharides, les hétérosides et les polysaccharides. Certaines substances sont cependant plus facilement hydrolysées, comme le saccharose, le maltose, le raffinose, le β -phényl-D-galactopyranoside et, parmi les polysaccharides, l'amidon et les hémicelluloses (hémicellulose B7, xylane et galactomannane).



Enzymes extracellulaires - 24 h d'incubation

Figure 3: Comparaison des activités enzymatiques respectives des larves de *Scolytus scolytus* au cours de la phase de diminution de la nutrition et des adultes de la même espèce en phase d'activité nutritiale.

En pointillé: larves de *Scolytus scolytus*.

En grillagé: adultes de *Scolytus scolytus*.

L'histogramme A représente les activités sur les mêmes substrats que la figure 5.

L'histogramme B indique les activités glycosidasiques sur d'autres substrats (Gent: gentiobiose; β -Phé.-gal = β -phényl-D-galactopyranoside; β -phényl- β -Phé.-glu: D-glucopyranoside; Amyl. pec: amylopectine; Hémi. B₇: hémicellulose B₇; Xylan. 4 b: xylane 4 bis; Galac-man; galactomannane).

Noter les variations très importantes en fonction du substrat d'une part et entre larves et adultes d'autre part.

Les larves, ainsi que les adultes, peuvent utiliser en plus des glucides libres de la sève élaborée, comme le saccharose et le raffinose, l'amidon des amyloplastides et les constituants des parois cellulaires pectocellulosiques composées de pectines et de diverses hémicelluloses, telles que galactomannanes, arabinogalactanes et xylanes.

En ce qui concerne le pH optimum, le graphique montre qu'aussi bien pour les larves de *Scolytus scolytus* en nutrition active que pour celles en arrêt de nutrition, l'activité optimale se situe à pH 5,2 pour l'invertase (activité sur le saccharose), pour l'amidon et le maltose, ainsi que pour le raffinose (Fig. 4).

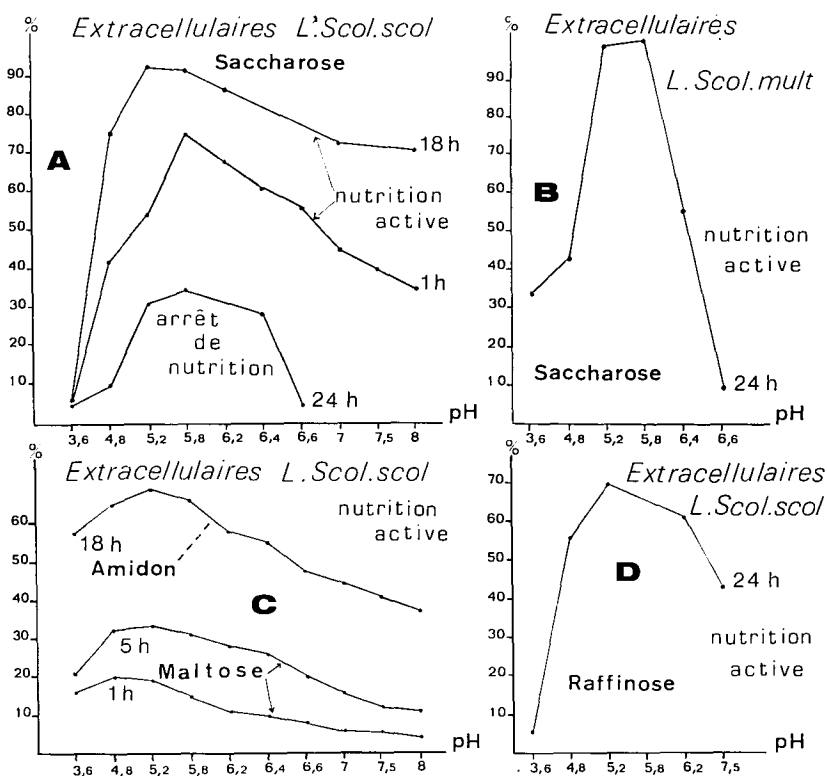


Figure 4: Activités glycosidiques des enzymes extracellulaires de *Scolytus scolytus* et de *Scolytus multistriatus* (larves) en fonction du pH.

Le pH optimum pour le saccharose est de 5,8 chez les larves des deux espèces, alors que pour l'amidon, le maltose et le raffinose le pH optimum est situé à 5,2.

Le temps d'incubation en heures est précisé pour chaque courbe (1 h, 5 h, 18 h, 24 h).

Noter la diminution notable de l'activité invertasique (sur saccharose, A) chez les larves de *Scolytus scolytus* à la phase d'arrêt de la nutrition.

5) ACTIVITÉS OSIDASQUES DE SCOLYTUS MULTISTRILIATUS.

Nous avons groupé dans la figure n° 5 les histogrammes illustrant les activités osidasiques respectives des larves de *Scolytus multistriatus* en nutrition active et des adultes au moment de leur sortie, c'est-à-dire après nutrition de maturation dans le liber riche en glucides.

Ces histogrammes montrent que d'une façon générale les larves et les adultes possèdent le même équipement osidasique et que les différences d'acti-

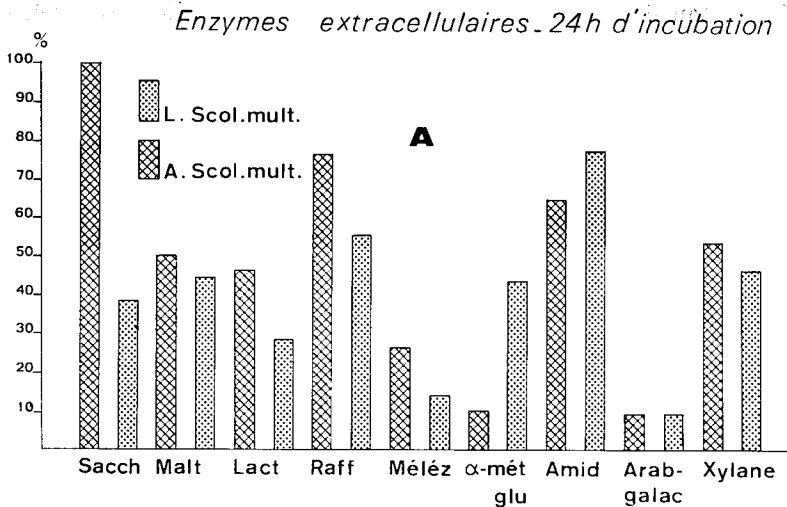


Figure 5: Comparaison des activités enzymatiques respectives des larves de *Scolytus multistriatus* en nutrition active et des adultes de la même espèce au moment de la sortie.
 En pointillé: larves de *Scolytus multistriatus*.
 En grillagé: adultes de *Scolytus multistriatus*.

L'histogramme A montre les variations des activités en fonction du stade évolutif d'une part et du substrat d'autre part.

En ordonnées figurent les substrats (Sacch: saccharose; Malt: maltose; Lact: lactose; Raff: raffinose; Méléz: mélézitose; α-mét. glu: α-méthyl-D-glucopyranoside; Amid: amidon; Arab-galac: arabogalactane; Xylane).

Les différences d'activités entre larves et adultes sont très faibles sur certains substrats, notamment le maltose, le lactose, l'amidon, l'arabinogalactane et la xylane.

Comme chez *Scolytus scolytus*, les larves et les adultes de *Scolytus multistriatus* disposent des mêmes osidases agissant sur des substrats très variés, depuis les glucopyranosides du type α (α-méthyl-D-glucopyranoside, maltose, saccharose, mélézitose) jusqu'aux galactopyranosides du type α (comme le raffinose) et du type β, comme le lactose. Par leur équipement osidasique, les larves et les adultes de *Scolytus multistriatus* hydrolysent l'araboglucuronoxylane, en coupant la chaîne centrale, composée de β-D-xylopyranosyl; il en est de même pour l'arabinogalactane mais ce substrat est beaucoup plus difficilement attaqué que certaines autres hémicelluloses. Comme pour *Scolytus scolytus*, l'activité invertasique des larves de *Scolytus multistriatus* est optimale entre pH 5,2 et 5,8.

- En conclusion :** ces deux *Scolytidae* possèdent des osidases très variées,
- des α-glucosidases qui hydrolysent les oligosaccharides possédant des liaisons α-glucidiques, tels que maltose, saccharose, mélézitose, P-Nitrophényl-α-D-glucopyranoside et α-méthylglucoside;
 - des β-glucosidases agissant sur divers substrats comme le β-phénylglucoside et le P-Nitrophényl-β-D-glucopyranoside;
 - des α-galactosidases agissant sur le raffinose et le P-Nitrophényl-α-D-galactopyranoside;
 - des β-galactosidases agissant sur le lactose et l'O-Nitrophényl-β-D-galactopyranoside;

- des α -mannosidases agissant spécifiquement sur le P-Nitrophényl- α -D-mannopyranoside ;
- des β -xylosidases agissant sur le P-Nitrophényl- β -D-xylopyranoside.
- Les deux *Scolytidae* étudiés se caractérisent par des activités polysaccharidiques assez importantes, notamment sur la pectine,
- l'activité amylasique est très élevée chez les adultes de *Scolytus scolytus* (75 %), moins élevée chez les larves en hibernation (33 %) (cf. Fig. 3) ;
- les extraits enzymatiques du tube digestif de ces deux *Scolytidae* agissent également sur l'hémicellulose B⁷, la xylane et la galactomannane avec une intensité d'hydrolyse relativement importante (Fig. 3) ;
- par contre nous n'avons décelé aucune activité sur la cellulose pure alors que les activités sur les hémicelluloses sont relativement importantes.

En ce qui concerne l'influence du pH sur l'activité des polysaccharides, il est à noter que le pH optimum se situe aux alentours de 6,4 pour la pectine et l'amidon et entre 5,8 et 6,2 pour la carboxyméthylcellulose, l'hémicellulose B⁷ et la xylane.

Nous avons entrepris la séparation de ces osidases par électrophorèse sur un gel de polyacrilamide en forme de plaque (7 cm de haut) et à gradient de concentration (Gradipore Gel, 2,5 % à 28 %), qui sépare bien les protéines.

Après dépôt de l'extrait enzymatique à la surface du gel, nous pratiquons l'électrophorèse avec un courant de 10^{-3} Ampères, en chambre froide (6° C), pendant 20 heures et en présence d'un tampon (borate de soude pH 8,3) ; le gel est ensuite sectionné en bandes verticales.

L'une est colorée avec du Bleu de Comassie, en vue d'obtenir une coloration de toutes les protéines.

Les autres sont placées dans des tubes avec les substrats chromogènes précédemment décrits (600 microlitres) et le tampon pH 6 (300 microlitres), puis mises à incuber à 40° C ; la répartition de la coloration jaune (nitrophénol) dans ces bandes nous indique la position des osidases, qui se présente comme suit :

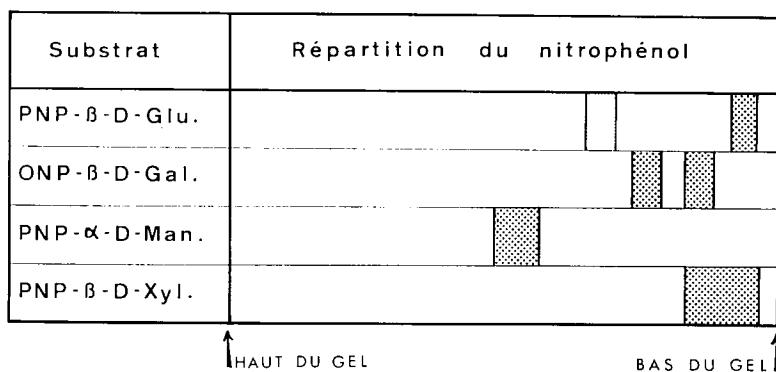


Figure 6 : Séparation de certaines glycosidases par électrophorèse sur gel de polyacrilamide.

PNP- β -D-Glu. : P-Nitrophényl- β -D-gluco-pyranoside ; ONP- β -D-Gal. : O-Nitrophényl- β -D-galactopyranoside ; PNP- α -D-Man. : P-Nitrophényl- α -D-mano-pyranoside ; PNP- β -D-Xyl. : P-Nitrophényl- β -D-xylopyranoside.

Notons la localisation de certaines osidases.

Ce schéma nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- dans le cas du P-Nitrophényl- β -D-gluco-pyranoside nous avons deux

- bandes de nitrophénol correspondant à deux β -glucosidases de migration différente ;
- dans le cas de l'O-Nitrophényl- β -D-galactopyranoside il existe également deux bandes jaunes individualisant deux β -galactosidases distinctes ;
 - dans le cas du P-Nitrophényl- α -D-mannopyranoside nous n'observons qu'une seule bande jaune très large qui renferme vraisemblablement plusieurs α -mannosidases de migration légèrement différente ;
 - dans le cas du P-Nitrophényl- β -D-xylopyranoside la bande jaune également très large contient vraisemblablement plusieurs β -xylosidases qui migrent de façon très voisine.

Sur la bande de gel développée au Bleu de Comassie, nous avons pu reconnaître la position approximative de certaines osidases mais nous n'avons pas procédé à leur purification.

Nous nous réservons de revenir ultérieurement sur ce sujet pour isoler ces osidases, déterminer leur poids moléculaire et étudier leur cinétique enzymatique.

6) INTERVENTION DES OSIDASES DANS LE PROCESSUS DE LA NUTRITION.

Il ressort de nos recherches que les larves et les adultes de *Scolytus scolytus* F. et *Scolytus multistriatus* Mars. possèdent un arsenal osidasique capable d'hydrolyser un grand nombre d'oligosaccharides, d'hétérosides et de polysaccharides.

Le liber, l'aubier et l'écorce sont riches en composés glucidiques, aussi bien en glucides libres solubles qu'en glucides plus complexes constitutifs du bois, tels que les arabinogalactanes, les araboxylyanes, les xylanes, les celluloses, les hémicelluloses, l'amidon et la pectine. Ce sont les glucides libres hydrosolubles de la sève élaborée qui jouent le rôle essentiel dans le processus de maturation des adultes, puisqu'à ce stade les insectes pratiquent leur nutrition sur les pousses terminales particulièrement riches en glucides solubles.

Du point de vue physiologique, la nutrition de maturation des adultes représente une phase très importante car c'est grâce à elle que les adultes peuvent acquérir leur maturation sexuelle, marquée par la pigmentation définitive, et devenir ainsi aptes à la fécondation et à la ponte.

Signalons qu'à côté des glucides, les constituants phénoliques jouent eux aussi un rôle métabolique dans l'apparition de la pigmentation mais nous n'étudierons pas ici ces constituants qui n'entrent pas dans les limites de notre sujet.

Chez les larves également nous observons des activités glycosidasiques intenses, aussi bien sur les oligosaccharides ou les hétérosides (β -phényl-D-galactopyranoside par exemple) que sur certains polysaccharides comme l'amidon, la pectine et la carboxyméthylcellulose.

Du fait de la structure très complexe du bois et du liber, leurs éléments ne peuvent pas être hydrolysés avec la même intensité, ce qui se traduit par une action très variable des glycosidases, plus active sur certains substrats et plus faible sur d'autres.

Au moment où les particules de bois pénètrent dans l'œsophage, les osides ne subissent pas de dégradation car à ce niveau il n'existe pas de sécrétions glycosidasiques mais une simple régurgitation vers l'œsophage des enzymes élaborées dans la poche gastrique. L'activité digestive la plus intense se localise dans la poche gastrique et la portion tubulaire de l'intestin moyen ; c'est au moment où les particules de bois pénètrent dans cette zone que les osides se

trouvent soumis à l'action des enzymes. Les glucides les plus simples (comme le saccharose), très rapidement attaqués et assimilés, constituent les éléments dynamiques de l'énergie métabolique. En revanche, les glucides les plus complexes (hémicelluloses et xylanes par exemple) ne pourront être hydrolysés donc utilisés que plus tardivement et l'insecte n'en pourra tirer un apport énergétique que dans une phase ultérieure. Il faut noter par ailleurs que si les adultes et les larves de *Scolytus scolytus* F. et *Scolytus multistriatus* Mars. peuvent utiliser les oligosaccharides, les hétérosides et certains polysaccharides, d'autres polysaccharides restent inassimilables (celluloses). C'est ainsi que du fait de leur structure l'amidon et la pectine se trouvent plus facilement attaqués que certaines hémicelluloses comme, par exemple la xylane, puisque l'activité sur ce substrat est nettement inférieure à l'activité de l'amylase. Il existe donc une spécificité glycosidasique malgré les fluctuations enregistrées selon le stade évolutif (larve, adulte) et l'état physiologique (nutrition active ou arrêt nutritif pendant la période d'hibernation).

Les hydrates de carbone jouent un rôle de premier plan dans l'évolution des larves et des adultes de ces deux espèces de *Scolytus*, qui sont absolument incapables de se développer sur du bois ayant perdu toutes les propriétés physiques et chimiques des arbres en sève, car il ne s'agit pas d'espèces appartenant au groupe des insectes du complexe saproxylique. Les travaux précédents de CHARARAS et COURTOIS (1963) ont montré que divers *Scolytidae* spécifiques des Conifères possèdent un équipement enzymatique capable d'agir sur de nombreux substrats comme c'est le cas d'*Ips typographus*, de *Carphoborus minimus* et de *Scolytus intricatus* entre autres. Il a été démontré par ces auteurs qu'un *Scolytidae* (*Carphoborus minimus*) possède des activités très élevées sur le saccharose, le maltose et la carboxyméthylcellulose (72 %), alors que sur l'araboglucuronoxylane l'activité reste très faible (12 %). En règle générale, tous les *Scolytidae* étudiés par ces auteurs montrent des activités osidasiques comparables à celles de *Scolytus scolytus* et *Scolytus multistriatus*.

Si les hémicelluloses, l'amidon et la pectine sont facilement hydrolysés par les *Scolytidae*, par contre la cellulose n'a jamais pu être hydrolysée par les extraits enzymatiques des *Scolytidae* étudiés jusqu'ici, alors qu'elle est hydrolysée fortement par certains *Cerambycidae*, notamment *Phoracantha semipunctata* et *Ergates faber*, insectes qui peuvent survivre sur cellulose pure pendant très longtemps, en provoquant une hydrolyse partielle de ce substrat.

Les activités enzymatiques de *Scolytus scolytus* et *Scolytus multistriatus* nous montrent que ces deux insectes, vivant dans la partie du liber riche en glucides, peuvent néanmoins utiliser, comme les autres *Scolytidae*, aussi bien les glucides libres que les glucides liés (polysaccharides).

Quant à l'origine de ces osidasiques, les recherches précédentes (COURTOIS et CHARARAS, 1965) ont montré que l'inhibition de divers microorganismes à l'aide d'antibiotiques à large spectre (chloramphénicol, tétracycline, hamycine, nystatine) ne modifie que peu les activités osidasiques, celles-ci étant essentiellement le fait des sécrétions du tube digestif. Nous envisageons d'ailleurs, dans des recherches ultérieures, d'isoler les microorganismes du tube digestif et de tester leurs activités osidasiques afin de déterminer s'ils participent à la digestion du bois.

Laboratoire de Zoologie, Biologie Animale et d'Ecologie,
Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

BIBLIOGRAPHIE

BAKER J. E. et NORRIS D. M., 1967. — A feeding stimulant for *Scolytus multistriatus* (Col.

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE LYON, 48^e année, n° 3, mars 1979.