

Invitation au monde des insectes

Les insectes sont omniprésents dans le paysage, autour, au dessus ou en dessous de nous, même quand nous ne les remarquons pas. En fait, ce sont nos plus redoutables concurrents. Comme l'espèce humaine, les insectes représentent un des produits de l'évolution animale qui a connu le plus de succès.

La classe des Insectes, réussite de l'évolution

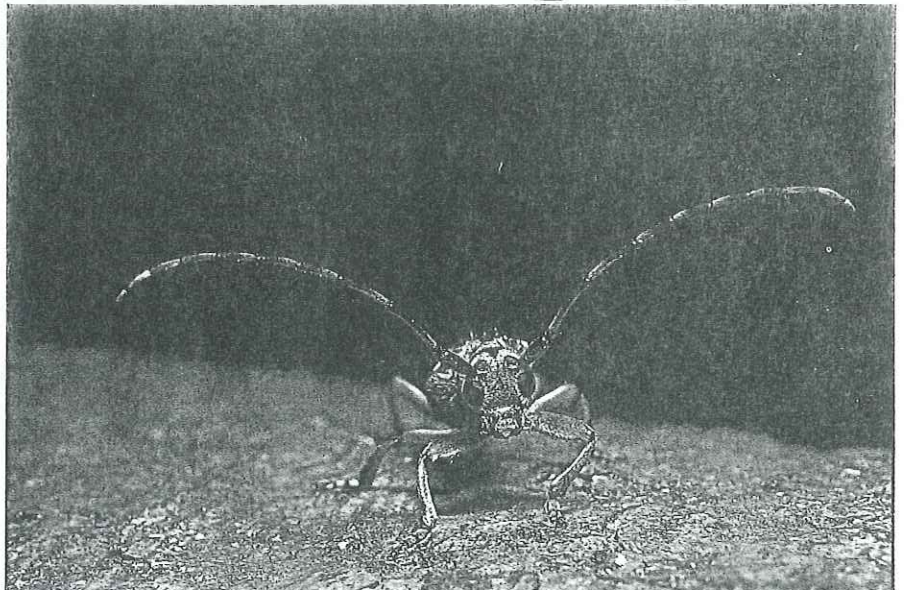
Avec les Crustacés, les Myriapodes et les Arachnomorphes, les Insectes forment le vaste embranchement des Arthropodes, c'est-à-dire des invertébrés segmentés à membres articulés. Ce vaste embranchement n'a aucune parenté avec celui des Vertébrés. Ils sont l'un et l'autre l'aboutissement, l'épanouissement de deux lignées évolutives parallèles, dont l'ancêtre commun remonte aux premiers vers plats, si ce n'est aux méduses et aux anémones de mer. Pendant des centaines de millions d'années, ces deux branches divergentes de l'évolution se sont ainsi différenciées, se hissant lentement hors du milieu aquatique originel et créant des formes de mieux en mieux adaptées à la vie terrestre. D'un côté, dans la lignée des Vertébrés, l'évolution aboutit aux Oiseaux et aux Mammifères, et, parmi ces derniers, à l'Homme, que nous nous plaisons à regarder comme le plus réussi d'entre eux. De l'autre côté, sur la branche d'en face, l'évolution s'achève par un immense bouquet : la classe des Insectes.

Avec des moyens anatomiques totalement différents, les Insectes ont réalisé toute une série de performances équivalant à celles des Vertébrés supérieurs : la vie hors de l'eau, la respiration aérienne, la conquête de l'air, l'organisation sociale, et une certaine forme de comportement innée qui vaut parfois notre intelligence. Il n'est donc pas surprenant qu'ils se posent en compétiteurs des Vertébrés les plus réussis !

Mais, tandis que la classe des Mammifères aligne aujourd'hui quelque 3.200 espèces vivantes, tandis que celle des Oiseaux peut se flatter de compter environ 8.600 espèces actuelles, la classe des Insectes compte un million d'espèces différentes ! Un million d'espèces connues, du moins, car l'inventaire sys-

tématique de cette classe inépuisable est loin d'être achevé. Chaque année, pour chaque famille d'Insectes, des spécialistes décrivent des dizaines de nouvelles espèces. Pour certains milieux, l'étude de la faune entomologique est à peine entamée. Il est même à craindre que certains types de milieux naturels n'aient disparu avant que leur faune entomologique ne soit décrite. Aussi, les spécialistes pensent-ils que le nombre actuel d'espèces d'Insectes doit dépasser les trois millions.

La cuticule des insectes est principalement constituée par l'association de deux types de molécules organiques à longue chaîne : la chitine (qui est une sorte de cellulose azotée) et des protéines d'un type particulier : les arthropodines. Ces longues molécules sont organisées en microfibrilles, et celles-ci sont disposées dans l'épaisseur de la cuticule à la manière des fibres de bois dans une planche en contreplaqué, ce qui confère à la cuticule à la fois une grande résistance à la traction



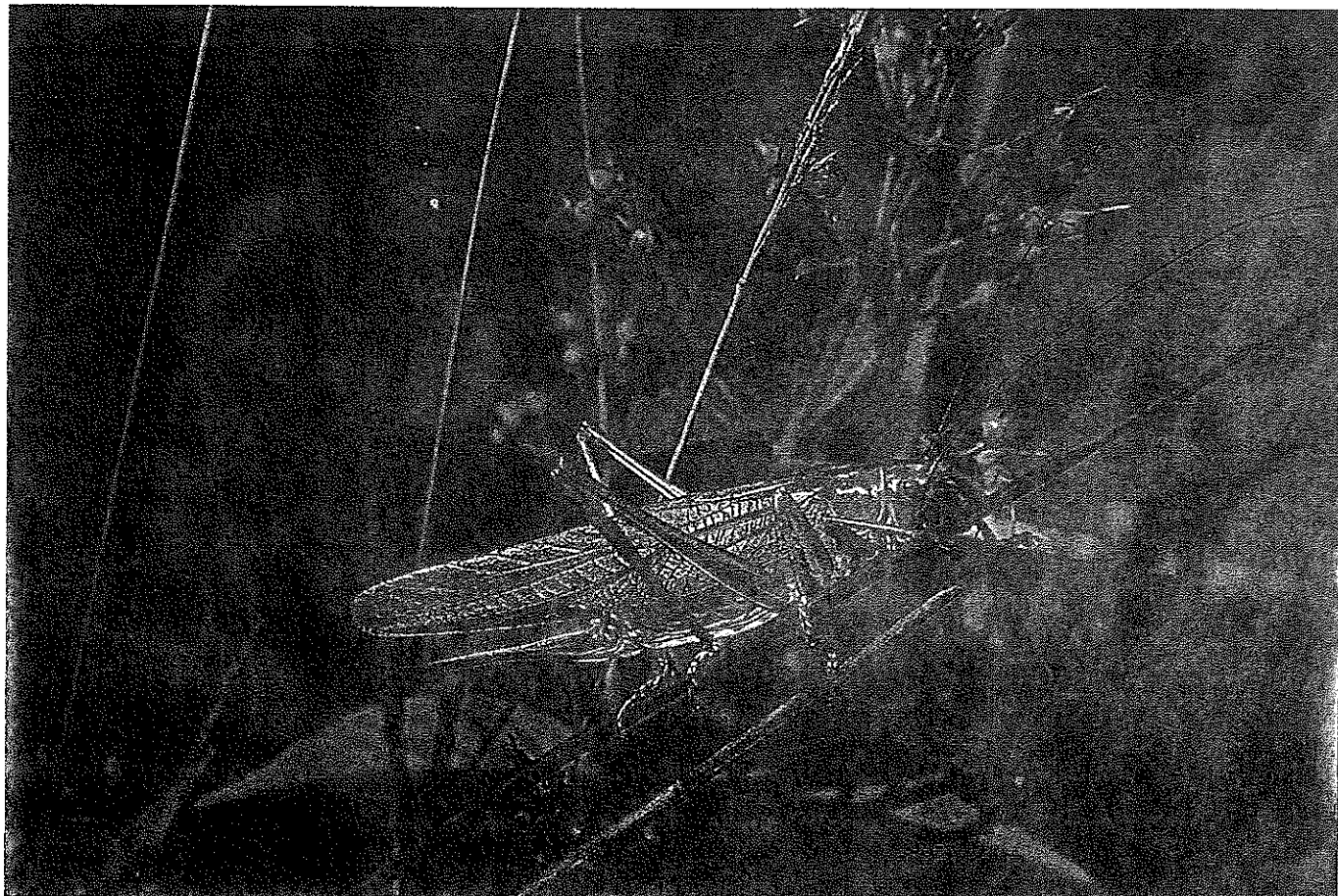
Saperde échelonnée (Saperda scalaris). Cet élégant longicorne est un xylophage dont la larve vit dans les branches et les troncs de feuillus, notamment des arbres fruitiers à haute tige. Aujourd'hui en voie de raréfaction, ce coléoptère figure dans la liste rouge des insectes menacés de la faune belge.

Les raisons du succès

Le succès des Insectes dans la conquête des milieux terrestres est dû avant tout à leur cuticule. Comme chez les autres Arthropodes, la «peau» des Insectes est faite de deux strates superposées : l'une est formée d'une couche de cellules : c'est l'épiderme ; l'autre est une sécrétion de l'épiderme : c'est la **cuticule**. Cette cuticule n'est pas un simple dépôt amorphe : c'est une architecture remarquablement complexe, tant par sa structure que par sa composition chimique.

et une élasticité suffisante. C'est sous cette forme que la cuticule se rencontre partout où elle est souple, dans les membranes articulaires par exemple. Mais là où la cuticule doit être dure et résistante, une modification chimique des protéines (un peu comparable au tannage du cuir) transforme la cuticule souple en carapace rigide. Et l'on obtient ainsi cette alternance d'anneaux sclérifiés et de zones articulaires parfaitement souples.

Voilà pour la résistance des matériaux. Reste à assurer l'étanchéité

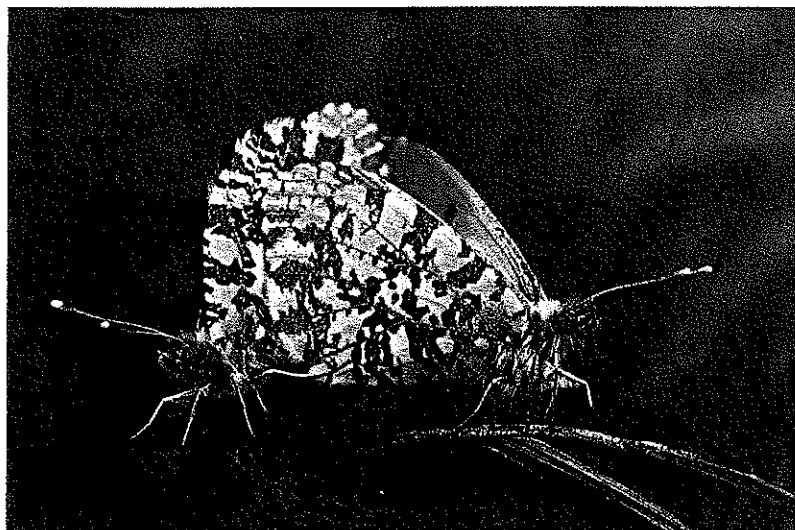


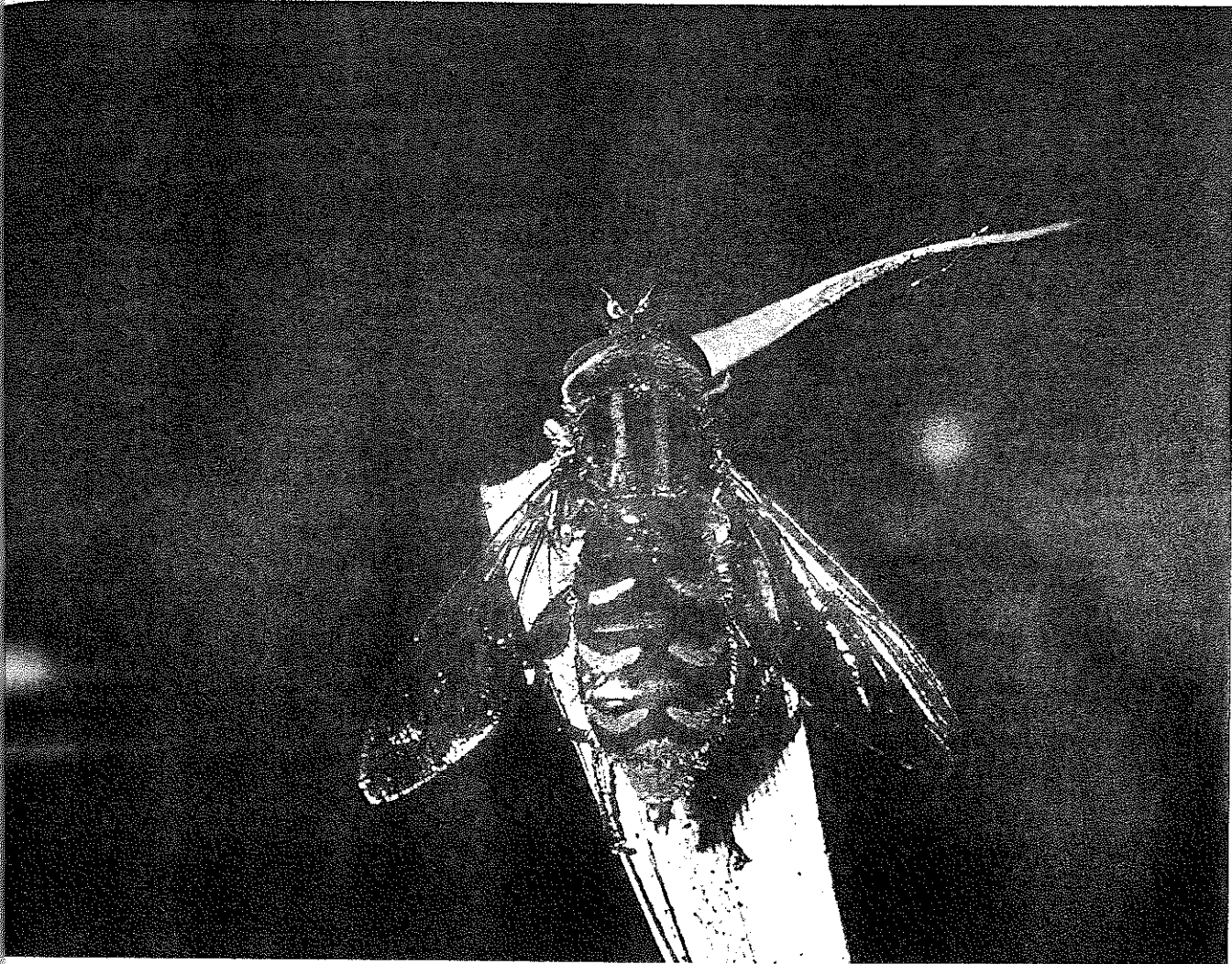
Femelle de Sauterelle verte (*Tettigonia viridissima*). On observe la présence, à l'extrémité de l'abdomen, d'un « oviscapte », tarière servant à pondre les œufs dans la terre. Les petites sauterelles qui en sortiront, devront subir cinq mues avant d'atteindre leur taille définitive et la morphologie de l'adulte ailé.

L'abdomen large et aplati de la Libellule déprimée (*Libellula depressa*) est typique de cette espèce dont la livrée est bleue chez le mâle et jaune chez la femelle.



L'Aurore (*Anthocaris cardamines*) est un papillon printanier volant en avril, au moment de la floraison de sa plante nourricière : la cardamine. La tache apicale orangée des ailes antérieures désigne le mâle.





Le phénomène du mimétisme est bien illustré par les Syrphes dont les centaines d'espèces européennes présentent toute une gamme d'imitations plus ou moins réussies des Guêpes, Abeilles et Bourdons. Le Syrphe représenté ici, *Helophilus lunulatus*, appartient à un groupe d'espèces dont les larves, appelées « Vers à queue de rat », possèdent un long siphon respiratoire télescopique qui leur permet de survivre dans des eaux très polluées.

Le système, et surtout une parfaite perméabilité, car la perte d'eau est la menace la plus grave pour les petites espèces vivant en milieu sec. La cuticule est imperméabilisée par un dépôt en surface d'une série de couches minces d'un enduit riche en lipides et en corps gras, formant une sorte de laque qui empêche la perte d'eau par évaporation. Plus les espèces sont adaptées à des milieux secs (aux déserts, par exemple), plus cette couche d'épicuticule est épaisse et efficace.

Cette cuticule, souple ou rigide selon les nécessités, fournit aussi un matériau idéal pour la construction des ailes. Les ailes des Insectes sont en effet rien d'autre que des plis du tégument, où les propriétés de légèreté et de rigidité de la cuticule sont mises à profit pour faire une parfaite surface portante, puissamment actionnée par un système compliqué de muscles.

Les premiers insectes n'avaient pas d'ailes. Leurs descendants actuels, quasiment inchangés, peuplent les sols et les humus de leurs populations innombrables. Ce sont notamment les Collemboles, minuscules et incolores. Mais, très vite au cours de l'évolution, l'acquisition d'un moteur ailé (4 ailes battantes portées par deux anneaux du thorax) va permettre la conquête de l'air et la diversification des Insectes en une multitude d'ordres différents. Ce moteur ailé va subir d'ailleurs toute une série de perfectionnements et de simplifications : couplage des deux ailes d'un même côté chez les Phryganes et les Papillons, transformation de la première paire d'ailes en un double couvercle protecteur (les élytres) chez les Coléoptères, transformation des ailes postérieures en gyroscopes (les « balanciers ») chez les Moustiques et les Mouches, etc...

Autre cause du succès des Insectes dans la conquête du milieu terrestre : leur adaptation à la respiration aérienne. Mais au lieu d'inventer le poumon, ils utilisent un système original : le système trachéen. C'est un arsenal de tubulures, dont les parois sont faites de cuticule amincie, qui conduisent l'oxygène de l'air directement au niveau des tissus et des cellules jusqu'au plus profond du corps. Ce système de canalisations d'air s'ouvre par deux orifices à clapet réglable, les stigmates, de chaque côté de chaque segment. Cela fait en principe 20 tubulures principales, ramifiées en une multitude de minitubules tout autour des organes internes. La conséquence de ce mode original de transport de l'air aux cellules est que le sang des insectes ne joue pas le rôle traditionnel de véhicule de l'oxygène que nous lui connaissons chez tous les autres groupes d'animaux.

Le prix à payer

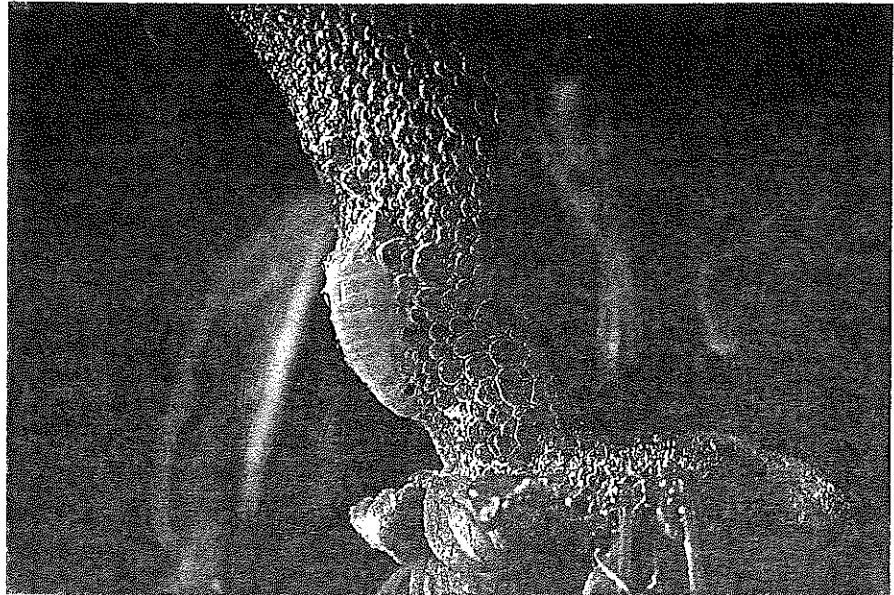
La cuticule a son revers : une fois mise en place, une fois rigidifiée en ceintures coriaces, elle ne peut plus s'étirer ni s'accroître : l'animal en est prisonnier. La croissance d'un insecte ne peut donc se faire qu'en se dépouillant de la cuticule devenue trop étroite et en reconstituant une nouvelle enveloppe, plus ample. Ce phénomène, appelé « mue », va se répéter plusieurs fois au cours de la vie de l'insecte, jusqu'à ce qu'il ait atteint sa taille définitive, sa taille adulte.

La mue est « un sale moment à passer » pour la larve d'insecte, qui s'immobilise et cesse de se nourrir. Pendant ce temps, c'est la révolution à l'intérieur du corps : les cellules de l'épiderme se « décollent » de la cuticule, digèrent et récupèrent les matériaux de la partie interne de cette « vieille peau » qui s'amincit, se multiplient et fabriquent déjà une nouvelle enveloppe, souple et plissée. Après cette préparation, la larve récupère un peu de vigueur pour fendre la vieille cuticule et s'en extirper méticuleusement. Pâle, humide, molle, la larve qui vient de muer doit encore attendre quelques heures, le temps de permettre à ses enzymes de durcir les parties de la cuticule qui doivent devenir rigides. Elle peut alors enfin reprendre son activité, abandonnant derrière elle une petite enveloppe fanée, l'exuvie : c'est tout ce qui reste de son ancienne cuticule.

Un monde à part

Les insectes apparaissent tellement originaux qu'on serait presque tenté de les isoler du reste du règne animal en un règne à part. C'est qu'ils ne font rien comme les autres ! Plus on les étudie, plus on est surpris de leur trouver tant de caractères particuliers, dont voici quelques uns.

Le sang, nous l'avons vu, ne joue aucun rôle dans le transport de l'oxygène aux cellules. Sa composition est bien différente de celle du sang des autres animaux : il contient peu de sels minéraux et beaucoup de petites molécules organiques. Alors que, chez tous les autres animaux, la règle absolue pour le sang est l'imitation de la composition de l'eau de mer (une solution de chlorure de sodium), les insectes s'en écartent volontiers, certaines espèces évoluées présentant des taux extravagants de magnésium sanguin et des valeurs ridiculement faibles de sodium ! La réserve énergétique, elle aussi, est originale : les in-



Larve de Cicadelle spumeuse (*Ptyelus spumarius*). Sur la plante dont elle suce la sève, elle fabrique une enveloppe de mousse, appelée « crachat de coucou ».

sectes stockent le glucose non seulement sous forme de glycogène, mais aussi sous la forme de tréhalose, un sucre bien peu répandu ailleurs !

Le système digestif a aussi ses particularités, comme cette sorte de sac en filet de pêche qui entoure les aliments à partir de l'intestin moyen, et empêche leur contact direct avec

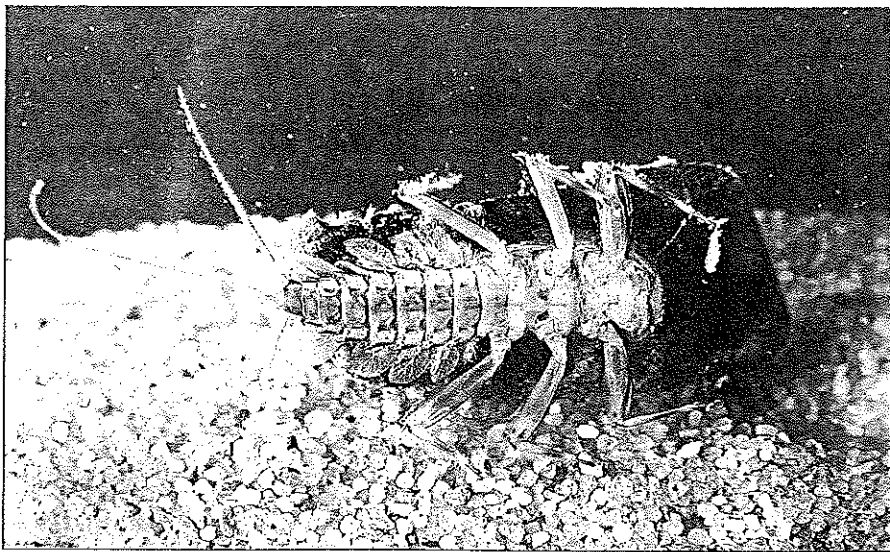
la muqueuse intestinale. Cette « membrane péritrophique » accompagne le bol alimentaire pendant la plus grande partie du transit intestinal, et persiste même autour des excréments, qui sont ainsi coquettement emballés d'une fine membrane consistante. Cela explique pourquoi les excréments des insectes sont secs, poudreux et cohérents.

Au repos sur son perchoir, ce mâle de Caloptéryx vierge (*Calopteryx virgo*) surveille son « territoire ».



Quand les champions de la vie terrestre reviennent vivre dans l'eau

A peine avaient-ils maîtrisé les atouts qui devaient leur assurer la conquête des milieux terrestres, que les insectes étendaient leur domaine en s'adaptant aux milieux aquatiques. On constate en effet, chose paradoxale, que les ordres d'insectes ailés les plus primitifs ont une vie adulte aérienne, mais passent toute leur vie larvaire en milieu aquatique. C'est le cas des Libellules, dont les larves carnassières vivent dans la vase des étangs et des marais. C'est le cas des Ephémères, dont les larves habitent ruisseaux, rivières ou lacs, suivant les espèces. C'est le cas des Perles, qui partagent l'habitat des Ephémères. D'autres groupes d'insectes plus évolués ont également un développement larvaire aquatique; comme les Phryganes, dont les larves sont les «cassets» protégés par un tube fait de pierrailles ou de brindilles, comme les Moustiques, les Dytiques, les Hydrophiles, et bien d'autres.



Vue ventrale d'une larve d'Ephémère pétricole. Derrière la vitre d'un aquarium, on voit bien les longues pattes déportées latéralement, permettant à la larve de «faire corps» avec son substrat, et de résister ainsi au courant d'eau. Sur les côtés de l'abdomen, deux rangées de trachéobranches lamellaires.

Ce retour à la vie aquatique n'est cependant qu'une parenthèse, un simple détour adaptatif. Fondamentalement, la larve aquatique reste un animal aérien, car c'est toujours le même système trachéen de canalisations d'air qui assure le transport de l'oxygène aux cellules. Mais, chez ces stades aquatiques, les orifices extérieurs (ou stigmates) sont bouchés. L'oxygène contenu dans les trachées se renouvelle à partir de l'oxygène dissous dans l'eau, qui diffuse à travers la cuticule amincie de surfaces respiratoires appelées «trachéobranches». Ces trachéo-

branchies se présentent sous les formes les plus diverses: filaments simples ou ramifiés portés par le thorax ou l'abdomen, folioles en touffes à l'extrémité du corps, lamelles aplaties et articulées portées sur le dos ou les côtés de l'abdomen, etc.

Ce mode d'existence amphibie (larve aquatique, adulte aérien) est très répandu chez les Insectes. Aussi n'est-il pas étonnant de constater que la faune des cours d'eau et des étangs est dominée par les insectes, qui y occupent tous les habitats possibles, même les plus inhospitaliers, comme les mares temporaires soumises à des dessiccations périodiques, ou au contraire les parois abruptes des cascades balayées par torrents et tourbillons.

Mais, à la fin de leur développement, au moment de devenir adultes, toutes ces larves aquatiques vont devoir faire face à l'épreuve décisive: le passage à la vie terrestre et à la respiration aérienne, une métamorphose physiologique dans la métamorphose anatomique. Les

procédés les plus divers sont mis en œuvre. La solution la plus simple consiste à quitter l'eau juste avant la métamorphose, en grimpant sur un support. Mais d'autres techniques sont plus élaborées, comme celle des Simulies, ces petits moustiques des eaux rapides, dont l'adulte quitte sa défroque nymphale au fond de l'eau en étant propulsé à la surface par une bulle d'air qui était emprisonnée dans l'enveloppe nymphale: c'est rapide, mais il s'agit d'ouvrir les ailes et les stigmates à la microseconde même où la bulle éclate en surface, sinon c'est la noyade!

Insectes indicateurs de pollution

Les insectes adaptés à la vie en eau douce ont des exigences différentes vis-à-vis de l'oxygène. Certaines larves exigent des eaux pauvres en O₂. Comme la quantité d'oxygène dissous dans l'eau dépend en grande partie de la quantité de matières organiques en solution, on voit que les insectes peuvent être d'excellents indicateurs du degré de pollution organique des eaux. Cette observation a été mise à profit par des chercheurs de l'Université de Besançon pour mettre au point une méthode élégante qui permet aux écologistes de porter un diagnostic rapide sur le degré de pollution organique d'une eau courante. Il suffit d'une analyse, même sommaire, de la faune des invertébrés (surtout des insectes) vivant sur le fond.

La présence de larves de grandes Perles et de larves d'Ephémères pétricoles (les Ecdyonurides, qui vivent sur les cailloux en plein courant, d'où ce nom de «pétricoles») est toujours le signe d'une eau riche en oxygène, donc peu contaminée par des matières organiques. Mais si le fond de la rivière est peuplé de larves de Chironomes (parents des Moustiques) et d'Eristales (larves de Diptères connues parfois sous le nom de «Vers à queue de rat»), on peut être certain que l'eau est fortement polluée. Tout un système de tables de valeurs permet de chiffrer ce degré de pollution.

Les travailleurs de l'ombre: composteurs, éboueurs et croque-morts

Si les insectes dominent le monde du soleil et des fleurs par leurs innombrables espèces ailées, ils sont encore bien plus nombreux et plus actifs sous nos pieds. Le monde caché des insectes est celui des décomposeurs, c'est-à-dire, vu sous l'angle écologique, des animaux qui décomposent les matières organiques mortes pour en restituer les éléments minéraux au sol. Sur ce terrain, les seuls compétiteurs sérieux des insectes sont les vers de terre.

Dans l'humus des forêts, une armée de collemboles, minuscules, incolores et sans ailes, grignote consciencieusement les moindres débris végétaux. Sous l'écorce des arbres morts, les larves de tipules (Diptères), de longicornes, de bostryches et de nombreux autres groupes de

Coléoptères percent le bois de longues galeries et en digèrent la cellulose. Les excréments des Vertébrés constituent une autre forme de matière organique « morte », dont l'accumulation à la surface des sols poserait des problèmes de salubrité et de survie de la couverture herbacée (il suffit de penser aux 30 millions de bouses de vaches que dé-

d'un rouge-orangé vif, ne se contentent pas de déposer leurs œufs dans le cadavre : ils l'enterrent en creusant le sol par dessous. Et quand tout sera presque consommé, d'autres insectes parachèveront la besogne en rongant les moindres fibres de muscles desséchés : les Anthrènes, les Mites et les Vers de farine.

qui, de tout temps, ont été les auxiliaires du cultivateur. La sylviculture moderne est une catastrophe pour les insectes vivant dans les bois morts ou cariés. La mise en valeur des biotopes « incultes » par des plantations massives d'épicéas a pu favoriser l'expansion de certaines espèces, mais a été préjudiciable à beaucoup d'autres. Le boisement ou le lotissement des pelouses calcaires naturelles et des sablières entraîne la raréfaction des espèces calcicoles ou psammophiles spécialisées.

Ces altérations de la faune entomologique sont cependant difficiles à démontrer de manière objective et péremptoire. Une des démarches les plus appropriées est l'établissement de cartes de distribution biogéographique et l'étude de leur évolution au fil du temps. C'est une tâche immense qui nécessite la collaboration des entomologistes, la mise en commun de leurs observations et la centralisation de celles-ci en banques de données. Pour la Belgique, une telle opération est organisée depuis plusieurs années par le service de Zoologie des Facultés Agronomiques de Gembloux, et s'appuie sur la collaboration non seulement de spécialistes, mais aussi d'amateurs, dont les observations et les récoltes sont le seul moyen d'assurer une surveillance permanente et durable de la faune entomologique. Grâce à cette opération de cartographie, on a pu montrer que certaines espèces sont, dès à présent, suffisamment menacées pour justifier des mesures légales de protection. C'est sur base de telles analyses que l'Exécutif de la Région Wallonne a établi la liste des 50 espèces d'insectes dont la capture, la destruction, la mise en collection et la vente sont désormais prohibées sur le territoire wallon. D'autres mesures sont prises, progressivement, qui visent à protéger les biotopes les plus sensibles.



Ce coléoptère longicorne (*Clytus arietis*), qui se prélassait au soleil sur une ombelle de fleurs, a passé toute sa vie larvaire dans l'ombre impénétrable d'une galerie creusée dans un tronc d'arbre.

posent, chaque jour, les 3 millions de bovins domestiques élevés en Belgique !). Mais les insectes recycleurs, les « coprophages » (« mangeurs d'excréments ») sont là pour y mettre bon ordre. Nombre de ces espèces coprophages sont de petite taille, vêtues de sombre, comme toutes ces minuscules mouches d'excréments, ou comme les « escarbots » du genre *Hister* et les *Aphodius*, dont les pattes armées de dents latérales facilitent la pénétration dans la matière fécale. Mais d'autres espèces sont de vrais joyaux, avec leur ventre rutilant de tons bronzés et mordorés. Ces sont les Bousiers et les vrais Scarabées, qui exploitent savamment la matière fécale pour en faire des pilules où les œufs seront pondus un par un, et seront l'objet de soins attentifs.

Les cadavres aussi sont décomposés par des insectes, véritables croque-morts de la nature. Dès la mort d'un animal, oiseau ou petit mammifère par exemple, diverses escouades de Mouches viennent pondre des milliers d'œufs sur le cadavre. Elles sont suivies par des Coléoptères plus spécialisés, portant bien leur nom de « Nécropores ». Ces gros insectes, habillés tout de noir ou garnis de bandes,

Insectes menacés ou insectes menaçants ?

Ce fut le titre d'une fort intéressante exposition organisée par les services de Zoologie des Facultés Agronomiques de Gembloux. Il exprime bien la complexité du problème des relations entre les insectes et l'Homme, dans le monde actuel.

Certes, les Insectes constituent une classe d'animaux extrêmement diversifiés, d'un très haut niveau d'organisation, capables d'entrer en compétition, voire en conflit avec l'Homme : il y a des insectes menaçants. Mais, par contre, l'équilibre de la nature dépend beaucoup des Insectes ! Il est impossible d'imaginer le fonctionnement des milieux terrestres et des milieux d'eau douce sans les Insectes. Un monde terrestre sans insectes serait presque condamné à mort, et la vie animale serait confinée aux Océans, comme au début des temps géologiques.

Impossible ... et, pourtant, les insectes sont menacés. Les insecticides, dont l'emploi est tellement généralisé, n'ont pas pour seule cible les insectes ravageurs : leur action est aveugle et touche indifféremment les espèces nuisibles et celles

Il est réjouissant de pouvoir constater un changement de mentalité de la part de la Société contemporaine, au moins au niveau de ses organes de gestion, qui commence enfin à considérer la nature sauvage et ses composantes faunistiques et floristiques comme un patrimoine, et à les protéger en conséquence.

Ch. JEUNIAUX

Professeur ordinaire à l'Université de Liège