



Ces larves de moustiques (Dip. Culicidés) respirent en surface grâce à leur siphon . Cliché James Gathany, CDC

Par Alain Ramel

La respiration aquatique des insectes

De la simple incursion - pour s'y nourrir ou pour s'y reproduire - à l'accomplissement total de leur cycle, nombreux sont les insectes qui vivent à un moment ou à un autre dans le milieu aquatique. Se pose alors la délicate question de la respiration...

Les insectes sont essentiellement des Arthropodes terrestres à respiration aérienne trachéenne. Certains sont devenus secondairement aquatiques (3 % des insectes) mais ils ont conservé leur système de trachées qui conduit l'oxygène de l'air jusqu'aux cellules. Les insectes respirent dans l'eau soit de l'air en nature – principalement emporté sous forme de bulles ou aspiré par un tube (« siphon ») – soit l'oxygène dissous – au travers du tégument ou via des trachéobranchies.

■ BULLES, PLASTRONS, SIPHONS, ANTENNES...

Les insectes utilisant l'oxygène gazeux, qu'il soit prélevé dans l'air, ou plus rarement, dans les canaux aérifères des végétaux, sont aussi bien des adultes (Coléoptères et les Hémiptères uniquement) que des larves.

Pour respirer, le **Dytique** (Col. Dytiscidé) adulte fait affleurer l'extrémité postérieure de son abdomen à la surface de l'eau, en position oblique, ventre vers le bas.

Le dernier segment s'allonge et fait saillie sous les élytres, venant en communication avec l'air extérieur. Des poils hydrofuges permettent la communication avec l'espace sous-élytral. L'air inspiré en surface se loge sous les élytres où il est mis en contact avec les trachées par les stigmates abdominaux situés non plus latéralement mais en face dorsale. La larve possède un siphon, percé de deux stigmates, à l'extrémité de l'abdomen. Comme chez l'adulte, la respiration se fait tête vers le bas. C'est dans une position similaire, mais ventre vers le haut, que l'air pénètre sous le corps de la Notonecte glauque (Hém. Notonectidé). Grâce aux longs poils hydrofuges de la carène mé-



Dytique bordé - Cliché R. Coutin - OPIE



Notonecte glauque - Cliché Frank Köhler

diane ventrale et à ceux plus longs des deux côtés, l'air peut circuler sous l'abdomen non mouillable jusqu'aux stigmates respiratoires.

Chez l'imago du **Grand Hydrophile**, *Hydrophilus piceus* (Col. Hydrophilidé), l'antenne est l'organe de respiration aérienne. L'insecte aborde la surface de l'eau sur le dos par le côté et met les poils hydrofuges des derniers articles de l'antenne en contact avec l'air qui pénètre jusqu'à la face ventrale de l'abdomen, lui aussi garni de poils hydrofuges, où l'air s'amasse en un « matelas de bulles d'air » (plastron aérifère) : cette réserve est ensuite aspirée par les stigmates méso-thoraciques. L'air vicié est rejeté par les stigmates abdominaux, il s'accumule sous les élytres et est ensuite expulsé en arrière, sous forme de bulles, par des mouvements abdominaux.

La respiration de la d'*H. piceus* est d'abord est d'abord branchiale puis aérienne, comme celles du Dytique. Ce sont les « vers assassins » de Réaumur, qui peuvent atteindre 7 cm de long et sont, contrairement aux adultes, de redoutables carnassiers qui dilacèrent, avec leurs fortes mandibules et deux longues maxilles étroites, têtards, petits mollusques et poissons.

La réserve d'air emmagasinée – que ce soit sous les élytres ou dans un plastron aérifère – joue un rôle dans la locomotion. La plongée s'effectue grâce à la modification en rame de leurs pattes, mais ils se

laissent remonter passivement à la surface pour y respirer, entraînés par la flottabilité que leur procurent les bulles d'air respiratoires.

■ AINSI FONT...

La Nèpe cendrée ou Scorpion d'eau (*Nepa cinerea*, Hém. Népidé) a le dernier article de l'abdomen prolongé d'un tube (siphon) composé de deux filaments en gouttière par lequel l'air est aspiré, le corps restant en plongée. Autre Népidé à siphon respiratoire et pattes longues et grêles : la Ranâtre linéaire, *Ranatra linearis*, mesure de 30 à 35 mm de long (sans les appendices).

Chez les Hémiptères (anciens Hétéroptères) vivant au contact de l'eau, seul le sous-ordre des *Nepomorpha* - principalement Népidés, Notonectidés, Corixidés et Naucoridés -, est concerné par la respiration aquatique (les autres : Gerris, Hydromètre, Velia étant

Détournements

Certains insectes, adultes ou larves, utilisent l'air contenu dans les végétaux immergés. C'est le cas, par exemple, de la larve des Coléoptères du genre *Donacia* dont la larve pique le roseau à l'aide de l'éperon de son 8^e stigmate abdominal et prend l'oxygène dans les lacunes aérifères (voir *Insectes* n°140, p. 11, en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i140lays.pdf). Dans le même registre, les larves des Culicidés des genres *Coquillettidia* et *Mansonia* constituent des exceptions remarquables dans leur groupe à « siphon respiratoire de surface ». La larve reste immergée, utilisant un siphon en pointe pour percer les racines ou les feuilles de la végétation. La nymphe agit de même avec ses deux cornes respiratoires.



Larve de *Mansonia septempunctata* « branchée » par son siphon sur une racine aquatique - Cliché Stephen L. Doggett, Department of Medical Entomology, Westmead Hospital, Australie



Hygrobia hermannii - Cliché Frank Köhler

Certains Hyménoptères Ichneumonidés parasites viennent pondre dans les œufs ou les larves d'insectes aquatiques. Parmi eux, les Agriotypinés, parasitoïdes de nymphes de Trichoptères, sont les seuls à disposer d'adaptations réelles à la vie aquatique. La larve de l'Hyménoptère se développe en dévorant son hôte et prend sa place dans son fourreau. Au dernier stade, elle tisse un cocon et un ruban respiratoire dont la fonction sera de remplir d'air le cocon.



Fourreau d'une larve de Goeridé (Trichoptères), parasitée par *Agriotypus* dont on voit le ruban respiratoire

Cliché Javier Oscoz - Département de Zoologie et Écologie, université de Navarre

Les Lépidoptères Pyralidés possèdent quelques genres aux chenilles et chrysalides aquatiques et même un genre (*Acentria*) dont la femelle adulte, brachyptère, vit immergée. L'accouplement se fait donc sous l'eau, en apnée pour les mâles, qui doivent plonger pour rejoindre leur partenaire...

des « patineurs de surface »). Les deux premiers des cinq stades larvaires ont une respiration cutanée. Au-delà, la respiration est aérienne, comme chez les adultes dont ils possèdent l'anatomie et la physiologie.

Autre technique, le **Gyrin**, Coléoptère flotteur de surface, utilise une « antenne respiratoire » courte dont le scape reste constamment à la surface de l'eau. Le pédicelle en lame, couvert de soies, retient l'air permettant la respiration sous l'eau.

Beaucoup de larves de Diptères, principalement Nématocères, utilisent l'oxygène gazeux de l'air. Les larves de Psychodidés possèdent une couronne de poils autour des stigmates anaux, en court siphon respiratoire, pour respirer en surface. La collerette plumeuse hydrofuge permet de retenir un certain temps un globule d'air, capté à la



Nèpe cendrée et son long siphon respiratoire - Cliché R. Coutin - OPIE

surface, qu'ils entraînent sous l'eau. Les larves des Culicidés (moustiques) ont un siphon respiratoire plus ou moins long. Elles se tiennent obliquement sous la surface de l'eau. La disposition et la nature des soies, les proportions et la forme du siphon, sont utilisés en systématique. Seul genre de la famille à ne pas posséder de siphon, *Anopheles* se place en position horizontale sous la surface pour mettre ses deux stigmates respiratoires, situés sur le huitième segment abdominal, en contact avec le milieu aérien. Lors de la plongée, des valves ferment l'accès au système trachéen.

Parmi les Diptères Brachycères, le long siphon respiratoire de certains Syrphidés tels que la larve d'Éristale ou « larve queue de rat », est une remarquable adaptation à la vie dans des milieux chargés en matière or-

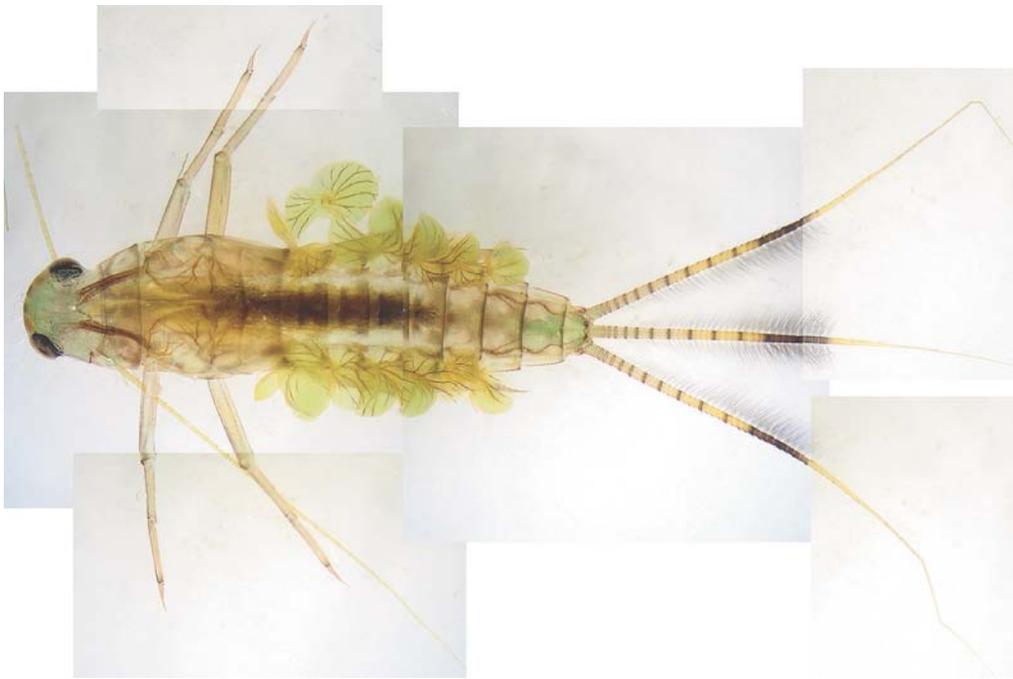
ganique. Ce tube respiratoire, situé à l'extrémité de l'abdomen, est percé de deux stigmates. Il peut s'étirer jusqu'à faire 4 à 5 fois la longueur du corps de la larve grâce à trois segments télescopiques.

■ BRANCHIES : UNE SPÉCIALITÉ LARVAIRE

Seules les larves utilisent l'oxygène dissous grâce à des systèmes branchiaux. Chez de nombreuses espèces, la respiration des premiers stades se fait directement au travers des téguments et des tissus. Pour d'autres espèces de petite taille, c'est même le mode unique de respiration à tous les stades larvaires. La respiration tégumentaire est toujours plus ou moins présente même lorsque d'autres systèmes sont opérants. Elle alimente alors, soit le système trachéen, soit le système circulatoire (hémolymphe).



Larve d'Éristale et son siphon respiratoire télescopique - © Entomart à www.entomart.be



Larve d'Éphéméroptère - Cliché-montage Michel Vérolet

La plupart des larves et nymphes aquatiques ont les trachées des insectes terrestres, complétées par des branchies externes. Ces trachéobranches, dans lesquelles se ramifient les trachéoles, se présentent sous différentes formes (lamellaires, foliacées ou filamenteuses). Elles sont généralement portées par l'abdomen mais parfois par la tête ou par le thorax comme chez les Perles (Plécoptères). Chez les Libellules (Odonates), on trouve des branchies rectales. L'oxygène dissous dans l'eau se répand à la surface de ses organes et pénètre par diffusion. Les stigmates sont généralement absents ou seuls les stigmates postérieurs sont fonctionnels et très différenciés.

Les Éphéméroptères possèdent des branchies abdominales (en général 7 paires) souvent subdivisées en tubes ou lamelles. Quelques espèces les utilisent pour nager. Généralement la première paire est réduite mais elle peut, au contraire, être très développée.

Chez les Odonates, l'abdomen des Zygoptères est prolongé par deux éléments latéraux (paraproctes) et un élément dorsal médian (épi-procte), chacun prolongé par une lamelle branchiale (trachéobranche) dont la forme est utilisée en

systématique. L'importance de ces appendices est certainement minime car bien qu'ils soient souvent perdus ou détruits accidentellement au cours de la vie aquatique, leur absence ne semble pas compromettre ni le développement, ni le passage à l'âge adulte.

L'appareil respiratoire des Anisoptères est situé à l'intérieur du rectum (branchies rectales). L'extrémité de l'abdomen se termine par cinq appendices courts formant un appareil valvulaire se rapprochant en pyramide et qui ouvre ou ferme la chambre respiratoire rectale (en forme de tonnelet) isolée du reste de l'intestin par un sphincter. Les parois internes de cette « corbeille branchiale » présentent des

organes spécialisés : des capillaires trachéens venus de troncs longitudinaux ventraux et dorsaux s'y épanouissent pour permettre les échanges gazeux. Le rejet violent du liquide de la chambre rectale par contraction provoque à l'occasion la propulsion en avant de l'insecte.

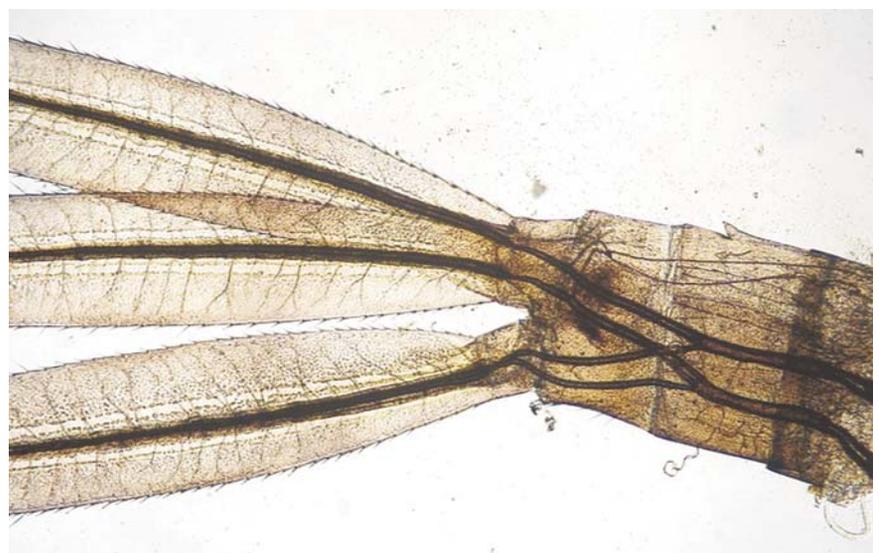
La présence des branchies chez les larves de Plécoptères n'est pas systématique (absentes chez *Nemoura* ou *Perlodes*). Elles peuvent se situer sous le cou (branchies proster-nales), au niveau des hanches ou de l'anus.

Les Mégaloptères ont sept paires de branchies abdominales à tiges plumeuses articulées et une tige terminale branchiale également plumeuse.

Les Trichoptères ont de nombreuses branchies abdominales plus ou moins ramifiées en séries dorsale, ventrale et latérale.

Dans la famille des Diptères Simuliidés, les larves, à branchies dorsales rétractiles, vivent dans les eaux à cours rapide, sur les rochers des cascades... La fixation au substrat est assurée par une sécrétion glutineuse déposée sur les crochets postérieurs reliés au support. La nymphe, dans son cocon de soie, est fixée ventralement au substrat. Elle possède deux cornes respiratoires ramifiées.

Les Blépharocéridés ont des larves qui vivent dans les torrents, collées

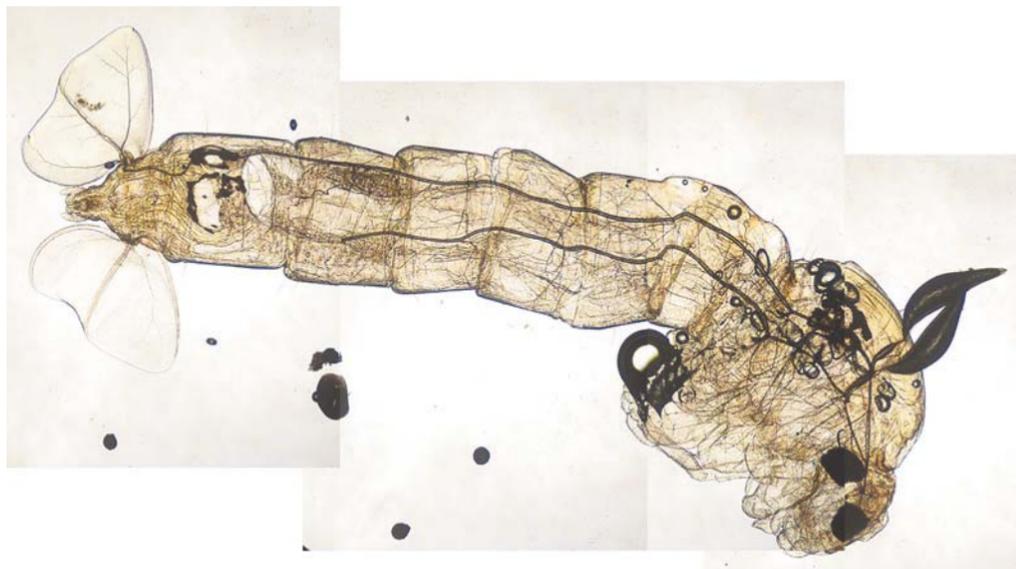


Procte de larve de Zygoptère. - Cliché Michel Vérolet

sur les rochers par des ventouses et crochets et qui se nourrissent d'algues unicellulaires. Elles possèdent une paire de touffes branchiales par segment.

■ BRANCHIES SANGUINES

Les branchies sanguines sont des extensions tégumentaires dépourvues de trachéoles qui mettent en contact l'oxygène dissous et le système circulatoire véhiculant l'hémolymphe. Peu d'insectes possèdent des pigments respiratoires. Les plus connus sont les larves des Diptères Chironomidés (les « vers de vase » des pêcheurs). Dès le second stade, elles synthétisent une hémoglobine ayant une forte affinité pour l'oxygène. De couleur rose, elles deviennent d'un rouge vif dès le troisième stade larvaire. Le pigment facilite le transport de l'oxygène par le sang, ce qui permet la survie dans des milieux à forte



La larve aquatique de Diptère Chaoborine possède deux structures respiratoires en « cornets » au niveau du thorax (à droite du cliché) - Cliché-montage Michel Vérolet

concentration organique où l'oxygène est peu abondant. Autres rares cas de présence d'hémoglobine chez les insectes, les larves d'Anisopinés (Hom. Notonectidés) et la larve parasitaire des *Gasterophilus* (Dipt. Gastérophilidés). ■

Bibliographie

- Tachet H. *et al.*, 2002. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologique. CNRS Éditions. 587 p.
- Ramel, A. Les insectes aquatiques. Sur Internet à <http://aramel.free.fr/INSECTES32.shtml>