

## COMMENT RESPIRENT LES INSECTES AQUATIQUES ?

par P. PESSON

Maitre de Conférences à l'Institut National Agronomique

---

Cette question suppose que l'on connaît le mode de respiration des Insectes terrestres. Rappelons-le, néanmoins, à propos par exemple des Insectes aquatiques de surface, c'est-à-dire des Insectes qui vivent sur l'eau sans jamais s'immerger. Tels sont notamment — les *Hydrometra*, petits Insectes noirâtres au corps et aux pattes grêles, à la démarche lente et qui ne s'éloignent jamais beaucoup des rives ; — les *Velia* plus agiles, qui courent d'un mouvement capricieux, la face ventrale du corps semblant glisser sur l'eau ; — les *Gerris*, remarquables patineurs aquatiques, capables de se maintenir à un niveau permanent sur des courants déjà appréciables. Ces trois genres, qui appartiennent à l'ordre des Hémiptères, sont des prédateurs. Ils recherchent ou ils guettent les Insectes ou vermis-seaux qui tombent sur l'eau et que leur apporte le courant.

Les mœurs aquatiques de ces Insectes n'ont rien modifié à leur façon de respirer. L'air est inspiré par les orifices respiratoires nommés « stigmates », placés sur les côtés du thorax et de l'abdomen. Sur ces orifices sont branchés des vaisseaux particuliers, ramifiés à l'infini à l'intérieur du corps, plus ou moins anastomosés entre eux et canalisant l'air vers les organes variés et jusque dans les tissus. Le sang des Insectes ne renferme pas, en effet, de pigments respiratoires comparables à l'hémoglobine du sang des Vertébrés et l'apport d'oxygène aux divers organes est assuré par ces vaisseaux aérifères que l'on nomme « trachées ». Leur canal est maintenu béant grâce à une spirale de chitine, rigide et élastique, enroulée sur sa paroi interne. Les ultimes ramifications des trachées perdent cet ornement caractéristique et leur paroi est très amincie. Ce sont les « trachéoles », dont la terminaison aveugle renferme toujours un peu de liquide. L'oxygène de l'air ne peut donc parvenir aux cellules des tissus qu'à travers les parois amincies des trachéoles. Le liquide que renferment celles-ci y joue sans doute quelque rôle, car son niveau varie selon le degré

d'activité musculaire de l'Insecte et par conséquent en rapport avec les besoins respiratoires.

Le gaz carbonique que rejettent les tissus en activité ne semble pas être expiré totalement par la même voie qu'a suivie l'oxygène. Il en repasse sans doute dans les trachéoles et le calcul a montré que le diamètre de ces vaisseaux est encore suffisant pour permettre, par simple diffusion des molécules d'oxygène ou de gaz carbonique, un maintien d'air pur à ce niveau. Toutefois, la circulation de l'air dans les trachées ne relève pas seulement des lois de la diffusion des gaz. La plupart des Insectes présentent de réels mouvements respiratoires, consistant le plus souvent en une dilatation et une contraction successive et rythmée des anneaux de l'abdomen. Mais les trachées sont des vaisseaux rendus rigides par leur spire chitineuse et ce n'est pas sur elles qu'agissent ces changements de volume de la cavité du corps. Il existe heureusement sur le trajet des trachées des dilatations en forme de « sacs trachéens », au niveau desquels la paroi du vaisseau aérifère redevient souple et est dépourvue de spire chitineuse. Ces sacs trachéens sont de nombre et de forme très variables, ils sont particulièrement bien développés chez les Insectes bons voiliers. Or, les dilatations du corps agissent sur ces sacs et c'est par leur intermédiaire qu'est assuré l'essentiel de la ventilation de l'appareil trachéen.

Ajoutons encore que les stigmates sont, le plus souvent, munis de dispositifs de fermeture. On remarque même que le rythme d'ouverture de tous les stigmates n'est pas toujours simultanée. Dans certains cas on observe que les stigmates antérieurs s'ouvrent au moment de la dilatation des anneaux abdominaux et servent par conséquent à l'inspiration, tandis que les stigmates postérieurs ne s'ouvrent que pendant l'expiration, alors que les précédents se ferment. Il y aurait ainsi, grâce à l'anastomose des trachées, une sorte de circuit respiratoire.

Cependant beaucoup d'Insectes ne sont pas doués de mouvements respiratoires, notamment la plupart des larves à téguments mous, et on admet qu'une bonne partie du gaz carbonique de la respiration des tissus est pris par le sang et est éliminé à travers les régions amincies des téguments.

Ayant ainsi rappelé l'essentiel de la respiration chez les Insectes terrestres, voyons quelles modalités apparaissent chez les espèces qui vivent normalement dans l'eau.

Le cas le plus simple est réalisé par les Insectes qui, tout en vivant en pleine eau, ont conservé une respiration aérienne, remontant périodiquement à la surface renouveler leur provision d'air, se comportant en cela comme les Batraciens. Il en est même qui prélèvent directement l'air dissout dans l'eau. Tels sont les *Elmis*, petits Coléoptères noirs des eaux courantes, et les *Haemonia*, Chrysomélides jaunes et noirs vivant sur les tiges immergées des *Potamogeton*. Le corps de ces Insectes est partiellement

couvert de poils hydrofuges auxquels adhère constamment une mince couche d'air, qui donne à ces surfaces non mouillables un aspect argenté. Un échange continu d'oxygène entre ce matelas d'air et les gaz dissous dans l'eau assure à l'insecte un milieu respirable.

Chacun a vu dans les mares, à la belle saison, des Insectes noirs, de taille grande ou moyenne, apparaître brusquement à la surface, qu'ils touchent rapidement du bout de leur abdomen pour replonger aussitôt. Ce sont des Coléoptères Dytiscides, dont les plus communs sont les *Dytiques* (fig. 9) et les *Acilius*. Chez ces Insectes, les stigmates abdominaux sont recouverts par les élytres, et entre ces derniers et l'abdomen un espace est

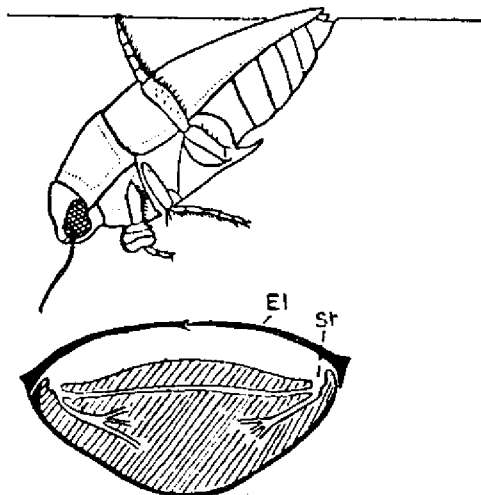


FIG. 9. — Dytique-mâle en position de respiration à la surface de l'eau.  
Coupe schématique transversale de l'abdomen,  
montrant la cavité aérienne ménagée sous les élytres (El). — St : stigmates.  
(D'après H. WEBER.)

ménagé qui se trouve rempli d'air. Les orifices respiratoires ne sont donc pas en rapport direct avec le milieu aquatique. Quand l'Insecte éprouve le besoin de respirer il se laisse passivement monter vers la surface, son corps étant plus léger que l'eau, grâce à cet important sac d'air dorsal. C'est l'extrémité postérieure de son abdomen qui aborde la première le plafond aquatique. Les deux derniers segments abdominaux, normalement recouverts par les élytres, sont pourvus de poils hydrofuges, et l'insecte les faisant alors saillir prend contact avec l'air atmosphérique, lequel communique ainsi avec l'espace sous-élytral. Il semble que les stigmates abdominaux postérieurs serviraient seuls à l'inspiration, les antérieurs étant réservés à l'expiration. Quant aux stigmates thoraciques, ils ne seraient utilisés par l'Insecte que lors de ses migrations nocturnes hors de l'eau.

Un procédé comparable est utilisé par l'Hydrophile (fig. 10), le plus gros de nos Coléoptères aquatiques. Chez ce dernier toute la face ventrale du

corps est couverte de poils hydrofuges, auxquels adhère une couche d'air, qui sous l'eau prend un aspect argenté. Comme chez le Dytique les stigmates abdominaux sont placés dorsalement sous les élytres, mais ils servent uniquement à l'expiration, l'air expiré étant, de temps à autre, rejeté sous forme de bulles à l'extrémité de l'abdomen. L'inspiration se fait par les stigmates thoraciques qui s'ouvrent dans la nappe aérienne adhérant à la surface ventrale du corps. Pour assurer la communication de ce plastron d'air avec l'atmosphère, l'Insecte aborde la surface de l'eau par la face dorsale de sa tête. Il opère alors une curieuse manœuvre de ses antennes. Celles-ci qui, normalement, se trouvent dirigées en avant, sont alors rejetées derrière l'œil et dans cette nouvelle position leur article terminal arrive à tou-

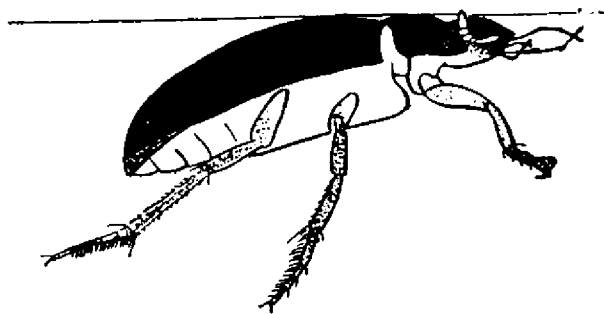


FIG. 10. — Hydrophile femelle respirant à la surface de l'eau (d'après F. BROCHER).  
Remarquer la position de l'antenne.

cher la surface. Etant hydrofugées elles crèvent automatiquement l'interface eau-air et par ce trait d'union est assuré le renouvellement de l'air adhérant à la face ventrale de la tête et du prothorax.

En dehors de cette réserve d'air apparente, l'Hydrophile, comme le Dytique d'ailleurs, possède de vastes sacs trachéens internes, qui lui permettent, lors de l'inspiration, d'absorber en une seule fois un volume d'air plus important.

Plus compliqué est le cas de la Notonecte (fig. 11). C'est un Hémiptère aquatique, au corps fusiforme, qui s'observe fréquemment posé sous la surface de l'eau comme une mouche au plafond. L'Insecte est alors à l'affût d'une proie, Sauterelle par exemple, qu'un saut malencontreux fait choir dans l'eau. On voit aussitôt la Notonecte se précipiter sur sa victime, et l'entraîner sous l'eau. Cette nage est curieuse, car la Notonecte a toujours le dos tourné vers le fond, et dès qu'elle cesse de ramer elle remonte comme un bouchon vers la surface. L'Insecte est en effet allégé par un revêtement d'air qui demeure adhérent à son corps, lui donnant un aspect argenté très caractéristique, car ses téguments ne sont pas mouillables. Les stigmates abdominaux de la Notonecte, placés latéralement sur la face ventrale, sont isolés de l'eau par un revêtement spécial de poils hydrofuges. Ceux-ci plan-

tés en rangées parallèles s'affrontent deux à deux et forment deux voûtes. Ces poils ne sont hydrofuges que sur leur face interne, leur surface externe au contraire est mouillable. Quand la Notonecte est posée sous la surface de l'eau, elle y prend appui par ses deux paires de pattes antérieures dont l'extrémité mouillable repousse l'interface eau-air, et par la pointe de son abdomen. A ce niveau les poils hydrofuges s'écartent ouvrant à l'air libre

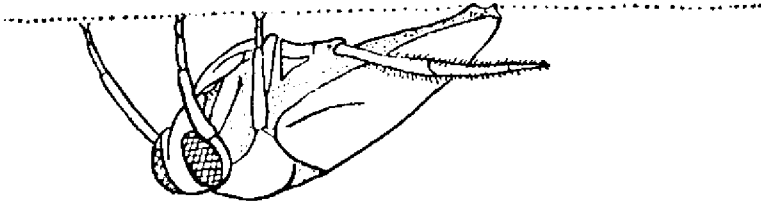


FIG. 11. — Notonecte appuyée sous et contre la surface de l'eau (d'après F. BROCHER).

les deux voûtes aérifères ventrales. L'inspiration ne se ferait, d'ailleurs, que par la dernière paire de stigmates abdominaux, l'air étant au contraire expiré par les stigmates thoraciques et les six premières paires de stigmates abdominaux.

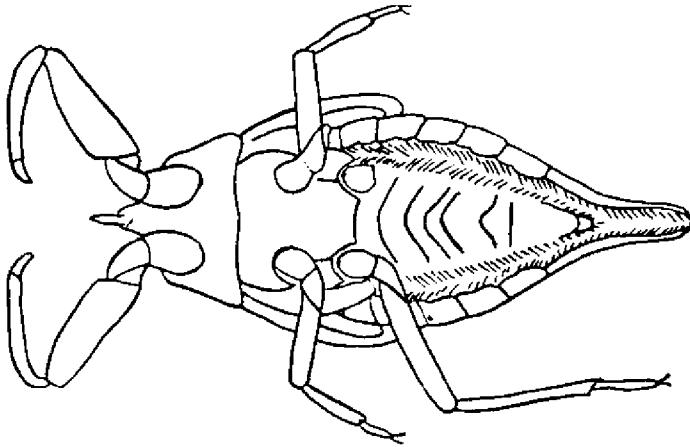


FIG. 12. — Larve de Nèpe, vue par la face ventrale.  
Du côté droit de la figure, on a enlevé la plaque coxale pour montrer le prolongement de la gouttière ciliée jusqu'aux stigmates thoraciques.  
(d'après F. BROCHER.)

Un mode respiratoire du même type se rencontre chez les larves de la Nèpe (fig. 12), ou Scorpion d'eau. C'est encore une punaise aquatique, mais qui affectionne les eaux stagnantes, où elle vit sur le fond, confondue avec la vase. Chez cette larve les stigmates abdominaux, alignés sur les côtés ventraux de l'abdomen, sont également recouverts par des rangées de poils hydrofuges formant voûte. Mais, vers l'extrémité de l'abdomen, le dernier

segment est prolongé en une sorte de palette, sur laquelle les deux canaux aërières formés par les poils hydrofuges fusionnent en un seul. Pour respirer, l'Insecte grimpe le long d'un support vers la surface de l'eau contre laquelle il applique l'extrémité de son prolongement abdominal. Chez l'adulte, le système est perfectionné. La palette qui termine l'abdomen est remplacée par un long tube formé de deux éléments creusés en gouttière et étroitement ajustés l'un sur l'autre. C'est un véritable siphon respiratoire.

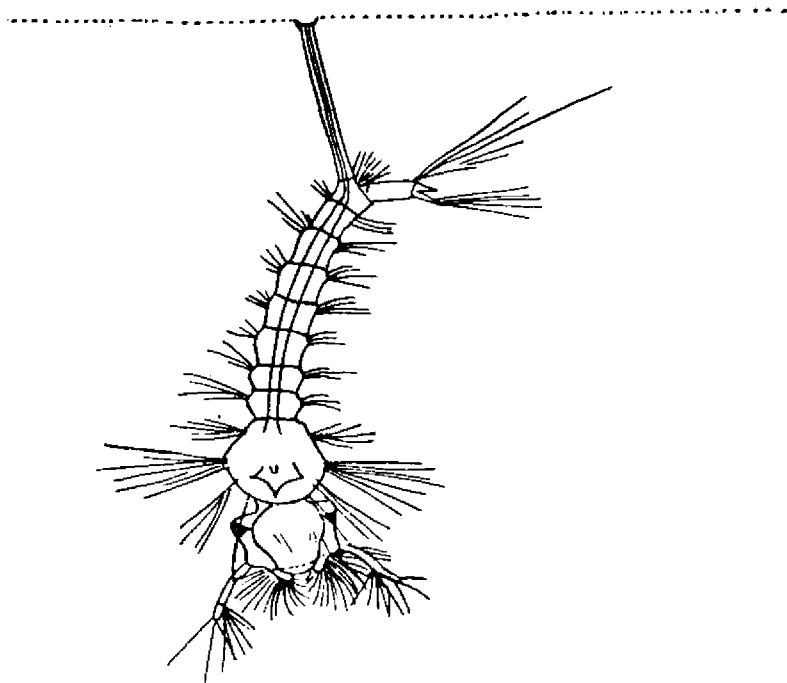


FIG. 13. — Larve de *Culex*, position habituelle suspendue à la surface de l'eau par son siphon respiratoire (d'après F. BACHER).

On retrouve le même appareil chez une autre punaise, la Ranâtre, qui vit dans des milieux comparables à ceux que fréquente la Nèpe. Comme celle-ci, elle a les pattes antérieures modifiées, le tibia se repliant sur le fémur à la façon d'une lame de couteau ; c'est pour ces Insectes un instrument de capture pour se saisir des proies vivantes dont ils font leur nourriture.

Des siphons respiratoires, souvent très développés, se rencontrent chez maintes larves de Diptères. Chez ces larves il n'y a généralement que deux stigmates postérieurs et fonctionnels, s'ouvrant dans une cupule hydrofuge à l'extrémité du siphon. La larve du Moustique (fig. 13) se voit fréquemment appendue sous la surface de l'eau par son siphon respiratoire. Chez certaines espèces de Diptères, le siphon est rétractile, soit en se retour-

nant comme un doigt de gant (larve du Ptychoptère), soit par télescopage (larve d'Eristale) (fig. 14).

Chez ces larves de Diptères, l'appareil stigmatique est donc très réduit, deux stigmates seulement demeurant ouverts. De nombreuses espèces de larves aquatiques sont, d'ailleurs, totalement dépourvues de stigmates. Leur système trachéen est clos. La respiration s'effectue alors à travers le



FIG. 14. — Larve adulte d'Eristale (d'après F. BROCHER).

tégument généralement mince. Tel est le cas, notamment, des larves de Chironomides dont le ver rouge des pêcheurs est une des espèces les plus communes : *Chironomus plumosus*. Cette espèce présente, sur le dernier anneau du corps, quatre petits appendices vermiformes, et au niveau de l'anus quatre papilles digitiformes rétractiles. On leur a attribué, sans preuve réelle, un rôle de branchies.

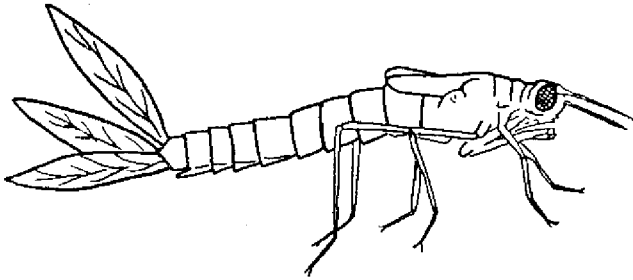


FIG. 15. — Larve de *Lestes* au repos vue latéralement (d'après F. BROCHER).

En fait, il existe maints Insectes aquatiques, surtout des larves, qui portent de véritables branchies. Toutefois ce ne sont pas des branchies sanguines, mais des expansions amincies des téguments chitineux de l'Insecte, dans lesquels se ramifient des trachées et trachéoles. L'échange d'oxygène s'opérerait directement entre la trachée et l'air dissout dans l'eau, à travers la chitine très mince de ces organes, que l'on nomme « trachéo-branchies ». Telles sont les trois grandes lames foliacées que portent à l'extrémité de l'abdomen les larves des petites Libellules (Agrionides) (fig. 15). Les grandes Libellules (*Aeschna*) ont des larves plus trapues, sans trachéo-branchies externes, mais qui offrent la particularité d'absorber et de rejeter constamment de l'eau par le rectum. (1) Or, la paroi de ce dernier, à

(1) Si l'expulsion est brusque la larve est projetée en avant. Elle utilise effectivement ce moyen de progression.

surface étendue en raison de replis importants, est très richement vascularisée par des trachéoles. L'épithélium rectal est ainsi transformé en une véritable trachéo-branchie interne.

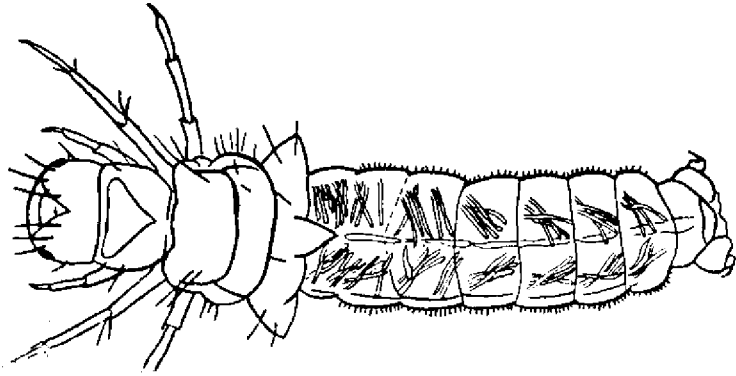


FIG. 16. — Larve de *Phrygane pellucide* (d'après F. BROCHER).  
Remarquer, sur le dos, les trachéo-branchies filamenteuses.

Les larves de Phryganes (fig. 16) ou vers porte-bois, montrent également des trachéo-branchies externes. Ce sont des tubes blanchâtres, vermiciformes, fixés par paquets sur le dos, le ventre ou les côtés de la larve, en nombre et position variables selon les espèces de Phryganes.

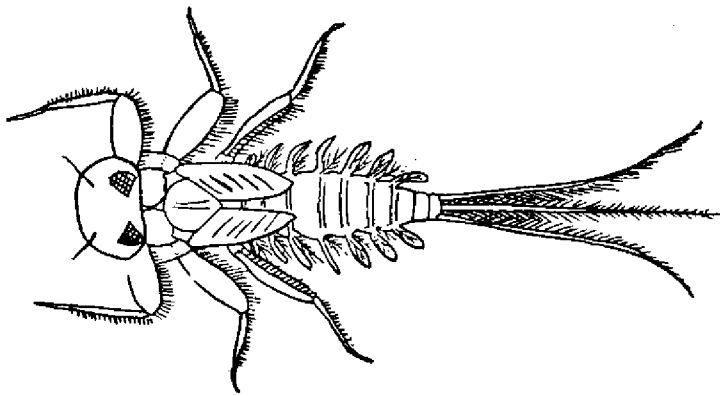


FIG. 17. — Larve adulte de *Baetis fluminum*.  
Remarquer les trachéo-branchies en lame et filaments  
sur les côtés de l'abdomen (d'après F. BROCHER).

Mais c'est sans conteste chez les larves d'Ephémères (fig. 17) que l'on rencontre la plus grande diversité quant à la forme et à l'emplacement de ces trachéo-branchies. Les larvules ou larves venant d'éclorre n'ont pas encore de dispositifs branchiaux, et leur appareil trachéen étant clos elles respirent à travers la minceur de leur tégument. Ultérieurement se dévelop-



segments abdominaux, une paire par segment, sous forme de lamelles foliacées, de lanières, de houppes filamenteuses, ou comportant parfois un complexe de filaments et lamelles. Ces trachéo-branchies sont le plus souvent les trachéo-branchies. Le plus souvent celles-ci sont portées par les vent mobiles, l'Insecte les agite d'un mouvement régulier, ce qui favorise le renouvellement de l'eau à leur niveau. Ces mouvements sont d'autant plus rapides que l'eau est moins oxygénée.

Quelques genres portent des trachéo-branchies sur le thorax ou sous la tête, mais c'est surtout chez les Perlides, proches parents des Ephémères, (*Stone-fly* des auteurs anglais) que l'on rencontre de telles localisations des trachéo-branchies. Chez la larve de la grande Perle des torrents, celles-ci sont situées à la base des pattes et à la base des soies caudales. Beaucoup de larves de Perlides n'ont cependant aucun organe branchial externe, leur respiration est strictement cutanée.

Cette brève revue des procédés respiratoires mis en œuvre par des Insectes aquatiques nous montre que l'adaptation de cette fonction aux conditions exceptionnelles créées par ce milieu, s'est réalisée selon des voies variées.

Certains Insectes conservent un dispositif stigmatique et trachéen normal, qui demeure ouvert, on les dit « holopneustiques » (Dytique, Hydrophile, Notonecte, etc...). D'autres ont subi une réduction du nombre des orifices stigmatiques, localisés, par exemple, à l'extrémité caudale de la larve ; on les dit « hémipneustiques » (Larve de Moustique). Il en est, enfin, dont l'appareil trachéen est clos ; les stigmates ne sont plus fonctionnels ; la respiration est tégumentaire, on les dit « apneustiques » (larves d'Ephémère, larve du Chironome).

---