



# Les libellules témoins ailés du passé

Il y a 350 millions d'années les libellules vivaient déjà sur terre. Leurs fossiles, patiemment collectés par les paléontologistes, sont parfois étonnamment bien conservés. En partie grâce à eux, les chercheurs ont un aperçu de ce lointain passé. Ils nous apprennent dans quels milieux ces insectes vivaient, quels étaient leurs mœurs, leurs ennemis ou leurs victimes, pourquoi leur morphologie a semble-t-il si peu évolué...

**D**epuis le Carbonifère, soit depuis 330 millions d'années (Ma), les insectes représentent environ 80 % des organismes terrestres. L'étude de leurs fossiles représente donc potentiellement 80 % de l'information paléontologique disponible. Alors que pour les vertébrés – mammifères ou dinosaures fossiles – on ne trouve

souvent que des bouts d'os, de mâchoires ou de dents (mais rarement ou presque jamais la peau, les poils, les plumes de la bête), les insectes fossiles sont souvent complets et en très bon état de conservation. Enfin, les gisements à insectes fossiles ne sont pas rares : il faut simplement les découvrir. En France par exemple, on dénombre

une cinquantaine de sites fossilifères à insectes, souvent très riches. Chez la plupart des fossiles d'insectes (et c'est le cas chez les libellules) la chitine est dégradée et remplacée par de la matière organique provenant de l'animal lui-même ou des micro-organismes qui ont en partie détruit le cadavre. Les couleurs d'origine chimique (rouges, jaunes, etc.) sont aussi dégradées, alors que les bleus ou verts métalli-

Ci-dessus, à gauche, libellule *Isophlebioidea* (non décrite) du Jurassique moyen, Mongolie intérieure, Chine. On distingue des traces de couleurs conservées sur les ailes enfumées. On peut remarquer de nombreux points communs avec nos *Calopteryx* actuels...

ques d'origine physique (réflexion et réfraction de la lumière sur et dans le tégument de l'insecte) sont souvent bien conservés.

Au cours de la fossilisation, le corps des insectes subit une forte compression : leurs fossiles apparaissent dans la roche sous la forme d'empreintes en deux dimensions et aux contours déformés. Le plus souvent, seules les ailes, déjà plates, ont l'apparence de leur origine. Exceptionnellement, certaines libellules ont été conservées dans l'ambre (ambre Crétacé des Charentes, de Birmanie, ambre de la Baltique).

#### ■ PROFILÉS POUR DURER, OU PAS

Les dinosaures n'ont pas disparu... en tant que groupe taxinomique en tous cas, puisque leurs descendants directs sont les oiseaux : ils se sont juste modifiés. Les mammifères aussi ont beaucoup changé au cours des 65 derniers millions d'années. En revanche, les grands traits morphologiques des libellules étaient

En français courant – et dans cet article –, libellule se dit pour l'ensemble des représentants de l'ordre des Odonates. Celui-ci rassemble les Anisoptères, les libellules *sensu stricto* aux ailes étendues à plat au repos et aux larves munies d'une chambre respiratoire rectale, et les Zygoptères, les demoiselles, qui sauf exception tiennent leurs ailes jointes au-dessus de l'abdomen et dont les larves respirent par des sortes de branchies externes.

Les Odonates vivent dans l'eau à l'état larvaire et sont aériens (et bon volateurs) une fois adultes. Ils se nourrissent de petits animaux qu'ils chassent activement.

À (re)lire : Les Odonates biologie et écologie, par Philippe Jourde. *Insectes* n°s 158 et 159 (2010-2 et 2010-3), en ligne à [www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i157jourde.pdf](http://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i157jourde.pdf) et à [i158jourde.pdf](http://i158jourde.pdf)

acquis il y a 200 Ma, voire 300 Ma pour certaines structures. Il y a une parenté évidente entre les espèces vieilles de plusieurs millions d'années et les espèces actuelles. Mais ces animaux n'ont pas cessé d'évoluer : les espèces actuelles sont « jeunes », avec moins de 5 millions d'années. En fait, toutes les espèces disparaissent ; elles ne durent généralement pas plus de 5 Ma, ou moins encore. Les espèces d'insectes du Crétacé ont toutes disparu mais leurs lignées se sont maintenues de façon assez stable d'un point de vue morpho-fonctionnel. S'il y a peu de différences entre les insectes

actuels et ceux du Crétacé, c'est que les écosystèmes dans lesquels ils évoluent et auxquels ils sont adaptés ont eux-mêmes peu changé. Les milieux de vie des insectes qui étaient inféodés aux araucarias du Crétacé (une lignée de « conifère » encore présente dans l'Hémisphère sud comme en Nouvelle-Calédonie) n'ont pas beaucoup changé puisqu'il existe toujours des araucarias. En revanche, les milieux de vie de ces insectes avaient beaucoup changé entre le Carbonifère et le Crétacé et – à taille similaire – les espèces sont morphologiquement très différentes.

#### ■ LES EAUX TROUBLES DU PASSÉ...

Depuis 400 Ma on trouve dans les lacs des Crustacés de type *Triops*, qui n'ont pas changé d'allure ou très peu depuis cette époque, contrairement aux libellules. Cette ressemblance (apparente) au fil du temps s'appelle le panchronisme (on les appelle communément « les fossiles vivants »).

Au Carbonifère, les lacs abritaient des crustacées, des larves de libellules – qu'on connaît encore mal – et quelques autres insectes aquatiques. À partir du Trias (- 230 Ma), l'apparition des Diptères a dû provoquer un grand changement, car leurs larves constituent une ressource alimentaire capitale, et ce sont des herbivores et des recycleurs de la matière organique absolument essentiels. Au Jurassique et au Crétacé inférieur, les libellules vivaient dans des lacs aux eaux plutôt bien oxygénées. On y trouvait des insectes inféodés de nos jours aux rivières au courant rapide, comme des Plécoptères ou des Trichoptères. Puis, autour des - 100 Ma, la chimie des lacs a changé. Lorsque les angiospermes ont remplacé les gymnospermes, leurs feuilles ont produit une grande quantité de matière organique dont la dégradation a entraîné un appauvrissement en oxygène des milieux aquatiques. Les insectes exigeants en oxygène ont disparu des lacs.



Larve d'Aeschniidié du Crétacé inférieur, découverte dans la formation Jehol de la province du Liaoning en Chine

## ■ CHASSEUSES UN JOUR...

Le cycle de vie des libellules du Crétacé ressemblait beaucoup à celui des espèces actuelles. Depuis les premiers fossiles connus, aux stades larvaire et adulte, ce sont des prédateurs d'autres arthropodes. Les larves vivent et chassent en eau douce (quelques fois saumâtre) et les adultes sont aériens. Deux grands modes de chasse coexistent depuis le début du Carbonifère supérieur. Le mode demoiselle est celui des petites espèces capables de se faufiler entre les arbres d'une forêt ou d'un bord de rivière pour chasser de petits insectes. De leur côté, les grandes libellules (vraiment très grandes au Carbonifère avec des animaux de 70 cm d'envergure) chassent en planant au-dessus des lacs en parcourant un territoire qui leur est propre et dans lequel l'individu ne tolère pas d'autres libellules ; elles chassent de plus grosses proies, y compris d'autres insectes prédateurs. Les deux types de comportement sont très anciens et sont apparus dans des lignées très différentes au fil des âges.

Au Carbonifère et jusqu'au Permien moyen, les libellules ont eu elles-mêmes peu de prédateurs (surtout les libellules géantes !), en dehors probablement des batraciens et poissons qui s'attaquent aux larves (et sans oublier celles des libellules elles-mêmes). À partir du Permien moyen et surtout de la fin du Trias, les choses changent avec l'apparition de vertébrés – capables de planer d'abord puis de voler activement (les ptérosaures) – et les oiseaux après le Jurassique supérieur : ce sont les principaux prédateurs des adultes de libellules. Plus récemment (au Crétacé) les Diptères Asilidés ont dû commencer à s'attaquer aux petites demoiselles.

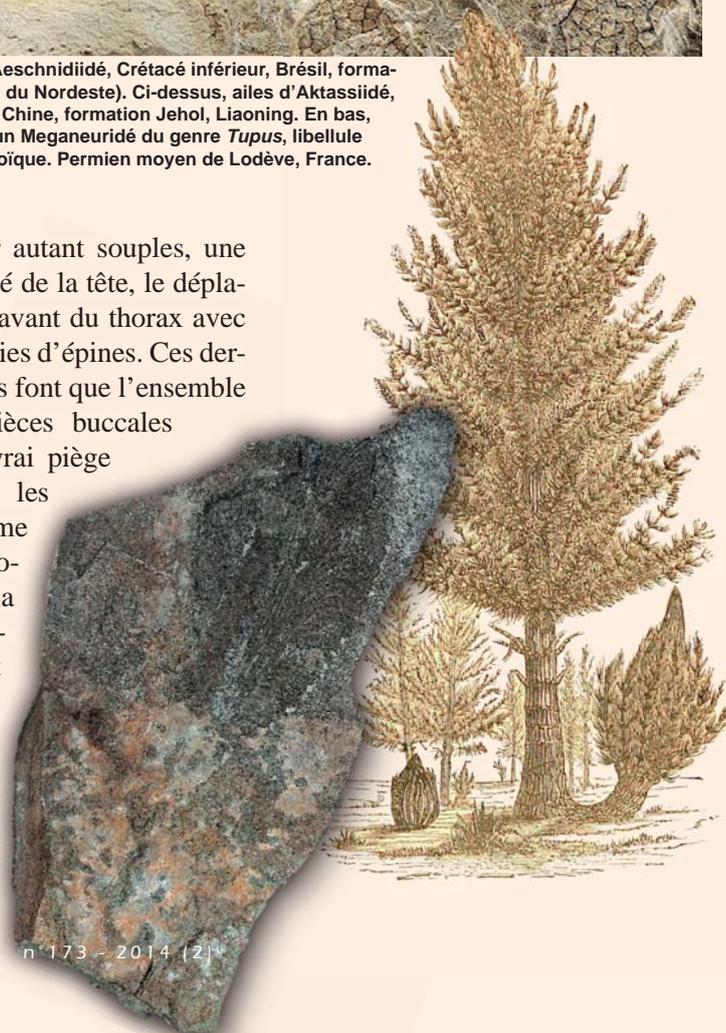
## ■ CHASSEUSES TOUJOURS

Au mode de vie prédateur correspondent depuis il y a au moins 330 Ma des adaptations : des yeux avec des milliers d'ommatidies (30 000 sur 4 mm<sup>2</sup>), des ailes soli-



En haut, grande Aeschniidae, Crétacé inférieur, Brésil, formation Crato (région du Nordeste). Ci-dessus, ailes d'Aktassiidae, Crétacé inférieur, Chine, formation Jehol, Liaoning. En bas, aile antérieure d'un Meganeuridé du genre *Tupus*, libellule géante du Paléozoïque. Permien moyen de Lodève, France.

des mais pour autant souples, une grande mobilité de la tête, le déplacement vers l'avant du thorax avec des pattes garnies d'épines. Ces derniers caractères font que l'ensemble pattes plus pièces buccales constitue un vrai piège volant pour les proies, même si cela fait problème pour la libellule lorsque elle veut se poser : elle est presque incapable de marcher sur un support plat. Les





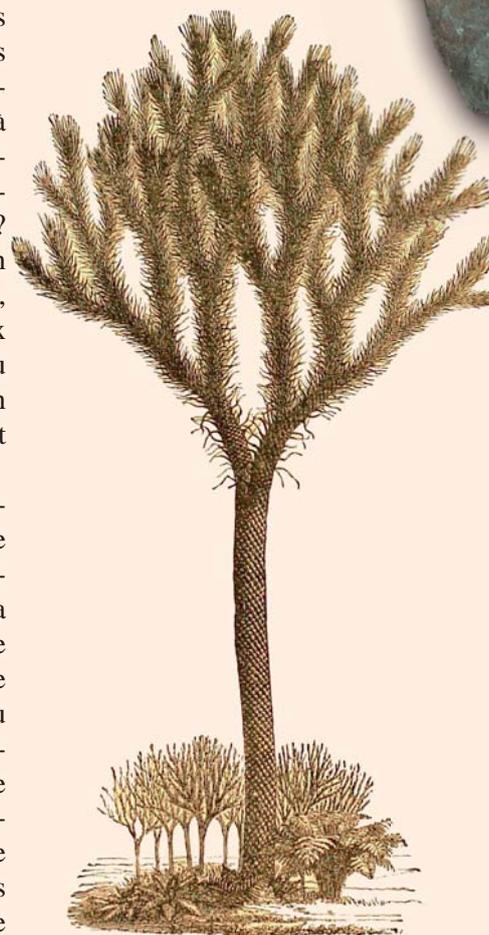
Petit Zygoptère femelle, Crétacé inférieur, 146 à 100 millions d'années, Brésil, formation Crato

libellules ont un vol exceptionnellement efficace, et ce certainement depuis le Carbonifère. Si l'envergure allait de 2 à 70 cm, en moyenne leur taille n'a pas été vraiment plus élevée à cette époque. Il y a eu quelques géants, pas plus d'une dizaine d'espèces : des « T. rex » du monde des insectes adaptés à de grandes proies. Toutes les autres avaient des dimensions comparables aux actuelles, petits prédateurs adaptés à des proies plus petites mais certainement plus nombreuses... Pourquoi les grandes ont-elles disparu ? Sans doute à cause de l'apparition des prédateurs vertébrés volateurs, ou en liaison avec la baisse du taux d'oxygène de l'air – supérieur au taux actuel – vers la fin du Permien (mais cette dernière hypothèse n'est pas bien démontrée).

D'autres systèmes caractéristiques des libellules ont aussi une origine très ancienne, ainsi le système d'accouplement : le mâle a un réservoir à sperme (on parle de genitalia secondaires) situé sur le second segment abdominal près du thorax alors que ses organes génitaux normaux sont situés comme chez les autres insectes à l'extrémité de l'abdomen. Cette structure a été acquise au Carbonifère, mais certaines libellules de cette époque

ne l'avaient pas. Le mâle déposait peut-être sur le sol une poche contenant du sperme et la femelle allait la récupérer avec ses organes génitaux, à moins que l'accouplement n'ait été plus classique, avec contact des orifices génitaux.

La paléontologie contemporaine se concentre actuellement sur les très petits insectes du Carbonifère car ceux-ci ont été négligés, non ramassés, véritablement oubliés, alors que parmi eux se trouvent les plus anciens représentants des insectes modernes, comme les Coléoptères ou les Diptères, beaucoup plus anciens que ce que nous imaginions. La découverte d'une aile d'insecte de 2 millimètres de long a ainsi fait le scoop dans *Nature* (Nel *et al.*, 2013).



Meganeuridé du genre *Tupus*, libellule géante du Paléozoïque. Permien moyen de Lodève, France.

#### Crédits

Toutes les photographies de fossiles sont de Stéphane Hette. La planche de la première page est reprise de *Meyers Konversations-Lexikon : Eine Encyclopädie des allgemeinen Wissens*, Joseph Meyer, 1874. Les arbres du Carbonifère des pages 4 à 6 sont extraits de *La terre avant le déluge* de Louis Figuier, 1872.

#### Remerciements

Tous nos remerciements à Stéphane Hette, photographe et auteur, et à André Nel et Romain Garrouste, chercheurs au département Systématique et Évolution du MNHN, unité mixte de recherche 7205 du MNHN/CNRS « Origine, structure et évolution de la biodiversité », qui nous ont autorisés à reprendre la « matière première » textuelle et photographique de leur article : « Libellules : les témoins ailés du passé », *Nat'images* n°14, juin/juillet 2012. Texte adapté par Bruno Didier.