



BOISÉ DES DOUZE

Le Saviez-vous # 4: Maîtrise du vol - drones et insectes

Drones d'aujourd'hui et drones d'hier, des hexaoptères aux bicoptères en passant par les diptères

Lors du dernier "24h de Sciences" Jacques Kirouac, Jacqueline et moi sommes allés à la sortie de paléontologie "À la recherche des Fossiles" à La Prairie. À peine étions-nous installés dans notre fouille que nous avons été survolés de long en large par un drone. Par drone je veux dire une de ces plateformes volantes équipées de plusieurs petits moteurs électriques actionnant des hélices et télécommandées à distance. Nous nous sommes fait la remarque que l'on en voyait de plus en plus et qu'on en parlait beaucoup dans les journaux. La compagnie de livraison DHL ne nous promet-elle pas des livraisons partout, d'ici peu, par drone !

Comment expliquer cette popularité? Notre voisin de fouille avait la réponse. Il venait d'en acheter un (de course, précisa-t-il) et de nous expliquer que toutes les composantes nécessaires: moteurs électriques, hélices, accumulateurs, contrôleurs de vol, télécommandes et gyroscopes perfectionnés existent maintenant en version miniaturisée. De grande importance, c'est l'intégration des signaux des détecteurs de mouvement basés sur les gyroscopes qui a permis de faire voler ces "planches à savon". On peut donc acheter ou fabriquer soi-même une infinité de quadra, hexa ou octaoptères.

Dans l'aventure de l'évolution du vol humain, les drones représentent le 5e stade: après

- Le ballon des frères Montgolfier (en 1782),
- Le planeur de Georges Cayley (en 1804),
- L'avion à moteur classique de Clément Ader (en 1890), celui à moteur à réaction -le Heinkel 178 de 1939
- L'hélicoptère développé par Sikorski dans les années 1940.

L'homme a exploré toutes les dimensions du compromis entre stabilité en vol et manœuvrabilité de l'engin volant. **Plus ce dernier est stable, moins il est manœuvrable; plus il est manœuvrable, moins il est stable.** Le drone est donc la position extrême sur ce vecteur. Il est incroyablement manœuvrable, mais totalement instable. En vol il est en chute permanente contrôlée par cette instrumentation embarquée très sophistiquée. L'homme n'a-t-il pas raison d'être fier de ses prouesses d'ingénierie?

Et la nature? Comment se comporte-t-elle? Est-elle capable d'autant d'ingéniosité? À ce point on peut rappeler que le mot drone, en anglais, s'applique à l'abeille mâle.

Dans les abîmes du temps passé, la Nature a inventé le vol plusieurs fois:

- Chez les reptiles, par exemple, où les ptérosaures volants ont vécu durant 150 millions d'années
- Bien entendu chez les oiseaux avec leur fameux ancêtre, l'archéoptéryx, ce dinosaure à plumes qui vivait il y a 150 millions d'années
- Également chez les mammifères il y a les chiroptères (une main-aile en grec), c'est à dire les chauves-souris, un excellent exemple de manœuvrabilité
- Et bien entendu, il y a les insectes volants apparus il y a 350 millions d'années et dont les descendants sont toujours bien présents.

En fait chaque fois que le vol apparaît (pour les insectes, oiseaux, reptiles, mammifères) il s'ensuit une diversification prodigieuse de ces espèces volantes, ce qui illustre bien les nouvelles opportunités offertes par cette capacité de se déplacer dans les airs. Ainsi, **les chauves-souris** qui ont à peine 50 millions d'années, les seuls mammifères volants, sont le deuxième groupe le plus diversifié des mammifères avec 1200 espèces. La plus petite mesure environ 3 cm de longueur, a une envergure de 15 cm et ne pèse pas plus de 2 grammes! Pas mal en termes de miniaturisation!

Mais là où le génie de la Nature appliqué au vol est le plus évident, c'est chez **les insectes**. Tout d'abord une diversité extrême: peut-être 2 millions d'espèces différentes, dont la plupart, volent. Rappelez-vous le sphinx de Morgan¹, capable d'un vol stationnaire, de vol avant et arrière et surtout d'une manœuvrabilité extraordinaire: capable de viser avec leur trompe de 30 cm un tout petit orifice pour y chercher du nectar! On peut dire qu'il est l'égal de nos hélicoptères les plus performants!

Les insectes volants ont en général deux paires d'ailes attachées au thorax: deux sur le mésothorax près de la tête et deux sur le métathorax près de l'abdomen. Leur taille varie beaucoup, mais bien moins que pendant l'âge des géants (aux environs de 340 millions d'années) où il y avait des libellules de 70 cm d'envergure.

Il y a à peu près 210 millions d'années apparaissent d'autres insectes "révolutionnaires" Ils appartiennent à **l'ordre des diptères** et ils n'ont qu'une seule paire d'ailes; elles sont attachées au mésothorax. Ce sont les meilleures machines volantes à date: les diptères possèdent le vol stationnaire, peuvent tourner sur place, voler à reculons et battre des ailes jusqu'à 1000 fois par seconde! Ils peuvent même voler à l'envers, ce que même nos drones auraient du mal à faire.

Pour réussir ce tour de force, Dame Nature a dû inventer de nouveaux outils

- Tout d'abord le gyroscope et le détecteur de mouvement. En effet la deuxième paire d'ailes a été remplacée par deux haltères, une de chaque côté du thorax. Il s'agit de deux minuscules bâtonnets se terminant par une masse. Ils vibrent chacun à haute fréquence de façon synchrone avec une aile en décrivant une figure de huit planaires en antiphase avec l'aile battante, les deux plans de vibration étant orthogonaux pour un contrôle maximum. Ils sont reliés sur le thorax à un organe senseur du mouvement.
- Sur leurs antennes les insectes ont un autre capteur, l'arista, qui leur permet de connaître la vitesse à laquelle ils volent. Ce sont de véritables bicoptères!

Vous vous posez peut-être la question: pourquoi la Nature a-t-elle éliminé les ailes de derrière pour y placer les haltères et pas l'inverse? La réponse est simple: il fallait bien commencer par l'une des deux possibilités! Mais l'expérience ne s'est pas arrêtée là.

Il y a 125 millions d'années, dans le milieu du Crétacé, est apparu un nouveau modèle de drone biologique: celui-ci a les haltères à la place des ailes de devant sur le mésothorax. C'est l'ordre des Strepsiptera (ailes tordues en grec) dont 9 familles et 600 espèces survivent encore aujourd'hui.

¹ Le Saviez-vous #3 Coévolution insectes-fleurs

Quand on pense que ces merveilles d'ingénierie intégrée existent dans des bibittes aussi petites qu'une vulgaire mouche, un moustique exaspérant ou une tipule, il y a de quoi rendre jaloux nos meilleurs ingénieurs !!

Combien de fois, lors de nos promenades au boisé des Douze avons-nous seulement remarqué l'existence de la plupart de ces insectes et en particulier de ces diptères, si ce n'est lors d'une piqûre ou d'une morsure! Peut-être veulent-ils nous rappeler leur droit à l'existence et donner à nos ego d'Homo sapiens une petite leçon d'humilité en même temps qu'une petite douleur!

Texte proposé

Note

L'ordre des diptères est l'un des 4 ordres dominant des insectes

- Les **diptères** (une seule paire d'ailes; 120 000 espèces)
- Les coléoptères (ailes en bouclier; 300 000 à 400 000 espèces)
- Les hyménoptères (ailes membraneuses; 120 000 espèces)
- Les lépidoptères (ailes à écailles - les papillons; 100 000 espèces).

De nos jours, on connaît et on a classifié 130 familles de **diptères** partagées en 120 000 espèces réparties en trois grands groupes:

- Les Nématocères
- Les Brachycères
- Les Cyclorrhapha

L'ordre des diptères est caractérisé par une uniformité morphologique importante.

Note

Texte original

On connaît et on a classifié 130 familles de diptères avec 120 000 espèces de nos jours (elles sont réparties en trois grands groupes: les Nématocères, les Brachycères et les Cyclorrhapha; cet ordre est caractérisé par une uniformité morphologique importante).

C'est un des 4 ordres dominant des insectes avec les coléoptères (ailes en bouclier; 300 000 à 400 000 espèces), les hyménoptères (ailes membraneuses; 120 000 espèces) et les lépidoptères (ailes à écailles - les papillons; 100 000 espèces).

Yves Fournon, membre du Boisé des Douze

24 mai 2015