

Le vol chez l'abeille "Apis mellifera"

Alors que le vol des oiseaux nous fascine tant, les insectes eux aussi ont réussi à maîtriser l'air, véritable prouesse accomplie au cours de l'évolution. Mais ils ont développé une mécanique différente de celle des oiseaux pour maîtriser les mêmes forces physiques (portance, traînée, etc.). Chez l'abeille, c'est un système complexe qui intègre l'exosquelette, deux paires d'ailes mues par de nombreux muscles thoraciques commandés par un système nerveux particulier.

Les outils

Les ailes

Les ailes des insectes ne sont pas considérées comme de vrais appendices, mais plutôt comme une excroissance de l'exosquelette adapté pour le vol. L'abeille domestique possède deux paires d'ailes. Les ailes antérieures sont plus développées que les ailes postérieures. Elles sont rattachées au segment postérieur du thorax par des articulations qui permettent le vol. Les quatre ailes sont parcourues de nervures qui renforcent leur structure et permettent le passage de nerfs et de vaisseaux.

Avant le décollage, les ailes antérieures, les plus petites, sont fixées aux ailes postérieures, à l'aide d'un système d'accrochage, un peu équivalent aux tissus « velcro ». Une vingtaine de crochets, appelés hamuli, situés sur la partie antérieure de l'aile postérieure viennent se fixer dans une sorte de gouttière

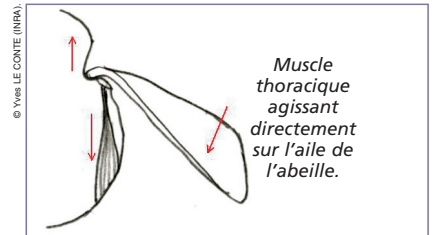
située sur la partie postérieure de l'aile antérieure. Au repos, les deux paires d'ailes se décrochent. Ce système permet aux deux ailes de se solidariser complètement pendant le vol, et a pour effet de réduire les phénomènes de turbulence et de traînée.

L'abeille domestique possède un système d'articulation qui permet le repli de l'aile vers l'arrière au repos. Pour cela, elle réalise un pliage de ses ailes avec un petit levier, un peu comme s'il s'agissait d'une longue feuille de papier.

Les muscles des ailes

Les ailes sont mues par des muscles qui occupent une grande partie du thorax. Chez les mammifères, les muscles sont rattachés directement aux os du squelette, qui est placé à l'intérieur de l'organisme. Au contraire, chez les insectes le squelette est externe, on l'appelle exosquelette.

Il est formé par la cuticule placée à



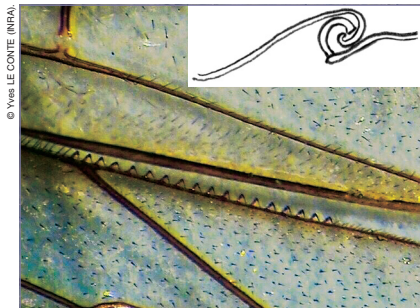
l'extérieur, telle une enveloppe solide de l'organisme. Les muscles agissent en déformant la cuticule pour permettre le mouvement.

Il en est de même chez l'abeille. Les muscles thoraciques verticaux et longitudinaux très développés n'agissent pas directement sur les ailes. Ils se contractent chacun leur tour pour déformer le thorax verticalement puis horizontalement de manière à orienter les ailes respectivement vers le haut ou vers le bas. Ces muscles thoraciques indirects entraînent seulement les ailes antérieures qui elles-mêmes entraînent les ailes postérieures à l'aide du système d'accrochage.

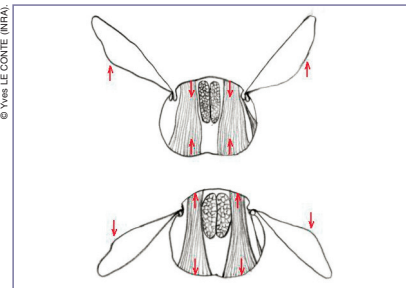
Cependant, il existe quatre muscles complémentaires directement reliés à l'aile antérieure et trois à l'aile postérieure.

Physiologie

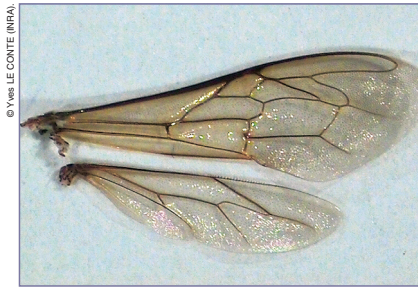
Les battements d'ailes s'effectuent à la fréquence variant de 140 à 200 battements par seconde en fonction de la température du thorax (respectivement 24 °C et 40 °C). Cette fréquence élevée pose des questions du point de vue du contrôle nerveux, mais en fait les



L'aile postérieure possède des crochets appelés hamuli qui viennent se fixer dans la gouttière de l'aile antérieure afin d'assurer la cohésion des deux ailes pendant le vol.



Les muscles thoraciques verticaux et longitudinaux se contractent chacun leur tour pour déformer le thorax verticalement puis horizontalement de manière à orienter indirectement les ailes respectivement vers le haut ou vers le bas.



Les ailes antérieure et postérieure de l'abeille.

muscles se contractent plusieurs fois pour un seul influx nerveux. Au départ de la ruche, la température du thorax des ouvrières est d'environ 36,5 °C ; ce « préchauffage » optimise les paramètres physiologiques nécessaires au vol. Pendant le vol, la température du thorax environne 40 °C, mais peut atteindre 46 °C si la température extérieure est élevée. La température produite par le thorax se propage rapidement à la tête dont la température est de 4 à 5 °C inférieure à celle du thorax. Cette différence n'évolue pas sensiblement en fonction de la température ambiante. Cependant, il est essentiel que la température du cerveau ne soit pas trop importante. Pour réduire cette température, l'abeille opère une régulation en formant une grosse goutte de liquide qu'elle régurgite entre la partie ventrale de la tête, du thorax et de la première paire de patte, l'équivalent de la sueur des mammifères. Ceci n'est pas le cas pour la température de l'abdomen qui évolue entre 13 et 3 °C en dessous de celle du thorax, en fonction de la température extérieure (20 à 39 °C). Chez les fauxbourdons, la température du thorax est d'environ 2,5 °C plus importante que celle des ouvrières. Pour apprécier sa vitesse de vol,

Les structures définies par les nervures alaires sont adaptées au vol mais forment aussi des cellules caractéristiques de l'espèce et de la race. La morphométrie a longtemps utilisé des indices – les indices cubitiaux – basés sur le rapport de distances de certains éléments géométriques de ces cellules. Ces indices sont spécifiques des différentes races d'abeilles.

l'abeille dispose de l'organe de Johnston, situé dans le pédicelle à la base de chaque antenne. Il comporte de nombreux récepteurs sensoriels qui permettent à l'animal d'intégrer les changements de position de l'antenne en fonction du temps. Ce système renseigne l'abeille sur les flux d'air, et donc la vitesse de vol. Des soies sensorielles situées sur les yeux, entre les facettes des yeux composés, permettent aux abeilles d'intégrer la vitesse du vent au cours de leurs déplacements dans l'air.

Energétique

Avant le vol, l'ouvrière absorbe environ 30 mg de miel qu'elle stocke dans son jabot pour assurer ses besoins énergétiques pendant le vol. L'hémolymphe de l'abeille doit contenir plus d'1 % de sucres pour qu'elle puisse voler. Ce miel lui donne une autonomie énergétique d'environ 60 km. La température externe minimale de butinage se situe entre 10-14 °C, mais le vol peut s'effectuer à des températures inférieures. L'intensité lumineuse, le vent, la pluie et l'heure de la journée agissent également sur l'activité de vol.

Performances

La vitesse du vol des ouvrières se situe entre 24 et 32 km/h et varie en fonction de la charge de nectar et de pollen qu'elles transportent. Ainsi une butineuse peut ramener jusqu'à 40 mg de nectar et 30 mg de pollen, soit une charge de 70

Distance de butinage

Il est communément admis que les abeilles vont butiner dans un rayon de 1 à 2 km de la ruche, lorsqu'elles ont de bonnes sources de butinage. Ceci explique pourquoi il est nécessaire de transhumer les colonies dans un rayon de 3 km minimum, afin d'éviter que les butineuses retournent à l'endroit initial de la colonie. Cependant, on a pu observer des populations importantes de butineuses à une distance de 3 500 m voire jusqu'à 13 km du rucher. De même, des expériences de recrutement de butineuses vers des sites de nourrissage ont été réalisées avec succès à plus de 10 km du rucher. La distance de butinage est en fait directement liée à la proximité des fleurs à butiner. Elle varie beaucoup en fonction de l'intérêt de l'espèce végétale visitée. Ainsi, des fleurs nombreuses produisant beaucoup de nectar et regroupées autour de la ruche optimiseront la distance parcourue par les abeilles, contrairement à des fleurs peu productives, espacées et lointaines.

mg. Dans ce cas, l'abeille vole à une vitesse moyenne d'environ 24 km/h. Une butineuse fait en moyenne 10 à 15 voyages par jour, et les butineuses spécialistes du nectar peuvent en faire jusqu'à 150. Les ouvrières peuvent accomplir un total d'environ 800 km de vol pendant leur vie. Leur longévité est directement corrélée avec la durée de vol qu'elles ont effectué pour butiner. Ceci explique, en partie, la grande longévité des abeilles d'hiver. ■

Yves LE CONTE

INRA/UAPV UMR 406 Ecologie des Invertébrés
Laboratoire Biologie et Protection de l'abeille
Site Agroparc - Domaine Saint-Paul
84914 AVIGNON Cedex



ATTENTION !

Ce numéro est le dernier qui vous est distribué... si vous n'avez pas encore réglé votre abonnement pour l'année en cours.

Renvoyez-nous le bulletin d'abonnement se trouvant page 4 accompagné de votre règlement, vous éviterez ainsi l'interruption du service de la revue.

