

Le froid est un handicap pour  
les insectes qui volent.

# Pourquoi certains insectes



Perdre un avantage décisif comme celui qui a permis aux insectes de conquérir le ciel et d'y régner en maîtres incontestés depuis le Dévonien jusqu'au Crétacé (300 millions d'années environ) peut apparaître au premier abord comme une catastrophe ou une absurdité. Pourtant certains insectes ont dû abandonner leurs ailes ou perdre l'aptitude au vol pour pénétrer dans des biotopes très particuliers. C'est notamment le cas de la plupart des insectes vivant dans les couches superficielles du sol; c'est aussi le cas de ceux qui se développent au milieu d'insectes sociaux (dans les ruches, dans les termitières) ou encore celui des insectes parasites tels que les poux, les mallophages, etc.

Deux chercheurs, Jacques Brunhes<sup>(1)</sup> et Christophe Dufour<sup>(2)</sup>, qui travaillent en collaboration, le premier en France et le second en Suisse, viennent d'attirer l'attention sur les stratégies de déplacement

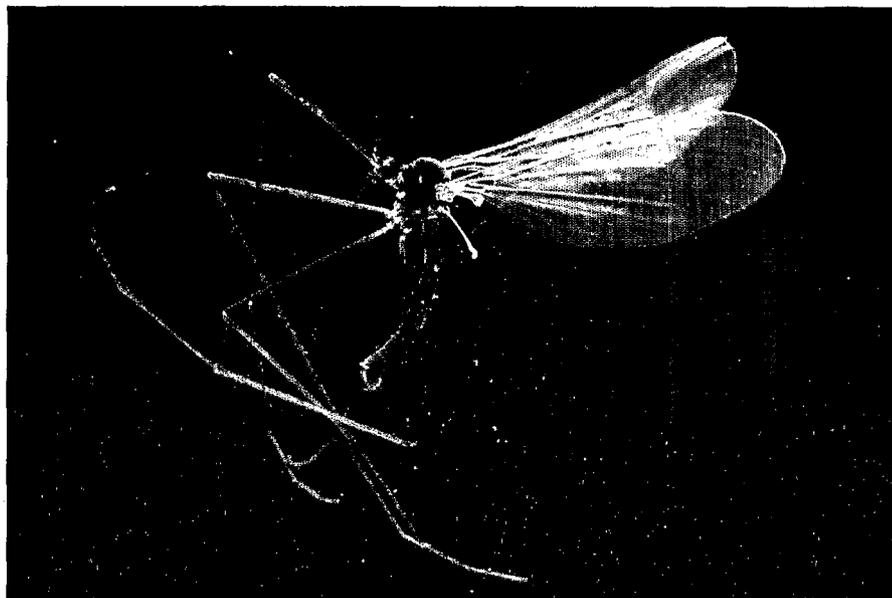
entre lesquelles sont contraints de choisir les insectes soumis au froid et au vent; ils ont également montré que l'adoption de l'une de ces stratégies implique l'abandon progressif de l'appareil du vol.

Le vent qui souffle avec force et régularité entraîne en effet, sans espoir de retour sur leurs lieux de développement larvaire, les insectes qui prennent dans de telles conditions le risque de voler. Ce déplacement involontaire est d'autant plus lourd de conséquences que l'environnement est plus hostile; cela est notamment le cas des populations d'insectes des îles ou des caps qui risquent d'être emportées en mer par le vent. Être emportés par le vent est aussi un risque mortel pour les insectes qui exigent pour le développement de leurs larves des biotopes précis et parfois peu représentés (tourbières, zones sablonneuses, petits marécages, etc.). Dans de telles conditions, être éloigné par

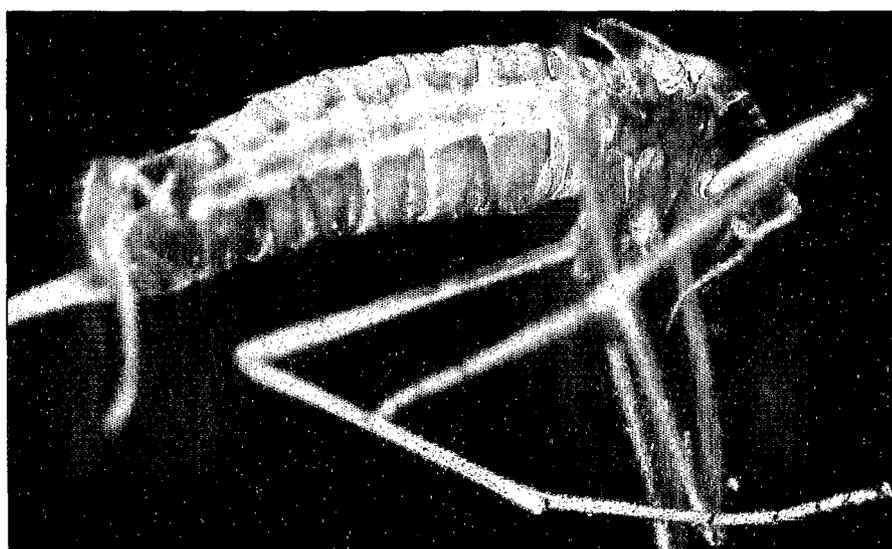
le vent de son lieu de développement larvaire empêchera la ponte et la reproduction, ce qui pourrait entraîner la disparition de l'espèce.

Le froid constitue un handicap au moins aussi grave que le vent pour les insectes qui doivent voler. En effet, la température de leur corps est sensiblement la même que celle qui règne dans le milieu extérieur, et ceci rend toute activité musculaire impossible pour la plupart d'entre eux lorsque la température de l'air est inférieure à 5 ou 10°C. Les muscles du vol, qui doivent fournir un effort intense et qui ne fonctionnent qu'à 25°-35°C, sont les premiers à être paralysés par le froid. Cet indispensable échauffement des muscles du vol avant l'effort oblige les abeilles, par exemple, à « faire le point-fixe » pendant quelques secondes avant de pouvoir quitter la planchette d'envol. En hiver, le vol sera donc d'autant plus difficile que

## perdent leurs ailes ?



2A



2B

l'effort demandé sera plus grand (femelles gorgées d'œufs) et la température extérieure plus basse.

### La longue marche vers l'adaptation au froid.

Les contraintes ainsi imposées par le froid et le vent sont si fortes que deux stratégies seulement semblent s'offrir aux insectes qui y sont soumis. Ils se trouveront contraints soit à rendre plus performant leur appareil de vol pour qu'il reste fonctionnel malgré les conditions climatiques défavorables, soit à ne plus voler du tout. Dans cette dernière hypothèse, de profondes modifications morphologiques et physiologiques devront être rapidement adoptées. Pour les insectes vivant au froid, entre voler d'une part ou marcher et pondre d'autre part, il faut choisir !

Les insectes de l'Arctique, de l'Antarc-

tique ou de l'Himalaya, pour ne citer que ces situations extrêmes, ont massivement opté pour la marche et la perte de l'aptitude au vol. Dans l'Himalaya, au-dessus de 4 000 m, les proportions d'espèces inaptes au vol varient entre 70 et 100 % selon les ordres d'insectes considérés. Cette option vient d'être une nouvelle fois soulignée par une expédition japonaise qui a découvert dans l'Himalaya<sup>(3)</sup> une nouvelle espèce de diptère (*Chironomidae* appartenant au genre *Diamesa*) dont le mâle et la femelle sont totalement dépourvus d'ailes et dont les larves se développent dans la boue sous-glaciaire où elles se nourrissent d'algues et de bactéries. Un Américain, W. Byers, a lui aussi, mis en évidence l'adoption de la même stratégie de déplacement chez des diptères (*Chionea*) qui apparaissent en hiver au Canada et aux États-Unis<sup>(4)</sup>.

Les chercheurs de Clermont-Ferrand et

*Figure 1. Cette femelle de tipule possède des ailes réduites et un thorax vide de muscles. Ces caractères n'ont pas été obtenus artificiellement en laboratoire, ils ont été sélectionnés sur le terrain par le vent et le froid qui imposent aux insectes de choisir entre deux stratégies de déplacement : la marche avec disparition progressive des ailes et des muscles correspondants ou le vol mais avec une amélioration des performances. (Cliché D. Huin.)*

*Figure 2. Ce couple de Prionolabis platyptera illustre parfaitement les deux stratégies de déplacement compatibles avec les conditions météorologiques hivernales. Le mâle, en A, a sélectionné les mutations tendant à développer la surface de ses ailes et à alléger son corps. La femelle, en B, a emprunté la stratégie opposée. Ses ailes sont réduites à l'état d'écaillés, la cavité thoracique, laissée libre par le non-développement des muscles du vol, est occupée par de volumineux ovaires qui distendent déjà l'abdomen. Les pattes sont plus courtes et plus robustes que celles du mâle. Tout se passe comme si les économies effectuées sur le « budget déplacement » avaient été investies dans un effort accru de reproduction. (Clichés D. Huin.)*

(1) J. Brunhes et Ch. Dufour, *Bull. Ecol.*, 15, 185, 1984.

(2) Ch. Dufour et J. Brunhes, *Bull. Soc. ent. suisse*, 57, 133, 1984.

(3) Shiro Kohshima, *Nature*, 310, 225, 1984.

(4) W. Byers, *Univ. Kansas Sci. Bull.*, 52, 60, 1983.

**En hiver, les insectes doivent choisir entre la marche et le vol.**

ceux du Muséum de Neuchâtel viennent de montrer qu'il n'est nul besoin d'escalader les plus hautes montagnes ou de se rendre aux antipodes pour rencontrer de tels insectes. Non seulement les Alpes, le Jura, le Massif Central possèdent déjà des cas limites analogues, mais on y rencontre en automne et au printemps un grand nombre de diptères qui se situent à toutes les étapes possibles entre le vol, adopté par tous en été, et la marche qui prédomine en hiver.

Les modifications anatomiques qui marquent la première étape de ce choix stratégique ont été observées chez un diptère limonide (*Erioptera diuturna*) qui apparaît en septembre-octobre dans les tourbières du Massif Central français. Les femelles de cette espèce ont conservé des ailes normales, mais elles ont perdu les deux tiers de leurs muscles du vol. Lorsqu'elles sont dérangées ces femelles se laissent tomber en agitant les ailes, mais seuls les mâles qui ont conservé toute leur musculature peuvent quitter la place en volant. Il est cependant fort probable que les toutes premières manifestations de ce choix stratégique au profit de la marche ne se situent pas au niveau des modifications histologiques majeures telles que l'atrophie des muscles mais au niveau des modifications de l'équipement enzymatique du tissu musculaire. Nous connaissons en effet plusieurs espèces qui apparaissent en été dans les régions montagneuses et qui volent difficilement lorsque la tempéra-

ture de l'air est inférieure à 20 °C, ce qui est très généralement le cas. Ces espèces méritent une attention toute particulière car elles utilisent déjà difficilement un appareil de vol qui est pourtant encore anatomiquement et morphologiquement normal.

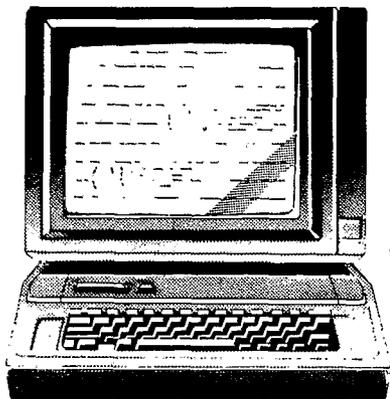
Chez un autre limonide (*Phylidorea heterogina*), qui apparaît sensiblement à la même époque dans les mêmes landes battues par le vent, les femelles ont perdu la totalité de leurs muscles du vol tout en conservant leurs ailes. Dans la cavité thoracique laissée libre par la disparition des muscles du vol vient se loger une partie des ovaires. Le mâle, comme celui de l'espèce précédente, reste parfaitement apte au vol. Une étape identique à celle de *Ph. heterogina* s'observe chez un tipule (*Tipula subnodicornis*) qui écloit non plus en automne mais au printemps, dès que la neige quitte les prairies tourbeuses où se sont développées les larves. Immédiatement après leur éclosion, les femelles de cette espèce, dont l'abdomen et le thorax contiennent plus de 300 gros œufs, grimpent le long des herbes et des brindilles. Elles émettent alors des hormones, les phéromones, qui guident les mâles ailés jusqu'à elles. La ponte s'effectue quelques heures après la fécondation sans que la femelle ait pris le risque d'être emportée par le vent loin du gîte où elle s'est développée et où elle va déposer ses œufs. Chez un autre limonide printanier (*Molophilus ater*), la femelle n'est plus seule à

s'engager dans la stratégie du non-vol. Chez le mâle comme chez la femelle, les muscles du vol ont totalement disparu et les ailes présentent une surface portante de 30 % plus réduite que celle des autres *Molophilus* aptes au vol.

Cependant, mâles et femelles n'évoquent pas toujours de façon identique, il arrive même très fréquemment que les deux sexes s'engagent dans des stratégies de déplacement diamétralement opposées. C'est ce que nous avons observé chez trois espèces automnales de tipules : *T. gimmerihali* (fig. 1), *T. pagana* et *T. subvafra* et chez un limonide printanier *Priornolabis platyptera* (fig. 2). Les mâles de ces différentes espèces ont un corps léger, des pattes grêles et des ailes immenses, alors que les femelles ont sélectionné de nouvelles mutations les engageant plus avant dans la stratégie de non-vol. Leurs pattes sont significativement plus courtes et plus robustes que celles des mâles; leurs ailes sont à peine plus grandes que de grosses écailles et leur abdomen distendu par le développement de leurs ovaires contient plus de 300 œufs. Les mâles prennent ici aussi le risque de voler pour rechercher et féconder ces femelles prêtes à pondre qui ne s'éloignent pas du biotope où elles se sont elles-mêmes développées.

L'ultime étape de cette longue marche vers l'adoption d'une stratégie de déplacement compatible avec les conditions hivernales s'observe chez des diptères dont les adultes apparaissent en novembre-décem-

# Logiciel MATHOR



**NOUVEAU**

**POUR SAISIR,  
CORRIGER,  
IMPRIMER  
VOS TEXTES SCIENTIFIQUES**

Logiciel permettant de saisir en continu, textes et formules. Celles-ci étant construites automatiquement d'une façon interactive en suivant l'ordre logique de la lecture.

Les documents enregistrés peuvent être transmis et stockés sur d'autres systèmes ou encore directement exploités en photocomposition.

# noVedit

Tél. : (6) 907.36.88

Filiale des Editions de Physique et de l'Imprimerie Jouve  
avenue du Hoggar - Z.I. Coutabœuf - B.P. 112 - 91944 les Ulis Cedex

Je désire recevoir gratuitement une documentation sur le logiciel MATHOR

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Société : \_\_\_\_\_

bre et disparaissent en février-mars. Chez ces *Chionea* et *Niphadobata* que l'on rencontre dans les plus rigoureuses conditions climatiques, la stratégie de non-vol est entièrement mise en place. Les ailes sont totalement absentes, aussi bien chez le mâle que chez la femelle; les pattes trapues sont placées comme des rames sur le côté du thorax et permettent ainsi un déplacement sur la neige et la glace sans qu'il soit donné de prise au vent. Dans le thorax les muscles du vol, qui ont depuis longtemps disparu, sont remplacés par les muscles tubulaires de la marche. La physiologie de ces insectes adaptés à des conditions extrêmes mériterait d'être étudiée plus en détail car ils se montrent capables d'une activité tout à fait normale à des températures au moins égales à - 7°C. Ils peuvent être d'autre part ensevelis dans la neige sans subir de dommages apparents. Cependant, si l'une de leurs pattes est emprisonnée dans la glace, ces *Niphadobata* peuvent s'auto-amputer entre deux segments de la patte (trochanter/fémur) et poursuivre leur marche sur la glace. Des insectes ayant ainsi perdu de une à trois pattes se rencontrent fréquemment sur la neige.

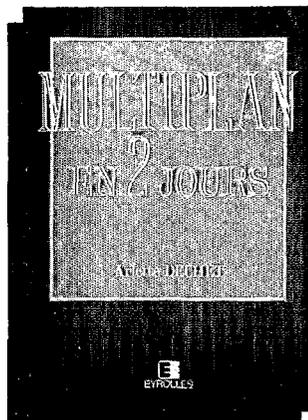
Une telle stratégie de déplacement, abandonnant le vol et privilégiant la marche et l'effort de reproduction, n'est possible que si les prédateurs sont rares. En effet, des femelles aussi vulnérables et gorgées d'œufs sont des proies faciles et appétissantes. Fort heureusement pour elles, les principaux prédateurs de ces insectes (fourmis, araignées, oiseaux insectivores et batraciens) sont peu nombreux au début du printemps ou en automne.

La stratégie inverse, consistant à perfectionner l'appareil de vol et à alléger le corps, a été choisie par les trichocérides (*Winter Gnat*), diptères de la taille de petits moustiques, qui sont extraordinairement légers. On les voit voler en montagne dans les sous-bois couverts de neige ou au sol durci par le gel. Ces diptères ont pris le contre-pied des espèces précédentes, leurs grandes ailes dépassent largement l'extrémité abdominale; leurs pattes, longues et grêles, pendent sous le corps qui est, chez le mâle comme chez la femelle, léger et fluet. Les femelles s'allègent au maximum et ne conduisent à maturité qu'une centaine de petits œufs. Ces insectes n'apparaissent pas dans les landes battues par le vent mais dans des lieux relativement abrités tels que les ravins encaissés, les groupements forestiers, les éboulis rocheux.

Les caractéristiques climatiques hivernales sont si contraignantes, en particulier en montagne, qu'il ne semble pas y avoir de place pour une voie médiane entre ces deux stratégies extrêmes : entre le vol et la marche, il faut choisir, mais pour réussir dans la stratégie adoptée il faut aussi assumer toutes les conséquences morphologiques, anatomiques et physiologiques de son choix.<sup>(5)</sup>

Jacques Brunhes

# LES LIVRES DE L'INFORMATIQUE



## MULTIPLAN EN 2 JOURS

Par A. Dechet

232 pages

130 F

Ce livre vous guide étape par étape, vous indique comment le mettre en marche, vous explique son vocabulaire de base, vous apprend chacune des commandes et des fonctions, vous donne sous forme de tableau le détail des touches clavier soit en CPM/80 soit pour IBM/PC ou APPLE II.

## DONNÉES DE BASE POUR BASES DE DONNÉES

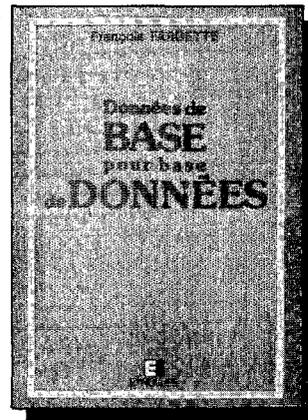
Par F. Fargette

208 pages

150 F

L'auteur a su, malgré la technicité du sujet se mettre à la portée du profane et débiter avec les notions les plus simples.

Il décrit les modèles logiques d'organisation, les modèles relationnels, hiérarchiques ou en réseau, puis les principales organisations physiques permettant de les mettre en œuvre.



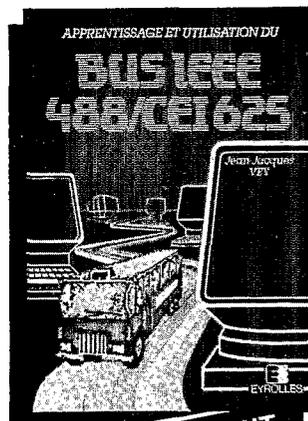
## APPRENTISSAGE ET UTILISATION DU BUS IEEE 488/CEI 625

Par J.J. Vey

232 pages

155 F

Cet ouvrage est conçu pour faciliter l'apprentissage du bus à un utilisateur qui souhaite dans un délai minimum acquérir les bases théoriques et les conseils nécessaires à la mise en œuvre de son application. Dans un deuxième temps, le lecteur recherchant une solution à un problème plus spécifique trouvera un complément répondant à son besoin.



**CATALOGUE GRATUIT**  
+ de 200 titres

### LIBRAIRIE EYROLLES :

61, Bd Saint-Germain 75240 Paris Cedex 05

Veuillez m'adresser 1 exemplaire de :

- BASES DE DONNÉES ..... (8481) ... 150 F
- BUS IEEE ..... (5105) ... 155 F
- MULTIPLAN en 2 jours ..... (8475) ... 130 F

NOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

Cocher la case correspondante  
Port en sus : 12 F - Par ouvrage supplémentaire : 2,50 F

(5) Pour en savoir plus voir page 808.

# LA RECHERCHE

DOSSIER :  
LA VOITURE  
ELECTRIQUE

M 1108 - 167 - 24 F

mensuel n° 167 juin 1985 - 24 francs

**La dyslexie et le cerveau • Les microémulsions  
Les premiers australiens • Les « hyper-ordinateurs »**



**LE  
SIDA  
ET SON VIRUS**

23802, ex 1  
B

RCGBV 6 (167) 713-844 (1985) ISSN 0029-5671