

Bibliothèque numérique

medic@

**Marey, Etienne-Jules. - Note sur le vol
des insectes**

*In : Comptes rendus des
séances et mémoires de la
Société de biologie, 1868, 4è
série, tome cinquième, p.
136-139*



(c) Bibliothèque interuniversitaire de médecine (Paris)
Adresse permanente : <http://www.bium.univ-paris5.fr/histmed/medica/cote?marey101>

que détruisent les cellules. Il fait aussi remarquer, mais sans donner d'explication, que les préparations faites avec le système nerveux des siphilitiques se déchirent en se congelant.

— M. RABUTEAU communique la suite de ses recherches sur l'élimination totale du chlorate de potasse ingéré. Il prend 5 grammes de chlorate de potasse, il en retrouve 4 grammes; dans les vingt-quatre heures suivantes il en retrouve encore des traces.

Le procédé suivi consiste à se débarrasser d'abord des chlorures de l'urine par l'azotate d'argent; il ne reste que le chlorate; on évapore, on calcine; par la calcination, le chlorate redevient chlorure, et la solution titrée de nitrate d'argent permet de le doser.

Le résultat serait inattaquable si la méthode était exacte. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que dans la première opération, tout le *chlorure* de l'urine fût précipité par le nitrate d'argent. S'il peut en rester des traces, ce sont ces traces que l'on retrouve dans l'urine et que l'on dose comme chlorate. M. Gubler fait remarquer que les matières albuminoïdes de l'urine masquent certainement une certaine quantité de chlorure que le nitrate d'argent ne précipite pas. C'est un fait connu et hors de toute discussion. Il met à néant, ou tout au moins diminué considérablement la valeur des résultats obtenus par M. Rabuteau.

MÉCANIQUE ANIMALE.

NOTE SUR LE VOL DES INSECTES, par M. J. MAREY.

J'ai cherché à résoudre expérimentalement certaines questions relatives au mécanisme du vol des insectes; voici les principaux points que j'ai tenté d'élucider.

- 1° La fréquence du battement des ailes chez différentes espèces;
- 2° La forme des mouvements de l'aile;
- 3° La succession des points de l'espace parcouru par l'aile dans chacune de ses révolutions;
- 4° Les mouvements imprimés à l'air par les mouvements de l'aile, et dont la réaction constitue la force motrice par laquelle l'insecte se transporte.

A. Fréquence des mouvements de l'aile. — J'ai employé pour la déterminer la méthode graphique. Je tenais l'insecte par la partie inférieure de l'abdomen au moyen de fines pinces, et je l'approchais d'un cylindre enfumé, de façon que l'aile, à chaque révolution, vint frôler contre la surface du cylindre en laissant une trace de son passage. En ayant soin de rendre très-léger le contact de l'aile avec la surface du cylindre, je n'obtenais pas les conditions normales du vol, et j'obtenais

une série de traces du passage de l'aile, dont un diapason-chronographe de 500 vibrations simples à la seconde me permettait d'apprécier la fréquence.

On peut voir que la fréquence des mouvements de l'aile varie avec l'espèce d'insecte étudiée. Ainsi on trouve pour :

La mouche commune.....	330
Le bourdon.....	240
L'abeille de ruche.....	190
La guêpe.....	110
Le macroglosse du cailleboti	72
La libellule.....	28
Le papillon blanc du chou.....	9

Sur un insecte fatigué, les battements de l'aile deviennent plus rares. Si l'on charge l'aile d'un poids qu'elle doive mouvoir, ses battements se ralentissent aussi. Enfin, il est probable que le vol libre de l'insecte s'accompagne de mouvements un peu plus fréquents que ceux que l'on observe sur l'animal captif essayant de s'envoler.

B. *Forme des mouvements de l'aile.* — Elle pourrait très bien être étudiée par la méthode graphique, si l'on disposait d'une surface concave animée de translation pour recevoir les tracés. Mais avec un cylindre, les contacts de l'aile sont très-limités. En effet, la pointe de l'aile se meut sur la surface d'une sphère qui aurait pour rayon la longueur de l'aile. La tangence entre cette surface de sphère et celle du cylindre n'est géométriquement qu'un point; toutefois la flexibilité de l'aile permet d'obtenir la tangence sur une étendue d'environ un centimètre et même plus dans certains cas.

Une autre méthode, que l'on peut appeler la méthode optique, réussit très-bien à faire saisir le parcours de l'aile à chacune de ses révolutions.

Wheatstone a démontré que la pointe des verges élastiques vibrantes décrit dans l'espace des figures régulières lorsque ces verges se meuvent dans deux plans perpendiculaires l'un à l'autre avec des fréquences qui sont entre elles dans des rapports simples.

Si la verge vibre avec même fréquence dans les deux plans, la figure décrite est un cercle ou une ellipse, expression géométrique de l'unisson.

Si la verge vibre deux fois dans un plan et une fois seulement dans l'autre, la figure décrite est un 8 de chiffre; expression de l'accord d'octave.

Pour rendre visibles ces figures, Wheatstone terminait ses verges

élastiques par une boule brillante qui laissait dans la rétine une impression persistante de son passage.

J'eus recours à la même méthode, et fixant à la pointe de l'aile des insectes une paillette d'or battu, au moyen d'un vernis très-siccatif, je rendis visible le parcours de la pointe de cette aile pendant le vol, en tenant l'insecte au soleil.

Je vis alors que, chez quelques-uns des insectes que j'ai étudiés, la pointe de l'aile parcourt une ellipse plus ou moins allongée. Cette ellipse s'ouvre et tend à se rapprocher du cercle dans les moments où l'animal fait de violents efforts de vol. Toutefois, à la partie supérieure de cette ellipse, j'ai toujours vu une région nébuleuse offrant l'aspect d'une petite ellipse superposée à la première, ce qui rapprocherait la forme du mouvement de celle que nous allons décrire.

Les rares névroptères et les hyménoptères que j'ai pu étudier m'ont fourni une autre figure, celle de 8 de chiffre avec changement de direction du plan de l'aile dans les deux phases, l'ascension et la descente.

J'ai vérifié, par un autre procédé, l'exactitude de ces formes fournies par les mouvements de l'aile dont la pointe est dorée. Pour cela, j'ai employé un poinçon aigu, que j'enfonçais dans l'intérieur de l'ellipse ou dans les boucles du 8 de chiffre décrit par l'aile. Je rencontrais ainsi des espaces libres, dans lesquels la pointe pénétrait sans heurter l'aile de l'animal. Un frottement contre l'aile se manifestait aussitôt que le poinçon s'approchait trop des bords de ces espaces.

C. La succession des points parcourus par l'aile n'est pas donnée par ces expériences; en effet, on peut concevoir que la même figure lumineuse soit engendrée par des mouvements de sens tout à fait opposés.

Pour résoudre cette question, j'ai pris un stylet d'argent poli et mousse, noirci à la fumée d'une bougie. J'approchai ce stylet de l'aile de l'insecte, en touchant d'abord la partie postérieure de l'ellipse décrite. Dès que le frôlement de l'aile contre le stylet se fut produit, je retirai celui-ci et je vis que le noir de fumée avait été enlevé à sa face inférieure. L'aile se porte donc de bas en haut quand elle effectue son parcours postérieur. La même expérience répétée en touchant, dans sa moitié antérieure l'ellipse décrite, montre que l'aile se porte en ce moment de haut en bas. Le sens de la rotation de l'aile sera, sans doute, facile à déterminer de cette façon sur toute espèce d'insectes, mais je n'ai pu l'étudier jusqu'ici que sur le macroylosse du caille-lait, la saison avancée ayant interrompu mes expériences.

D. Le mouvement imprimé par les ailes à l'air ambiant peut être rendu saisissable par divers procédés. Avec la flamme d'une bougie, on voit que l'aile produit un souffle très-puissant chez certains insectes.

Un léger rideau de fumée, sur lequel on fait agir ce souffle de l'aile, permet de mieux localiser le point d'où il s'échappe. Ce point correspond à la base du cône aplati engendré par le parcours de l'aile dans son trajet elliptique et à la région du bord postérieur de l'aile. Des corps légers, placés devant la base de ce cône, sont projetés assez vivement. Mais si ces mêmes corps sont placés près de la racine de l'aile, ils sont aspirés, entraînés dans le cône et expulsés par la base de ce dernier.

L'effet produit par l'aile sur l'air est donc assez analogue à celui d'une turbine, et la réaction qui se fait en sens inverse du souffle de l'aile constitue la force motrice qui pousse le corps de l'animal.

Chez les insectes qui meuvent leur aile en 8 de chiffre, avec changement de l'inclinaison du plan de l'aile suivant que celle-ci s'abaisse ou s'élève, l'effet mécanique est assimilable à celui de la godille des bateleurs.

Enfin, les deux ailes exécutant, en général, des mouvements identiques, produisent, par leur réaction sur l'animal, deux forces dont la direction peut affecter les incidences les plus diverses par rapport à l'axe du corps.

Lorsque les ailes sont portées un peu en arrière, et que la base du cône irrégulier qu'elles décrivent se rapproche de la ligne médiane, la résultante des deux réactions, qui s'exercent sur l'animal, est telle que l'insecte est rapidement porté en avant. Si les axes des deux cônes se confondent, et que leurs bases regardent directement en dehors, l'insecte reste immobile malgré le mouvement de ses ailes. Cette position de l'aile se voit très-bien à l'œil nu sur certains insectes qui planent sur des fleurs.

Enfin, en élévant ou en abaissant la base des cônes solaires, l'insecte peut descendre ou monter, et peut, en portant cette base en avant, rétrograder ou arrêter son élan après un vol rapide, etc. Chez certaines espèces, on voit souvent que les mouvements d'une aile sont beaucoup plus énergiques que ceux de l'aile opposée. Si ce phénomène se produit pendant le vol, il doit donner naissance à une translation latérale.

Ces expériences, que j'ai l'intention de reprendre aussitôt que la saison le permettra, me semblent destinées à éclairer un point très-intéressant de la mécanique animale.

je renvoie le lecteur à la *GAZETTE HEBDOMADAIRE* du 15 mai 1867, et à l'article plus étendu de la *GAZETTE MÉDICALE DE PARIS* du 24 octobre 1867. J'ajouterais seulement que le phosphate, le carbonate, le chlorure de sodium, et tous les purgatifs salins se comportent comme ceux que j'ai déjà étudiés; en d'autres termes, qu'ils sont soumis absolument aux lois de l'endosmose. C'est ce que je ferai voir bientôt, d'une manière plus évidente, par l'exposé de recherches déjà communiquées en partie à la Société de biologie.

— La séance est levée à six heures moins un quart.

Séance du 12 décembre.

M. MAREY continue l'exposition de sa *Théorie du vol de l'insecte*. Dans une précédente séance, il a établi que l'extrémité de l'aile décrit dans l'air un 8 de chiffre et a présenté les graphiques qui le démontrent. D'après lui, un simple mouvement d'abaissement et d'élévation de l'aile suffit pour produire le mouvement hélicoïde de la pointe. L'aile, en effet, n'est pas également rigide dans toute sa largeur. La partie postérieure, beaucoup moins rigide que la nervure antérieure, s'incline en bas à cause de la résistance de l'air pendant le mouvement d'élévation de l'aile; puis, lorsque celle-ci est arrivée au maximum de sa course, elle tend, en vertu de l'élasticité de sa nervure, à reprendre sa position primitive. Dans le mouvement d'abaissement, au contraire, la partie postérieure de l'aile s'infléchit en sens inverse. Cette double inclinaison successive par rapport à la nervure antérieure explique comment l'insecte progresse par un simple effet de recul que lui imprime la résistance de l'air. M. Marey démontre ce fait au moyen d'un insecte artificiel dont les ailes sont articulées en manière de ginglyme, de telle sorte que les mouvements d'abaissement et d'élévation de l'aile sont seuls possibles, et qui néanmoins progresse avec une force suffisante pour tirer un certain poids. En examinant la figure que décrit la pointe de l'aile, M. Marey a pu s'assurer qu'elle décrit comme l'aile naturelle un 8 de chiffre.

— M. CHARCOT communique le résultat de quelques recherches qu'il a faites sur la *fréquence du pouls dans l'ataxie locomotrice*. Ses observations ont porté sur neuf malades de la Salpêtrière; or huit d'entre elles offrent une fréquence moyenne de 90, 100 et même 100 et 124 pulsations sans que la température mesurée dans le rectum présente d'ailleurs dans ces cas une modification notable (elle varie entre 37° et 38°, sans jamais dépasser ce dernier chiffre).