

## ÉTUDES SUR LES AILES DES HYMÉNOPTÈRES

IV. — L'AILE CHEZ LES HYMÉNOPTÈRES AUTRES QUE L'ABEILLE DOMESTIQUE (« A. MELLIFICA » L.) ET LES MELLIFÈRES

### *Zum Studium der Hymenopterenflügel*

IV. — *Der Flügel bei Hymenopteren, die sich von Apis mellifica L. und anderen honigtragenden Hautflüglern unterscheiden*

---

J. LOUIS

*Laboratoire de Génétique évolutive et de Biométrie,  
Centre national de la Recherche scientifique,  
Groupe des Laboratoires de Gif-sur-Yvette (France)*

---

### SUMMARY

#### STUDY OF THE WINGS OF « HYMENOPTERA »

IV. — THE WING OF « HYMENOPTERA » AS COMPARED WITH THOSE OF DOMESTIC HONEY BEE (« APIS MELLIFERA ») AND « MELLIFERA »

Research of constants and virtual structural arrangements in wing variation of Hymenoptera, among those which never carry anything in flight, and definition of two wing types in opposition with domestic honey bee wing structure.

### RÉSUMÉ

Recherches de structures virtuelles et de constantes dans la nervation alaire d'Hyménoptères n'effectuant jamais de transports en vol, et définition de deux types alaires opposés à celui de l'Abeille domestique.

## INTRODUCTION

Les espèces fortement apparentées du point de vue biologique avec l'Abeille domestique ont seules été considérées jusqu'ici. Il apparaît donc maintenant nécessaire, à titre de comparaison, d'opposer aux types alaires précédemment définis (Louis, 1970) quelques espèces fondamentalement différentes, bien qu'appartenant également à l'ordre des Hyménoptères. Dans ce but deux genres ont été choisis en raison de leurs caractéristiques particulièrement précises.

Parmi les groupes d'Hyménoptères aussi spécialisés que peut l'être l'Abeille, donc également très évolués, figurent les Attinés américains ou fourmis champignonnistes. Le niveau très élevé de leur évolution biologique s'oppose à celui de l'Abeille en ce qu'il ne nécessite pas un développement et un usage de l'aile important pour subvenir aux besoins nutritifs des colonies. Chez les Attinés, le système alaire se caractérise, comme chez la plupart des formicoïdes, par une inutilité presque totale, à l'exception d'une courte période nuptiale, dite d' « essaimage », au cours de laquelle les individus sexués et ailés se dispersent en grand nombre, par voie aérienne, avant de reprendre très rapidement leur vie souterraine aptère. L'aile ne sert pratiquement plus. Il était donc intéressant d'observer les modifications éventuelles entraînées par ce type de biologie sur la morphologie alaire.

Parmi les groupes d'Hyménoptères primitifs, les tenthredoïdes s'opposent aux Abeilles domestiques et aux Hyménoptères Mellifères par leurs mœurs vagabondes et la richesse relative de leur nervation alaire. L'aile de *Pamphilius* ayant été, dans le passé, particulièrement étudiée par Comstock, celle-ci a été reprise ici pour représenter ce type de nervation. Les *Pamphilius* sont généralement de plus petite taille que l'Abeille (9 à 12 millimètres), mais ils ont une aile relativement plus grande. Leurs larves vivent isolées, enroulées dans des feuilles. Les adultes ont généralement une vie très courte et peu active. Ils ont un vol lent, peu soutenu, qui ne leur permet de parcourir que quelques mètres (Berland, 1947). Ils butinent le nectar des fleurs. Leur répartition est paléarctique.

La faculté de vol étant peu développée chez les *Pamphilius*, ceux-ci s'opposent donc également aux Hyménoptères Mellifères avec lesquels ils présentent cependant certains caractères communs, notamment, du point de vue de la nutrition.

#### A. — DÉFINITION DE L'ORGANISATION DE LA NERVATION ALAIRE CHEZ LA REINE DE FOURMI *ATTA* (Fig. 1)

##### 1. — *Aspect général de l'aile*

L'aile antérieure, qui mesure environ trois centimètres, est plus longue que le corps. Elle est finement coaptée à l'aile postérieure, de taille plus réduite,

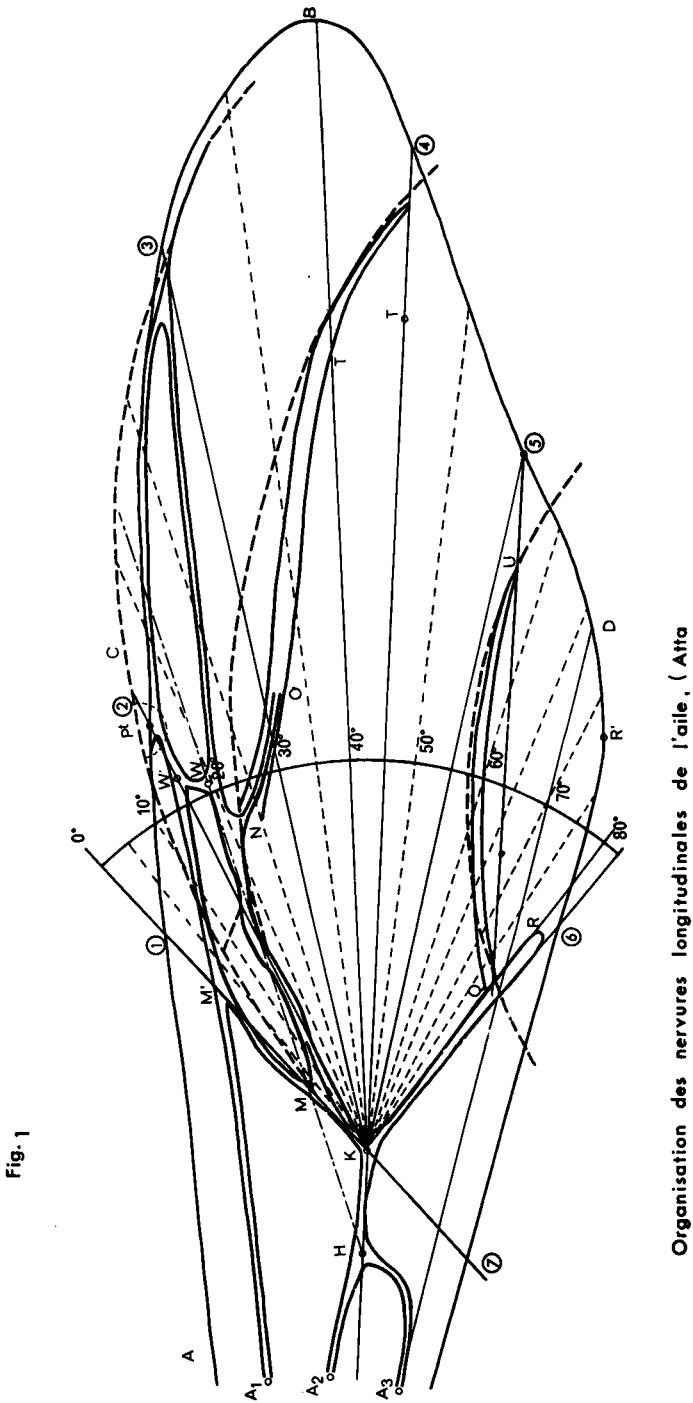


Fig. 1

Organisation des nervures longitudinales de l'aile, (Atta)

FIG. 1. — Organisation des nervures longitudinales de l'aile chez une reine de fourmi Atta.

ABB. 1. — Anordnung der Längsadern im Flügel einer Königin der Ameise Atta.

par une quinzaine de crochets alaires de petite taille situés au delà du point R (Fig. 1). L'absence totale de nervation transversale, à l'exception d'une nervure basale très horizontale est immédiatement visible. On remarque également une grande similitude entre la nervation de l'aile antérieure et celle de l'aile postérieure réduite de plus de moitié. La membrane est fortement brune dans la partie proximale de l'aile située en deçà de N KR. Cette sclérotisation s'étend par la cellule radiale jusqu'en B. La région en-deçà de WW', sclérotisée sur la moitié distale de la surface de la cellule M'MNWW', est vraisemblablement équivalente à une aire ptérostigmale.

## 2. — Définition des structures virtuelles de la nervation (Fig. 1)

Si par le point K l'on trace les cordes des arcs M'M et MW, on remarque que le prolongement de M'M est aligné avec le point K et que le prolongement de MW est en relation avec le point H. Il s'agit là d'une structure de compensation tendant à compenser par MW le redressement de la nervure basale en M', impropre à réaliser l'axe proximal et à assurer comme chez l'Abeille la liaison directe entre le ptérostigma Pt et le point K. La position de M'M semble attester, soit que l'aile n'a pas toujours présenté cet allongement important, soit que M' n'a pu migrer près de Pt, comme c'est le cas chez l'Abeille domestique.

La structure générale de l'aile de la reine d'*Atta* est assez bien comparable à celle de *Meliponula* et présente surtout en ce qui concerne l'axe distal NV des caractéristiques d'évolution voisines de celles des Trigones. Cet axe est obtenu dans les deux cas par un relèvement vers le ptérostigma (en N) de la nervure médiane MNT. Toutefois, chez *Trigona*, M'MK est parfaitement capable de remplir le rôle d'axe proximal remplacé ici par MNW.

L'axe médian chez *Atta* peut à peine être observé en WW', mais son prolongement vers l'arrière de l'aile coïncide nettement avec l'extrémité apicale de la zone de coaptation.

Le prolongement de W'K donne en son point de rencontre avec le bord costal de l'aile l'emplacement du ptérostigma théorique Pt.

La sustentation de la surface alaire est donc exclusivement assurée par les nervures longitudinales, un premier arc étant constitué par KMPtF, un second par MNV et un troisième nettement séparé QU.

On peut donc penser que comme chez l'Abeille, la répartition des forces d'entraînement de la membrane s'effectue à partir de K qui peut être considéré comme destiné à remplir le rôle de « ptérostigma du système longitudinal ». Si au point K on place le centre d'un rapporteur, et si l'on met en coïncidence la nervure M'M avec l'un des rayons de ce rapporteur, par exemple celui qui correspond à la division zéro, on remarque que :

1° L'angle M'KR est égal à 80°.

2° Que les éléments de nervures se répartissent à l'intérieur de cet angle

à des valeurs angulaires très précises. Ainsi à chacune des cotes mentionnées ci-après, correspond à un demi-degré de précision, un axe de sustentation longitudinal.

0° — axe M'K	45° — axe HKV
20° — axe HMW	55° — axe QU
30° — axe KF	70° — axe $a_3$
40° — bissectrice de l'angle MKR et grand axe de l'aile à partir du point K.	80° — axe KQR

3° Si à partir du point V, on reporte sur l'axe HKV une valeur telle que,  $VT' \neq HK$ , les points K, Pt et T' permettent de tracer le parallélogramme de sustentation tel que celui-ci a été défini antérieurement.

4° On retrouve dans la position des grands axes KTB et KT'V la dualité du système basal KW' et HMW.

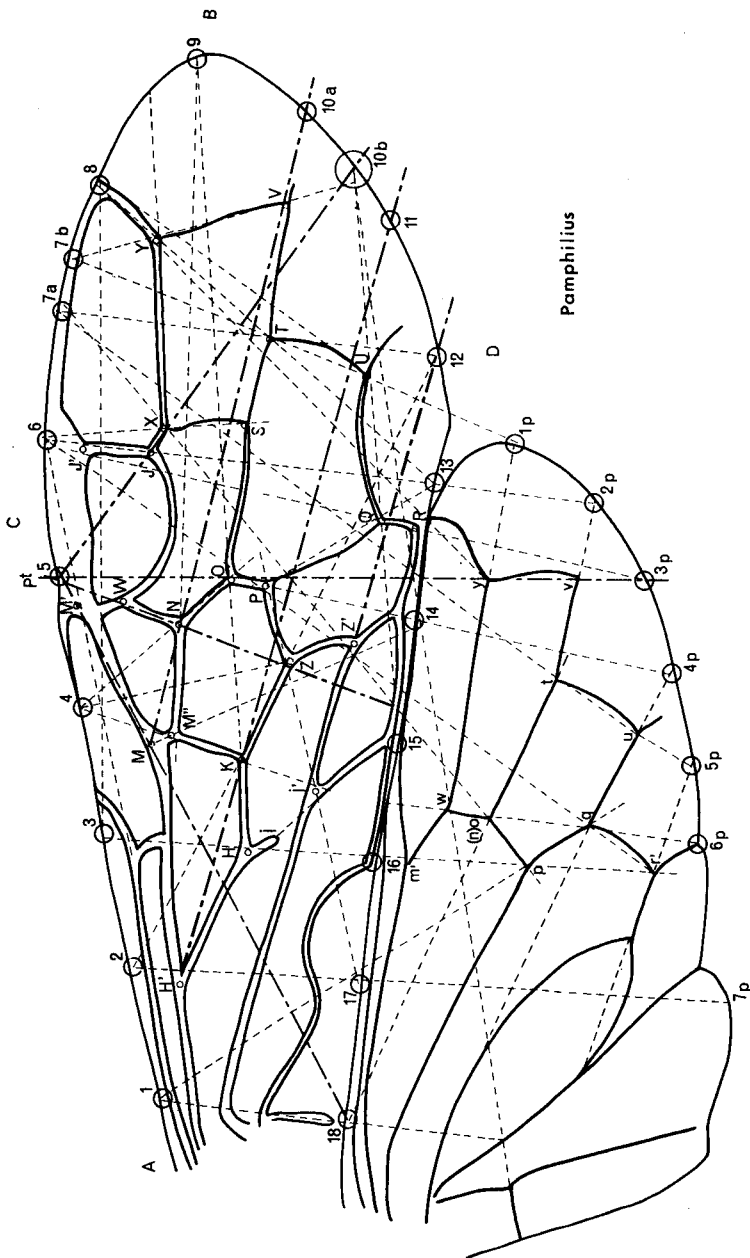
Il apparaît donc que, comme chez *Trigona*, une structure coordonnée s'est trouvée être réalisée à partir d'éléments différents de ceux observés chez *Apis*. Cependant le système de soutien longitudinal obtenu, bien que moins parfait, moins précis que celui de l'Abeille, est mécaniquement équivalent.

La disparition du système transversal, l'agrandissement hyperthélique de la surface alaire peuvent être mis en rapport avec les différences notées dans les besoins biologiques de vol entre les deux groupes comparés. Les fourmis *Atta* n'ont pas à transporter constamment de lourdes charges et l'encombrement de la surface alaire est de peu d'importance étant donné la brièveté relative du stade ailé, la disparition d'une grande voilure paraissant, par ailleurs, favorable à la vie sociale souterraine. En fait, l'aile dans ce cas, libérée de la fonction de transport, a pu évoluer plus librement vers une plus grande simplification de la nervation.

## B. — L'ORGANISATION DE LA NERVATION ALAIRE CHEZ *PAMPHILIUS* (Fig. 2)

### 1. — Aspect général

L'aile de *Pamphilius* présente un réseau grossier de nervures lourdes dont l'épaisseur diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'attache de l'aile. Aucune des constructions réalisées précédemment sur l'aile des autres Hyménoptères n'est apparue applicable et n'a donné de résultats satisfaisants. La nervation donne l'impression d'un tracé tourmenté, imprécis. Le seul point commun apparent avec les schémas précédents est constitué par l'existence d'une nervure basale M'M et d'un axe proximal sinueux M'MM''KHII'. La multiplication des nervures a rendu nécessaire l'adoption d'une notation (') et (') ainsi que d'un certain nombre de chiffres. La nervation de l'aile antérieure est décrite comme précédemment en lettres majuscules. Les points remar-



Cohérence entre les nervations des ailes antérieure et postérieure.

FIG. 2. — Organisation générale et mise en évidence de la cohérence entre les nervations des ailes antérieures et postérieures chez un Hyménoptère de type très primitif (Pamphilus).

ABB. 2. — Allgemeine Anordnung und Darstellung des Zusammenhangs der Aderungen im Vorder- und Hinterflügel eines sehr primitiven Hautflüglers (Pamphilus).

quables sur le bord de l'aile sont numérotés. Les symboles communs aux ailes antérieures et postérieures sont suivis de l'indication (*p*) lorsqu'ils sont particuliers à celle-ci plutôt qu'à celle-là.

## 2. — Définition des structures virtuelles de la nervation (Fig. 2)

Il n'est pas possible dans le cas de l'aile de *Pamphilius* d'analyser séparément le système de soutien longitudinal et le système transversal. Tout au plus, peut-on noter, *a priori*, un certain parallélisme entre les axes MN, HK et Z'Q. Il est nécessaire d'effectuer simultanément le tracé de tous les axes afin d'être en mesure d'observer, dans sa totalité, le réseau virtuel.

De l'extrême complexité de la Fig. 2, il ressort un schéma extrêmement simple qui n'a plus aucun rapport dans sa réalisation avec celui de l'Abeille, mais qui du double point de vue de la transmission et de la répartition des impulsions musculaires sur la surface de la membrane, aboutit à une solution également équivalente. Ce schéma peut être décrit en quelques mots dans la proposition suivante : *le prolongement des axes obtenus à partir des nervures elles-mêmes, ou des arcs qu'elles constituent, aboutit ou converge dans tous les cas sur la marge alaire en des points rigoureusement équidistants, régulièrement répartis sur le pourtour de l'aile.*

Ces points ont été numérotés sur l'aile antérieure de 1 à 18, sur l'aile postérieure de 1 *p* à 6 *p*. L'essentiel des relations entre les différentes nervures de l'aile antérieure est résumé dans le tableau suivant :

### Point N<sup>o</sup>

- 1 — nervure anale, verticale aboutissant au point 18,
- 2 — nervure KZ et à la rigueur 15 I'IH,
- 3 — cellule radiale WF, arc WXYF (1),
- 4 — M''K convergeant avec ZZ' et NO,
- 5 — WN convergeant avec XJ au point ptérostigmal Pt,
- 6 — JJ' convergeant avec XS, et à la rigueur dans l'épaisseur de la nervure avec QR,
- 7 *a* — première moitié verticale avant la courbure de TU,
- 7 *b* — TU convergeant avec YV,
- 8 — seconde moitié oblique de TU, après la courbure convergeant avec YF et WF,
- 9 — M''N convergeant avec HK,
- 10 *a* — MNV convergeant avec KP,
- 10 *b* — YV convergeant avec JX,
- 11 — H'K,
- 12 — i'Z' convergeant avec KZ et la moitié supérieure de TU,

(1) Le point F est confondu avec le point (8).

- 13 — FY convergeant avec PQ et JJ',
- 14 — aboutissement de la première vannale,
- 15 — aboutissement de la deuxième partie de la nervure vannale,
- 16 — aboutissement de la troisième nervure vannale,
- 17 — axe ZP,
- 18 — aboutissement de la quatrième nervure vannale convergeant avec PtM'M.

L'axe proximal transversal est matérialisé par M'M, l'axe médian par WN et non par PQR comme chez *Apis*, l'axe distal par la petite nervure JX mécaniquement analogue à XS chez *Apis*.

### 3. — Définition du processus de coaptation (Fig. 2)

#### 1. Les crochets alaires

La coaptation entre l'aile antérieure et l'aile postérieure est très développée. Elle est effective sur toute la longueur de la ligne de contact et se réalise par une pliure réciproque du bord des deux ailes. Cette coaptation est renforcée par un assez grand nombre de crochets alaires répartis irrégulièrement le long de cette ligne. Ces crochets sont particulièrement développés en deux points principaux : entre l'origine de l'aile et le point 18 d'une part, entre le point 16 et le point R d'autre part.

#### 2. Définition de l'influence du phénomène de coaptation sur la nervation générale par la mise en évidence de la cohérence entre les nervations des ailes antérieures et postérieures

##### a) La nervation de l'aile postérieure.

Les homologies entre les nervures des ailes antérieures et postérieures sont assez faciles à établir. On retrouve sensiblement les mêmes structures. Les lettres ont été placées de façon à décrire sur l'une et l'autre les segments homologues. Ainsi par exemple yv correspond en principe à YV sur l'aile antérieure.

On remarque immédiatement une distribution semblable des points remarquables sur le bord de la membrane et un parallélisme caractéristique de certains axes longitudinaux.

Il y a lieu de considérer que les points 13 à 18 sont communs aux deux ailes, au-delà du point 13 jusqu'au point 6 *p* la sustentation de la membrane procède de la nervation de l'aile postérieure elle-même.

Point n° 1 *p*, axe *wy*; 2 *p*, axe *tw*; 3 *p*, axe *yv*; 4 *p*, axe *qu*; 5 *p*, axe *r'*; 6 *p*, axe *wo*. Ces points sont également équidistants.

Les axes longitudinaux *wy* et *tw* sont sensiblement parallèles, de même que *qu* et *ot*.

Les axes transversaux *tu* et *qr'* sont également parallèles ainsi que la



corde des arcs  $m'pr'$  et de l'axe d'une toute petite nervure subcosto-radiale situé au point N°17.

b) *Mise en évidence de la cohérence entre les nervations des ailes antérieures et postérieures.*

La coïncidence relative de la nervation des deux ailes varie selon que celles-ci sont levées ou abaissées. Du fait du glissement des deux ailes le long de la nervure de coaptation, il est difficile d'établir un critère permettant de faire coïncider les deux types de nervation. Pour observer cette coïncidence, il est nécessaire de placer au préalable les deux ailes en position horizontale, c'est-à-dire en position de poussée maximum. Dans ce cas, on remarque : si l'on met en coïncidence l'axe correspondant à l'une quelconque des nervures transverses de l'aile postérieure (par exemple  $tu$ ) avec un point remarquable de l'aile antérieure qui est supposé *a priori* leur correspondre (par exemple le point 6) tous les axes obtenus à partir des autres nervures transverses de l'aile postérieure, coïncident chacun avec un autre de ces points.

C'est ainsi que l'axe  $yR$  converge au point 8 avec YF et YT,

— $yv$	—	—	—	5	—	JX, WN, M'M
— $tu$	—	—	—	7 a	—	$op$ et la première moitié antérieure de TU
— $qr'$	—	—	—	6	—	J'J, XS
— $op$	—	—	—	7 a	—	$tu$ et la première moitié antérieure de TU.

Réciproquement les axes de certaines nervures transversales de l'aile antérieure convergent sur le bord de l'aile postérieure avec les axes du système transversal ou longitudinal de celles-ci. C'est ainsi que :

TU converge au point 1	$p$	avec	$wy$
J'J	—	—	2 $p$ — $tw$
QR	—	—	3 $p$ — $yv$
OP	—	—	4 $p$ — $qu$ .

La distribution régulière des axes semble s'arrêter au-delà du point 6  $p$ , dans la région des lobes vannal et jugal (7  $p$ ).

Les points 7  $b$ , le prolongement de XY et le point 10  $b$ , rompent relativement la régularité de la distribution sans toutefois l'altérer en venant s'intercaler respectivement entre les points 7  $a$  et 8, 8 et 9, 10  $a$  et 11. De même le prolongement de M''KI' converge en un point intercalaire non identifié situé sur la nervure de coaptation avec le prolongement de  $wo$ . A l'exception du point 10  $b$ , nous pensons qu'il peut s'agir là, soit d'imperfections soit de renforcements. Le point 10  $b$  qui correspond entre autre à l'aboutissement de l'axe distal, est parfaitement comparable au point N° 13 de l'aile d'*Apis* qui ne coïncidait pas avec la division de l'éventail apical, mais avec la distribution ayant le point Pt pour centre.

Certains axes ne semblent être en liaison coordonnée que par l'une de leurs extrémités, c'est notamment le cas de WN, NO etc. Il n'est toutefois pas assuré que cette coordination ne soit qu'apparente, de même qu'il n'est pas certain que tous les axes virtuels aient été définis. Il y aura lieu notamment de compléter cette étude ultérieurement en analysant la position relative des diagonales des cellules. Ainsi WS qui est la corde des arcs WXS et WNOS converge au point 11 avec le prolongement de H'K. YS converge avec le point 15 etc. Il semble, toutefois, que l'on ne puisse plus apporter que quelques précisions de détail à la structure théorique de ce type d'aile, tel qu'il a été défini.

#### 4. — Discussion

Si l'on considère que la précision de la morphologie de l'aile des Abeilles est en rapport avec un usage constant et nécessaire de la faculté de vol et de transport, la disparition du système transversal chez *Atta* peut sembler logique. Mais les nervures puissantes et tout de même bien organisées de *Pamphilius* d'une part, la puissance et la précision du système de coaptation d'autre part, pour une forme vagabonde qui n'est capable de voler que quelques mètres, pose incontestablement un problème. On se demande alors si l'aide de *Pamphilius* ne serait pas à la limite inférieure de la fonction de vol et si tout bien considéré, cette aile lourdement nervurée et coaptée ne serait pas un lourd handicap, par rapport à celle des autres Hyménoptères. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement afin de tenter d'établir s'il s'agit d'une contradiction réelle ou seulement apparente.

#### IV. — CONCLUSIONS

L'ordre des Hyménoptères comprend quelques 250 000 espèces connues. Il est probable que certains types alaires représentent des formes extrêmes, le type *Pamphilius* étant par exemple une forme originelle, primitive, le type *Apis* un aboutissement probable.

En ce qui concerne les types alaires considérés ici, l'aile de la reine d'*Atta* et celle de *Pamphilius* confirment définitivement un certain nombre de points :

1° L'aile de *Pamphilius* prouve, s'il en est encore besoin, que les structures théoriques mises en évidence sur l'aile d'Abeille ne peuvent plus être soupçonnées d'être purement imaginaires.

2° Que le principe de sustentation virtuelle des nervures est très généralisé.

3° Que la coaptation affecte l'ensemble de la nervation transversale.

4° Qu'il peut y avoir opposition ou convergence dans le développement ou la disparition des systèmes longitudinaux ou transversaux, mais que ce qu'il en existe est toujours très étroitement coordonné.

5° Que quel que soit le schéma virtuel ou réel de répartition des nervures, le résultat obtenu tend toujours à répartir les forces d'entraînement de la musculature selon des secteurs horizontaux ou transversaux sensiblement équivalents ou même égaux sur la surface de sustentation, et que c'est sur la marge alaire que se réalise l'effet maximum de la coordination des axes.

6° L'organisation précise de la nervation en vue de réaliser une surface de sustentation équilibrée, quant à la répartition des forces, peut être soupçonnée d'être une propriété particulière de l'aile mobile. On peut considérer qu'il ne s'agit que de convergences notoires, cependant, là encore, le même résultat a été obtenu à partir d'éléments quelconques de la nervation, organisés pour répondre à un phénomène constant.

Enfin, l'aile de *Pamphilus* et celle d'*Apis* devraient permettre d'établir un certain nombre de points communs à l'aile pour l'ensemble des Hyménoptères.

*Reçu pour publication en janvier 1971.*

*Eingegangen im Januar 1971.*

#### ZUSAMMENFASSUNG

Zwei Gattungen von Hymenopteren, die in bezug auf die Flugtätigkeit mit den Melliferen allgemein und mit *Apis mellifica* L. im besonderen nichts gemeinhaben, wurden untersucht. Vor allem unterscheiden sie sich dadurch, dass die Individuen der beiden untersuchten Gattungen keinerlei Transportaufgaben während des Fluges zu bewältigen haben.

Bei *Atta* (Abb. 1) scheint sich — da nichts transportiert wird — die Vereinfachung des Flügelgeäders leichter entwickelt zu haben als bei *Apis mellifica*. Das Hauptmerkmal dieses Flügeltypus ist die ausschliesslich durch Längsadern bewirkte Stützung der Flügelmembran, wie sie die meist unsteten Dipteren aufweisen. Jedes Queradersystem ist verschwunden.

Bei *Pamphilus* (Abb. 2) zeigt die Aderung des Flügels eine gewisse, wenn auch entfernte, Übereinstimmung mit der des Bienenflügels. Aus der verhältnismässig komplizierten Abbildung 2 ergibt sich ein sehr einfaches Schema, das bei aller Verschiedenheit im Hinblick auf die Bewegung auf eine Lösung zielt, die der bei der Biene beobachteten durchaus gleichwertig ist. Tatsächlich sind hier die Impulse der Hauptstützader des Flügels noch auf dessen gesamte Oberfläche verteilt; denn die Verlängerung der von den Adern selbst gebildeten Achsen oder der von ihnen gebildeten Bogen enden, bezw. treffen sich in vollkommen gleichen Abständen auf dem Flügelrand (Abb. 2, Punkt 1-18). Gewisse Punkte (7b u. 10b) schieben sich in diese Verteilung ein, ohne jedoch deren Regelmässigkeit zu durchbrechen. Der Durchmesser der die einzelnen Punkte umgebenden Kreise entspricht, flächenmässig individuell verschieden, jedem von ihnen.

In bezug auf die Koaptation des Flügels lässt sich bei horizontaler Stellung beider Flügel, also bei Maximaldruck, feststellen, dass die Verlängerung einer Achse — z.B. tu — mit einem der vorstehenden Punkte des Vorderflügels zusammentrifft (7a), und dass es sich bei den übrigen Achsen ebenso verhält (*ap, yv, usw.*).

Die Untersuchung des Flügels bei den Weibchen von *Atta* und *Pamphilus* erlaubt daher die endgültige Bestätigung gewisser Punkte :

1. der Flügel von *Pamphilus* beweist — falls es noch nötig sein sollte — dass die auf dem Flügel der Honigbiene dargestellten theoretischen Strukturen nicht länger als imaginär anzusehen sind,

2. dass das Prinzip der virtuellen Stützung des Geäders sehr verbreitet ist,
  3. dass die Koaptation die ganze Queraderung beeinflusst,
  4. dass es in der Auf- und Abwärtsabwicklung der Längs- und Queradersysteme Verschiedenheiten oder auch Gegensätze geben kann; dass diese jedoch stets eng koordiniert sind.
  5. dass, was auch immer das virtuelle oder reelle Schema der Aderverteilung sein mag, das Ergebnis immer darauf abzielt, die Antriebskräfte der Muskulatur den sichtlich gleichwertigen oder sogar gleichen horizontalen und transversalen Sektoren entsprechend auf der Stützfläche zu verteilen, und dass die Maximalleistung der Achsenkoordination sich auf dem Flügelrand auswirkt,
  6. Man könnte vermuten, dass die im Hinblick auf eine ausgewogene Stützfläche zweckmässige Anordnung der Aderung eine dem beweglichen Flügel besondere Eigenschaft sei. Man könnte ferner annehmen, dass es sich nur um allgemeine Übereinstimmungen handelt. Indessen wurde auch hier — ausgehend von Elementen der Aderung, die dazu bestimmt sind, einem konstanten Phänomen zu entsprechen — das gleiche Ergebnis erzielt.
- Schliesslich und endlich sollten die Flügel von *Pamphilus* und *Apis* den Nachweis gewisser Gemeinsamkeiten bei allen Hymenopterenflügeln erlauben.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

#### *Travaux de l'auteur relatifs au même sujet :*

- LOUIS J. 1970 a. — Études sur les ailes des Hyménoptères  
I. Théories générales, *Apidologie*, 1 (2).
- LOUIS J. 1970 b. — Étude sur les ailes des Hyménoptères  
II. L'Abeille domestique, *Apidologie*, 1 (3).
- LOUIS J. 1970 c. — Études sur les ailes des Hyménoptères  
III. L'aile des Hyménoptères Mellifères, *Apidologie*, 1 (4).

#### *Travaux cités*

- BERLAND L., 1947. — Faune de France. Hyménoptères tenthredinoïdes.  
*Off. Centr. Faunistique*, 47, p. 1-493.