EXPÉRIENCES ET REMARQUES CRITIQUES

SUR LES

SENSATIONS DES INSECTES

PAR

AUGUSTE FOREL

DEUXIÈME PARTIE

NOUVELLES ET ANCIENNES EXPÉRIENCES

(Suite, voir p. 1 et suiv. de ce Tome.)

VUE (suite)

Vue de l'ultra-violet et sensations dermatoptiques.

Je puis en commençant ajouter, comme complément à mon premier article, que j'ai verni les yeux de quelques papillons de nuit (de certaines noctuelles qui se cachent de jour dans les lieux obscurs et qui volent de nuit, venant souvent se jeter sur les lampes allumées). Eh bien, ces insectes se sont trouvés aussi ineptes à voler que les insectes diurnes; ils allaient se frapper contre la paroi et tombaient à terre.

Avant de quitter le sens de la vue, nous avons à nous occuper d'une question récente soulevée par Vitus Graber ¹, celle

¹ V. Graber, Biologisches Centralblatt, H. Bd., N° 4, p. 114. Le même: Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit R. z. s. — T. IV.



des sensations ou perceptions dermatoptiques, étudiées au moyen de la réaction dite photokinétique des animaux (de leur déplacement dû à des perceptions lumineuses). GRABER démontre que des lombrics, même décapités, et les tritons auxquels il a enlevé les yeux, quittent le compartiment éclairé d'un récipient pour se rendre dans le compartiment obscur. Ces mêmes animaux quittent le compartiment éclairé par la lumière du jour pour aller dans celui où les rayons ultra-violets sont interceptés par du sulfure de carbone. Ils quittent le bleu pour aller sous le vert et le rouge. Bref, ils se comportent comme s'ils voyaient et quittent toujours la lumière à ondes plus courtes pour aller vers celle dont les ondes sont plus longues; ils quittent le spectre chimique pour aller vers le spectre calorifique. GRABER en conclut que ces animaux perçoivent la lumière par la peau, que l'action de la lumière sur la peau arrive à leur « sensorium; » nous voulons dire « qu'elle est perçue par leur système nerveux central. » — Th.-W. Engelmann ' démontre de même l'action de la lumière sur les organismes inférieurs. Plus tard il trouve que les cônes de la rétine se raccourcissent chez la grenouille non seulement sous l'influence directe de la lumière, mais même dans l'œil non éclairé, lorsque la lumière agit sur l'autre œil, et même dans les deux yeux complètement obscurcis lorsqu'on fait agir un quart d'heure la lumière solaire directe sur la peau des jambes et du ventre qu'on arrose continuellement. Ce dernier fait démontre irréfutablement

augenloser und geblendeter Thiere, dans Sitzber. der math. naturw. Cl^{*} der K. Akad. der Wissensch. Wien, 5 April 1883. Le même: Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Thiere, 1884. Le même: Biologisches Centralblatt, V. Band, 1. Sept. 1885.



¹ Th. W. Engelmann, Ueber Licht- und Farbenperception niederster Organismen. *Pflüger's Archiv f. Physiologie*, Bd. XXIX, p. 387, 1882. Le même: Ueber Bewegungen der Zapfen- und Pigmentzellen der Netzhaut unter dem Einfluss des Lichtes und des Nervensystems. *Pflüger's Archiv*, Bd. XXXV, p. 498, 1885.

une transmission des irritations lumineuses cutanées à la rétine par l'intermédiaire des centres nerveux. Enfin Graber rappelle le fait que les actinies, certains mollusques aveugles (Dentalium, d'après Lacaze-Duthiers), les protozoaires (d'après Hæckel, Kosmos, IV. Band), etc., donnent des preuves indubitables de réactions, soit agréables, soit désagréables sous l'influence de la lumière que les uns recherchent et que les autres évitent. Chez les animaux marins, Graber trouve des espèces photophobes et d'autres protophiles. Ces dernières préfèrent alors le bleu au rouge, etc., au rebours des premières.

On ne peut donc douter de l'existence des perceptions dermatoptiques chez certains animaux, lors même qu'Engelmann ne paraisse pas avoir pris grand soin d'éliminer le facteur de la chaleur qui est presque toujours lié à celui de la lumière. Graber a cependant eu soin d'exposer les cadres de ses lombrics à la lumière diffuse et au nord. Il a même fait une expérience comparative avec une lampe à pétrole et une solution d'alun; lorsque la différence de température ne dépassait pas un degré, les tritons aveugles n'y réagissaient pas.

Presque tous les animaux sur lesquels les expériences ont porté sont soit aquatiques, soit au moins vivant à l'humidité. Leur peau est humide. Or on connaît le rôle des chromatophores dans beaucoup de ces téguments. Cependant Graber a obtenu des résultats identiques chez la Blatta germanica rendue aveugle, insecte nocturne assez mou, il est vrai, mais dont la peau est chitineuse.

GRABER pense que la perception des rayons ultra-violets que Lubbock a d'abord démontrée chez les fourmis est en tout ou en partie dermatoptique. Il avoue bien que la réaction à la lumière des animaux pourvus d'yeux est plus forte et plus vive, mais il croit que cela tient à ce que les animaux aveugles ont plus de peine à trouver leur chemin (Cette explication n'est pas très logique, puisqu'elle doit prouver qu'ils voient).

Quoi qu'il en soit, il résulte de tous ces faits la possibilité que la réaction des fourmis à l'ultra-violet soit dermatique, qu'il ne s'agisse pas d'une vue proprement dite, de sorte qu'on n'aurait plus le droit de dire avec Lubrock qu'elles voient une couleur que nous ne voyons pas. J'ai fait des expériences pour élucider cette question fort délicate. Avant de les décrire je me permets de rappeler que M. le professeur L. Soret à Genève a démontré par des expériences que les milieux réfringents de l'œil des vertébrés, en particulier le cristallin absorbent à un haut degré l'ultra-violet. Ce fait à lui seul suffirait à expliquer pourquoi nous ne jouissons pas du plaisir de voir cette couleur.

Mon plan est fort simple. J'ai voulu, comme Graber, en privant les fourmis de leur vue, voir si l'ultra-violet les génerait après comme avant. Seulement l'expérience est fort difficile, vu qu'il n'est pas possible d'extirper les yeux des fourmis sans les tuer ou les rendre trop malades pour que les observations conservent la moindre valeur. On m'objectera: pourquoi choisissez-vous les fourmis? A cela je répondrai que je connais leurs mœurs, et que précisément ces mœurs compliquées me permettent de varier les expériences d'une façon très avantageuse, comme on va le voir, ce qui n'est pas le cas chez des êtres stupides comme les lombrics. Voici comment je m'y suis pris.

J'ai d'abord choisi une grande espèce, le Camponotus ligniperdus Latr. qui a, outre sa taille, l'avantage de ne pas posséder d'ocelles frontaux. Puis j'ai cherché à lui vernir complètement les yeux. Comme les fourmis se hâtent de brosser le vernis avec le peigne de l'éperon de leurs pattes antérieures, j'ai choisi un vieux vernis blanc opaque bien

¹ J.-L. Sorf, Recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances. V^{me} mémoire. Archives des sciences physiques et naturelles de Genève, X, p. 429, 1883.



desséché (vernis de Francfort [Hirsch-Apotheke] pour préparations microscopiques). En dissolvant ce vernis dans un peu de chloroforme et en le mettant rapidement avec une aiguille à cataracte sur l'œil de la fourmi dont je tenais les pattes, il se desséchait fort vite, tout en adhérant très solidement, de sorte que la fourmi se brossait en vain pour l'enlever. Ce procédé m'a fort bien réussi. Seulement je devais m'assurer chaque fois à la loupe que chaque œil était bien entièrement recouvert d'une forte couche de vernis. Malheureusement la couche de vernis n'est jamais assez épaisse pour intercepter entièrement une lumière un peu forte, même lorsqu'elle est diffuse. J'ai cherché dans mes dernières expériences faites sur des Formica sanguinea, quelques ouvrières et une femelle de Formica fusca L. à parer à cet inconvénient en ajoutant à mon vernis une forte dose de goudron entièrement desséché, de façon à le rendre presque noir. J'ai ainsi obtenu une opacité assez considérable, mais point du tout absolue.

Il est fort intéressant d'observer l'allure des fourmis ainsi privées de la vue ou peu s'en faut. Nous avons vu, dans la première partie de ces recherches, que les insectes volants ont tout à fait perdu la faculté de se diriger dans les airs lorsque leurs yeux sont vernis, tandis que la perte des antennes ne change pas ou change à peine leur allure. Ici nous observons diamétralement le contraire, comme je l'ai déjà fait observer dans mes Fourmis de la Suisse, 1874. Mais alors j'avais pu seulement démontrer que les fourmis privées de leurs antennes ont perdu la faculté de se diriger et de reconnaître leurs compagnes. Cette fois j'ai pu constater d'une façon irréfutable que le vernissage de leurs yeux ne les empêche ni de se diriger, ni de reconnaître leurs compagnes de leurs ennemies, ni de prendre soin de leurs larves et de leurs nymphes. Mes Camponotus aux yeux vernis attaquaient et tuaient aussitôt une Formica fusca mise au milieu d'eux, la saisissaient presque aussi adroitement que ceux qui avaient leurs yeux. Ils

déménageaient un tas de larves d'un coin de leur récipient à l'autre avec autant de précision qu'avec leurs yeux. Je les établis plus tard avec le reste non verni de la colonie dans un trou, au bord d'un bois. Je pus voir alors mes ouvrières aux yeux vernis retrouver seules l'entrée du nid, combattre, bref se conduire presque comme des ouvrières normales. Cependant elles étaient en somme moins actives au travail et se tenaient plus à l'air libre (à la lumière, hors du nid) que les autres. Tandis que les « non vernies » voyaient venir une pince ou un objet quelconque mu à une certaine distance, et se retiraient en menaçant avec leurs mandibules, ce n'était pas le cas des vernies qui ne s'en apercevaient que de tout près. Il est encore important de remarquer que lorsque les fourmis sont sous du verre et qu'on les éclaire subitement (après l'obscurité), celles qui ont les yeux vernis demeurent tranquilles, tandis que les autres, effrayées, s'agitent vivement.

Pour intercepter entièrement les rayons ultra-violets, je me suis servi d'un cadre d'un centimètre d'épaisseur rempli d'une solution aqueuse concentrée d'esculine, sur l'autorité si compétente en matière pareille de M. le professeur L. Soret à Genève qui a bien voulu m'aider de ses conseils. Le sulfure de carbone employé par LUBBOCK, m'assure M. SORET, a l'inconvénient de laisser passer les rayons calorifiques infra-rouges et de n'absorber entièrement l'ultra-violet que quand il est impur et jaunâtre. Pour laisser passer autant d'ultra-violet que possible tout en absorbant autant que possible les autres rayons du spectre, je me suis servi comme Lubbock, suivant le conseil de M. Soret, d'un verre de cobalt violet foncé. Pour éliminer autant que possible la chaleur rayonnante, je me suis servi d'une couche d'eau de 6 à 8 centimètres qui, d'après M. Soret, arrête sensiblement la moitié de la chaleur totale de la radiation solaire. Un verre rouge assez foncé m'a servi pour les expériences de contrôle. Il laisse surtout passer les rayons calorifiques, mais produit à part cela sur les fourmis un effet analogue à l'esculine ou au sulfure de carbone, comme l'a déjà montré Lubbock. Enfin pour obtenir l'obscurité complète, je me suis servi d'une feuille de carton de 3 millimètres d'épaisseur.

Pour abréger nous appellerons « vernies » les fourmis auxquelles j'ai verni les yeux et « normales » les fourmis qui n'ont pas été vernies. Ma méthode d'expérience n'est point originale; c'est simplement celle de Lubbock, employée aussi par Graber.

PREMIÈRE SÉRIE

Camponotus ligniperdus ouvrières ($\mbox{\cite{Q}}$) et femelles ($\mbox{\cite{Q}}$) NORMALES

Je place mes fourmis sans nymphes ni larves dans une boîte de 4 centim. de haut, 13,5 centim. de large et 22 centim. de long, avec un peu de terre humide au fond. La boîte est recouverte d'une plaque de verre sur laquelle je place tantôt d'un côté, tantôt de l'autre le verre de cobalt, l'eau, le carton, le cadre renfermant une solution d'esculine de 1 centim. d'épaisseur, etc.

- 4. Je mets d'un côté l'esculine, de l'autre le cobalt et je place la boîte au soleil. Les fourmis vont s'entasser sous l'esculine du côté où la paroi de la boîte fait un peu d'ombre. Je retourne la boîte dans divers sens, transpose le cobalt et l'esculine à diverses reprises. Toujours les fourmis vont se placer au bord, sous l'esculine.
- 2. Je mets d'un côté l'esculine, de l'autre le carton. Les fourmis vont toujours se mettre au milieu de la boîte, sous le carton. Dans ces deux expériences il n'est pas tenu compte de la chaleur, ce qui infirme leur valeur.
 - 3. Je mets d'un côté l'esculine, de l'autre le cobalt. Je



protège le côté cobalt de la chaleur solaire par une bouteille prismatique remplie d'eau. Les fourmis se partagent alors entre le cobalt et l'esculine.

- 4. Je protège toute la paroi exposée au soleil par 4 centim. d'eau. Puis je mets d'un côté le cobalt, de l'autre l'esculine. Les fourmis s'entassent presque toutes sous l'esculine.
- 5. La même expérience (4) est répétée sous la lumière diffuse (réfléchie ou indirecte) après transposition du cobalt et de l'esculine. Les fourmis passent petit à petit presque toutes du cobalt à l'esculine.
- 6. Expérience 5 transposée, le cobalt étant remplacé par 3,5 centim. d'eau. Lumière diffuse (indirecte). Les fourmis passent presque toutes de l'eau à l'esculine.

Dans toutes ces expériences je transpose toujours en plaçant l'esculine du côté où les fourmis ne sont pas, afin que leur déplacement donne un résultat clair.

DEUXIÈME SÉRIE

7. Lumière solaire directe, mais rendue diffuse par des nuages blancs. J'emploie d'un côté deux bouteilles prismatiques (à parois parallèles), l'une de 6 centimètres, l'autre de 8 centimètres d'épaisseur.

RÉSULTAT:

Eau 6 à 8 centim. à gauche. Carton à droite.

41 & vernies, 1 & vernie. 3 & vernies.

4 \$ appliquée contre la paroi 9 \$ normales.

8. Expérience précédente après transposition de l'eau et du carton :

RÉSULTAT:

Carton à gauche.	Eau 6 à 8 centim. à droite.	
11 \$ et 1 \$ vernies.	3 \$ vernies.	
7 β normales.	3 ₹ normales se promenan	

Les fourmis normales ont donc été influencées par la lumière, ce qui n'a pas été le cas des fourmis vernies.

Dans les expériences suivantes j'incline la boîte assez pour éviter l'ombre produite par l'une de ses parois.

9. Répétition de l'expérience 8 après un quart d'heure, sans transposer, mais à la suite de l'agitation produite par le déplacement de la boîte :

RÉSULTAT:

Carton à gauche.	Eau 6 à 8 centim. à droite.	
8 g et 1 g vernies.	5 β vernies.	
9 \$ normales.	1 & normale courant.	

40. A 2 h. 50, toujours par une lumière directe, mais rendue diffuse par des nuages blancs, je transpose l'eau et le carton de l'expérience précédente:

RESULTAT A 3 HEURES:

Eau 6 à 8 centim. à gauche.	Carton à droite.
11 g et 1 c vernies.	3
2 § normales, dont l'une essaie d'ôter le vernis d'une de ses compagnes.	8 β normales.

41. A 3 heures je remplace l'eau par l'esculine et le carton par le cobalt :

RESULTAT A 3 HEURES 1/4:

Esculine 1 centim. à gauche.	Cobalt à droite.
40 ¹/2 ₿ et 4 ♀ vernies.	3 1/3 & vernies.
8 ½ \$ normales.	1 ¹ / ₂ \$ normale.

Une $\mbecie{\circ}$ vernie et une normale sont sur la frontière. Il est bon de noter ici que chaque transposition des objets superposés produit un vif émoi des $\mbecie{\circ}$ normales qui se mettent à courir, tandis que les $\mbecie{\circ}$ vernies demeurent impassibles. Par contre dès que je soulève le verre qui sert de couvercle à la boîte pour changer quelque chose à l'intérieur, les $\mbecie{\circ}$ vernies sentent aussitôt l'ébranlement et l'air frais. Elles s'agitent alors tout autant que les normales et ne leur cèdent en rien en agilité dans les efforts qu'elles font pour s'évader; seulement lorsqu'elles ont réussi à se sauver, elles ne savent pas se cacher comme les normales.

12. Je divise plus complètement la boîte en deux compartiments au moyen d'une lame de carton qui laisse assez de place en bas pour prêter passage aux fourmis. Lumière diffuse.

Puis je transpose l'expérience 11 en remplaçant le cobalt par 6 à 8 centim. d'eau :

RÉSULTAT A 4 HEURES 30 MINUTES DU SOIR:

Eau 6 à 8 centim. à gauche.		u 6 à 8 centim. à gauche.	Esculine 1 centim. à droite.	
9	윻	et 1 Q vernies.	5 & vernies.	
		normales,	6 g normales.	

La lumière devient trop faible; je recouvre le tout d'un carton.

13. Le matin du jour suivant je trouve à gauche 6 ♂ vernies et 1 normale, à droite le reste. J'ajoute 5 ♂ normales. Le ciel est nuageux. Je mets la boîte sur ma fenêtre et je place à 8 heures :

RÉSULTAT A 9 HEURES 1/2:

Cobalt + eau 6 cent. à gauche. Esculine+3 cent. d'eau à droite.

3 & et 1 & vernies.

41 & vernies.

2 & normales.

43 & normales.

14. Expérience précédente transposée à 9 h. 1/2.

RÉSULTAT A 44 HEURES 45 MINUTES:

Une & vernie est morte.

45. Sans changer autrement l'expérience 44, je remplace à 44 h. 45 min. l'esculine par 6 centim. d'eau et le cobalt par le carton :

RESULTAT A 12 HRURES 25 MINUTES:

Eau 6 centim. à gauche.	Carton à droite.
9 g et 1 ♀ vernies.	4 \$ vernies.
3 & normales.	12 & normales.

16. A 12h. 25, sans rien changer d'autre à l'expérience 15, j'enlève l'eau, pour ajouter l'effet de la chaleur solaire à celui

de la lumière (le soleil vient de sortir un peu des nuages, mais demeure blafard). A peine les fourmis vernies se sentent-elles ainsi chauffées qu'elles se mettent à fuir sous le carton.

RÉSULTAT A 12 HEURES 55 MINUTES:

Rien (simple verre) à gauche.	Carton à droite.	
0 vernies.	13 g et 1 c vernies.	
2 § normales suçant des gout- telettes d'eau sous le verre.	13 ₿ normales.	

47. Aussitôt après l'expérience 46, à 4 heure, je remplace le carton par le cobalt avec l'eau et je remets l'esculine à gauche où il n'y a plus que deux & normales. Aussitôt les fourmis se mettent en mouvement, en partie à la suite d'un léger ébranlement de la boîte. Soleil très blafard ou nuages blancs.

RÉSULTAT A 4 HEURE 55 MINUTES:

Esculine + 3 c. d'eau à gauche.	Cobalt + 6 à 8 c. d'eau à droite.
1 Q et 4 B vernies.	9 & vernies.
43 & normales.	2 & normales.

Une $\mbox{$\scrip$}$ vernie est très agitée et court partout, de sorte qu'on ne peut lui assigner de place.

18. A 1 h. 55 min. je transpose simplement l'expérience 17. Soleil très blafard.

RÉSULTAT A 2 HEURES 35 MINUTES:

Cobalt +6 à 8 c. d'eau à gauche.	Esculine + 3 c. d'eau à droite.
4 & vernies.	9 \ et 1 \ vernies.
3 & normales.	12 & normales.

Une & vernie courant toujours partout.

19. Transposition de l'expérience 18, mais pendant l'opération je blesse par inadvertance une \$\xi\$ normale que j'enlève. Soleil très blafard avec pluie.

RÉSULTAT A 3 HEURES 8 MINUTES:

Esculine + 3 c. d'eau à gauche. Cobalt + 6 à 8 c. d'eau à droite.

3 & vernies. 4 & et 11 & vernies.

11 & normales. 3 & normales.

20. Transposition de l'expérience 19 avec grand soin et sans effrayer le moins du monde les fourmis. Du reste aucun changement.

RÉSULTAT A 3 HEURES 43 MINUTES:

Coball + 6 à 8 c. d'eau à gauche. Esculine + 3 c. d'eau à droite.

3 ♀ vernies. 11 ♀ et 1 ♀ vernies.

1 ♀ normale. 13 ♀ normales.

21. Le lendemain matin la plupart des Ş et la Q sont à droite. Pendant la nuit tout a été couvert du carton. Pour voir si dans l'expérience 16 c'est bien la chaleur et non l'excès de lumière qui a fait quitter le côté soleil aux fourmis vernies, je mets à gauche le verre rouge sans eau et à droite les 6 centim. d'eau sans rien d'autre, à 8 heures du matin par le brouillard:

RÉSULTAT A 9 HEURES 25 MINUTES PAR UN LÉGER SOLEIL A TRAVERS LES BROUILLARDS (AGRÉABLE CHALEUR):

Verre rouge sans eau à gauche.	Eau 6 à 8 cent. à droite.
3 β vernies.	1 Q et 10 g vernies.
12 β normales.	2 & normales.
	,

(Une of vernie s'est perdue.)

22. A 9. 25 je transpose l'expérience précédente, tandis que le soleil devient de plus en plus intense et donne directement sur mes fourmis.

RÉSULTAT A 42 HEURES 30 MINUTES PAR UN SOLBIL BRILLANT BT CHAUD:

6 à 8 cent. d'eau à gauche.

Verre rouge sans eau à droite.

Toutes les 13 ♀ et la ♀ vernies.

0 vernies.

4 & normales blotties dans un coin.

Le résultat des deux dernières expériences 21 et 22 est fort clair. Dans l'expérience 21, les $\mbox{\cente}$ normales ont fui la lumière, lui préférant un peu trop de chaleur. Mais plus tard, lorsque la chaleur est devenue brûlante, elles ont pour la plupart quitté le verre rouge pour aller sous l'eau, préférant la lumière à une pareille cuisson. Et alors même, quatre d'entre elles sont demeurées sous le verre rouge. Les $\mbox{\cente}$ vernies ont toujours été à l'endroit le moins chaud.

TROISIÈME SÉRIE

Après avoir été prendre des Camp. Ligniperdus frais avec leurs larves et leurs nymphes, je vernis les yeux de 44 & et d'une Q. Je leur donne un bon nombre de larves et de nymphes qui sont en tas du coté droit de la boite, a part trois nymphes délaissées (pendant la nuit).

23.

RÉSULTAT A 7 HEURES 3/4 DU MATIN:

Carton à gauche.

6 à 8 cent. d'eau à droite.

3 § vernies avec les 3 nymphes délaissées.

1 ♀ et 8 § vernies avec toutes les larves et les autres nymphes délaissées.

phes. Quelques & sont directement sous un petit rayon de soleil qui commence. Les & portent les nymphes et les larves d'un coin à l'autre, mais en demeurant sous l'eau.

- 24. J'ajoute une & normale à l'expérience 23, laissée du reste telle quelle. La lumière est d'abord diffuse. Puis le soleil luit sur la boîte. A 1 h. 15 min. toutes les larves et les nymphes ont été transportées sous le carton où sont aussi toutes les fourmis.
- 25. Je transpose alors (à 1 h. 15 min.) l'expérience précédente après avoir ôté la \mathfrak{F} normale, et je laisse le tout au soleil.

RÉSULTAT A 2 HEURES 30 MINUTES:

6 à 8 cent. d'eau à gauche.

Carton de 3 mill. d'épaisseur à droite.

1 ou 2 & vernies sous l'eau.

Toutes les larves et toutes les nymphes ont été transportées sous le carton où sont aussi presque toutes les fourmis vernies.

Donc les fourmis vernies ont effectué seules le déménagement. On ne peut pas dire que l'influence de la chaleur solaire ne soit pour rien dans ce résultat. Il est positif que l'échauffement a dû être plus fort sous les 6 à 8 centim. d'eau que sous les 3 millim. de carton, si nous réfléchissons que le soleil d'été entre 1 et 2 heures, donnant directement sur mes fourmis, produit un échauffement considérable. Quelques mesures thermométriques que j'ai faites m'ont dénoté une différence d'environ un degré centigrade entre la température sous l'eau et celle sous le carton, tandis que sous le verre de cobalt la température s'élevait beaucoup plus. Mais cette différence n'est pas forte et je suis penché à admettre que c'est la lumière qui a engagé les 🌣 vernies à déménager. Ce résultat n'infirme du reste aucunement les résultats précédents, car ici nous avons l'action intense et prolongée de la lumière solaire directe qui doit avoir été perçue à travers le vernis et qui peut avoir eu une action dermatoptique que n'avait pas la lumière plus faible.

Pour éliminer jusqu'au minimum le facteur calorique, je me sers dorénavant surtout de la lumière indirecte (réfléchie) du jour que nous appellerons « lumière diffuse. »

26. A 2 h. 50 min. je transpose l'expérience précédente en mettant la boîte à la lumière indirecte. Le carton est à gauche, l'eau à droite. Les larves et les nymphes demeurent à droite où elles étaient. Les fourmis sont fort mobiles et se promènent dans toute la boîte, mais ne déménagent pas les larves ni les nymphes.

RESULTAT A 3 HEURES 30 MINUTES:

Carton à gauche.

6 à 8 cent. d'eau à droite.

5 & vernies.

Toutes les larves et les nymphes 6 ♀ et 4 ♀ vernies.

27. A 3 h. 30 min. j'ajoute une petite \$\frac{7}{2}\$ normale du côté verre, sans rien changer du reste à l'expérience précédente. Elle court d'abord partout, d'un côté à l'autre, puis au bout de 4 minutes déjà, elle se met à déménager les larves de l'eau au carton, lors même que le côté du carton est fort sec, tandis qu'il y a encore sous l'eau de la terre humide que les fourmis recherchent toujours. Elle déménage seule 8 larves de suite sous mes yeux. Les \$\frac{7}{2}\$ vernies saisissent bien de temps à autre des larves, mais elles les transportent seulement d'un bout à l'autre du tas qui est sous l'eau. La \$\frac{7}{2}\$ nor-

male se fait une fois dégorger du miel par une des 🌣 vernies, fait qui montre que ces dernières sont à leur aise. J'humecte un peu la terre du côté carton pour équilibrer. Après 4 heures la 3 normale a transporté toutes les 13 larves et une petite nymphe sous le carton. Elle a par contre laissé les autres nymphes, en particulier les grosses nymphes femelles, du côté de l'eau où elles étaient. J'observe une 🌣 vernie qui rapporte vers les nymphes, sous l'eau, une des larves que la 🌣 normale avait portées sous le carton.

RÉSULTAT LE SOIR:

Carton à gauche.

6 à 8 cent. d'eau à droite.

43 larves et une petite nymphe. Le reste des nymphes.

7 \$ vernies et 4 \$ normale.

4 & et 1 Q vernies.

Il faut remarquer que les petites ouvrières (\(\forall \) minor) des Camponotus sont à peine en état de transporter les énormes nymphes femelles.

28. Le soir à 9 heures j'ajoute une of normale de taille moyenne. Chose curieuse, la petite & normale transporte alors de nouveau les 43 larves et la nymphe sous l'eau. Comme il fait nuit, les deux côtés sont également obscurs. Donc:

RÉSULTAT DE NUIT:

Carton à gauche.

6 à 8 cent. d'eau à droite.

4 ou 2 & vernies.

Presque toutes les ξ , la φ , les larves et les nymphes.

29. Résultat de l'expérience précédente le matin suivant à 7 h. 30 min. Lumière diffuse. Les & normales ont déjà déménagé presque tout sous le carton :

R. Z. S. — T. IV.

Carton à gauche.

6 à 8 cent. d'eau à droite.

40 larves et la grande majorité des nymphes. 7 nymphes et 3 larves.
7 g et 4 g vernies.

4 \$\graph\$ vernies et 2 \$\graph\$ normales.

30. Résultat de la même expérience à 9 h. 45. Lumière diffuse :

Carton à gauche.

Verre blanc (eau enlevée).

Toutes les larves et toutes les nymphes sauf une.

Une grosse nymphe femelle.

1 Q vernie & g vernies.

7 ₿ vernies et 2 ₿ normales.

N'oublions pas que les fourmis en repos ont l'habitude d'aller s'entasser là où sont leurs larves et leurs nymphes. Lorsque les \(\Sigma\) normales ont déménagé les larves et les nymphes du côté carton, les \(\Sigma\) et la \(\Q\) vernies ont une tendance naturelle à les y rejoindre sans avoir eu égard pour cela à l'obscurité. Donc on ne doit pas utiliser la fréquence relative des \(\Sigma\) vernies et normales sous le carton et l'eau dans les dernières expériences sans tenir compte de ce fait.

QUATRIÈME SÉRIE

JE DIVISE MAINTENANT LA BOITE EN TROIS COMPARTIMENTS ÉGAUX SÉPARÉS PAR DES PAROIS EN PAPIER LAISSANT PASSAGE AUX FOURMIS EN DESSOUS. PUIS JE PRÉPARE UNE NOUVELLE SOLUTION D'ESCULINE QUE JE PLACE CETTE FOIS DANS UNE BOUTEILLE PRISMATIQUE DE 3,8 CENTIM. D'ÉPAISSEUR, A PAROIS PARALLÈLES. — JE CONTINUE A EXPÉRIMENTER AVEC LES MÊMES C. LIGNIPERDUS VERNIS ET NORMAUX.

31. Après l'expérience 30, toutes les larves et les nymphes, sauf une, sont à gauche. Je place à 40 heures :

Digitized by Google

RÉSULTAT A 11 HEURES:

A gauche:
Cobalt + 6 à 8 c.
d'eau.

Au milieu : 6 à 8 c. d'eau. A droite: Esculine 3,6 cent.

Rien.

1. Toutes les nymphes (34).

2. Toutes les larves (13).
3. Les deux & normales.
4. La Q et une partie des & vernies.

Déjà quelques minutes après le changement opéré à 10 heures je vis les deux of normales commencer à déménager les larves du cobalt à l'esculine en passant sous le compartiment moyen sans s'y arrêter. Le déménagement est entièrement effectué par les deux & normales seules. Les 11 & vernies n'y prennent aucune part. Elles portent parsois une larve d'un coin du compartiment à l'autre, mais sans aller plus loin. Seulement tout à la fin du déménagement je vois une 🖔 vernie, évidemment entraînée par l'exemple, porter une petite larve du cobalt à l'esculine (les fourmis n'aiment pas laisser une larve isolée, comme on le sait). Ce déménagement de 47 larves et nymphes comporta un travail considérable, car il fallait à la o normale de taille moyenne les plus violents efforts pour faire passer les grosses nymphes femelles d'un compartiment à l'autre sous la bande de papier mitoyenne qui lui laissait à peine place. Ces difficultés rendirent l'expérience et le contraste entre l'action des Z normales et celle des & vernies d'autant plus frappants. A 11 heures tout avait été déménagé sous l'esculine.

32. J'essayai de continuer ces expériences, mais cela ne réussit plus. Mes Camponotus, tant vernis que normaux, furent pris d'un découragement général qui n'est pas rare en pareil cas. Ils abandonnèrent complètement leurs larves et leurs nymphes, et ne cherchèrent plus qu'à s'échapper avec

grande violence, sans plus faire attention ni à la lumière ni à rien. J'essayai alors d'une autre espèce.

CINQUIÈME SÉRIE

FORMICA FUSCA L. OUVRIÈRES ET FEMELLES NORMALES PLACÉES DANS MA BOITE A TROIS COMPARTIMENTS AVEC DE NOMBREUSES NYMPHES QUE JE METS D'ABORD TOUTES DANS LE COMPARTIMENT DU MILIEU, SOUS 6-8 CENTIM. D'EAU.

33. Lumière diffuse, à 11 heures. Les nymphes sous l'eau, au milieu.

RESULTAT A 44 HEURES 30 MINUTES:

Cobalt	6 à 8 c. d'eau	Esculine 3,8 c.	
à gauche.	au milieu.	à droite.	
0	0	Toutes les nymphes trans- portées sous l'esculine.	

34. Expérience précédente transposée à 11 h. 30 min. Lumière diffuse.

RÉSULTAT A 4 HEURE:

Esculine 3,8 cent.	6 cent. d'eau	Cobalt
à gauche.	au milieu.	à d roi te.
Toutes les nymphes ont été dé- ménagées sous l'esculine.	0	0

35. J'ajoute assez d'encre à l'eau pour la rendre bien distinctement plus sombre et moins transparente que l'esculine. Puis je transpose l'expérience 34 comme suit à 1 heure. Lumière diffuse :

RÉSULTAT A 2 HEURES 45 MINUTES:

Cobalt	Esculine 3,8 cent.	Eau noircie 6 c.
à gauche.	au milieu.	à droite.
0	Toutes les fourmis ont dé- ménagé avec toutes les nymphes sous l'esculine.	0

36. Expérience 35 transposée comme suit. Lumière diffuse :

RÉSULTAT A 2 HEURES 45 MINUTES:

Cobalt	Eau noircie 6 c.	Esculine 3,8 c.
à gauche.	au milieu.	à droite.
0	0	Toutes les fourmis ont dé- ménagé avec toutes les nymphes sous l'esculine.

37. Expérience 36 transposée comme suit à 3 heures. Lumière diffuse :

RESULTAT A 3 HEURES 27 MINUTES:

Esculme 3,8 c.	Eau noircie 6 c.	Verre rouge
à gauche.	au milieu.	à droite.
0	0	Toutes les g et les nym- phes sont demeurées sous le verre rouge.

38. Je laisse l'expérience 37 comme elle est, mais je remplace le verre rouge par le verre de cobalt à 3 h. 27 min. Lumière diffuse:

RÉSULTAT A 3 HEURES 40 MINUTES:

Esculine 3,8 c.	Eau noircie 6 c.	Cobalt
à gauche.	au milieu.	à droite.
e partie des fourmis	0	Une partie des fourmis

one partie des fourmis o one partie des fourmis

ont immédiatement été avec une partie des nymphes sous l'esculine. ont réussi à se cacher avec des nymphes sous une bande de papier soulevée et demeurent sous le cobalt.

39. J'enlève la bande de papier soulevée de l'expérience 38 que je laisse du reste sans changement.

RÉSULTAT A 4 HEURES 20 MINUTES:

Esculine 3,8 c.	Eau noircie 6 c.	Cob alt
à gauche.	au milieu.	à droi t e.
Toutes les nymphes et toutes les fourmis sont mainte- nant sous l'esculine.	0	0

40. J'enlève l'esculine de l'expérience précédente à 4 h. 50 min.

RÉSULTAT A 5 HEURES 30 MINUTES:

Verre blanc	Eau noircie 6 c.	Cobalt
à gauche.	au milieu.	à droite.
0	Presque toutes les \(\beta \) et les nymphes sont sous l'eau noircie.	Quelques & avec deux ou trois nymphes sont sous le cobait.

Cette série d'expériences (33 à 40) démontre d'une façon si claire et si complète l'aversion des fourmis normales pour les rayons ultra-violets que j'ai jugé inutile de la continuer. C'est une confirmation entière des résultats de Lubbock. Le facteur de la chaleur est absolument éliminé, car si les fourmis avaient eu trop chaud elles auraient dû aller sous l'eau noircie et si elles avaient eu trop froid elles auraient dû aller sous le cobalt. Les rayons ultra-violets seuls leur font, on le voit, presque l'effet de toute la lumière solaire.

SIXIÈME SÉRIE

Formica fusca $x \in \mathbb{Q}$ aux yeux et ocelles vernis et pourvues de nymphes. Le vernissage des yeux et des ocelles est fort difficile.

41. 4 \$\forall \text{ vernies avec 47 nymphes dans un couvercle de boîte en carton. Je place les nymphes d'un côté sous le verre à 11 h. 30 min Lumière diffuse :

RÉSULTAT A 1 HEURE:

Carton à gauche.

Verre blanc à droite.

0

Les 4 \(\beta \) avec toutes les nymphes sont demeurées sous le verre.

42. Je mets la boîte au soleil, sans changer l'expérience 41.

RESULTAT A 2 HEURES 15 MINUTES:

Carton à gauche.

Verre blanc à droite (sans eau).

Les 4 g ont transporté 27 nymphes à l'ombre sous le carton, où elles sont ellesmêmes.

Les 20 nymphes qui restent sont demeurées, assez desséchées, sous le verre blanc.

43. Une série d'expériences faites avec ces *F. fusca* vernies et d'autres vernies et normales donnèrent peu de résultats par suite du découragement des fourmis qui négligèrent leurs nymphes. Les chiffres de simple présence des \(\xi\) vernies sont analogues à ceux des expériences précédentes. Les \(\xi\) vernies se réunirent tantôt sous l'esculine, tantôt sous le cobalt,

tantôt sous l'eau, tantôt sous le verre rouge sans paraître s'inquiéter de la lumière. Mais certaines \mathfrak{P} normales découragées en firent autant, de sorte que ces résultats n'ont pas grande valeur.

Une fois cependant, tandis que 7 \$\tilde{\zeta}\$ et une \$\tilde{\Q}\$ vernies étaient demeurées sous le cobalt \$+6 \tilde{\alpha}\$ 8 centim. d'eau par un soleil fort blafard (lumière directe), les \$\tilde{\zeta}\$ les plus mobiles et la \$\tilde{\Q}\$ se rendirent sous l'esculine lorsque j'enlevai l'eau et le cobalt. Il est possible que la chaleur ait agi dans ce cas, mais il est possible aussi que la lumière assez forte n'y soit pas pour rien. Je fis encore une ou deux observations analogues, mais les yeux se trouvèrent incomplètement vernis, ce qui rend ces observations sans valeur. En citant ces cas, je veux seulement montrer combien ces observations sont délicates et combien il faut être prudent.

Je fus plus heureux avec une Q aptère qui, après avoir été très complètement vernie avec un vernis bien noirci, s'occupa avec beaucoup de patience des nymphes que je lui donnai. (Les Q ont, comme l'ont démontré Lubbock, Mac Cook et Blochmann, la faculté de fonder seules de nouvelles fourmilières. Leur instinct les porte donc, lorsqu'elles sont seules, à soigner patiemment les nymphes d'ouvrières jusqu'à leur éclosion. Les $\mathfrak T$ seules se découragent évidemment plus facilement.)

- 44. A 1 h. 15 min., le 5 août, ma Q fusca vernie est avec les nymphes à droite sous le verre blanc, par une forte lumière diffuse. A gauche est le verre rouge.
 - A 2 h. 45 min. la Q est demeurée où elle était.
 - A 3 h. elle a été se mettre sous le bord du verre rouge.
- A 5 h. elle a de nouveau été sous le verre rouge après transposition.

Je remplace le verre rouge par l'esculine.

- A 5 h. 30 min. la Q est sous l'esculine.
- A 6 h. elle est sous le verre blanc.

6 août.

Matin 7 h. 30 min. La Q est sous l'esculine par une lumière diffuse. Je transpose en mettant 6 centim. d'eau à droite. Le soleil arrive.

A 9 h. 30 min. la Q a transporté, sous l'influence du soleil, les nymphes de l'eau à l'esculine. La-dessus je la remets à la lumière diffuse et je transpose.

A 1 h., la Q est demeurée sous l'eau à droite. Je fais un peu de remue-ménage pour réveiller la Q.

A 2 h. 07 min. la Q est toujours sous l'eau au milieu.

A 2 h. 20 min. elle va sous l'esculine. Je transpose.

A 2 h. 53 min. la Q est demeurée sous l'eau.

A 3 h. 40 min. idem.

A 4 h. elle est allée sous l'esculine.

A 4 h. 12 min. elle est revenue d'elle-même sous l'eau.

A 4 h. 25 min. sous l'eau.

A 4 h. 42 min. idem. Je mets la boîte sur ma fenêtre pour avoir une forte lumière diffuse. Dès lors, jusqu'au soir, elle se promène entre l'eau et l'esculine, prend de temps en temps une nymphe, mais sans la porter loin.

7 août.

Matin 8 h., ♀ sous l'esculine. Lumière diffuse. Jour 1 h., ♀ sous l'eau. Lumière diffuse.

8 août.

Matin 8 h. Lumière diffuse forte. La Q a entassé presque toutes les nymphes sous l'eau, mais à la limite de l'esculine. Je repousse un peu l'esculine, de façon à ce qu'elles soient bien sous l'eau.

Soir 2 h. La Q a transporté un tas de nymphes (une par-

tie) sous l'esculine, mais à la limite de l'eau. Je transpose, mettant l'esculine à gauche.

Peu après la transposition je vois la Q après un court repos continuer son déménagement comme si je n'avais pas transposé. Au lieu de retransporter les quelques nymphes qu'elle venait de déplacer sous l'endroit où est maintenant l'esculine et où sont les autres nymphes, elle va chercher partout les nymphes éparses sous l'esculine pour les transporter sous l'eau en un tas. Ce déménagement a donc eu pour cause non pas la lumière, mais l'esprit d'ordre.

A 3 h. La Q est sous l'eau, au milieu, avec un gros tas de nymphes.

A 3 h. 40 min. idem.

9 août.

2 h. 45 min. du soir. Depuis hier, la Q est demeurée sous l'eau, avec toutes les nymphes, malgré une forte lumière diffuse, sans que rien ait été changé à l'expérience.

10 août.

Matin 10 h. La Q est demeurée sous l'eau avec les nymphes. Je lui donne à manger et à boire.

2 h. après midi. La Q a transporté les nymphes à la limite de l'eau et du verre blanc, en les éloignant encore de l'esculine.

11 août.

La Q demeure sous l'eau (l'eau est toujours à droite, l'esculine à gauche). Remarquons que l'esculine est toujours en bon état de conservation, bien fluorescente.

12 amit.

Matin 8 h. Lumière diffuse. Je remplace l'esculine par le verre rouge.

A 9 h. 30 min. la Q est demeurée sous l'eau avec son tas de nymphes, quoiqu'elle ait été temporairement se promener sous le verre rouge.

A midi, quoique je fasse luire sur la boîte le soleil réfléchi par une vitre, la Q demeure sous l'eau avec ses nymphes.

13 août.

La Q demeure tout le jour sous l'eau avec ses nymphes, par une lumière diffuse.

14 août.

Matin 7 h. 30 min. Toujours sous l'eau, ma Q n'a garde d'aller sous le verre rouge. On pourrait croire que c'est habitude, indifférence ou découragement. Mais on se tromperait, car dès que je soulève le verre blanc qui sert de couvercle à la boîte, ma Q fusca, effrayée, saisit les nymphes en toute hâte et les transporte vers le bord de la boîte.

2 h. après midi. La Q a déménagé les nymphes du milieu au bord de la boîte, toujours sous l'eau.

Ayant voulu essayer de nouveau l'effet du soleil direct, je le fis agir trop fortement, ce qui fut probablement cause de la mort de ma \bigcirc F. fusca. Je l'ai conservée dans ma collection. Ses yeux et ses ocelles sont demeurés parfaitement vernis.

45. Le 7 août je vernis les yeux de diverses Formica sanguinea et de leurs esclaves fusca. Je leur donne beaucoup de nymphes dans une boîte à trois compartiments. D'abord indifférentes ainsi que diverses & normales que j'y ajoutai, elles finirent par s'occuper des nymphes et à les entasser.

Le 10 août les fourmis non vernies commencent à devenir attentives à la lumière. Elles déménagent régulièrement les nymphes du cobalt et des 6 centim. d'eau à l'esculine. Cependant, chose curieuse, ce sont surtout les \Im vernies qui s'occupent des nymphes, plus que les normales.



Le 11 août j'enlève toutes les fourmis normales et je place, à 8 heures, alors que toutes les nymphes sont à gauche:

RÉSULTAT A 40 HEURES:

Cobalt	6 c. d'eau	Esculi n e 3,8 c.
à gauche.	au milieu.	à droite.
Toutes les nymphes sont de- meurées sous le cobalt, au coin le plus éclairé.	0	0

A 10 heures je remplace le cobalt par 6 centim. d'eau et j'ouvre un peu pour ajouter de la terre humide. Aussitôt, après un léger émoi, les sanguinea et les fusca vernies se mettent à déménager les nymphes du côté éclairé au côté ombragé par la paroi (celle qui est du côté d'où vient la lumière). Cette paroi étant protégée contre les rayons solaires par une seconde paroi protectrice, il n'est pas question d'influence calorique. Ce déménagement a lieu sous mes yeux par un ciel couvert (nuages blancs, un peu grisâtres), mais par une exposition directe à la lumière solaire. Le déménagement terminé je retourne la boîte en sens inverse, et le déménagement recommence, en sens inverse aussi, c'est-àdire que les fourmis rapportent les nymphes là où elles étaient d'abord, le côté éclairé étant devenu le côté ombragé. Je renouvelai deux fois ce manège avec le même résultat par une lumière presque diffuse, mais forte. Il faut dire que la paroi de cette boîte était haute, ce qui rendit l'ombre très marquée. Nous avons dans ce cas très probablement affaire à une sensation dermatoptique. Mais, chose curieuse, les fourmis demeurèrent toujours sous l'eau, c'est-à-dire sous la lumière avec ultra-violet, et n'essayèrent point de placer leurs nymphes sous l'esculine quoiqu'elles s'y promenassent souvent, et que leurs compagnes voyantes l'eussent toujours fait le jour précédent. Pour être plus sûr, je plaçai l'esculine qui était à droite au milieu, les nymphes se trouvant sous l'eau de gauche et empiètant même un peu sur le compartiment du milieu. Lorsque j'eus tourné de nouveau la boîte de façon à les éclairer, les fourmis les déménagèrent de nouveau vers le côté ombragé, mais sous l'eau, et en les éloignant de l'esculine. Elles enlevèrent même toutes celles des nymphes qui, empiétant sur le compartiment du milieu, se trouvaient maintenant sous l'esculine et les transportèrent sous l'eau, de l'autre côté. Dès 3 heures et demie, la lumière ayant faibli, les fourmis cessèrent de déménager et demeurèrent avec les nymphes du côté éclairé, sous l'eau. Le lendemain je plaçai la boîte dans l'autre sens, avec l'esculine au milieu, de façon à obliger les fourmis à passer dessous pour atteindre la paroi ombragée, située sous l'eau de droite, les nymphes étant à gauche. Elles passèrent sous l'esculine sans s'y arrêter et transférèrent toutes les nymphes de l'eau de gauche à l'eau de droite. Des F. sanguinea, F. pratensis, C. ligniperdus et Lasius niger à antennes coupées, mais à yeux non vernis mis ensemble dans la boîte où avaient été mes fourmis vernies. immédiatement après elles, allèrent de 5 à 6 heures du soir; malgré la lumière plus faible, se grouper peu à peu toutes sous l'esculine qui était demeurée au milieu, mais sans s'occuper des nymphes. La nuit venue ils se dispersent de nouveau.

Une autre série d'expériences faites sur des *C. ligniperdus* vernis me donne les mêmes résultats que la première. Ils ne montrèrent aucune préférence pour le verre rouge que j'employai cette fois au lieu de l'esculine en l'opposant au verre de cobalt. On me dispensera des détails.

J'ai fait aussi une série d'expériences avec le spectre solaire; c'est même par là que j'ai débuté. MM. les prof. Hofmeister et Weilenmann, à Zurich, ont eu l'obligeance de me prêter leurs appareils et de m'aider à produire un spectre horizontal. Grâce à l'hélioscope, j'ai pu, en

étant constamment présent, contrebalancer le mouvement de la terre. Mais en faisant ces expériences dont le résultat a été presque complètement négatif, j'ai compris pourquoi les résultats de Lubbock avec le spectre sont relativement peu précis. Lubbock s'est servi du spectre d'un arc voltaïque qui a l'avantage d'être immobile. Pour avoir un spectre bien net, on est obligé de ne prendre qu'une fente de rayons solaires très étroite. Étalée en spectre, cette fente perd beaucoup de son intensité. Puis le spectre lui-même, en éclairant la boîte, réfléchit sur les alentours des rayons qu'on ne peut arriver à détruire malgré tous les soins. Je ne parle pas de tous les autres reflets à intercepter. Ajoutons que pour pouvoir expérimenter, il faut un spectre assez grand, ce qui diminue son intensité, et que, malgré l'hélioscope, le mouvement terrestre est fort gênant.

Bref, les Lasius niger et les Formica fusca avec de nombreuses nymphes, sur lesquels je fis luire le spectre, y firent fort peu attention. J'observai bien quelques déménagements de l'ultra-violet et du violet au rouge, mais j'en vis aussi en sens contraire. Je n'essayai pas même de vernir les yeux de ces fourmis, les normales n'ayant pas dénoté de réaction nette. Peut-être ce résultat tient-il en partie à ce que j'ai opéré en automne, époque où les fourmis deviennent indifférentes d'une façon générale.

Je crois pouvoir résumer en deux mots le résultat des expériences ci-dessus: 1. Les fourmis perçoivent la lumière et tout particulièrement l'ultra-violet, comme l'a démontré Lubbock. 2. Elles paraissent percevoir l'ultra-violet principalement avec leurs yeux, c'est-à-dire qu'elles le voient, car lorsque leurs yeux sont vernis elles s'y montrent presque indifférentes; elles ne réagissent alors nettement qu'à une lumière solaire directe ou au moins forte. 3. Les expériences ci-dessus semblent indiquer que les sensations dermatoptiques sont plus faibles chez les fourmis que chez les animaux étudiés par GRABER.



Il est clair que ces questions demandent encore de nombreuses études. On pourrait penser, et cela me paraît assez plausible, que les sensations dermatoptiques servent surtout aux animaux nocturnes, souterrains ou vivant dans les eaux obscures. Elles leur serviraient à fuir la lumière d'une façon générale, et deviendraient de plus en plus inutiles, plus les animaux sont diurnes, lorsqu'ils possèdent des yeux. S'il est vrai qu'un nombre plus ou moins grand d'animaux voient l'ultra-violet, les animaux nocturnes ont autant de raison pour le fuir que pour fuir les autres rayons. La forte action chimique de l'ultra-violet semble le rendre particulièrement apte à impressionner le système nerveux. Et il est probable que s'il n'impressionne pas notre rétine c'est simplement parce que, comme l'a démontré Sorer, les milieux réfringeants de l'œil des vertébrés l'absorbent.

Les faits et les réflexions qui précèdent me rendirent curieux de savoir si l'homme n'a pas de sensations dermatoptiques. Je consultai un ophtalmologiste qui ne put m'indiquer qu'une assertion de Schmidt-Rümpler, d'après lequel les aveugles sentent s'ils sont dans un local clair et aéré (hell luftig) ou dans une chambre obscure et étroite. J'ai interrogé un aveugle à ce sujet, et il m'a avoué qu'il était incapable de distinguer une chambre claire d'une chambre obscure. Je l'ai prié de se prêter à quelques expériences, ce qu'il a fait avec plaisir. Je l'ai fait passer de chambres claires à des chambres entièrement obscurcies. J'ai été étonné en faisant ces expériences de la finesse avec laquelle il remarquait le moindre air, la moindre différence de température que je ne remarquais pas, et surtout comment il jugeait immédiatement des dimensions d'une chambre au son de la voix et des pas, peut-être aussi aux mouvements de l'air. Par contre, au point de vue de la lumière, dès que j'eus soin d'éliminer les facteurs du son, de la température et de l'air, il s'est montré de l'ineptie la plus complète. Il s'est efforcé

de « deviner » si la chambre où il se trouvait était claire ou obscure, mais il a régulièrement deviné faux. Cette observation ne parle guère en faveur de la présence de sensations dermatoptiques chez l'homme. Mais des recherches suivies seraient nécessaires à cet égard.

Les fourmis ne craignent pas la lumière d'une façon générale. Elles la craignent seulement au repos, puis pour leurs larves et leurs nymphes. Dans ses recherches sur les animaux marins Graber a trouvé plusieurs espèces qui aiment la lumière et fuient l'obscurité (ainsi l'étoile de mer rouge : Asteracanthion rubens Retz). Un grand nombre d'entre eux préfèrent la lumière bleue et violette à la lumière rouge. Quelques-uns paraissent même préfèrer l'ultra-violet aux autres rayons, mais ce point est peu explicite dans le travail de Graber.

Je reviens encore sur l'importante question de la chaleur. Je crois que les expériences 33 à 40 et plusieurs autres sont parfaitement claires à ce sujet. Comme toutes ces expériences ont été faites en été, par la grande chaleur, les fourmis fuyaient la chaleur la plus forte et recherchaient toujours la plus faible. En supposant même que les légères différences de chaleur rayonnante par une exposition à la lumière diffuse entre le cobalt, les 3,8 cm. d'esculine et les 6 cm. d'eau noircie eussent pu les influencer, elles auraient dû aller sous l'eau noircie qui interceptait le plus la chaleur. Puis le fait que le verre rouge (sans eau) qui laissait passer le plus de chaleur produisait sur les fourmis le même effet que la solution d'esculine, qui intercepte la chaleur bien plus que le cobalt, montre sans aucun doute que c'est la lumière et non la chaleur qui a influencé nos fourmis. Enfin, le fait que les fourmis vernies se sont montrées le plus souvent réfractaires aux influences de la lumière, tandis qu'elles réagissaient fort bien aux différences de température, prouve que c'est bien la lumière et non la chaleur qui a influencé les fourmis normales.

Que penser maintenant des sensations dermatoptiques? Peut-on les comparer à la vision? En tout cas elles ne pourraient donner qu'une sensation générale de la lumière et des couleurs, sans forme ni rien de semblable. Mais il n'est pas du tout démontré que ces sensations aient une énergie spéciale qu'on ait le droit d'appeler optique. Tout ce que GRA-BER a démontré se réduit, comme dans ses expériences sur ce qu'il prend pour l'odorat des insectes, au fait que la lumière est perçue d'une façon toute générale, tantôt agréable en moins et du côté rouge, soit désagréable en plus et du côté ultra-violet (animaux photophobes), tantôt en sens inverse (animaux photophiles). Graber n'a point démontré que les sensations produites par la lumière sur la peau soient d'une qualité particulière, spéciale, différente des sensations de douleur, de chaleur, de froid, de toucher. Il n'a pas démontré que l'animal puisse à leur aide reconnaître quoi que ce soit, qu'il distingue un objet bleu d'un objet rouge, par exemple. La qualité de ces sensations pourrait bien être fort voisine de nos sensations de froid et de chaud, et tout à fait différentes de nos sensations optiques. C'est même ce qui me paraît de beaucoup le plus probable. Aussi préférerais-je, pour ma part, de beaucoup le terme de sensations photodermatiques, terme aussi employé par Graber, au terme de sensations dermatoptiques qui, à mon avis, dit trop. En un mot l'animal ne voit pas par la peau, il sent seulement la lumière, ses degrés et la longueur de ses ondes.

Je signale, en forme d'appendice, une observation faite sur mes Camponotus ligniperdus. J'avais été prendre ces insectes dans leur nid et les avais établis dans un bocal. 44 jours plus tard, je vidai le contenu du bocal au bord d'un bois, près d'un trou fait pour donner asile aux fourmis tant vernies que normales, et j'allai prendre une seconde portion du nid avec larves, nymphes et beaucoup plus d'ouvrières que

Digitized by Google

la première fois. Comme j'avais trop d'habitants pour le bocal, j'en vidai la moitié à côté des anciennes, vers le trou, au bord du bois. Je croyais que, comme d'ordinaire, les fourmis se reconnaîtraient aussitôt. Au lieu de cela, il s'établit des luttes individuelles fort vives, ce que j'ai appelé, dans mes Fourmis de la Suisse, « combats à froid. » Les nouvelles fourmis montraient d'abord une grande défiance lorsqu'elles rencontraient une ancienne, et vice versa. On reculait de part et d'autre, se menaçait des mandibules, s'examinait à fond avec les antennes, se mordait même. Plusieurs même allèrent dans leur irritation jusqu'à essayer de décapiter et même à décapiter quelques-unes de leurs anciennes compagnes et sœurs avec leurs mandibules (c'est le mode de combat des Camponotus)! Les fourmis vernies prirent part à ces rixes aussi bien que les non vernies; je les vis même attaquer, et elles étaient à peine moins adroites. Les combats ne cessèrent entièrement qu'au bout d'un ou deux jours, et, à part les quelques victimes du premier jour, l'incident se termina par une alliance. Huit jours plus tard, j'ajoutai à la fourmilière le reste des nouveaux Camponotus que j'avais gardé dans le bocal pour mes expériences et qui comprenait un bon nombre de nouvelles fourmis vernies. Cette fois il n'y eut aucune rixe. Les fourmis se reconnurent aussitôt. Ce n'est donc pas « l'odeur du bocal » qui, en changeant l'odeur primitive de la fourmilière, avait provoqué l'inimitié. Mais dans le premier cas, la séparation avait duré 41 jours, dans le second cas seulement 8.

Cette observation confirme en outre ce que j'ai dit ailleurs (Bulletin de la Soc. vaud. des sciences naturelles, XX, 94; 4885, p. 7, et Fourmis de la Suisse). Il est impossible de fixer de règle pour la faculté de se reconnaître chez les fourmis; on observe même des différences individuelles, et les circonstances extérieures font beaucoup pour déterminer des rapports hostiles ou amicaux, la guerre ou l'alliance. Une

situation critique commune aux deux partis, le mélange subit, provoquent facilement une alliance chez les mêmes fourmis qui se battent jusqu'à l'extermination presque complète, d'une des peuplades au moins, si l'une d'elles se trouve en condition normale, dans son nid. Mais ce fait confirme aussi ce que j'ai dit des grandes différences suivant les espèces et surtout suivant les genres différents de fourmis. Je n'avais pas encore expérimenté sur ce point les Camponotus ligniperdus qui paraissent donc avoir la mémoire courte et vite oublier leurs anciens frères. Les faits ci-dessus montrent de plus que j'avais pleinement raison (Fourmis de la Suisse) en considérant les jeux d'antennes et les examens réciproques des fourmis qu'on réunit de nouveau après une longue séparation, comme des signes de crainte et de méfiance et non pas comme des témoignages de joie et d'affection, ainsi que le croyait Huber. J'ajoute qu'à l'époque où ce combat entre sœurs eut lieu, aucune nymphe & de l'année n'était encore éclose. Les combattantes avaient donc toutes vécu à l'état adulte sous le même toit, en sœurs, six semaines auparavant, tandis que Lubbock observa des fourmis qui se reconnurent après plus d'un an de séparation.

Lubbock (l. c.) a cru démontrer que les fourmis enlevées de leur nid à l'état de nymphe et écloses hors de chez elles étaient néanmoins reconnues par leurs compagnes lorsqu'on les leur rendait. Dans mes Fourmis de la Suisse, j'avais cru démontrer le contraire. Voici une expérience que j'ai faite ces jours-ci: Le 7 août, je donne des nymphes de Formica pratensis près d'éclore à quelques Formica sanguinea dans une boîte. Le 9 août quelques-unes éclosent. Le 11 août, au matin, je prends l'une des jeunes pratensis àgée de deux ou trois jours seulement et je la porte à sa fourmilière natale dont elle était sortie comme nymphe seulement 4 jours auparavant. Elle y est fort mal reçue. Ses nourrices d'il y a 4 jours l'empoignent qui par la tête, qui par le thorax, qui

par les pattes en recourbant leur abdomen d'un air menacant. Deux d'entre elles la tirent longtemps en sens inverse chacune par une patte en l'écartelant. Enfin cependant on finit par la tolérer, comme on le fait aussi pour de si jeunes fourmis (encore blanc jaunâtre) provenant de fourmilières différentes. J'attends encore deux jours pour laisser durcir un peu mes nouvelles écloses. Puis j'en reporte deux sur leur nid. Elles sont violemment attaquées. L'une d'elles est inondée de venin, tiraillée et tuée. L'autre est longtemps tiraillée et mordue, mais finalement laissée tranquille (tolérée?). On m'objectera l'odeur des sanguinea qui avaient vécu 4 jours avec la première et 6 jours avec les deux dernières. A cela je répondrai simplement par l'expérience de la page 278 à 282 de mes Fourmis de la Suisse, où des F. pratensis adultes séparées depuis deux mois de leurs compagnes par une alliance forcée avec des F. sanguinea, alliance que j'avais provoquée, reconnurent immédiatement leurs anciennes compagnes et s'allièrent presque sans dispute avec elles. Je maintiens donc mon opinion: les fourmis apprennent à se connaître petit à petit à partir de leur éclosion. Je crois du reste que c'est au moyen de perceptions olfactives de contact.

Qu'il me soit permis en terminant de témoigner à M. le prof. L. Soret mes plus vifs remercîments pour son aide aussi obligeante qu'efficace.

Appendice sur la vue.

OCELLES FRONTAUX. Au dernier moment j'en reviens aux ocelles frontaux, et après mûre réflexion j'en arrive à supposer qu'ils pourraient bien servir aux insectes, qui ont du reste bonne vue, à distinguer la lumière dans des milieux relativement obscurs, ainsi que les mouvements rapprochés. Nous avons vu en effet que les insectes à vue relativement distincte ont des cristallins très allongés et très étroits. Cela provoque

une grande perte de lumière et nécessite une lumière forte, comme le fait remarquer Plateau. Donc les insectes à vue distincte ont besoin de plus de lumière que ceux à vue indistincte qui ont de courts cristallins. Or nous voyons les ocelles frontaux surgir chez les insectes qui ont d'un côté besoin d'une vue distincte, parce qu'ils mènent en partie une vie aérienne, et de l'autre besoin de se mouvoir dans la demi-obscurité parce qu'ils habitent des nids plus ou moins obscurs. C'est le cas des abeilles, des guêpes, des fourmis mâles et femelles. Mais chez les fourmis ouvrières, les ocelles deviennent pour la plupart du temps superflus parce que leurs yeux composés deviennent plats (cristallins courts). Cependant nous voyons surgir les ocelles chez les fourmis ouvrières à vue plus distincte qui ont des yeux composés plus développés, ainsi chez les Gigantiops, les Polyergus, les Pseudomyrma. Il est clair que même dans cette hypothèse le rôle des ocelles demeure très humble, car à terre dans la demi-obscurité, c'est le sens des antennes qui prend le rôle de guide prépondérant. La plupart des insectes aériens n'ont pas d'ocelles parce qu'ils n'ont pas besoin de cette double adaptation à une forte lumière et en même temps à une faible lumière à terre ou sous terre. Chez les insectes nocturnes, les facettes sont adaptées à la vue de nuit.

Instinct de la direction. M. J.-H. Fabre (souvenirs entomologiques, 4879) a fait de très ingénieuses expériences sur ce qu'il appelle l'instinct de la direction. Après avoir marqué des *Chalicodoma* et d'autres hyménoptères sociaux, il les enfermait dans une boîte, et en faisant divers détours, les transportait à trois et même quatre kilomètres de distance. Puis il les lâchait. Malgré la distance, les insectes, après s'être élevés à une certaine hauteur, s'envolaient en grande partie directement dans la direction de leur nid où ils étaient de retour souvent au bout d'un quart d'heure à une heure. Cependant un bon nombre d'entre eux ne revenaient pas.

M. Fabre me paraît avoir trop négligé l'importance de ce dernier point. Au lieu d'attribuer ces faits à un instinct de la direction, basé sur les résultats de la première partie de ce travail, voici comment je me les explique: Les insectes aériens et les êtres aériens en général, planant au-dessus des objets terrestres, doivent avoir et ont une connaissance des lieux fort différente de celle des êtres non ailés, bien plus sommaire, et bien plus étendue. Les êtres terrestres voient leur horizon continuellement obstrué, ce qui rend leur direction par la vue bien plus difficile. Qu'on réfléchisse au coup d'œil géographique « à vol d'oiseau » qu'on obtient du sommet d'une colline et l'on aura une faible idée du pouvoir visuel de l'être aérien, avec cette dissérence qu'en un clin d'œil il se déplace et change ses horizons, ce que nous ne pouvons faire. En vingt minutes les Chalicodoma de M. Fabre avaient parcouru leurs trois kilomètres! L'expérience de M. Fabre me prouve simplement le fait très instructif et très intéressant que ses Chalicodoma connaissaient les lieux, pour la plupart du moins, à peu près à une lieue à la ronde. Celles qui n'ont pas su retrouver leur chemin étaient probablement plus nouvellement écloses et n'avaient pas poussé leurs reconnaissances aussi loin. Ce qui renforce chez moi cette conviction, c'est que les fourmis ouvrières, aptères, connaissent aussi les lieux et la direction à plusieurs mètres autour de leur nid. Or une lieue pour un insecte aérien gros comme un Chalicodoma n'est certes pas plus que quatre mètres pour une pauvre fourmi aptère. La preuve est que le Chalicodoma franchit ses trois kilomètres en vingt minutes et que la fourmi (isolée) a besoin d'un temps égal pour franchir quelques mètres.

Odorat ou sens des antennes.

On a tant écrit sur l'odorat des insectes que c'est presque jeter de l'eau au lac que de revenir sur ce sujet. D'un côté cependant je tiens à résumer ici les quelques expériences que j'ai faites à cet égard. De l'autre un nouveau travail de Graber, tout en enrichissant nos connaissances d'un grand nombre d'expériences et de divers faits nouveaux, est propre à jeter une certaine confusion sur le sujet qui nous occupe.

Qu'entend-on par odorat chez les animaux inférieurs? Je reviens à ce que j'ai dit tout au commencement de ces expériences et je crois que nous pouvons définir ce sens de la façon suivante :

Un sens spécial qui permet à l'animal de reconnattre à distance par une énergie spéciale quelconque la nature (chimique) de certains corps. Pour démontrer l'odorat il faut pouvoir éliminer d'abord avec sûreté nos deux sens physiques à distance, la vue et l'ouïe. Mais cela ne suffit pas. Les innombrables substances chimiques renfermées tant dans l'air que dans l'eau à l'état de vapeurs (libres ou absorbées) peuvent, comme on le sait, et comme je l'ai déjà fait remarquer au commencement de ces expériences en 1878, en exerçant une action corrosive quelconque irriter les terminaisons nerveuses autres que celles de l'olfaction, et cela, du moins pour ce qui concerne l'homme, en général d'une façon douloureuse ou au moins désagréable. C'est surtout le cas des muqueuses, de la conjonctive de l'œil en particulier. Qu'on approche de l'ammoniac, de la benzine, du chloroforme, du vinaigre, de l'acide sulfureux, de l'œil, et l'on sentira une irritation pénible de la conjonctive qui n'a aucun rapport avec l'olfaction. Mais tandis que nous sentons l'odeur de la benzine par exemple à une assez grande distance, il nous faut approcher beaucoup ce liquide de notre œil pour que notre conjonctive en soit affectée. En général on peut dire que pour que pareilles irritations se produisent, il faut que la substance

¹ V. Graber, Vergleichende Grundversuche über die Wirkung und die Aufnahmestellen chemischer Reize bei den Thieren. *Biologisches Central-blatt*, 1. Sept. 1885.



irritante soit relativement concentrée ou fort rapprochée. L'olfaction par contre est un réactif infiniment plus fin qui peut percevoir des substances à de grandes distances, même diluées presque à l'infini (ainsi l'odeur du musc pour l'homme). On sait que certain état pathologique d'hypérexcitabilité des nerfs, dit hypéresthésie, nous permet de percevoir des agents que nous ne percevons pas d'ordinaire, ou de percevoir à un état plus dilué ceux que nous connaissons déjà. C'est surtout vrai pour les simples irritations tactiles douloureuses (non olfactives) dont nous venons de parler. Mais ce n'est pas seulement par le degré d'intensité, de finesse, de la perception, c'est avant tout par sa qualité, par son « énergie spéciale » que l'olfaction se distingue des autres irritations produites par des vapeurs gazeuses ou par des solutions liquides sur certaines muqueuses. Or cette énergie spéciale qui nous permet de distinguer cent odeurs diverses les unes des autres, nous la sentons fort bien chez nousmême; mais comment la démontrer sur d'autres! ? Si nous nous contentons, comme on l'a tant fait, et comme vient de le refaire GRABER, d'approcher d'un animal certaines substances qui pour nous sont odorantes, et de voir s'il les évite ou non, nous n'avons aucunement démontré l'olfaction. Nous avons simplement démontré que ces substances ont irrité l'animal d'une façon ou d'une autre. Si l'animal se rapproche d'elles au lieu de les éviter, nous avons la preuve que l'irritation lui est agréable. Cela se rapproche déjà plus de l'olfaction, mais ce n'est point encore une preuve, car certaines irritations de la peau peuvent être agréables sans être pour cela olfactives. Il faut donc, comme je l'ai dit, démontrer que l'irritation en question permet à l'animal de reconnattre telle ou telle matière, de la distinguer des autres d'une façon constante et indubitable. Alors nous avons le droit de parler d'olfaction et c'est même à mon avis la seule preuve, la seule définition de ce sens que nous ayons. Si je démontre

par exemple qu'un chien rendu aveugle qu'on a ensermé dans une caisse et qu'on a transporté à distance retrouve néanmoins son chemin et revient aussitôt au point de départ, j'aurai la preuve que ce chien a flairé et reconnu sa piste. Cette observation serait facile à rendre encore plus décisive. Il suffirait, après l'avoir répétée plusieurs sois (en changeant de localité) d'enlever les bulbes olfactis du chien. Je ne sais si l'expérience a été saite, mais je suis sûr qu'il ne retrouverait plus son chemin.

Si je démontre qu'un mâle de Saturnia qui habite les bois ou au moins la campagne vient chercher une femelle éclose dans ma chambre au milieu d'une ville, qu'il vient — en propres termes - frapper à ma senêtre fermée pour essayer d'entrer dans ma chambre ; si ce n'est pas un mâle, mais tout un essaim de mâles de Saturnia carpini qui vient ainsi assiéger ma fenêtre, je crois à bon droit avoir démontré chez ces insectes un sens spécial qui correspond à notre olfaction. Cette observation, je l'ai faite à Lausanne sur le Saturnia carpini dont j'avais élevé un certain nombre dans ma chambre. L'essaim de mâles qui vint du dehors, lors de l'éclosion de mes femelles, assiéger ma fenêtre fut tel qu'il provoqua un attroupement de gamins dans la rue. Les gamins cherchaient à attraper ces beaux papillons et n'en revenaient pas de les voir tous aller frapper à ma fenêtre et entrer dans ma chambre lorsque j'ouvris. Des observations tout analogues avaient du reste été faites longtemps avant moi par d'autres auteurs.

Si je démontre de plus que la perte d'un organe entraîne constamment la perte de cette faculté de reconnaissance, j'aurai démontré que cet organe est l'organe spécial de l'olfaction, telle que nous l'avons définie, et cela lors même que les animaux privés de cet organe continueraient à réagir à des irritations chimiques douloureuses ou même à certaines irritations agréables.

Nous avons dit plus haut qu'à l'olfaction correspond comme à la vision un lobe cérébral spécial qui, chez les insectes, comme chez les vertébrés, occupe la partie la plus antérieure du cerveau, et dont part un gros nerf spécial, le nerf olfactif ou antennaire. Si grande que doive être notre prudence en fait d'homologies morphologiques chez des êtres aussi divers, je ne puis m'empêcher d'insister sur le fait que le lobe et le bulbe olfactifs sont les centres sensoriaux les plus constants tant par leur position ou localisation morphologique que par leur structure dans toute la série des vertébrés, jusque chez les formes les plus inférieures. Ce qu'il y a de tout particulier, c'est que l'olfaction conserve jusque chez les formes les plus inférieures ses rapports sui generis avec ces deux organes cérébraux spécialisés: le bulbe olfactif et le lobe olfactif. Or que les vertébrés proviennent des vers ou des ascidies, l'homologie me paraît demeurer la même. Ce fait, sans être une preuve absolue a bien sa valeur et ne doit pas être négligé. Plus l'odorat est développé chez un vertébré, plus le bulbe et le lobe olfactifs sont gros. L'homme est de tous les vertébrés, à part les cétacés, peut-être celui chez lequel le lobe et le bulbe olfactifs sont relativement le plus rudimentaires. Nous ne pouvons donc évidemment nous faire qu'une faible idée du monde de connaissances, de représentations, que les perceptions olfactives procurent par exemple à un chien, à une taupe, à un hérisson, animaux chez lesquels le bulbe et le lobe olfactifs constituent une des plus grandes parties du cerveau.

Puis vient un fait fondamental auquel Graber rend justice, quoique tout son système d'expérimentation commence par n'en pas tenir compte. Nous avons la mauvaise habitude d'appeler substances odorantes (Riechstoffe) les substances qui sont odorantes pour nous. Or l'étude de tous les animaux nous montre bien vite que les différences suivant les espèces animales sont énormes, que telle substance qui est extrême-

ment odorante pour une espèce ne l'est pas pour l'autre et vice versa. Le chien dont l'odorat est d'une finesse extrême pour certaines pistes que nous sommes incapables de percevoir est insensible à des odeurs qui nous affectent au plus haut degré, etc., etc. — On observe bien vite chez les insectes que la faculté de percevoir certaines émanations est intimement liée à leur genre de vie, à leurs besoins et aux dangers qu'ils ont à éviter. La femelle de chaque espèce est odorante pour son mâle. Telle plante qui attire un insecte de très loin laisse les autres indifférents et est absolument inodore pour nous, etc.

Le système d'expérimentation de Graber est aussi simple que monotone. Ce sont ses expériences sur les sensations dermatoptiques (dont la méthode est à peu de chose près celle de Lubbock) qu'il applique à l'olfaction. Il place divers insectes au milieu d'une boîte divisée en deux compartiments qui communiquent en bas. Au haut de l'un d'eux il place une substance odorante et observe au bout d'un certain temps dans lequel des deux compartiments les insectes se sont surtout rassemblés. Il donne les chiffres et conclut à l'olfaction lorsque régulièrement le plus grand nombre des insectes s'assemblent soit sous le compartiment odorant, soit sous l'autre. Graber a surtout employé des substances à fortes émanations, souvent corrosives, toujours des odeurs fortes. Dans beaucoup de cas il trouve que des insectes privés de leurs antennes se comportent comme ceux qui ont leurs antennes. Mais il n'en est pas toujours ainsi : Graber l'avoue lui-même, car les Aphodius par exemple qui s'assemblaient en masse sous les excréments de vache, cessent de le faire lorsqu'il leur a coupé les antennes. C'est qu'ici Graber avait vraiment choisi un objet recherché par l'insecte à l'état de nature. Aussi finit-il par avouer qu'une certaine olfaction réside bien dans les antennes. Mais voyons un peu quelques autres expériences de GRABER qui paraissent probantes.

GRABER met des Lucilia Cæsar (mouches dorées) dans sa boîte et trouve en somme que 169 ont été sous le compartiment où se trouvait de la viande en décomposition, tandis que 92 seulement sont allées sous l'autre. Puis il leur a coupé les antennes et trouve que 101 ont été sous la viande et 39 seulement de l'autre côté. Il croit avoir prouvé par là irréfutablement qu'elles sentent la viande sans antennes. Je me permets de répondre :

- 1. Que ces chiffres en eux-mêmes sont trop peu différents pour prouver grand chose.
- 2. Que de la viande pourrie enfermée dans une boîte est un réactif d'une violence telle qu'il est fort possible qu'il provoque chez ces insectes des sensations tactiles ou gustatives sans que l'odorat proprement dit soit en jeu.
- 3. Enfin et surtout des mouches enfermées dans une boîte sont si éloignées de leur état naturel, si effrayées et dépaysées, que le résultat n'a rien d'étonnant. Or j'appelle le résultat oblenu par les mouches pourvues de leurs antennes (rapport de 169 à 92) un résultat à peu près négatif.

Prenons la Formica rufa. GRABER trouve qu'elle n'aime pas l'essence de rose, et je le crois, car les fourmis ne recherchent pas les roses. Il trouve que 545 fourmis ont été dans le compartiment vide et 42 seulement dans celui où était l'essence. Puis il a opéré sur des fourmis privées d'antennes et trouve que 165 ont été sous l'essence et 299 de l'autre côté. Il me semble que ce résultat ne suffit guère pour prouver que les fourmis ont un autre organe de l'odorat que les antennes. De pareils chiffres peuvent presque aussi bien démontrer le contraire de ce que prétend GRABER. Mais même en admettant la possibilité que l'essence de rose ainsi enfermée ait un peu désagréablement impressionné la bouche ou les palpes des fourmis sans antennes, Graber n'a absolument pas prouvé, que les fourmis avec ou sans antennes soient en état de reconnaître l'essence de rose comme telle, de la distinguer d'une autre substance, de la trouver lorsqu'elle

est cachée. Du reste Graber paraît être au fond de mon avis et en lisant la page 454 de son travail, par exemple, je ne puis plus comprendre comment il continue à parler d'odorat et de substances odorantes pour toutes ses expériences, car il reconnaît lui-même à cet endroit qu'il s'agit de perceptions analogues à celles de la conjonctive de notre œil, et que l'animal a en outre besoin de distinguer, de reconnaître ses sensations les unes des autres pour s'en servir utilement.

Graber trouve que les Form. rufa se rendent en nombre dans le compartiment où est une fleur : le Philadelphus coronarius. Ce fait se rapporte probablement à un véritable odorat. Il serait intéressant de voir si elles le font aussi lorsqu'elles sont privées de leurs antennes, ce que Graber ne nous dit pas. Les fourmis butinent le nectar de diverses fleurs, de sorte que le fait n'a rien d'étonnant.

Le fait qui paraît résulter des expériences de Graber est qu'un grand nombre de substances à émanations pénétrantes ou à forte odeur pour nous impressionnent les insectes d'une façon en général désagréable, parfois agréable, et que ces impressions persévèrent souvent lorsque les antennes sont coupées, principalement lorsqu'il s'agit de substances à odeur très pénétrante, ainsi la térébenthine, l'acide butyrique, l'essence de romarin. Tandis que l'essence de romarin produit très vite une réaction chez la Silpha thoracica, lors même qu'elle est privée de ses antennes, l'assa fœtida n'en produit plus aucune. Lorsque l'insecte a ses antennes, la réaction due à l'assa fœtida est aussi prompte que celle due à l'essence de romarin.

Rappelons maintenant quelques expériences fondamentales des prédécesseurs de Graber :

Alex. Lefebyre 1 démontre par une expérience aussi soigneuse que judicieuse qu'une abeille occupée à manger du

¹ A. LEFEBURE, Note sur le sentiment olfactif des antennes. Annales de la Société entomologique de France. 4 juillet 1838.



sucre ne remarque une aiguille humectée d'éther que lorsqu'on l'approche de sa tête et que ce sont toujours les antennes qui se dirigent vers l'aiguille. Lorsqu'il approche l'aiguille de l'abdomen, des stigmates, même à les toucher, l'abeille ne réagit nullement, pour peu qu'il ait soin d'arriver par derrière, sous l'abdomen en évitant les antennes (et les yeux). Il trouve que des guêpes auxquelles il coupe les antennes ne sentent plus l'éther.

Perris 1 dans son excellent mémoire sur le siège de l'odorat dans les articulés démontre clairement que l'expérience de tout entomologiste ayant observé lui-même les mœurs des insectes avec discernement doit le convaincre du fait que l'odorat de ces animaux réside dans les antennes. Il montre les Cynips, les Leucospis, les Bembex, reconnaissant à l'aide de leurs antennes leur proie cachée sous terre ou dans le bois. Il déroute les Dinetus en passant sa main sur l'endroit où ils ont caché leur œuf et leur proie, ou en interceptant les émanations de cette dernière au moyen d'un carré de papier caché sous terre, etc. Puis il répète des expériences analogues à celle de LEFEBVBE avec le même résultat. Perris accorde aux palpes une faible olfaction à courte distance. Il fait remarquer que les aranéides, les seuls articulés qui n'ont pas d'antennes, paraissent avoir l'olfaction tout à fait rudimentaire.

J'ajoute brièvement que les auteurs suivants ont en outre plaidé la cause de l'olfaction par les antennes :

RŒSEL², DE BLAINVILEE³, ROBINEAU DESVOIDY⁴, ERICHSON³,

ERICHSON, De fabrica et usu antennarum in insectis. Berlin bei Unger, 1847.



¹ Ed. Perris, Mémoire sur le siège de l'odorat dans les Articulés. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, t. XVI, 3^{me} et 4^{me} livraison, 1850.

³ RESEL, Insectenbelustigungen.

³ DE BLAINVILLE, Principes d'anatomie comparée. I, p. 339.

⁴ ROBINEAU DESVOIDY, Recherches sur l'organisation vertébrale des crustacés et des insectes.

A. Dugès ¹, H. Kuster ², Slater ³, Vogt ⁴, Dönhoff ⁵, Cornalia ⁶, Hauser ⁷, Kræpelin ⁸, Lubbock ⁹, Schiemenz ¹⁰ et moi-même ¹¹. Je recommande particulièrement le travail très remarquable de Kræpelin qui renferme une revue critique très complète et très claire de tous les travaux précédents, ainsi que d'excellentes descriptions anatomiques avec planches.

ROSENTHAL '2 croit trouver l'organe de l'odorat dans une membrane tendue entre les deux antennes des diptères.

KIRBY et Spencer 13, Wolff 14 et Graber 15 ont cru le recon-

- ' A. Ducks, Traité de physiologie comparée. Montpellier et Paris, 1838, vol. I, p. 161.
- ² Kuster, Zoologische Notizen. Isis von Oken. 1844, col. 647-655 (cité par Plateau).
- SLATER, Ueber die Functionen der Antennen b. d. Insecten. Froriep's Notisen, 1848, III. n° 155, p. 6-8.
 - ⁴ C. Voet, Zoologische Briefe. Vol. I, p. 516.
 - ⁵ Dönhoff, Bienenzeitung, 1854, p. 231 et 1851, p. 44.
- ⁶ CORNALIA, Monografia del Bombice del Gelso. Mem. d. R. istit. lombardo di science, VI, p. 304-305. Milano, 1856.
- HAUSER, Physiologische und histol. Untersuchungen üb. d. Geruchsorgan der Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, XXXIV, 1880 et Bullet. de la Soc. des amis des sc. nat. de Rouen, 1881.
- * Kræpelin, Ueber die Geruchsorgane der Gliederthiere. Osterprogr. d. Realschule des Johanneums, p. 25. Hamburg, 1883.
 - ⁹ LUBBOCK, Ants, Bees and Wasps. London, 1882.
- ¹⁰ Schiemenz, Ueber das Vorkommen des Futtersaftes etc. der Biene. Dissertation der Univ. Leipzig. 1883 (bei Engelmann).
- ¹¹ A. Forel, Les fourmis de la Suisse, p. 119. Genève, en commission chez H. Georg, 1874. Le même: Zeitschrift f. wiss. Zoologie, XXX. Supplément, p. 61, 1878. Le même: Beitr. z. Kennt. d. Sinnesempf. d. Insecten. Mitth. d. Münchener entom. Vereins, 1878, p. 18. Le même: Ét. myrmécol. en 1884. Bullet. Soc. vaudoise des sc. nat., XX, n° 91, p. 334, février 1885.
 - ¹² Rosenthal, Reil's Archiv für Physiologie, T. X, p. 427.
- ¹³ Kirby and Spencer, Introduction to the Entomology. T. IV, p. 268 et t. III, p. 454.
- ¹⁴ O.-J.-B. Wolff, Das Riechorgan der Biene. Nova acta d. K. L. Car. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. XXXVIII, n° 1, 1875.
 - 16 GRABER, Naturkräfte. Bd. XXI, Insekten, Theil I, p. 304. Il est cu-

naître dans l'appareil nerveux terminal du palais (dos du pharynx) de certains insectes.

TREVIRANUS (d'après CARUS, Vergleichende Anatomie Bd I.) cherche le siège de l'odorat dans l'œsophage.

BASTER 1, LEHMANN 2, CUVIER 3, DUMÉRIL 4, BURMEISTER 5, JOSEPH 6 croient devoir le placer dans les stigmates ou les trachées. Joseph a cru trouver des organes nerveux terminaux dans les stigmates, mais ses préparations étaient insuffisantes, comme j'ai pu m'en assurer ainsi que d'autres et rien de pareil n'a été confirmé.

Bonnsdorf, Marcel de Serres et Knoch considérent les palpes (Knoch seulement les palpes maxillaires) comme organes de l'odorat.

Enfin Perris (l. c.) et Comparetti 10 croient que les palpes servent à l'olfaction à côté des antennes. Comparetti place du reste l'odorat (comme Graber paraît le faire dans son dernier travail) dans divers organes suivant les familles : massues antennaires des lamellicornes, trompe des lépidoptères, front des orthoptères.

rieux de voir Graber tourner en ridicule dans ce travail l'idée d'une perception olfactive des antennes et élever Wolff aux nues. Dans son dernier travail où ses opinions ont bien changé, il ne cite plus cet ancien livre!

- ¹ Baster dans Lehmann, De sensibus externis animalium exsanguium, insectorum scilic. ac vermium, commentatio. Gœttingue, 1798.
 - ² Lehmann, De usu antennarum, p. 27.
 - ⁸ Cuvier, Leçons d'anatomie comparée. T. II, p. 675.
 - 4 DUMÉRIL, Considérations générales sur les insectes, p. 25.
 - ⁵ Burmeister, Handbuch der Entomologie. T. I, §§ 196 et 277.
- JOSEPH (G), Tageblatt der 50. deutschen Naturf.-Versammlung in München, 1877.
- ⁷ Bonnsdorf, Fabrica, usus et differentiæ palparum in insectis. Dissertatio. Aboae, 1792.
- ⁸ Marcel de Serres, De l'odorat et des organes qui paraissent en être le siège chez les orthoptères. *Annales du Muséum*, XVII, 1811.
 - 9 Knoch dans Lehmann, De sensibus externis etc.
 - ¹⁰ Comparetti, Dinamica animale degli insetti, II, p. 442, Padoue, 1800.

Avant d'aller plus loin dans ce dédale d'opinions, qu'on me permette de résumer ici quelques expériences que j'ai publiées çà et là et quelques autres qui sont inédites.

1. Aug. Forel, Fourmis de la Suisse, 1874, p. 119.

- « Je mis ensemble dans un même bocal des fourmis d'espèces et même de genres entièrement différents (Camponotus ligniperdus, Tapinoma erraticum, diverses espèces de Lasius et de Formica), après leur avoir coupé à toutes les deux antennes. Elles se mêlèrent complètement les unes aux autres, sans distinction; je vis des Lasius lécher des Formica et des Camponotus; j'observai même un commencement de dégorgement entre une & Lasius fuliginosus et une & de C. ligniperdus. Ces fourmis ne s'apercevaient de la présence du miel que lorsque leur bouche venait par hasard s'embourber dedans; elles se mettaient alors à manger, mais maladroitement, et elles finissaient toujours par engluer leurs pattes antérieures avec lesquelles elles cherchaient à tâter pour remplacer leurs antennes. Ces fourmis laissaient voir clairement que leur intelligence n'avait souffert en rien, mais qu'elles n'étaient plus susceptibles de fines sensations. Elles cherchaient autant que possible à s'orienter avec leurs pattes, leurs palpes et leur tête, faisaient faire à ces organes des mouvements inaccoutumés. Quand elles se rencontraient les unes les autres, elles se tâtaient avec leurs palpes et leurs pattes antérieures, et finissaient évidemment, d'après ce que nous venons de voir par se prendre pour des amies. J'observai cependant dans quelques occasions certains gestes de méfiance fort marqués, ainsi un recul subit avec menaces des mandibules, mais cela n'avait pas de suite. »
- « Une autre sois je mis des F. fusca & d'une même sourmilière, et auxquelles j'avais coupé les antennes, dans un bocal avec leurs larves, leurs cocons et de la terre. Elles

n'essayèrent pas même de se creuser la moindre case, ni donner le moindre soin à leurs larves qui périrent bientôt. Elles demeurèrent ainsi pendant deux semaines, la plupart du temps immobiles, présentant un aspect des plus lamentables. J'avais mis avec elles une F. pressilabris \mathfrak{P} , privée aussi de ses antennes. Elles ne lui firent aucun mal. »

Une expérience exactement parallèle où j'avais coupé à des F. fusca les pattes antérieures au-dessus de l'éperon eut un résultat différent. Elles tuèrent aussitôt une F. pressilabris que je leur donnai (et plus tard celle que j'avais donnée à leurs compagnes sans antennes lorsque je les eus réunies à elles). Elles firent tous leurs efforts pour creuser et maçonner des cases, mais en vain. Elles se crottèrent entièrement sans réussir à rien (elles n'avaient plus leur éperon pour se nettoyer la bouche, etc.). Elles essayèrent de soigner leurs larves, mais les salirent complètement. Elles finirent ainsi par périr, car leur instrument et leur point d'appui principal (à part leurs mandibules) leur faisait défaut 1.

2. Aug. Forel, Zeitschrift. f. wissensch. Zoologie. Bd. XXX. Suppl. 4878, p. 64.

(Je traduis de l'allemand un peu librement).

« Les déductions physiologiques de Wolff (loc. cit.) sont à mon avis en majeure partie aussi malheureuses que ses recherches purement anatomiques sont consciencieuses et importantes. Il trouve derrière le labre, dans la partie dorsale membraneuse du palais un organe nerveux terminal qu'il croit être l'organe olfactif, et des deux côtés de la tête les glandes mandibulaires (déjà décrites par Meinert ²) qu'il

¹ Je les réunis à leurs compagnes privées d'antennes. Les deux sortes d'estropiées ne surent pas s'entre-aider comme l'aveugle et le paralytique de la fable.

³ Meinert, Bidrag til de danske Myrers Naturhistorie; in kgl. danske

appelle glandes muqueuses olfactives (Riechschleimdrüsen) et dont la sécrétion d'après lui sert à humecter l'organe olfactif.

Il trouve à cette sécrétion des qualités chimiques (décomposition à l'air, etc.) à l'aide desquelles il croit jeter la plus grande lumière sur la physiologie de l'odorat, même chez les vertébrés et chez l'homme.

Wolff aurait dû commencer par s'assurer au moyen d'expériences si son organe était vraiment olfactif au lieu d'en chercher les preuves dans des expériences incomplètes d'auteurs du commencement de notre siècle (celles de F. Huber). Bien plus, s'il avait réfléchi sans parti pris aux résultats de ses propres recherches d'anatomie comparée, il aurait dû nécessairement reconnaître son erreur. En effet, il trouve l'organe olfactif le plus développé chez la reine des abeilles, puis vient l'ouvrière des abeilles, puis toute une série d'autres hyménoptères où il trouve son organe toujours plus faible jusqu'à n'être plus constitué que par une seule paire de terminaisons nerveuses chez certains braconides et à disparaître même entièrement chez d'autres. Or les braconides doivent nécessairement avoir l'odorat très fin pour découvrir, afin d'y pondre, les victimes souvent profondément cachées du parasitisme de leur progéniture, tandis que LUBBOCK (Obs. Ants, Bees and Wasps; Linn. soc. Journ. Zoology, vol. XII) a clairement et irréfutablement démontré par des expériences très ingénieuses que les abeilles ont un mauvais odorat. Mais Wolff raisonne comme suit : « L'organe nerveux du pharynx est rudimentaire chez les braconides: donc les braconides ont un odorat détestable! »

« Je me permets de décrire ici deux simples petites expériences que j'ai répétées le 22 juin 1876 en présence de la

Videnskabernes Selskabs Skrifter, 5. Række, nat. og. mat. Afd, V. Bind, 1860.



Société de morphologie et de physiologie de Münich, et que les membres alors présents ont trouvées concluantes. »

1. Après avoir fait jeuner un peu trois Pollistes gallicus (espèce de guêpe), je coupe au premier les deux antennes, au second tout le devant de la tête jusqu'aux yeux et de plus tout ce qui reste du pharynx après l'avoir extrait de la surface de section; puis je laisse le troisième intact. Après un court repos je plonge la tête d'une épingle dans du miel et je l'approche des guêpes qui sont tranquilles. Il faut l'approcher jusqu'à environ un centimètre pour éveiller l'attention de la guêpe normale au repos. Mais dès qu'elle a flairé le miel, elle dirige ses deux antennes en les agitant vers l'épingle. Si on retire lentement l'épingle sans la laisser toucher par la guêpe, ni sans l'éloigner trop, on voit l'insecte la poursuivre et laper le miel lorsqu'il l'a atteinte. La guêpe à laquelle j'ai coupé le devant de la tête et enlevé par conséquent tous les organes sensoriels de la bouche, y compris l'organe de Wolff (qu'il est facile de disséquer dans le pharynx extirpé), se comporte exactement comme la guêpe normale. Elle flaire le miel d'aussi loin qu'elle, dirige ses antennes vers l'épingle et la poursuit comme elle. Lorsqu'on la laisse atteindre le miel, elle essaie de manger, naturellement en vain, n'ayant plus de bouche. Par contre la guêpe sans antennes se comporte tout autrement. Elle demeure sans mouvement si près qu'on approche l'épingle; elle ne s'aperçoit absolument pas du miel. Il faut mettre le miel en contact direct avec sa bouche pour qu'elle le reconnaisse; alors elle commence à manger. Mais dès qu'on éloigne l'épingle d'une idée de sa bouche, elle est incapable de la suivre. Lorsqu'on enlève une seule antenne, la guèpe perçoit le miel presque aussi bien qu'auparavant. Un Sphex s'est montré capable de flairer le miel et sa direction à une distance plus grande que les Pollistes. Les abeilles ont l'odorat si obtus que cette expérience réussit mal avec elles. »

- « 2. Dans une boîte vitrée on dépose une goutte de miel qu'on recouvre d'un petit hémisphère en toile métallique à larges mailles. Puis on met dans la boîte des abeilles qui ont un peu jeûné. Le miel doit être assez rapproché du treillis et les mailles de ce dernier doivent être assez larges pour qu'il soit très facile aux abeilles de passer leur trompe et de manger à loisir. Mais si l'on a soin de ne pas souiller de miel le treillis, on rend impossible aux abeilles de venir toucher par hasard leur mets de prédilection en se promenant. On sera fort étonné de voir que toutes les abeilles se promènent cent fois à deux ou trois millimètres du miel, passent et repassent sur le treillis, sans s'arrêter, sans se douter de la présence du liquide dont elles sont affamées. Il leur suffirait pourtant d'étendre la trompe à travers le treillis pour s'en rassasier. Dès qu'on enlève le treillis, elles rencontrent le miel par hasard et s'en repaissent avec avidité. Cela montre à quel point Wolff s'est trompé. C'est en même temps une confirmation des résultats de Lubbock. Comme cet auteur, je me suis assuré que les abeilles se dirigent presque exclusivement par la vue. » (Leurs antennes sont très courtes, sans massue et n'ont de terminaisons olfactives que sur leur face interne dorsale).
- « De ces expériences et de bien d'autres faites par mes prédécesseurs et par moi-même, je conclus :
- a. L'organe dit « olfactif » de Wolff dans le palais de l'abeille n'est nullement olfactif, mais sert très probablement comme Joseph (loc. cit.) le pense aussi, de même que d'autres organes analogues situés sur la langue, les mâchoires, etc., aux perceptions gustatives (Meinert, l. c., Forel, Fourmis de la Suisse, p. 117 et fig. 9 et 10, Wolff, luimême, l. c.). »
- « b. La glande mandibulaire (glande muqueuse olfactive de Wolff) est probablement chez l'abeille une simple glande à sécrétion puante. La sécrétion de cette glande se décom-

pose à l'air et y devient résineuse. Elle est tout à fait analogue à celle des glandes anales de certaines fourmis (*Tapinoma erraticum*, etc.) et a pour nous la même odeur. Il est probable, du reste, qu'elle peut devenir importante chez certains insectes. Ainsi chez une fourmi qui bâtit son nid en un carton ligneux analogue à celui des guêpes (le *Lasius fuliginosus*), cette glande est extraordinairement développée (d'après Meinert, loc. cit.); il est probable que là sa sécrétion résineuse sert de ciment pour le carton. »

- « c. Le siège de l'odorat est dans les antennes, malgré toutes les considérations à *priori* de Wolff (loc. cit.), de Landois 1, de Paasch 2 et de tant d'autres. »
- N.-B. Schiemenz (loc. cit., 1883) dans son intéressant travail sur le suc nourricier des abeilles fait sous l'inspiration de Leuckart, et sans connaître aucun de mes travaux, ni le travail si important de Meinert, arrive à divers égards aux mêmes résultats que moi, tant au point de vue de l'olfaction où il réfute Wolff comme je l'avais fait, qu'au point de vue de la nature des glandes mandibulaires (son système IV de glandes salivaires). Il trouve aussi, comme moi (Fourmis de la Suisse et Études myrmécologiques en 1878; Bullet. Soc. vaud. scienc. nat., vol. XV, n° 80) que le gésier qu'il nomme Vormagen ou Verschlusskropf a pour fonction (chez l'abeille donc, comme chez la fourmi) de fermer au besoin complètement le passage entre le jabot et l'estomac.

Schiemenz décrit aussi les organes terminaux des antennes déjà décrits avec presque tous les organes sensoriaux par Hicks et par moi (Fourmis de la Suisse).



¹ Landois, Archiv. f. microsc. Anatomie. Bd. IV, p. 88.

PAASCH, Troschel's Archiv f. Naturgeschichte. 1873. Bd. I, p. 248.

Hiors, Transact. Linn. Society, 17 juin 1856, 2 juin 1857, 5 mai 1859,
 mai 1860 et 20 juin 1861.

⁴ Qu'on me permette de noter ici d'après Schiemenz une découverte de Fischer (Eichstädter Bienenzeitung, 1871, p. 130 ff., p. 230), suivant

Je dois corriger ici une omission que je regrette. J'ai ignoré jusqu'ici l'existence d'un des articles de Hicks (5 mai 1859), ayant été induit en erreur par le fait que dans le même volume des *Transactions*, mais à une toute autre page, se trouve un autre article du même auteur que je croyais y être le seul. Or dans l'article que je ne connaissais pas et que je n'ai par conséquent pas cité, se trouvent précisément décrits ceux des organes des antennes des fourmis que j'ai nommés (l. c.) organes en bouchon de champagne et organes en bouteille (ce dernier terme employé plus tard, *Et. myrm.*,

lequel le suc nourricier des abeilles provient non pas de l'estomac comme l'avait cru Leuckardt, mais des glandes supramaxillaires de Meckel glandes que Fischer trouva toujours succulentes et pleines de sécrétion chez les jeunes abeilles qui nourrissent les larves, tandis qu'elles sont vides et atrophiées chez les vieilles abeilles qui, on le sait, ne s'occupent plus du soin des larves, mais vont butiner au dehors. Schiemenz (l. c.) est du même avis. Or j'ai observé (Fourmis de la Suisse) que chez les fourmis ce sont aussi les jeunes qui s'occupent des travaux de l'intérieur et les vieilles qui sortent. Il faudrait faire chez elles la même étude comparée des glandes supramaxillaires, chez les vieilles et les jeunes, ce qui n'est pas fait. Mais ces grandes glandes jaunes qui recouvrent le cerveau devant, et que Meinert (l. c.) a si bien décrites, sont si fortement développées chez toutes les espèces de fourmis que l'opinion de Fischer me paraît aussi pour ces insectes être la plus plausible. Il ne peut guère être question chez elles d'un dégorgement du contenu stomacal, car le contenu du jabot en serait rendu sale et opaque, ce qui n'est pas le cas. Comme les fourmis nourrissent leurs larves de bouche à bouche, comme elles le font pour celles de leurs compagnes adultes qui restent à la maison, on ne peut examiner la nature du suc nourricier. Mais ce suc doit nécessairement être d'une autre nature que le contenu ordinairement sucré du jabot avec lequel les fourmis nourrissent leurs compagnes. Il doit surtout contenir bien plus d'albumine. On sait par exemple aussi que les guêpes se nourrissent elles-mêmes de matières sucrées, tandis qu'elles nourrissent leurs larves de mouches et d'autres insectes. Je crois donc jusqu'à nouvel ordre que les fourmis nourrissent leurs larves, en partie du moins, comme les abeilles, avec la sécrétion de leurs glandes supramaxillaires. Il ne faut du reste pas oublier le sac buccal de l'hypopharynx qui chez les fourmis est toujours rempli de débris solides bien différents du contenu du jabot, analogues au contenu de l'estomac, et qui pourraient bien faire partie du suc nourricier dégorgé aux larves.

4884, d'après Kræpelin) et que je croyais avoir découverts le premier. Hicks avait, à ce que je vois maintenant, trouvé le principal, quoiqu'il n'ait pas vu tous les détails que j'ai décrits.

3. Expériences inédites.

I. Sur les fourmis à antennes coupées. Le 12 août 1886 je répète mon expérience citée ci-dessus. Je coupe les antennes d'un grand nombre de Formica sanguinea, Formica pratensis, Camponotus ligniperdus, Lasius niger, et je les réunis tous dans une boîte. Les mêmes faits que j'ai décrits ci-dessus se reproduisent exactement. On dirait la caricature des animaux du paradis d'Oberlænder où les chats, les souris, les renards, les lions et les poules se lèchent et boivent du lait dans la même gamelle. Je vois un Camponotus que j'avais gorgé de miel en dégorger à une F. sanguinea. Un Lasius niger se prélasse entre les jambes d'une F. pratensis et d'un C. ligniperdus. Peu à peu mes fourmis diverses s'entassent béatement les unes sur les autres, malgré leur diversité. A peine voit-on quelques rares instants de doute, quelques faibles menaces, et cela presque autant entre sœurs de la même fourmilière qu'entre genres différents. J'avais d'abord essayé, comme HAUSER, d'enduire les antennes de paraffine au lieu de les couper. L'effet est le même, mais c'est moins sûr, et les fourmis en sont évidemment plus affectées que de l'amputation. Mes fourmis ne font aucune attention quelconque aux larves ni aux nymphes. Elles ne prennent pas même celles que je leur tiens un certain temps sous la bouche à l'aide d'une fine pince.

Alors je coupe les antennes d'un grand nombre de Myrmica ruginodis d'une même fourmilière que j'ajoute aux autres fourmis. Cette fois l'effet est tout autre. Les Myrmica attaquent, mordent vivement toutes les fourmis qu'elles rencon-

trent, tant Camponotus que Formica et Lasius; elles recourbent leur abdomen et piquent avec rage. Très surpris de ce résultat inattendu, je ne le suis pas moins en voyant un instant après que les Myrmica ruginodis que je venais de tirer de leur nid où elles vivaient en douce harmonie, se mordaient, se roulaient et se piquaient les unes les autres avec non moins de fureur. Je les sortis toutes de la hoîte et les réunis dans une boîte à part. Là s'établit une bataille complète, des chaînes de trois à quatre fourmis s'entre-mordant, etc. Ce singulier résultat me rappela immédiatement la curieuse expérience de Belt sur les fourmis de la même peuplade qui s'entremordent dès qu'on leur jette un peu de sublimé corrosif, expérience que j'ai refaite et décrite (Études myrm. en 1884). Or cette expérience ne m'a réussi qu'avec des fourmis du genre Myrmica. Il y a là une coïncidence si remarquable que je crois avoir trouvé la clef de l'énigme de l'action du sublimé. Comme je l'ai supposé (l. c.) il agit sur les antennes, et, on le voit maintenant, il produit temporairement un effet analogue à celui de leur amputation. C'est donc évidemment une simple paralysie momentanée d'une partie de la sensibilité olfactive des antennes que produisent sur elles les émanations du sublimé corrosif, même en petite dose. Je dis d'une partie, car elles sont encore en état de retrouver leur chemin. Ce fait me paraît avoir un réel intérêt physiologique.

On voit, du reste, que la rage batailleuse des Myrmicides à antennes coupées est aussi aveugle, aussi incapable de distinguer ami d'ennemi que l'idylle pacifique des Camponotides. D'où vient cette différence? On ne peut que conjecturer. Il est assez singulier que la perte de l'olfaction produise chez les unes une humeur pacifique, chez les autres une humeur batailleuse, lorsqu'elles rencontrent des êtres vivants qu'elles ne peuvent plus reconnaître. L'expérience ne réussit du reste pas toujours au même degré, tant avec le sublimé qu'avec l'amputation, sans que je puisse dire pourquoi.

Mes Myrmica finirent par se calmer au bout d'une heure ou deux, mais peut-être sous l'influence du froid et non sans qu'il y ait eu des morts Si quelqu'un voulait attribuer cette fureur des Myrmica à la blessure faite au système nerveux et à une irritation consécutive, je répondrai qu'il ne peut en être question, vu que l'amputation d'une seule antenne ne produit aucun effet analogue.

- II. Sur des mouches. Le 3 juillet 4876, à 11 heures et demie du matin, je plaçai, à Munich, sur ma fenêtre, une taupe crevée en décomposition sous un hémisphère en toile métallique.
- A. Bientôt arrive une Sarcophaga vivipara Q qui s'efforce d'entrer sous le treillis. Mais elle ne trouve point d'issue. Je la saisis et lui enlève les deux yeux avec un rasoir. Aussitôt elle vole dans ma chambre en tournoyant, va se cogner contre le plafond, contre les murs et finit par tomber sur le plancher. Ceci répété deux ou trois fois, je la prends et je lui coupe une aile. Puis je la mets près de la taupe que j'ai découverte. La mouche se calme, va vers la taupe. s'efforce d'en faire l'ascension, y réussit, plonge sa trompe en divers endroits et trouve enfin une plaie par laquelle j'avais enlevé le cerveau de l'animal. Là elle s'arrête, suce avec sa trompe à deux ou trois endroits, puis tout à coup recourbe sa tarière et en un clin d'œil pond trois ou quatre larves. Je l'écarte alors aussitôt et lui coupe soigneusement les deux antennes. Dès ce moment, malgré des essais très répétés, la mouche ne fit pas plus attention à la taupe qu'à une pierre ou à un morceau de bois. Mise à côté, elle ne cherchait plus à se diriger vers le cadavre. Elle ne pouvait du reste plus s'orienter. Elle n'essaya plus une seule fois de pondre. Mise dans une boîte, elle y pondit finalement deux ou trois larves. Son autopsie me montra ses ovaires tout bourrés d'œuss et de larves.
 - B. Peu après arrive une petite mouche bleue Q rappro-

chée de la Calliphora vomitoria. Je lui coupe une aile. Après avoir goûté la taupe, elle cherche à pondre en divers endroits. Elle trouve la plaie, y enfonce sa tarière et pond un œuf. Aussitôt je l'arrête et lui coupe les deux antennes. Dès cet instant elle cesse de pondre et ne fait plus aucune attention à la taupe. Bref, quoique ayant ses deux yeux elle se comporte exactement comme la précédente.

- C. Arrive une nouvelle Sarcophaga vivipara Q. Je lui coupe les ailes. Elle goûte un moment la taupe à divers endroits, puis pond une larve. Aussitôt je lui coupe les antennes. Dès lors elle s'enfuit dans toutes les directions et ne s'inquiète plus de la taupe, malgré tous mes efforts pour l'y ramener. Je réussis cependant à la fin à la faire tenir tranquille sur le dos de la taupe et là au bout d'un certain temps elle pondit quelques œus sur les poils. Mais elle continua à pondre sur mes doigts. C'était une ponte forcée, comme on en voit souvent lorsque ces mouches, retenues captives, sont pressées de pondre. Il n'y avait pas d'intention. Dès lors elle ne pondit plus, mais sut toujours fort bien (évidemment à l'aide des yeux) retrouver l'ombre qui la protégeait contre le soleil devenu très ardent.
- D. Une petite Sarc. vivipara Q arrive à la taupe. Je lui coupe les ailes. Elle se met aussitôt après à pondre sur la taupe. Je lui coupe les antennes. Dès lors elle ne fait que s'enfuir quoique je la remette au moins vingt fois sur la taupe.
- E. Une Lucilia Cæsar Q arrive et se met à manger et à pondre sur la taupe. Je lui coupe les antennes. Dès lors, remise sur la taupe, elle s'y promène avec indifférence, se frotte les pattes, ne mange plus et cesse entièrement de pondre, tandis qu'auparavant son activité dans les deux sens était vraiment fiévreuse.
- F. Une autre Lucilia Cæsar arrive et se met à pondre avec une énergie désespérée, sans chercher à manger. Je lui

coupe une aile; elle pond aussitôt après, comme si rien n'était arrivé. Je la dérange et la prends plusieurs fois entre mes doigts; elle ne cherche qu'à regagner la taupe et à continuer chaque fois aussitôt sa ponte interrompue par moi. Je lui coupe les antennes. Aussitôt la ponte cesse; elle ne fait plus que se brosser les pattes et n'a plus l'air de se douter qu'elle est sur une taupe bien putréfiée. Elle se comporte comme une mouche qui se gaudit au soleil.

G. Une Sarcophaga vivipara Q enfin, après que je lui ai coupé les ailes, ne peut toucher la taupe sans pondre aussitôt trois ou quatre larves. Je me hâte de lui couper les antennes. Aussitôt la ponte a cessé et je ne puis plus arriver à faire demeurer la mouche vers la taupe.

Ces expériences me paraissent prouver clairement que les mouches sentent la chair putréfiée avec leurs antennes. Elles montrent en outre que l'envie de pondre est chez elles une sensation générale qu'on peut comparer à un appétit sexuel et qui est provoquée par une sensation olfactive, car elle cesse aussitôt après la suppression des antennes, tandis que d'autres lésions, même l'enlèvement des yeux qui est bien plus considérable et plus dangereux ne l'entrave pas. Les faibles pontes qui ont eu lieu ensuite où que ce fût n'ont plus eu aucun caractère volontaire, ni passionné; c'était la simple décharge automatique de l'oviducte trop plein.

III. Sur des Coléoptères. Un hérisson et un rat putréfiés me servent d'objet d'expérimentation dans un jardin inhabité de l'Asile des aliénés de Munich, le 12 juin 1878. Une foule de Silpha sinuata et reticulata, trois Silpha thoracica, trois Creophilus maxillosus, divers Philonthus et de nombreuses Aleochara fourmillent dans ces cadavres. Je coupe les antennes de toutes les Silpha (environ 35), des trois Creophilus et de cinq à six Philonthus. Je les pose tous à un endroit, dans l'herbe. Puis je déplace mes deux cadavres que je mets à 28 pas de distance, dans un fouillis de mauvaises herbes.

Le lendemain, 43 juin, je viens visiter mes cadavres. Pas une *Silpha*, pas un *Creophilus*. Quelques *Philonthus* s'y trouvent, mais ils ont tous leurs antennes.

Le 14 juin, jour chaud, légèrement humide, deux Silpha reticulata sont sur le rat, mais leurs antennes sont intactes. Je les coupe et je dépose les Silpha à une certaine distance. Aucun insecte à antennes coupées ne s'y retrouve. Je coupe alors à 7 ou 8 Aleochara et à 2 ou 3 Philonthus deux ou trois pattes d'un même côté, leur laissant leurs antennes; puis je les dépose à distance.

Interrompu dans mon expérience, je ne reviens que le 22 juin, jour chaud. Aucune des opérées n'est là. Alors je coupe les trois pattes du même côté à une douzaine d'Aleochara (il n'y avait plus de Silpha) que je dépose à distance. Puis je recouvre de feuilles mes cadavres après les avoir déplacés.

Le lendemain, je trouve cinq de mes Aleochara à trois pattes coupées dans la carcasse du hérisson. Je les enlève et les dépose de nouveau à distance.

Le 26 juin, je visite ma carcasse et j'y trouve de nouveau une des Aleochara à trois pattes.

Une autre fois, au mois de juillet, je fis jeûner pendant 24 heures un Necrophorus vespillo. Puis je lui donnai une tête de lapin assez fraîche sur laquelle il se jeta avec voracité. Éloigné par moi de quelques centimètres, il furête, inquiet, cherche, revient sur ses pas lorsqu'il s'éloigne de la tête de lapin et l'a bientôt retrouvée. Alors je lui coupe la massue des deux antennes. Il cesse aussitôt de chercher, ne se dirige plus et semble plongé dans une sorte de torpeur. Mais dès que je le place moi-même sur la tête de lapin, il se met avidement à manger. Par contre, dès que je l'en éloigne le moins du monde, il se montre incapable de la retrouver.

IV. Sur des Bombyx mori (vers à soie). Je place une ou deux femelles sur le plancher. Les mâles les perçoivent de

loin et courent droit à elles en s'aidant de leurs ailes un peu comme les autruches. Lorsqu'on coupe les antennes des mâles, il ne savent plus trouver la direction de leur femelle. Mais si on les place à côté d'elles, ils s'accouplent avec elles avec autant de véhémence que ceux qui ont leurs antennes. Donc les antennes ne servent qu'à découvrir, à flairer la femelle. C'est le toucher qui joue évidemment le rôle principal dans l'acte de la copulation lui-même chez les Bombyx.

Je fais remarquer ici que ni le vernissage des yeux, ni l'ablation des antennes, ni celle de tous les organes buccaux (voir plus haut et dans la première partie de ce travail qui traite de la vue) n'enlève aux insectes la sensation de la faim ni l'envie de satisfaire leur appétit. Mais il me paraît impossible de démontrer complètement que l'appétit existe encore lorsque ces trois sens sont supprimés simultanément. Nous avons vu cependant des bombus et des pollistes conserver leur appétit après l'ablation simultanée des antennes et de tout le devant de la tête. Il ne me paraît pas probable que les impressions visuelles qui seules restaient, et leur permettaient de chercher et de trouver leurs fleurs soient la cause de la sensation de faim. Celle-ci est donc évidemment, comme chez nous, produite par des actions réflexes des organes digestifs lors de l'inanition.

Les expériences que je viens de rapporter et que j'ai faites il y a huit à dix ans, en notant au fur et à mesure tous leurs détails, tels que je viens de les transcrire, confirment, comme on le voit, pleinement celles de Lefebyre, de Perris, etc. Gustave Hauser (loc. cit., 1880) a fait des expériences analogues et est arrivé au même résultat. Seulement, comme il enfermait ses silpha, ses hannetons et ses papillons dans une caisse, le hasard pat leur faire rencontrer plus d'une fois l'objet convoité (cadavre ou femelle), lors même que leurs antennes étaient coupées. Hauser n'a pas fait mon observation sur la ponte des mouches. Il n'avait, pas plus que

Schiemenz, connaissance de mes expériences déjà publiées, ni des organes antennaires que j'avais décrits, et celui des travaux de Hicks qui m'avait échappé, lui est aussi demeuré inconnu. Sa description des terminaisons nerveuses des antennes est en grande partie erronée et a été corrigée par Kræpelin (loc. cit.) et par moi (Ét. myrm., 1884).

Pour ce qui concerne les détails anatomiques des organes antennaires, je renvoie avant tout au travail de Kræpelin (loc. cit.) et au mien (Ét. myrm., 1884), ainsi qu'à ceux de Hauser et de Schiemenz (loc. cit.). Mais j'ajoute que la découverte de ces organes revient à Érichson (loc. cit.), à Hicks (loc. cit.) et à Leydig 1.

Cependant je dirai en quelques mots que j'ai divisé ces organes en cinq catégories, dont deux sont invaginées à l'intérieur de l'antenne, une couchée ou aplatie, et deux protubérantes en forme de poils un peu modifiés et sensoriels. Je crois avoir démontré que toutes les cinq catégories dérivent simplement de poils plus ou moins modifiés. Souvent les terminaisons du nerf antennaire sont limitées à une portion renslée ou perfoliée de l'antenne. Alors cette partie seule est l'organe de l'odorat. Ainsi les lamelles des lamellicornes, les ramifications des antennes pectinées des bombycides, l'article renflé de l'antenne des diptères, la massue des antennes de beaucoup de coléoptères et d'hyménoptères. En général l'article ou les articles de la base de l'antenne sont dépourvus d'organes olfactifs. Souvent le premier article est long et l'antenne est coudée entre lui et les autres. Alors on nomine scape cet article de la base et funicule le reste. Chez les fourmis, où c'est le cas, le scape est absolument dépourvu d'organes olfactifs, et ces organes sont même très dispersés à la base du funicule, tandis que son extré-

¹ Levdig, Ueber Geruchs- und Gehörorgane der Krebse und Insecten. *Müller's Archiv*, 1860, p. 265.



mité en est toute tamisée. Aussi l'ablation du funicule suffitelle entièrement pour enlever aux fourmis l'odorat et la faculté de se reconnaître. Chez les apides, les terminaisons olfactives sont limitées à la surface interne dorsale du funicule. Donc ce que nous avons dit ne se rapporte pas toujours à l'antenne entière, mais seulement à sa portion olfactive. Les antennes dites siliformes (ichneumonides, locustes, noctuelles, longicornes) ont par contre les organes olfactifs distribués presque sur toute leur longueur.

J'ai été amené, comme Schiemenz, à considérer la catégorie d'organes intermédiaires, celle des poils sensoriels couchés dans une fossette longitudinale (parfois à peine marquée) et souvent transformés en arêtes ou en plaques comme étant probablement l'organe olfactif fondamental. Ils sont en effet répandus (quoique plus ou moins modifiés) chez tous les insectes, et d'autant plus abondants que l'odorat est évidemment plus développé. Ils sont plus abondants chez les mâles que chez les femelles, comme le fait très bien remarquer Schiemenz. Ils sont presque seuls développés, mais d'une longueur démesurée, chez les Ichneumonides qui doivent avoir un odorat exquis. Il en est de même des feuillets des antennes des bombycides, surtout des mâles, etc. Les deux autres catégories de poils sensoriels : les cônes ou « massues olfactives » de Leydig et les poils sensoriels étroits et pointus me paraissent plutôt, surtout les derniers, servir au tact (peut-être les cônes servent-ils à une sorte de goût, car on les trouve, me paraît-il, surtout chez les insectes qui tâtent beaucoup de leurs antennes la qualité chimique des objets qu'ils recherchent, ainsi surtout chez les hyménoptères sociaux). Par contre, les curieux organes internes ou invaginés (organes en bouchon de champagne et organes en bouteille) sont encore une énigme physiologique. Leur répartition très inégale, le fait qu'ils ne paraissent se trouver guère que chez les fourmis et les apides, qu'ils sont très

abondants chez l'abeille domestique, épars chez le bourdon, nuls chez les guêpes, me prouve qu'ils n'ont rien à voir avec l'olfaction. On n'a pu encore démontrer leur communication avec le nerf antennaire. Kræpelin va même jusqu'à prétendre que ce sont des glandes. Lubbock ¹, au contraire, en fait des organes auditifs, des stéthoscopes microscopiques!

En résumé qu'avons-nous à penser de l'odorat des insectes? Je crois que nous devons avant tout faire observer quelques faits généraux :

- 1. Chez beaucoup d'insectes qui se dirigent essentiellement par la vue, ainsi chez les libellules et les cicadées, les antennes sont rudimentaires, raides et l'odorat aussi. De nuit ces insectes sont immobiles. De jour tous leurs actes sont guidés par la vue (quelques-uns peut-être par l'ouïe, chez les cigales).
- 2. L'odorat, malgré toutes les protestations et les expériences de Graber, réside dans les antennes, spécialement dans leurs parties renssées ou perfoliées où se ramisse le nerfantennaire.
- 3. Chez certains insectes, ainsi chez la plupart des diptères, les antennes sont raides et servent probablement uniquement ou presque uniquement à l'olfaction proprement dite.
- 4. Mais chez d'autres insectes elles sont mobiles et leur servent à la fois à flairer de loin et à tâter ce qu'ils peuvent atteindre. C'est le cas des hyménoptères au plus haut degré. Or, nous avons vu qu'à l'aide de ses antennes le mâle du bombycide flaire à de grandes distances sa femelle, les mouches et divers coléoptères, la chair putréfiée, qu'à leur aide la pimpla, le leucospis, les parasites des cynips et, comme l'a si bien montré Fabre dans ses Souvenirs entomologiques,

R. z. s. — T. IV.

14

¹ LUBBOCE, On some points in the Anatomy of Ants. The monthly imcroscopical journal, 1. Sept. 1877. Et aussi loc. cit.

l'anthrax et bien d'autres insectes parasites découvrent à travers le bois sec, le végétal succulent, ou même à travers une épaisse couche de mortier, une victime cachée bien profondément, et malgré cela destinée à devenir la proie de leur progéniture. Ces « cornes, » ces « oreilles » sont donc un fameux nez, n'en déplaise à Wolff et à Graber.

Admettons — c'est peut-être bien téméraire — que le bulbe olfactif et la muqueuse nasale des vertébrés sont provenus de l'invagination de l'antenne et du ganglion antennaire d'un invertébré 1. Les terminaisons nerveuses, autrefois protubérantes, se sont enfoncées dans une cavité qu'elles tapissent et qui s'est mise en communication avec l'organe pulmoné de la respiration, ce qui permet à un courant d'air continuellement renouvelé de leur amener des odeurs. Pour ma part, je crois que les choses se sont ainsi passées. Alors le ganglion antennaire sera devenu le bulbe olfactif, ses terminaisons nerveuses seront les nombreux petits nerfs olfactifs, le nerf antennaire sera devenu le tractus olfactorius, et le lobe antennaire cérébral sera devenu le lobe olfactif. Gudden a démontré que la partie périphérique du bulbe olfactif des vertébrés, les glomérules, croît des nerfs périphériques au cerveau et vient secondairement s'appliquer au lobe olfactif de l'hémisphère.

Un instant de réflexion nous amène à voir que si, à l'origine, l'organe antennaire de l'olfaction a possédé des énergies spéciales au contact direct des objets, il aura dû les perdre à la suite de son invagination, comme il les a pro-



Après avoir terminé le présent travail, je m'aperçois que Bellonci (Atti dé Lincei Cl. sc. fis. ecc. Ser. 3a, vol. XIII, p. 555) a traité ce sujet en étudiant d'une façon comparative le lobe olfactif des vertébrés inférieurs et le lobe antennaire des insectes. Il trouve dans la structure histologique de ces organes chez les arthropodes les rapports les plus grands avec celle du lobe olfactif des vertébrés et conclut à une homologie physiologique, sinon morphologique.

bablement déjà perdues en partie chez les mouches et les libellules par suite de la raideur de leurs antennes. Ceci explique, ce me semble, pourquoi nous ne flairons pas au toucher de la muqueuse nasale. Cela n'aurait pas d'utilité.

Par contre, je crois que, sans aucun doute, chez les hyménoptères l'odorat a lieu non seulement à distance, mais par le contact direct de l'objet d'abord flairé. En effet, la façon dont les fourmis, par exemple, se reconnaissent les unes les autres au contact de leurs antennes, distinguent une foule d'objets les uns des autres seulement après les avoir ainsi tâtés, démontrent quelque chose de plus que le simple toucher, en un mot une sorte d'odorat qui se perfectionne au contact direct. Il est certain, du reste, que de vraies impressions tactiles, provenant d'une catégorie des organes terminaux de l'antenne, viennent encore à l'aide de l'odorat.

Pour se faire une juste idée de l'importance des antennes chez la plupart des insectes aptères, qu'on lise les admirables pages d'Huber i sur le langage antennal des fourmis et les expériences de Lubbock (loc. cit.) sur le pouvoir de communication des fourmis sur la façon dont elles retrouvent leur chemin i. Puis qu'on compare avec mon expérience de fourmis à antennes coupées citée ci-dessus. Qu'on veuille bien réfléchir à ce que signifie, pour un être social tel que la fourmi, la perte totale du pouvoir de reconnaître ses compagnes, de remarquer ses ennemis, de reconnaître les petits de la communauté (les larves et les nymphes), de retrouver son chemin à deux millimètres de distance. Il ne lui reste que le

³ Je constate ici que les belles expériences de Lubbock (l. c.) que je suppose connues et auxquelles je renvoie l'ont amené au point de vue du développement des sens chez les fourmis, exactement aux mêmes conclusions que celles que j'ai formulées dans mes Fourmis de la Suisse, p. 118 à 121. Il trouve comme moi que les fourmis se dirigent principalement par l'odorat et qu'elles voient mal.



P. Huber, Recherches sur les mœurs des fourmis indigènes. Genève, 1810.

goût, l'appétit, une sensibilité générale qui ne lui donne presque aucune connaissance et une vue indistincte qui lui permet de s'effrayer lorsque quelque chose se meut devant elle, sans lui laisser le moyen de savoir s'échapper. Aussi, lorsqu'on agite quelque chose devant elle, ne fait-elle qu'un soubresaut et un écartement menaçant ou plutôt défensif des mandibules. La pauvre fourmi sans antennes est donc aussi perdue qu'un homme aveugle qui est en même temps sourd et muet. C'est du moins ce que nous montre son inactivité sociale complète, son isolement, son incapacité de se diriger et de trouver sa nourriture. On peut donc hardiment prétendre que les antennes et leur olfaction, tant au contact qu'à distance, constituent le sens social des fourmis, le sens qui leur permet de se reconnaître les unes les autres, de soigner leurs larves et de se soigner mutuellement, mais aussi le sens qui réveille leurs appétits gourmands, leurs haines violentes pour tout être étranger à la peuplade, le sens qui les dirige principalement (un peu aidé de la vue, surtout chez certaines espèces) dans les longs et patients voyages qu'elles ont à entreprendre, etc., etc., qui leur fait retrouver leur chemin, trouver leurs pucerons et tous leurs autres movens de subsistance.

Comme le fait fort bien remarquer le philosophe HERBERT SPENCER, les sensations viscérales de l'homme, ainsi que celles des sens internes qui, comme l'odorat, ne peuvent être impressionnés en même temps que d'une façon dans l'espace (deux odeurs simultanées ne peuvent nous parvenir qu'unifiées par le mélange), sont précisément celles qui sont peu ou pas relationelles dans l'espace. Notre vue par contre, qui localise les rayons des divers points distincts de l'espace sur divers points distincts de notre rétine en même temps est notre sens le plus relationel, celui qui nous donne les plus vastes notions de l'espace.

Or les antennes des insectes sont un organe olfactif tourné

en dehors, proéminent dans l'espace, et de plus très mobile. Ceci nous permet certainement de supposer que leur odorat soit bien plus relationel que le nôtre, qu'il leur donne des notions d'espace et de direction, qu'il soit, par là aussi, qualitativement différent du nôtre.

Je n'ai pas le droit de nier avec certitude absolue la possibilité de quelque chose d'analogue à l'odorat dans les palpes, surtout chez certains insectes qui ont de longs palpes et de courtes antennes, chez les aranéides, etc. Cependant mes expériences m'ont fait voir que ce qui nous paraît être perçu par les palpes l'est bien plutôt par les organes buccaux du goût, dont nous aurons à parler. Les nerfs des palpes ne proviennent pas du cerveau, mais du ganglion sous-œsophagien. Je suis enclin comme Plateau à voir dans les terminaisons nerveuses des palpes de simples organes tactiles. Toute l'organisation et les mœurs des araignées les montrent vivant par leurs impressions tactiles d'une finesse extrême et un peu par leur mauvaise vue.

Maintenant revenons à GRABER. Dans le Biologisches Centralblatt, Bd. V, nº 43, 1er sept. 1885, il dit en propres termes à propos de ses expériences sur l'odorat : « es ist « nicht zu viel behauptet, wenn ich sage, dass neben den « von mir eruirten Thatsachenreihen die landläufigen An-« schauungen, Vorurtheile und Meinungen, mögen sie auch « noch so tief eingewurzelt sein, nicht länger mehr be-« stehen können.» Que veut dire Graber? Il ne veut certainement pas parler de l'opinion du peuple sur l'odorat des insectes, car pareille opinion n'existe pas. Par conséquent ces termes méprisants ne peuvent s'adresser qu'aux travaux de ses prédécesseurs sur ces sujets. Graber a-t-il vraiment le droit de parler en ces termes d'expériences aussi bien faites et d'opinions aussi judicieuses que celles de Perris, de KREPELIN, de LUBBOCK, de HAUSER? Ses expériences ont pour elles le nombre, c'est vrai. Mais nous avons le droit de dire

qu'elles témoignent d'une connaissance très superficielle des mœurs des insectes, manquent souvent de contrôle et sont bien peu variées, que les moyens et les réactifs employés sont souvent fort grossiers et ne tiennent aucun compte des habitudes, des besoins de chaque espèce. Nous avons le droit de rappeler à GRABER ses contradictions. Il a d'abord cherché et cru trouver avec Wolff l'odorat dans le palais. Maintenant il veut le trouver partout, et cependant il doit avouer finalement « qu'il y a des insectes chez lesquels les antennes jouent un rôle prépondérant pour distinguer les odeurs plus faibles, la nourriture, etc. » A mon avis, l'odorat grossier que Graber croit avoir trouvé dans les cercis des orthoptères, les stigmates, etc., etc., n'est autre chose qu'une des variétés de la sensibilité tactile générale due à de fortes actions chimiques sur des terminaisons nerveuses délicates. C'est un odorat comme celui perçu par la conjonctive de notre œil affectée par du chloroforme, de l'ammoniac ou de l'acide sulfureux. Qu'on compare mon expérience ci-dessus sur la Lucilia Cæsar avec celle de Graber sur la même mouche, et je crois qu'on n'aura pas de peine à se ranger à mon avis, Mais GRABER s'est encore plus contredit à propos de l'ouïe. Nous y reviendrons. Par ces mots, du reste, je ne prétends point amoindrir les importants résultats de Graber sur les sensations dermatoptiques, mais simplement lui contester le droit de balayer en passant, comme il le fait, les observations de tous ses prédécesseurs, dont beaucoup sont meilleures que les siennes.

PLATEAU a du reste tout dernièrement dans le Bulletin de la Société entomologique de Belgique (5 juin 1876) réfuté l'expérience de Graber sur les Periplaneta par une contre-expérience analogue à celle que j'ai faite sur les abeilles. Il a placé leur appât dans un cercle de carton disposé au milieu du récipient et dont les bords sont assez élevés pour masquer l'appât, pour empêcher qu'il ne fût rencontré par

hasard, bref pour ne provoquer une ascension de la part des *Periplaneta* que dans un but particulier. Les *Periplaneta* à antennes surent trouver l'appât. Aucune de celles à antennes coupées ne put le découvrir, sauf dans un cas fortuit, au moment de l'installation de l'expérience.

COUT

On s'est relativement moins occupé de ce sens que des autres jusqu'à ces derniers temps. Nous sommes nous-mêmes souvent presque hors d'état de distinguer un goût d'une odeur. Aussi ne devons-nous pas trop demander à l'étude du goût chez les insectes, surtout lorsque nous admettons un odorat au contact dans les antennes. Cependant il est évident que beaucoup d'insectes ont besoin d'un sens qui leur permette de distinguer la qualité chimique de leurs aliments avant de les avaler, car ces aliments peuvent rensermer quelque substance corrosive ou vénéneuse qui n'est pas volatile et n'a pu être perçue d'avance par l'odorat. Le goût n'est chez nous qu'un sens chimique de contact servant à discerner la qualité chimique des substances non volatiles, à les distinguer les unes des autres à l'aide d'une énergie spéciale rapprochée par sa qualité de celle de l'odorat. Voici, en partie d'après WILL, les travaux qui ont paru sur le goût chez les insectes : LEY-DIG 'MEINERT', Aug. FOREL', O.-J.-B. WOLFF', G. JOSEPH',

¹ LEVDIG. Zur Anatomie der Insecten. Reichert's Archiv f. Anat. und Physiol., 1859, Heft 1, p. 62-65 et pl. VI.

² Meinert (l. c.) Bidrag etc. 1860, p. 6 et 66.

³ Aug. Forel. Les Fourmis de la Suisse, 1874, p. 117, 121, 377, 446. Id. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. XXX. Suppl. p. 60, 1878. Id. Étud. myrmecol. en 1884, p. 19.

⁴ O.-J.-B. Wolff. Das Riechorgan der Biene (l. c.), p. 92 et 176.

⁵ G. Joseph. Zur Morphol. des Geschmacksorgans bei den Insecten. Amtl. Bericht der 50. deutsch. Naturf.-Versammlung, München, 1877, p. 227.

KÜNKEL et GAZAGNAIRE¹, BREITENBACH², HUXLEY⁵, BECHER⁶, K. KRÆPELIN⁵. G. HALLER⁶, KIRBACH⁷, Béla HALLER⁶, WILL⁹, J. GAZAGNAIRE¹⁰, F. PLATEAU¹¹. Nous pouvons y ajouter l'opinion de quelques auteurs (Knoch¹², Lesser¹⁵, Léon Dupour¹⁶, PACKARD¹³, TREVIRANUS¹⁶, d'après PLATEAU l. c.).

LEYDIG et MEINERT 17 ont d'abord donné de bonnes descriptions des organes que je considère comme ceux du goût, et

- 'KÜNKEL et GAZAGNAIRE, Du siège de la gustation chez les insectes diptères. Comptes rendus des Sc. nat. Bd. XCV, 1881, p. 347.
- ² BREITENBACH, Beitr. z. Kenntn. d. Baues d. Schmetterling-Rüssels. Jenaische Zeitschrift, Bd. XV, p. 151.
 - ⁸ Huxley, L'écrevisse.
- ⁴ Becher, Zur Kenntniss der Mundtheile der Dipteren. Denkschr. der Acad. d. Wiss. Wien. Bd. XLV, 1882, p. 123.
- ⁵ K. Kræpelin, Ueber die Mundwerkzeuge der saugenden Insecten. Zool. Anzeiger, 1882, n° 125, p. 575. Id. Z. Kenntn. der Anat. u. Physiol. des Rüssels v. Musca. Ztschr. f. wiss. Zool., Bd. XXXIX, 1883, p. 713.
- ⁶ G. Haller, Z. Kenntn. d. Sinnesborsten der Hydrachniden. Wiegmann's Arch. f. Naturgesch., 1882, 1. Heft, p. 43.
- ⁷ Kirbach, Mundwerkzeuge der Schmetterlinge. Zool. Anz., 1883, n° 151, p. 556.
- ⁶ Béla Haller, Untersuch. üb. marine Rhipidoglossen. *Morphol. Jahrb.*, Bd. IX, 1884, p. 76.
- F. Will, Das Geschmacksorgan der Insecten. Zeitschr. f. wiss. Zool., XLII., 1885.
- ¹⁰ J. GAZAGNAIRE, Orig. de la gust. chez les coléoptères. *Proc.-verb.* de la Soc. zool. de France, 11 mars 1886. Id. Du siège de la gustation chez les coléoptères. Comptes rendus de l'Acad. d. Sciences, 15 mars 1886.
- ¹¹ F. PLATEAU, Palpes des insectes broyeurs. Bullet. de la Soc. soolog. de France. T. X, 1885.
 - 12 Knoch dans Lehmann (l. c.), De sensibus externis etc. 1798.
 - ¹⁴ LESSER, Théologie des insectes, II, p. 8, 1742.
- ¹⁶ Léon Dufour, Recherch. anat. sur les carabiques et sur plus. autres coléop. Ann. des Sc. nat., VIII, 1826.
- ¹⁶ PACKARD, First ann. Report of the U. S. entom. Commiss. for 1877, p. 272, 1878.
- ¹⁷ Treviranus, Verm. Schriften anat. u. physiol. Inhaltes, II, p. 150, 1817.
- 17 Braxton Hicks (l.c.) a aussi décrit en quelques mots et dessiné les organes de la base de la langue d'un Megachile la même année que Meiner (1860), mais sans donner aucun détail sur leur structure.

qui sont sur les mâchoires et à la base de la langue. Dans mes Fourmis de la Suisse, j'ai signalé en outre une rangée de ces organes au bout de la langue, et je les ai considérés, de même que Meinert, comme organes du goût. Puis j'ai démontré l'existence du goût chez les fourmis. Joseph et moi (Zeitschr. f. wiss zool.) nous avons considéré l'organe de Wolff dans le palais de certains insectes comme étant aussi un organe du goût.

Lorsqu'on mêle de la morphine ou de la strychnine au miel, les fourmis ne s'en aperçoivent d'abord pas avec leurs antennes. L'odeur du miel les attire et elles commencent à manger. Mais dès qu'elles en ont goûté elles se retirent aussitôt. On observe facilement les préférences des fourmis pour certains mets; elles mangent de l'un, à défaut de l'autre, mais abandonnent tout, même souvent leurs devoirs et la défense du nid pour le miel dont elles sont extrêmement friandes. J'ai vu des fourmis attaquées dans leur nid et dangereusement pressées par d'autres s'arrêter malgré cela un instant vers du miel que je leur tendais pour en manger un peu (Forrel, F. de la Suisse, p. 147, 121, 377, 446).

Les fourmis ne savent pas distinguer l'odeur ni la saveur de tout ce qui leur est nuisible. Des \$\forage \text{ de \$F\$. pratensis se gorgèrent de miel au phosphore que je leur donnai. Après cela elles demeurèrent pendant de nombreuses heures immobiles, les mandibules écartées, la bouche ouverte avec l'air très obsédées. Celles qui en avaient le plus mangé périrent, les autres guérirent peu à peu. On peut conclure du reste combien l'action toxique des corps chimiques est différente chez ces insectes de ce qu'elle est chez nous, si l'on tient compte des faits suivants que j'ai observés à plusieurs reprises. Tandis que l'acide arsénieux tue les mouches qui en mangent, des centaines de Myrmica scabrinodis se bourrèrent de miel rempli de cette substance sans qu'une seule d'entre elles en parût souffrir. De la strychnine introduite à

fortes doses dans de petites plaies ne produit aucune crampe, et les fourmis n'en meurent que très lentement. De petites doses de morphine introduites même dans une plaie de l'abdomen suffisent par contre pour produire très vite les convulsions les plus violentes et les plus curieuses, précédées d'un état tétanique.

Tout le monde a vu que c'est par le goût que les chenilles reconnaissent surtout la plante qui leur convient. Quand elles ont faim, elles essaient de diverses feuilles, mais s'arrêtent bientôt jusqu'à ce qu'elles aient reçu celle qui leur convient ou celles qui leur conviennent. Nous n'en finirions pas si nous voulions suivre les insectes dans toutes leurs préférences gustatives qui pour telle fleur, qui pour telle feuille, qui pour telle graine ou pour telle racine, qui pour telle sorte d'excréments ou de chair putréfiée. Brillat-Savarin pourrait en écrire des volumes. Où est donc le siège du goût?

Perris (l. c.) dit que l'amputation des palpes lui a souvent permis d'approcher le pinceau humecté de substances odorantes de la bouche sans que l'insecte en fût affecté. « Mais quelquefois il se manifestait un peu de sensibilité parce qu'il est très difficile d'enlever radicalement ces organes.»--- PERris croit à un odorat à courte distance dans les palpes. J'ai déjà montré que ce genre d'expériences est peu probant. PLATEAU trouve que chez cinquante individus de diverses espèces de coléoptères et d'orthoptères l'amputation des quatre palpes n'a aucun résultat sensible. Les insectes ont leur odorat conservé comme auparavant. Ils mangent aussi bien qu'auparavant, et distinguent leurs aliments les uns des autres aussi nettement qu'auparavant. Will (l. c.) arrive, dans son travail paru en même temps que celui de Plateau, au même résultat. Je puis confirmer entièrement ces expériences en ce qui concerne les guêpes et les fourmis. L'amputation des palpes ne modifie en rien leurs facultés olfactives, gustatives et manducatives.

J'ai même complété les expériences de PLATEAU et de Will sur un point important. On peut y objecter que les insectes privés de leurs palpes reconnaissent leur nourriture à l'odeur perçue par les antennes. Or cette objection est très sérieuse.

J'ai donc amputé à plusieurs guêpes les deux antennes et les quatre palpes. Puis je leur ai donné du miel mêlé de quinine. Il fallait naturellement les amener jusqu'à ce que leur bouche touchât le miel, car elles n'étaient plus en état de le trouver seules. Elles y goûtèrent alors, mais l'abandonnèrent chaque fois aussitôt après. Par contre dès que je leur donnai du miel pur sans quinine ni morphine, elles le mangèrent avidement. Ceci montre que la faculté gustative est indépendante des antennes et des palpes, et qu'elle réside dans la bouche.

PLATEAU trouve que les palpes ne servent à rien dans la manducation. J'avais déjà démontré (Fourmis de la Suisse p. 108) que les fourmis mangent presque exclusivement avec leur langue, c'est-à-dire lapent, comme l'avait déjà vu LESPÈS et comme l'a confirmé Mac Cook. Leurs mâchoires faibles, courtes et sans dents ne peuvent triturer. Les mandibules sont inactives pendant qu'elles mangent. Donc elles ne peuvent laper que des substances liquides ou visqueuses. Chez les insectes broyeurs (coléoptères, orthoptères, chenilles), les mandibules et les mâchoires servent à broyer, à mâcher les substances solides qui sont ensuite avalées. Les mandibules des fourmis servent seulement à porter, à mordre, à déchirer, à scier et à façonner, jamais à mâcher. Mais chez tous les insectes à moi connus, les palpes ne font que de pendiller inactifs sous la bouche pendant le repas, comme le dit Platrau. Ceci joint à ce que nous avons vu sur l'odorat m'amène à considérer les palpes, de même que les tarses, les appendices anaux de certains insectes etc. comme de simples organes tactiles.

Comme le fait fort bien remarquer WILL il n'est guère possible d'enlever la langue et l'épipharynx sans que l'insecte perde la possibilité de manger. Je ne vois donc pas comment on pourrait faire l'experimentum crucis pour démontrer le siège de la gustation. On ne peut procéder que par élimination, comme l'a fait Plateau et comme je l'ai fait d'une façon un peu plus complète sur des guêpes.

Je considère donc comme organes du goût :

- 1. Les terminaisons nerveuses de la trompe des mouches décrites par Leydig (l. c.) et qui sont les homologues des suivantes :
- 2. Les terminaisons nerveuses des mâchoires et de la base de la langue décrites par Meinert (l. c.), chez les fourmis.
- 3. Les terminaisons nerveuses de l'extrémité de la langue décrites par moi (F. de la Suisse), chez les fourmis.
- 4. L'organe nerveux terminal du palais ou de l'épipharynx décrit par Wolff. Ce dernier me paraît même, chez certains insectes du moins, jouer un rôle prépondérant, et ce n'est pas pour rien qu'il est si développé chez les abeilles qui puisent le miel dans tant de fleurs.
- F. WILL (l. c.) a écrit une monographie du sujet qui nous occupe. Il a fait toute une série d'expériences très soignées et ingénieuses pour démontrer le sens du goût chez les insectes. Il a employé pour contrôle des substances indifférentes. Après avoir habitué des guêpes à venir manger du miel sur un panier il le remplace par de l'alun. Les guêpes y arrivent, sont trompées par l'habitude, goûtent l'alun, mais s'en détournent bien vite en faisant des contorsions. Puis il trompe les abeilles et les bourdons en mettant du miel dans des fleurs, puis en y ajoutant après de la quinine, du sel, etc. Chaque fois les insectes commencèrent par y goûter et quittèrent la fleur dès qu'ils eurent perçu le goût amer ou salé.

WILL trouve que la perception gustative dure assez longtemps. Les insectes se nettoient la bouche pendant plusieurs minutes. Quand on leur donne après du miel pur, ils le goûtent plusieurs fois avant de se mettre définitivement à le manger. Les hyménoptères ont tous horreur de la quinine. La plupart des insectes fuient le tabac. Cependant quelques brenthides vivent sur le quina et quelques annobium dans le tabac. Will trouve que les larves sont en somme plus difficiles dans le choix de leurs aliments que les insectes parfaits.

WILL émet l'opinion générale et nouvelle que « chez la plupart des insectes les limites de la perception distincte sont très étroites, mais qu'entre ces limites la faculté distinctive est extraordinairement fine. » — Cette opinion présente de l'intérêt, mais je la crois prématurée. La première partie de la proposition est en tout cas la seule qui me paraisse probablement vraie, et encore serait-elle inexacte si les expériences de Graber citées plus haut avaient la valeur que leur auteur leur attribue.

WILL croit trouver, comme Hauser pour les organes terminaux des antennes (les travaux de ces deux auteurs ont été faits à Erlangen dans le laboratoire de Selenka), que la chitine des poils gustatifs qui surmontent le canal pore de l'organe nerveux terminal est percée soit d'un trou, soit d'un canalicule, et que le cylindre-axe est libre à la surface. Je considère cette opinion ici de même que pour les organes des antennes comme une erreur. La chitine est à la vérité fort amincie et flexible tant à l'extrémité des massues dites olfactives de Leydic qu'au milieu des plaques sensorielles (olfactives) de l'antenne des apides, et qu'à l'extrémité ou sur l'un des côtés des poils gustatifs des hyménoptères. L'endosmose à travers cette fine membrane suffit aussi bien pour expliquer la sensation que pour expliquer la sécrétion à travers la chitine terminale du canal excréteur des cellules glandulaires (comparer Leydig l. c. et Forel, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX).

WILL, ensuite de l'opinion ci-dessus, croit pouvoir affirmer que les organes des mâchoires ainsi que ceux de la base et de l'extrémité de la langue sont les seuls organes gustatifs. Il refuse péremptoirement cette qualité à l'organe de Wolff, sans avoir d'autre raison à donner que la prétendue ouverture des autres organes qui leur fait défaut. Gazagnarre au contraire (l. c.) considère chez les coléoptères la région antérieure de la paroi dorsale du pharynx (donc l'organe de Wolff) comme le seul organe de la gustation chez ces insectes. Il trouve un groupe de glandes unicellulaires dont les canaux excréteurs viennent s'ouvrir autour de chaque terminaison nerveuse pour la lubréfier.

Je crois pour ma part que tous ces organes sont gustatifs. D'abord ils se ressemblent tous extrêmement. Ensuite je ne vois pas quelle signification aurait un autre sens à l'intérieur de la bouche, à part le toucher qui paraît déjà représenté par des poils tactiles épars, et qui lui-même n'aurait guère de raison d'être dans le palais d'une abeille avec sa trompe et ses aliments liquides.

OUIE

On a beaucoup écrit sur l'ouïe des insectes. Sulzer, Scarpa, Schneider, Bonsdorff (l. c.), Carus, Strauss-Dürckheim, Oken, Burmeister, Kirby and Spence, Newport, Léon Dufour, Hicks (l. c.), Lespès, Goureau, Lacordaire, Paasch, Landois, Wolff (l. c.) et Graber ont considéré les antennes comme les organes de l'ouïe, comme les « oreilles » des insectes. Tant de noms distingués pour soutenir une opinion parfaitement fausse! Mais si l'on regarde de près, on verra qu'au lieu d'expériences ce sont certaines considérations théoriques, le manque de « muqueuse humide » sur les antennes, les petites membranes plus ou moins plates de certains organes terminaux des antennes (tympanules de Les-

Pès) etc. qui ont dicté cette opinion. Quelques expériences superficielles et mal comprises où régulièrement les ébranlements mécaniques sont pris pour des sons (Newport, Paasch, Landois ¹ l. c.) semblent venir à l'appui de la théorie et sont citées et recitées partout. Enfin on remarquera qu'aucun de ces auteurs n'a été entomologiste chasseur et biologiste, connaissant à fond les mœurs des insectes.

Je serai très bref, car tout ce que je puis dire à ce sujet est absolument négatif, si ce n'est que les grillons et quelques autres orthoptères paraissent percevoir les sons. P. Hu-BER (l. c.), PERRIS (l. c.), DUGÈS (l. c.), LUBBOCK (l. c.) et moi, nous avons essayé la production de tous les sons imaginables. Les autres insectes ont toujours paru y rester sourds, dès que nous avons évité les ébranlements mécaniques, auxquels les insectes sont extrêmement sensibles. Lubbock a même essayé de produire des sons trop hauts pour être perçus par nous. Il y a réussi, mais aucun insecte n'v a réagi, et il a dû finir par se ranger à l'opinion d'Huber, de Perris et à la mienne, qu'on ne peut démontrer l'ouïe chez les abeilles, les guêpes et les fourmis. Malgré cela il persiste à croire que les insectes entendent des sons que nous n'entendons pas. J'ai fait grincer les hautes cordes d'un violon même à 3 et 4 centimètres d'abeilles en train de butiner dans les fleurs; j'ai crié et sifflé à pleins poumons à quelques centimètres de divers insectes en les protégeant contre mon haleine. Tant qu'ils ne me voyaient pas, ils n'y ont fait aucune attention. Que dire de Léon Durour qui croit démontrer l'ouïe des grillons parce qu'ils cessent leur cri-cri quand il frappe le sol du pied à 2 ou 3 mètres, et celle des annobium parce



¹ Et Thierstimmen, 1874, Freiburg i/Br. Dans ce travail Landois croit démontrer que les fourmis entendent parce qu'elles sortent en émoi de leur nid lorsqu'il y jette une grosse araignée à croix. Il faut vraiment bien peu de réflexion pour prétendre de pareilles choses. Un sourd-muet, même aveugle, se sauverait aussitôt si l'on jetait un bœuf sur sa maison.

THE PARTY OF THE P

qu'ils se taisent lorsqu'on déplace une chaise. Il a oublié que les sourds-muets sentent à distance le roulement d'une voiture.

L'ouïe est un sens physique. Les ondes sonores, surtout celles des sons bas sont même bien plus rapprochées des gros ébranlements mécaniques que les ondes lumineuses, caloriques ou électriques. Donc l'ouïe doit se rattacher au toucher par son origine, mais nous faisons entre la perception d'un son très bas par le tact et son audition une différence nette. L'ouïe, ne l'oublions pas, a atteint chez l'homme dans son énergie spéciale une finesse de détails qui ne se retrouve évidemment plus chez les vertébrés inférieurs. C'est je crois le sens qui nous éloigne le plus des animaux inférieurs. Déjà chez les poissons le nerf acoustique se confond avec d'autres nerfs, et la partie la plus importante du labyrinthe, le limaçon, a disparu.

GRABER, dans son beau travail sur les organes tympaniformes des orthoptères ¹, après avoir soigneusement décrit ces organes, les extirpe, coupe en particulier les pattes antérieures des grillons et des locustes et trouve qu'ils entendent aussi bien si ce n'est mieux les accords d'un violon et le cricri d'autres grillons après l'opération qu'auparavant. GRABER coupe les antennes de ses grillons. Ils entendent, c'est-à-dire réagissent par un soubresaut, après comme avant. Il leur coupe la tête. Cette dernière seule réagit par les antennes aux sons. Le corps ne réagit plus qu'aux ébranlements mécaniques. La logique devrait conclure que l'organe de l'ouïe est quelque part dans la tête. Mais GRABER s'obstine malgré cela à le chercher dans les antennes, et dans un travail sub-séquent ² il croit découvrir dans un organe de l'antenne des

² Graber, Ueber neue, Otocystenartige Sinnesorgane der Insecten. Arch. f. micr. Anat., 1878, Bd. XVI, p. 36.



¹ Graber, Die Tympanalen Sinnesapp. etc. Denkschriften der K. K. Acad. d. Wiss. in Wien. Bd. XXXVI.

mouches, depuis longtemps décrit par Hicks (l. c.) et Leydig un otolithe, nomme cet organe otocyste et déclare que c'est un organe de l'ouïe. Paul MAYER 1 le réfute. Mais GRA-BER ne perd pas courage. Pour lui c'est une affaire décidée que les insectes entendent. Dans ses derniers travaux 2, il prétend trouver que le corps décapité des Periplaneta réagit aux sons et en conclut maintenant qu'il n'existe pas d'organe de l'ouïe spécial chez ces insectes, mais que l'ouïe est chez eux disséminée sur tout le corps. On ne saurait plus changer d'opinion que ne le fait GRABER. Que fait-il de ses anciennes expériences? Ou croit-il vraiment que les grillons entendent par la tête, les blattes par tout le corps et les mouches par les antennes, sans parler des organes tympaniformes des pattes antérieures des grillons et de l'abdomen des acridiens. C'est le cas de s'écrier : Que d'oreilles pour des gens si sourds!

Will (l. c. p. 9) cite en passant une expérience qu'il a faite sur le Cerambyx Scopoli. Il enferme une femelle dans une boîte et prétend que chaque fois qu'il l'irrite avec une épingle plantée dans la paroi de façon à la faire striduler, le mâle qui est placé à 15 cm. de la boîte l'entend, devient inquiet et va à la boîte. Il croit que les insectes n'entendent que la stridulation de leur espèce. Je dois opposer à cette expérience celles de Perris (l. c.) qui a « fait bourdonner

- « des diptères, grincer des corcelets de longicornes etc. à
- « quelque distance d'individus de même espèce et de sexes
- « différents et n'a rien constaté de particulier. »

En somme ce qu'on semble considérer comme preuve de l'ouïe me paraît comme à Dugès reposer à peu d'exceptions près sur des ébranlements mécaniques de l'air ou du sol qui

15

¹ Paolo Mayre, Sopra certi organi etc. Reale Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVI, 1878-79.

GRABER, Archiv f. microscop. Anatomie, XX. und XXI. Bd.

sont simplement perçus comme tels par les organes tactiles des insectes. Cela correspond à peu près à la dernière opinion de Graber sur « l'ouïe » de la *Periplaneta*. Mais on n'a pas le droit de nommer ouïe de pareilles sensations.

TACT ET SES DÉRIVÉS

Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître que les insectes perçoivent les attouchements avec une grande finesse. Cependant ce n'est pas le cas de tous, ni partout. Certains coléoptères qui ont une énorme carapace chitineuse paraissent moins sensibles aux attouchements légers que ceux qui ont la peau fine. Parmi les insectes doués partout d'un toucher très fin, nous pouvons citer les chenilles. Mais en outre le toucher est en général irrégulièrement distribué à la surface du corps. Certaines parties, comme les ailes et les élytres paraissent en grande partie insensibles 1. J'ai ainsi réussi à couper les ailes vers le milieu à des guêpes pendant qu'elles mangeaient du miel sans me voir, et elles ne s'en sont pas aperçues. Le toucher le plus fin paraît résider dans les antennes, conjointement avec l'odorat. Puis viennent les palpes, les trochanters et les tarses qui sont converts de terminaisons nerveuses et très sensibles aux attouchements. Mais c'est aussi le cas de l'abdomen, des appendices anaux, lorsqu'il y en a et de toutes les parties molles du corps. Du reste les parties sensibles ont souvent aussi une épaisse chitine.

Comme l'ont montré LEYDIG et HICKS, la sensibilité tactile a lieu au moyen de poils sensoriels qui sont perchés sur un large canal pore de la chitine auquel aboutit une terminaison nerveuse.

¹ Highs (l. c.) a cependant trouvé des organes nerveux terminaux dans les nervures des élytres et des ailes.



Mais la sensibilité générale des insectes est caractérisée par d'autres particularités que par ce toucher analogue au nôtre. Nous devons avant tout considérer que les insectes sont des êtres en somme fort petits et en outre, grâce à leur circulation trachéale (j'entends celle de l'air), très légers. D'un autre côté la surface de leur corps est en général raide et dure. Il s'en suit qu'un attouchement ou un souffle a moins pour résultat de comprimer une portion localisée de la peau, (de ses poils tactiles) et de ses nerfs, comme c'est le cas des vertébrés et des mollusques, que de donner à l'insecte entier une secousse qui le déplace. Or, vu la légèreté extrême de la plupart des insectes, il suffit d'un rien, du mouvement le plus léger de l'air, de l'ébranlement mécanique le plus insignifiant pour produire pareil effet et pour changer leur état d'équilibre. Il est vrai, du reste, que ce mouvement de secousse affecte aussi les terminaisons nerveuses, surtout celles des tarses, par le frottement. Nous devons en conclure nécessairement que ce genre de sensations, et en particulier la sensation musculaire, c'est-à-dire celle des tensions musculaires destinées à rétablir l'équilibre, doit jouer chez eux un rôle immense. Or, il est facile de démontrer que c'est le cas. Tout entomologiste me fera, en vrai connaisseur, un signe d'assentiment lorsque je dirai que le souffle le plus léger, l'ébranlement le plus minime fait aussitôt fuir les insectes ou les fait tomber de leurs branches ou de leurs feuilles, tandis que les cris les plus forts et la vue d'un homme qui ne se meut que lentement les laisse la plupart du temps indifférents (je ne parle pas des insectes à bonne vue). Mais bien plus: On peut observer souvent que par un vent assez fort les coléoptères qui sont sur un arbuste ne tombent pas, tandis qu'ils tombent dès que nous l'ébranlons légèrement. C'est parce que les coléoptères ont immédiatement discerné l'une de l'autre ces deux sortes différentes d'ébranlement. L'une est innocente, l'autre révèle un être vivant et gros. A la perception de cette dernière ils ont replié leurs pattes et se sont laissé tomber. Si l'on veut étudier toutes les connaissances que ce genre de toucher peut donner à un petit animal, qu'on observe soigneusement les mœurs des araignées.

Je crois que c'est à tort qu'on a doué les araignées d'une ouïe fine. On a confondu avec la sensation des ébranlements mécaniques. Il faut avoir soin quand on les observe, comme quand on observe les insectes en général, de les protéger aussi contre l'haleine de l'observateur en mettant la main ou quoi que ce soit devant le nez ou la bouche. Si en outre on évite avec le plus grand soin les ébranlements de l'air et des parois en ouvrant doucement les portes et en marchant prudemment, on verra qu'on peut faire un concert infernal dans une chambre remplie d'araignées, sans que ces animaux donnent le moindre signe d'attention. Mais il faut demeurer immobile afin d'éviter qu'elles ne voient de grands mouvements et ne pas agiter l'air en remuant trop l'instrument musical. Je n'ai pour ma part jamais pu remarquer le sens musical dont on a tant doué les araignées.

Qu'on s'amuse par contre à nourrir les araignées en jetant divers insectes dans leurs filets. Qu'on les observe lorsqu'elles filent leur toile ou lorsqu'elles passent d'un arbre à l'autre à travers les airs en se laissant d'abord suspendre à un fil (elles se laissent tomber en filant), puis en lançant par leurs autres glandes à soie une boucle de fil que le zéphir promène doucement dans l'espace, tandis qu'elles continuent à la filer. Cette boucle peut s'étendre à plusieurs mètres, malgré sa finesse extrême. L'araignée demeure immobile, les pattes étendues, suspendue en l'air par un fil et filant sa boucle à côté. Tout à coup, sans que nous voyions rien, elle se contracte, attrape la base de sa boucle avec ses pattes, et se met à la retirer rapidement à elle par leur mouvement alternatif. C'est qu'elle vient de sentir que l'extrémité de cette boucle a touché quelque chose à plusieurs mètres de distance.

Ce quelque chose est le rameau d'un autre arbré auquel la boucle s'est prise. Tandis que l'araignée enroule la base de la boucle avec ses pattes, la boucle se raccourcit peu à peu, se tend, devient un fil fixé au rameau de l'autre arbre, et notre acrobate a bientôt passé ainsi d'un arbre à l'autre à travers l'air.

Qu'on jette des insectes très divers dans les toiles des araignées et l'on verra bientôt qu'à leur choc, à la tension plus ou moins forte des fils, elles distinguent sans les voir s'ils sont gros ou petits, lourds ou légers, et qu'elle perçoit tous leurs mouvements. Il m'a même toujours paru qu'elles distinguent les hyménoptères des diptères, car tandis qu'elles sont très circonspectes avec les premiers, elles se jettent sur les seconds sans la moindre retenue, ni la moindre prudence. Or, sous le même volume, les hyménoptères sont plus lourds que les diptères, et leurs mouvements, tant des ailes que du corps, sont tout différents.

Dès que l'araignée sent la moindre secousse imprévue de sa toile, elle tressaille. Les unes (les Epeira) saisissent alors fortement leur toile, la secouent même souvent; on voit qu'elles guettent ou veulent provoquer les secousses produites par la proie. Ce sont toujours les mouvements de l'insecte qui s'est pris, qui la guident. C'est à chacun d'eux qu'elle avance et reconnaît dans quelle direction se trouve sa proie. D'autres araignées, celles des angles de murs par exemple, ne secouent pas leur toile, mais se contentent de se guider par les mouvements de l'insecte qui se débat. Tant que celui-ci demeure tranquille, l'araignée attend en général et ne bouge pas. Lorsque l'ébranlement est trop fort, produit par un être trop gros, les araignées se sauvent ou restent coi; ou bien elles vont couper leurs fils pour faire tomber cet animal dangereux. Je leur ai vu faire cela aussi pour de petits insectes, ainsi pour les fourmis dont beaucoup d'araignées ont très peur, dès qu'elles les ont reconnues à leurs mouvements. Mais même lorsqu'un très petit insecte dur, ainsi un petit charançon vient se prendre aux fils de quelque grosse araignée, celle-ci ne l'ignore pas toujours; elle va parfois vers lui, le détache de la toile et le jette.

Eh bien! quiconque observe avec soin les araignées dans ces actes si divers, verra que ce sont les ébranlements mécaniques de leurs fils, les tensions, les résistances qui les dirigent et non point l'odorat. Leur vue est extrêmement diffuse; elles ne voient guère que les mouvements et travaillent dans l'obscurité complète aussi bien que de jour. Ducès (l. c.) a nommé le phénomène dont nous avons parlé « une fausse audition consistant dans la perception d'ébranlements mécaniques par tout le corps. »

Le sens de la température paraît autant ou aussi peu développé chez les insectes que chez nous. C'est dire que ce sens ne paraît pas leur donner plus qu'à nous de connaissance particulière autre que celle du degré de température, du froid et du chaud. Cependant on peut voir, surtout chez les fourmis, que cette connaissance est très soigneusement utilisée pour l'élevage des larves et des nymphes qui ont besoin d'une chaleur douce et aussi égale que possible. Aussi les fourmis les déménagent-elles constamment suivant les heures du jour et les saisons, c'est-à-dire suivant la température, des étages inférieurs aux étages supérieurs de leur nid et vice versa; des portions sur le toit desquelles le soleil donne, à celles qui sont sous l'ombre, et l'inverse, ainsi qu'HUBER (1. c.) l'a déjà montré. Au printemps, par le premier soleil, elles transportent tout sous la croûte supérieure du nid pour le rentrer au fond pendant la nuit. Par le soleil brûlant de juillet elles font le contraire et, à midi du moins, portent tout au fond. La température propice à chaque espèce varie énormément. Tandis que diverses Nebria et les Dichotrachelus vivent sous la neige ou à côté d'elle, les Bembex, les Anthrax et tant d'autres insectes se prélassent sur un sable brûlant exposé au

midi qui nous tuerait presque. Certains insectes supportent dans leur corps même (Fourmis de la Suisse, p. 432 et suiv.) une température bien au dessous de zéro. D'autres meurent déjà à des températures fort au-dessus. Il en est de même pour les hautes températures.

Les sensations de douleur sont bien difficiles à distinguer chez les insectes de celles du toucher. Cependant ils donnent souvent des signes non équivoques de malaise, surtout lorsqu'on pince leurs antennes ou lorsque certaines substances corrosives on certaines odeurs fortes viennent maltraiter leurs terminaisons nerveuses. On observe la même chose lorsqu'un goût désagréable, surtout une substance amère (ainsi la quinine) a été mêlé à leurs aliments (WILL). Mais en somme je crois qu'on peut dire que la douleur est bien moins développée chez les insectes que chez les vertébrés à sang chaud. Sans cela on ne verrait ni une fourmi, à laquelle on vient de couper l'abdomen ou les antennes se gorger du miel, ni un bourdon auguel on vient de couper les antennes et tout le devant de la tête, aller chercher à butiner dans les fleurs, ni une araignée à croix dont on vient de casser la patte se repaître immédiatement de cette propre patte (comme je l'ai observé moi-même), ni enfin une chenille, blessée vers l'anus, se dévorer elle-même en commençant par derrière, comme je l'ai observé plus d'une fois.

Nous devons enfin rattacher au domaine des variétés de la sensibilité tactile ou si l'on veut des sensations non encore spécifiées, tant les perceptions dermatoptiques que les perceptions d'odeurs fortes ou corrosives par les terminaisons nerveuses les plus diverses, en un mot les sensations étudiées par Graber dans ses derniers travaux.

Considérations générales. Rapports des sens avec les facultés mentales des insectes

Les insectes possèdent donc nos cinq sens (sauf peut-être l'ouïe) d'une façon bien différenciée et avec une énergie spéciale que nous pouvons supposer analogue à la nôtre. La qualité de leur vue est cependant à divers égards bien différente de celle de la nôtre. Certains d'entre eux voient les rayons ultra-violets que nous ne voyons pas. Beaucoup d'insectes ont en outre une sorte d'odorat au contact que nous ne possédons pas et qui permet entre autres aux fourmis de distinguer leurs compagnes de leurs ennemies, de percevoir la qualité chimique de divers corps qu'elles palpent de leurs antennes où réside ce sens. Leur odorat, tant au contact qu'à distance, paraît devoir être relationel dans l'espace, c'est-àdire informer l'insecte sur la position relative des corps. Ont-ils quelque autre sens spécial que nous n'avons pas? Cette question si souvent soulevée, entre autres par Leydig, n'est pas résolue. Mais l'affirmative est possible, car la vue de l'ultraviolet nous faisant défaut, elle constitue déjà pour eux une énergie spéciale particulière.

Le développement de chaque sens, et de chacune de ses variétés d'énergie spéciale (couleurs, odeurs) varie énormément, non seulement suivant les familles et les genres, mais même chez les espèces très rapprochées, chez les sexes de la même espèce. Une fourmi aveugle, l'*Eciton Hetschkoi* Mayr, a un mâle (*Labidus* d'autrefois) qui a des yeux énormes et trois gros ocelles. A côté de *Ponera*, ouvrières aveugles, il y en a qui ont de gros yeux. L'odorat varie moins dans les espèces rapprochées. Cependant l'*Eucera longicornis* avec ses immenses antennes est assez voisine de l'abeille dont l'odorat est peu développé. Il est vrai, comme le fait



remarquer WILL (l. c.) que beaucoup d'insectes ont quelque sens ou quelque variété de l'énergie spéciale d'un sens démesurément développée relativement au reste. C'est évidemment le résultat de la sélection naturelle, de l'adaptation à une fonction spéciale qui conserve l'espèce.

Tel est l'odorat des Silpha pour la chair putréfiée et des Aphodius pour les excréments, la faculté toute spéciale de percevoir avec grande finesse une certaine odeur, en particulier pour les mâles celle de leur femelle qu'ils éventent parfois à des distances évidemment fort grandes. Il suffit souvent de placer la femelle de quelque espèce très rare sur une fenêtre pour voir bientôt arriver un mâle. Vient le goût de chaque chenille pour sa plante ou ses plantes. Viennent ensuite les yeux démesurés des libellules qui leur servent à chasser dans les airs. L'abeille distingue presque toutes les couleurs, ce qui n'est pas le cas de la guêpe, etc., etc. Cependant il ne faut pas exagérer la portée de ces faits. Chez beaucoup d'insectes, les sens sont assez bien équilibrés. Je cite au hasard les guêpes, les mouches domestiques, la Formica rusa.

Les insectes combinent naturellement leurs divers sens dans leurs actes. Mais en général un sens principal est, comme la vue chez l'homme, le « sens directeur, » si je puis parler ainsi, celui qui dirige l'insecte en gros. C'est ainsi la vue qui joue ce rôle chez les insectes aériens, surtout chez les libellules et les papillons. Chez les fourmis ouvrières, c'est en général l'odorat, chez les araignées, c'est le tact, chez les chenilles, c'est le tact et le goût réunis. Au vol, les insectes qui ont un bon odorat ne s'en servent pas pour diriger le vol lui-même, mais seulement pour déterminer le but de ce vol dans la direction de quelque odeur éventée par les antennes. Ainsi une guêpe évente du miel dans une certaine direction. Elle volera dans ce sens, mais les détails précis de ses mouvements dans l'air

sont tous déterminés par la vue, et j'ai montré plus haut que dès qu'on l'en prive un vol déterminé devient impossible. Pour mieux éventer certaines substances, divers insectes se balancent en l'air par un mouvement de va-et-vient, ainsi les guêpes. Chez les insectes aptères en général, la combinaison de l'odorat avec le toucher remplace celle de la vue avec l'odorat, mais la vue joue aussi son rôle.

Je n'ai pas fait d'expériences sur les insectes aquatiques. Graber (loc. cit.) a trouvé qu'ils réagissent aux odeurs fortes venant de l'air à travers une faible couche d'eau. Cela montre que les substances qu'il a employées étaient rapidement absorbées par l'eau. L'odorat dans l'eau, par exemple chez les dytiques, a évidemment lieu par la perception des substances dissoutes dans l'eau au moyen des antennes. Ici l'odorat doit donc se rapprocher du goût, et peut-être les organes gustatifs jouent-ils un rôle relativement plus important que les antennes.

Qu'on me permette en terminant ces études de dire un mot du rapport des sens avec l'âme des insectes, c'est-à-dire avec les fonctions de leur système nerveux central. L'idée d'insecte rappelle presque toujours celle des instincts. Or les instincts sont tous liés à des perceptions sensorielles. Je crois en avoir donné quelques exemples frappants dans les expériences ci-dessus, entre autres dans l'action de l'amputation des antennes, sur l'instinct de la ponte chez les mouches, et sur les instincts sociaux des fourmis. La perception sensorielle est pour ainsi dire le ressort qui met la machine en mouvement. Mais on se tromperait bien grandement si l'on croyait avoir tout dit par là. La plupart des instincts subsistent certainement à l'état latent lors même que le sens qui leur correspond est détruit. Nous l'avons bien vu dans les rapports amicaux ou d'inimitié de nos fourmis à antennes coupées. Elles ne peuvent plus soigner leurs larves et leurs nymphes, parce qu'elles ne peuvent plus les reconnaître. Lorsqu'une de ces fourmis est perchée sur une nymphe, elle ne s'en doute pas et désire peut-être vivement en avoir une. Par contre elle dégorge de la miellée à une ennemie qu'elle distingue à son mouvement, mais qu'elle prend pour une compagne.

En un mot, si d'un côté les instincts ne peuvent se manifester sans les sens, les sens, même les mieux développés, sont d'un emploi extrêmement restreint chez les insectes stupides à cerveau peu développé. Un des faits les plus frappants pour démontrer la chose est fourni par les fourmis. Leurs mâles sont le sexe le plus favorisé au point de vue des sens. Ils ont des yeux très développés et des antennes à long funicule. Malgré cela, ce sont les êtres les plus empruntés, les plus maladroits qui se puissent imaginer. Ils ne connaissent pas même leur nid, se perdent à trois pouces de sa porte, ne savent presque pas distinguer leurs compagnes des fourmis d'une autre peuplade, sont ineptes à tous les travaux et se font nourrir par les ouvrières. Leur seul instinct est celui de féconder les femelles. Eh bien! leur cerveau proprement dit (corps pédonculés) est infiniment plus petit que celui des ouvrières, lors même que souvent leur taille est plus grande. Voilà la clef de l'énigme.

Plus les facultés intellectuelles de l'insecte se compliquent, plus il sait utiliser ses sens d'une façon variée. En quoi consistent donc les facultés de l'âme de l'insecte? Le cadre de ce travail ne me permet pas de faire de la psychologie comparée. Cependant nous pouvons constater en deux mots que les insectes ont les facultés suivantes :

- 1. Des mouvements dits volontaires, non pas seulement réflexes ou automatiques simples, mais très bien coordonnés, presque tous dictés par les combinaisons du raisonnement instinctif à l'aide d'impressions sensorielles et admirablement adaptés à leur but.
 - 2. Souvent une fort bonne mémoire des lieux, des cho-

ses et j'allais dire des personnes. Qu'on se rappelle comme les abeilles et les guêpes savent bien retrouver leur chemin sans antennes. On ne peut plus parler ici d'un « instinct aveugle, » car l'impression sensorielle n'est pas là pour les attirer directement. Il fallait, par exemple, que ma guêpe sans antennes citée plus haut reconnût par la vue les divers objets situés le long de son chemin, sans quoi elle n'aurait pas pu retrouver le miel qui était sur ma malle, en entrant par ma fenètre, car elle ne pouvait le voir qu'une fois entrée dans ma chambre. Ce n'était donc pas l'odeur directe ni la vue directe, mais c'étaient ses souvenirs visuels des objets qui la faisaient revenir à ma chambre. La mémoire des insectes varie beaucoup. Nous avons vu que certaines fourmis reconnaissent leurs compagnes au bout de plusieurs mois et que d'autres les ont oubliées au bout de six semaines. J'ai observé (voir plus haut) que les guêpes ont une beaucoup meilleure mémoire des lieux que les bourdons (Bombus), lors même que la vue de ces derniers est plutôt meilleure, et nous venons de voir que cette mémoire est indépendante des antennes. Les mâles de fourmis ne dénotent presque pas trace de mémoire, et c'est le cas de beaucoup d'insectes solitaires, mais pas de tous. Ainsi un Dytiscus marginalis que j'avais dans un bocal et auquel j'avais l'habitude de donner à manger quand je rentrais, finit par s'apprivoiser un peu. Au lieu de fuir au fond du bocal lorsque j'entrais, comme il le faisait au commencement, il se mettait à sauter presque hors de l'eau et saisissait immédiatement ce que je lui donnais, même le bout de mes doigts. Tranquille auparavant, il se mettait en mouvement des qu'il me voyait entrer. Il se souvenait donc que c'était moi (je ne crois pas qu'il m'eût distingué d'une autre personne) qui lui apportais à manger. Je suis même arrivé à faire manger cet insecte aquatique sur ma table. Seulement il s'y prenait instinctivement comme dans l'eau et tendait ses pattes antérieures en avant, ce qui

le faisait régulièrement tomber sur le dos, ce qui ne l'empêchait pas de terminer son repas.

Si nous tenons compte de ces faits nous devons comprendre que lorsque les insectes retrouvent leur chemin, ce n'est pas seulement qu'ils sont attirés par la même cause, ou qu'ils suivent une piste sans réfléchir, mais parce qu'ils utilisent leurs souvenirs. Donc les images sensorielles perçues dans le courant de leur vie peuvent être conservées et utilisées par les insectes, du moins par les plus intelligents. Un fait le démontre encore. Qu'on place en un lieu une assiette avec du miel, en automne. Les guêpes, attirées d'abord par l'odeur, viendront la visiter et s'en repaître. Qu'on l'enlève ensuite en leur absence et la remplace par une assiette vide; les guêpes y reviendront, à coup sûr, lors même que le miel n'y est plus. C'est ce que montrent les expériences de Lubbock, comme les nôtres.

Donc les insectes raisonnent, et les plus intelligents d'entre eux, les hyménoptères sociaux, surtout les guêpes et les fourmis, raisonnent même beaucoup plus qu'on n'est tenté de le croire quand on observe le mécanisme régulièrement reproduit de leurs instincts. Pour bien observer et comprendre ces raisonnements, il faut mettre leur instinct en défaut, comme je l'ai montré dans mes Fourmis de la Suisse. Alors on remarque les petits jets de jugement conscient, de combinaisons extrêmement bornées, il est vrai, qui en les secouant un instant de l'ornière de leur automatisme les aide à tourner les difficultés, à se décider entre deux dangers, etc. Au point de vue de l'instinct et de l'intelligence, ou plutôt de la raison, il n'y a donc pas de contrastes absolus entre l'insecte, le mammifère et l'homme. Chez l'insecte, les automatismes inconscients jouent de beaucoup le rôle prépondérant, se développent et se spécialisent à un point inouï, et, chose curieuse, arrivent souvent à produire des effets très analogues à ce que l'homme a trouvé avec sa raison. Qu'on

réfléchisse à l'esclavage et à l'élevage du bétail (des pucerons) chez les fourmis. Comme Pouchet l'a très bien fait remarquer l'instinct et la raison ne sont point en raison inverse
l'un de l'autre. Les insectes les plus intelligents sont en général ceux qui ont le plus d'instincts variés, mais pas toujours.
A mon avis il n'y a pas de concordance. Les dytiques et les
fourmis sont des insectes relativement intelligents. Les dytiques n'ont cependant pas d'instincts bien compliqués. Certaines chenilles qui ont des instincts très compliqués ne sont
cependant pas susceptibles de varier leurs actes et sont perdues
au moindre découragement. Donc leur intelligence est des
plus minimes. L'Apoderus coryli a un instinct très compliqué,
sans être intelligent à part cela.

L'instinct est le raisonnement organisé, systématisé, automatisé, c'est-à-dire devenu inconscient. Il semble qu'il faille bien moins de substance nerveuse pour le raisonnement fixé, instinctif ou inconscient que pour le raisonnement actuel, individuel, nouveau et combinateur, c'est-à-dire pour le raisonnement conscient. Il y a des deux chez tous les animaux qui ont un système nerveux, mais chez l'insecte le raisonnement conscient n'est qu'une étincelle qui sert de base à chaque nouveau complément de ses instincts si développés. L'oiseau a plus de conscience déjà dans ses instincts, le chien encore plus, et le singe en a plus que le chien. La semme a plus d'instinct et moins de conscience d'elle-même que l'homme. Et pourtant l'homme est tout bourré d'automatismes. Son système nerveux a la faculté potentielle de produire par éducation, par habitude individuelle acquise une foule presque infinie d'automatismes les plus divers, précédés chacun d'actes conscients. En réalité chaque cerveau humain ne réalise qu'une partie relativement minime de ces automatismes appelés habitudes, habiletés techniques, connaissances de toute espèce; mais cette partie minime est immense relativement au cycle instinctif borné d'un insecte, si admirablement adapté à son but spécial. C'est évidemment cette faculté potentielle qui nécessite la grande masse du cerveau humain — ou plutôt c'est la grande masse du cerveau qui la produit, tandis que le petit cerveau des insectes ne peut produire chez chacun d'eux qu'un très petit nombre d'automatismes définis dont le perfectionnement d'adaptation à un but très spécial supplée à l'invariabilité relative.

Enfin les insectes ont des passions qui sont plus ou moins liées avec leurs instincts. Et ces passions varient énormément suivant les espèces. Certaines espèces sont extrêmement irritables et colères. Ainsi les guêpes, les Formica rufa, les Formica exsecta, les Polyergus rufescens, en général les fourmis quoique à des degrés très divers, l'Ocypus olens parmi les coléoptères. Cependant une fourmi, robuste du reste, la Myrmecina Latreillei (Fourmis de la Suisse, p. 351) est douce, pacifique et craintive. Les carabes, quoique aussi carnassiers que l'Ocypus, ne sont pas irritables. La fureur du Polyergus rusescens peut le rendre comme sou et l'amener à tuer ses propres esclaves. Dans mes Fourmis de la Suisse, j'ai noté les passions ou traits de caractère suivants chez les fourmis : la colère, la haine, le dévoûment, l'activité, la persévérance et la gourmandise. J'y ai ajouté le découragement qui se manifeste parsois d'une façon éclatante lors d'une désaite, et qui peut devenir un vrai désespoir, la peur qui se manifeste chez les fourmis lorsqu'elles sont seules, tandis qu'elle disparaît lorsqu'elles sont en nombre. Je puis ajouter encore la témérité au moment où certaines fourmis, spécialement les F. sanguinea, sentant l'ennemi faiblir et se décourager, se jettent seules au milieu de masses toutes noires d'ennemis plus gros qu'elles, les bousculant sans plus observer la moindre précaution. Nous observons souvent une témérité analogue chez les guèpes.

Qu'on observe les espèces les plus stupides et l'on ne pourra presque plus reconnaître de passions, à part la faim,



la soif et les appétits sexuels. Ainsi chez les mâles des fourmis, chez les chrysomèles, chez les bombyx à l'état parfait, malgré leurs organes des sens fort développés.

Il est curieux de noter que l'intelligence paraît bien plus développée chez certains insectes à l'état de larve qu'à l'état parsait, ainsi chez les éphémères et les phryganes; mais c'est la grande exception.

Donc, lorsque nous étudions les mœurs d'un insecte, il nous faut tenir compte de ses facultés mentales aussi bien que de ses organes des sens. Les insectes intelligents sachant mieux se servir de ces derniers de diverses façons, il est possible de les étudier chez eux d'une manière plus variée et plus complète qui nous permet de mieux contrôler ce que nous faisons.

Pour avoir tout dit, je rappelle qu'il existe chez certains insectes de curieux organes sensoriaux décrits par divers auteurs. Je cite simplement les organes tympaniformes des pattes antérieures des grillides et des locustides, ceux de l'abdomen des acridiens et le curieux appareil des balanciers des diptères. Mais comme le but et les fonctions de ces organes sont encore absolument inconnus, je me suis abstenu d'en parler ici.

Fisibach, 21 août 1886.