gemäße Steigerung der Brotmengen, überhaupt der kohlehydratführenden Nahrungsmittel und der Gemüse nicht das unbedingt Rationellere wär Wie heißt es regelmäßig in den Tagesblättern, wenn irgend e Bessermacher sich unbefugter Weise hineinmischen will in Sachen der immerweisen staatlichen Vorsehung: Videant consules! — Ergo videant!

Pages myrmécologiques I.

Formicoxenus nitidulus Nyl.

Robert Stumper, candidat ingénieur-chimiste, Genève.

Natura maxima miranda in minimis!

Il convient, avant de vous présenter mes chères bestioles, que vous fassiez connaissance avec ce bout de terrain qui fut pendant quelques mois mon séjour favori et sur lequel j'eus la chance de faire les découvertes que j'ai le plaisir de vous soumettre.

J'avais établi domicile à Neuveville, jolie petite ville située sur le bord verdoyant du lac de Bienne. Cette localité, avec ses remparts, ses tours, ses fontaines, son vieux château, son petit train-train bourgeois, exhale un air exquis de tranquillité, j'ose dire de moyen âge, qui se reflète sur les figures de ses habitants, ce dont je me réjouis fort. Neuveville, appelé par les indigènes «la Neuveville», se trouve au pied du Jura bernois, dont les pentes abruptes exposées au Sud-Est forment un terrain accidenté et varié: un pêle-mêle des plus pittoresques de vignobles, de prairies, de terres incultes, de bois, d'éboulis, qui donne à la contrée un cachet particulier. On dit parfois qu'un beau désordre est un effet de l'art, eh bien! c'est là que j'en ai vu la preuve.

Au milieu de ce désordre, tout au-dessus de Neuveville, se trouve un petit coin de lande, un bout de terrain inculte, lavé par les pluies, brûlé par le soleil, embaumé par le thym et par la sapinière avoisinante et coloré par des myriades de capitules de centaurée et de chardon, bref un coin de terre soustrait aux tribulations de la culture, qui fut mon laboratoire en plein air. Disons-le de suite: ce recoin a été un véritable eden pour les hyménoptères, solitaires et sociaux. Bourdons et abeilles s'y donnèrent rendez-vous sur quelque corolle parfumée, frêlons et guêpes y vaquèrent à leurs occupations et — last not least — des fourmis de toutes les espèces s'y adonnèrent à une culture intense de leurs bêtes domestiques: les pucerons.

Mais ce n'est point tout! le terrain abandonné, situé à une altitude de 900 mètres, est un belvédère merveilleux. Là, devant vous, s'étend la nappe verte du lac, entrecoupée en forme de massue par l'Ile de Saint-Pierre, séjour favori de Jean-Jacques! Plus au fond: la vue se perd dans le paysage ondulé du Seeland bernois. Et, si le capricieux Phoebus le permet, tout ce tableau de maître sera bordé de dentelles par la chaîne des Alpes: Finsteraarhorn, Mönch, Jungfrau, Eiger, Blümlisalp.

C'est là, étendu dans l'herbe parfumée, me laissant rôtir par un soleil par trop ardent d'été St. Denis, c'est là que je compris ce fait frappant que la petite Helvétie ait produit tant de naturalistes illustres: de Candolle, de Saussure, Bonnet, les Huber, von der Linth, Heer, Forel, etc. etc. etc.!!! Dans un pays si favorisé par les Dieux, tout le monde porte en soi et le désir de pénétrer les mystères de cette nature grandiose, et les ébauches du naturaliste. Il ne reste plus qu'à déclancher un petit ressort, pour que toute cette surabondance d'amour pour la nature, acquise et emmagasinée pendant des générations, s'écoule comme une source limpide, produisant en petit ce que le milieu possède en immensément grand et beau.

Mais, revenons-en à nos bestioles! J'ai dit que les fourmis sont nombreuses sur notre terrain, elles y sont prépondérantes, faut-il ajouter. Il y en a un peu de toutes les espèces, néanmoins la Formica pratensis est la plus nombreuse. Elle y possède une quinzaine de ces dômes aplatis qui la font reconnaître. Ces dômes sont le centre d'attraction de mon coin. Car ils renferment une petite bête bien mystérieuse qui partage ces demeures avec leurs architectes légitimes. Hâtons-nous de la faire sortir de son refuge et de vous la présenter: c'est une toute petite fourmi, toute reluisante, rouge-brune, que la science a baptisée du nom de Formicoxenus nitidulus Nyl. Elle présente des mœurs bien bizarres, voilées jusqu'à ce jour par le voile d'une vie mystérieuse qui se déroule entièrement dans les recoins obscurs des dômes de fourmis. Ajoutez à cela la distribution sporadique, et vous comprendrez que l'on ne sait pas encore grand'chose à son sujet. Et ces mœurs singulières, cet étrange mode de vie trouve son expression morphologique dans le fait presqu'unique que voici: les mâles ressemblent à s'y méprendre aux ouvrières, et les femelles se trouvent reliées aux ouvrières par une série continue d'intermédiaires (voir fig. 1). Tout cela explique aisément que l'on s'attache à une question si intéressante, question qui a hanté les myrmécologistes à partir de Mayr jusqu'à Wasmann!

Or j'ai eu la chance de dérober quelques petits mystères à la vie cachée de Formicoxenus.

Les caractères essentiels de cette petite bête sont d'une part

son ergatomorphisme et de l'autre sa vie à l'intérieur des dômes. Elle est en outre très timide et très agile.

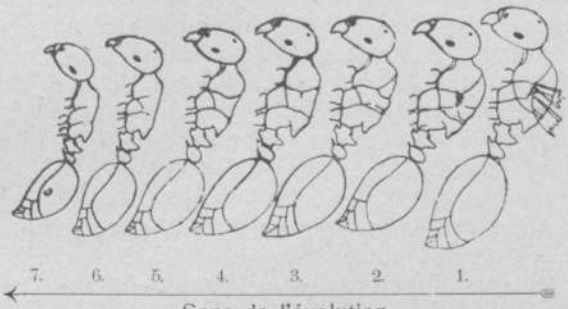


Fig. 1.

L'ouvrière atteint à peine 3 mm, la femelle normale (la macrogyne, d'après Wasmann) mesure 3,3—3,6 mm. Le mâle, comme nous l'avons indiqué, est aptère et ressemble à l'ouvrière, dont il diffère uniquement par ses antennes à 12 articles, c. à d. un de plus que l'ouvrière; ses mandibules sont plus petites et ses ocelles toujours bien développées. Les formes ergatogynes (= intermédiaires entre ♀ et ♂) diffèrent entre elles non seulement par la taille et par la couleur qui devient de plus en plus foncée à mesure que l'on s'approche de la macrogyne, mais surtout par la réduction progressive des pièces thoraciques (surtout notales et pleurales). J'ai pu distinguer une dizaine de ces formes, différentes les unes des autres tantôt par un caractère, tantôt par un autre. Et, chose curieuse, leur variation est si fortement exprimée que le nombre de facettes de l'œil composé diffère d'un groupe d'ergatogynes à l'autre.[1]) Les dimensions de l'œil restent constantes chez les différentes formes, la forme de l'œil est celle d'une ellipse, dont le petit axe mesure $^1/_{12}$ de mm et le grand axe $^1/_9$ de mm. Le nombre de facettes de l'ouvrière majeure est approximativement de 30 (Forel indique le nombre 45); celui d'une ergatogyne supérieure est de 68-75. On peut donc dire que le nombre de facettes oscille entre les valeurs 30 et 80.

De ce fait nous pouvons tirer une conclusion sur *l'orientation dans l'espace de* Formicoxenus. Santschi et Brun ont démontré, par des observations très intéressantes, que les fourmis s'orientent par l'odorat, par la vision, et secondairement par un sens kinesthétique. Brun a établi la loi, bien acceptable d'ailleurs, que l'orientation visuelle par l'intermédiaire de l'œil-bous-

[1]) Je me propose de classifier les ergatogynes, mais seulement après avoir fini mes études.

sole, est une fonction du nombre des facettes. Les grandes fourmis, dites supérieures, qui en présentent un très grand nombre (t 1200), s'orientent à peu près exclusivement par la vision. Formicoxenus (avec Solenopsis fugax) n'a qu'un nombre très restreint de facettes. En considérant également son mode de vie qui se déroule dans l'obscurité, on peut conclure avec une précision mathématique que le Formicoxenus s'oriente exclusivement au moyen de l'odorat (sens topochimique de Forel.) Ce chapitre reste à élucider expérimentalement, cela vaut la peine.

Les rapports de Formicoxenus avec ses hôtes,[2]) étudiés surtout par Adlerz et Wasmann, sont d'une parfaite indifférence mutuelle. S'il arrive qu'un hôte (qui est 3—5 fois plus grand que le métèque, se heurte contre un petit Formicoxenus, celui-ci «feint la mort», reste là et ne bouge pas. En simulant la mort, il rétracte ses appendices et reste dans cette position pendant quelques instants. Cet état tétanique, fort curieux, se retrouve chez un certain nombre de fourmis et chez d'autres articulés (cloportes, talitres etc. etc.) Ce comportement vis-à-vis d'un stimulus extérieur donne lieu à des considérations psychologiques. Analysons un peu ce phénomène.

Le fait de la simulation de la mort arrive chaque fois qu'une force extérieure vient à varier brusquement, lorsqu'on touche le Formicoxenus. La question qui se pose à présent, est de savoir si ce phénomène est conscient de la part de l'animal, en d'autres termes, si la conscience d'un danger intervient ou non. D'autre part, est-ce tout simplement un aspect particulier de ce qu'on appelle tropisme ou sensibilité différentielle?[3]) (Lœb, Bohn.)

Disons de suite que la notion de la conscience doit être éliminée de la psychologie animale, car nous ne pouvons jamais la démontrer chez les animaux. Je me rallie ici tout à fait au point de vue paralléliste de Claparède, seul point de vue scientifique, c.-à-d. que l'on peut interroger le monde animal par le moyen de deux méthodes: La méthode ascendante qui ne connaît

[2]) Formica pratensis, rufa, exceptionnellement F. truncicola, mais toujours l'hôte construit-il **des dômes en matières végétales accumulées.**

[3]) On appelle *tropismes*, l'ensemble des mouvements „*automatiques et irrésistibles ayant pour effet d'orienter l'organisme suivant la direction de l'excitant, et assurant ainsi son équilibre.*" (Bohn 1914, p. 117.)

Disons encore que le mot équilibre veut dire: rétablissement de la symétrie vis-à-vis de l'excitation. Sous la rubrique „*Sensibilité différentielle*", on range un ensemble de mouvements produits par la „réaction qui marque la sensibilité aux variations d'intensité d'une excitation." (Lœb 1914, p. 72.)

que le langage physico-physiologique et la méthode descendante, ne connaissant que des termes psychologiques. Le principe du parallélisme, sans s'occuper des rapports entre l'âme et le corps, sans s'occuper des idées métaphysiques (de l'interactionnisme de Descartes et du parallélisme de Spinoza!) réclame seulement et uniquement la légitimité de pouvoir aborder l'étude psychologique du comportement animal et par *un côté mécano-physiologique et par un côté psychologique*. En d'autres termes: «le parallélisme est la seule position possible pour qui veut travailler avec la méthode scientifique, c. à. d. sans préjuger ni le comment, ni le pourquoi des rapports entre l'âme et le corps, entre le côté subjectif et le côté objectif des phénomènes mentaux, ni les raisons de cette dualité», (Claparède 1901 p. 15). Toutefois le *point de vue paralléliste ne satisfait pas l'esprit humain*, qui a la tendance de scruter le plus loin possible les relations entre les choses qu'il connaît et celles qu'il ne connaît pas. Le parallélisme réclame donc, en outre, que si l'on est tenté de faire de la métaphysique, on la fasse en dehors du domaine de la biologie, dans son propre territoire: la philosophie. Après cette position de principes, revenons à notre Formicoxenus.

Bohn croit avoir prouvé que la simulation de la mort chez les arthropodes est due à la sensibilité différentielle. Pour venir à cela il emploie la méthode ascendante, il trouve des cas analogues chez les amibes, les rhizopodes, les vers tubicoles, les crustacés et il arrive enfin aux insectes. Il explique donc ce fait *uniquement* comme étant la réaction d'une variation brusque d'un excitant extérieur tel un choc. Cette manière de voir est parfaitement juste, mais Bohn exclut de prime abord toute possibilité d'une intervention psychique et par cela son attitude est trop extrême. Il faut bien se garder de ne pas tomber dans l'extrême opposé: l'anthropomorphisme, cela va sans dire, mais on doit toujours rester dans le juste milieu. Au point de vue finaliste, nous entrevoyons clairement l'utilité de la simulation de la mort, mais, gardons-nous bien de loger dans l'animal le raisonnement humain: «Simulons la mort, l'ennemi ne fera plus attention à toi et tu seras sauvé!» Mais par contre, nous pouvons expliquer amplement ce comportement, en disant que la simulation de la mort est un *réflexe composé*, réflexe acquis pendant l'évolution et conservé parce qu'il a été utile. Pour ma part, je me plais à croire que la simulation de la mort est une activité psychique *intermédiaire entre le réflexe simple* et l'instinct proprement dit. Après cela voyons ce que sont devenus nos Formicoxenus.

Les colonies du Formicoxenus, formées de 30—45 individus, peuvent parfois être très nombreuses dans un nid de Formica. J'ai trouvé des cas où le nombre des synoekètes atteignit celui

de leurs hôtes (p. ex. proportion 12:13). Les nids sont construits dans l'intérieur même du nid de l'hôte. Ce sont de petites cuvettes, comparables à de minuscules nids d'oiseaux, qui communiquent plus ou moins étroitement avec les galeries de la demeure de Formica. Wasmann a trouvé une colonie dans un vieux cocon de la cétoine dorée, qui vit, à l'état larvaire, dans les nids de Formica rufa et pratensis. J'ai déniché à Neuveville trois colonies dans des coquilles vides d'escargot; d'autres se trouvaient à l'aisselle des feuilles sèches d'une espèce sauvage du genre Allium. J'ai pu constater, en outre, que les Formicoxenus savent creuser des galeries à l'intérieur des troncs d'arbres (Pinus) qui servaient de base à une fourmilière de pratensis. Ces découvertes sont très instructives au point de vue psychologique, car celles démontrent que les instincts de nidification du Formicoxenus ne sont pas rigides, mais qu'ils sont très plastiques, sachant tirer parti de quelques avantages extérieurs.

Quant à la distribution des nids de Formicoxenus à l'intérieur des dômes de Formica, j'ai découvert la règle, qu'ils préfèrent la couche subpériphérique du dôme. Rappelons vite que la structure de ceux-ci est la suivante: En pénétrant dans l'intérieur d'un dôme pareil, on rencontre les couches successives que voici (voir fig. 2):



Fig. 2.

1. Une couche périphérique, mince, formée de débris végétaux (aiguilles de sapins etc.)

2. Une couche subpériphérique, compacte, construite avec des débris végétaux plus fins qui sont cimentés par de la terre. Cette couche donne au dôme d'une part sa stabilité et garantit de l'autre côté la résistance aux forces atmosphériques (vent, pluie, chaleur etc.) Nous trouvons donc les Formicoxenus surtout dans cette couche.

3. Vers le centre du dôme, des matières plus grossières (brins d'herbes, ramilles, pailles, pétioles) prennent le dessus, néanmoins, il n'y a pas de ligne de démarcation nette entre cette couche et la précédente. Cette couche garantit l'aération, l'élasticité et la conservation de la chaleur.

4. Ces trois couches, formées de matières végétales, reposent enfin sur le nid de terre proprement dit. Souvent ce nid est remplacé par un tronc d'arbre ou par un amas de pierres.

Les Formicoxenus suivent, soit individuellement, soit en se portant mutuellement à la manière des Myrmicinae, leurs hôtes, lorsque ceux-ci déménagent pour s'établir dans un nouveau nid.

Les proportions entre les différentes classes d'individus et les proportions entre les différents sexes sont pour les exemplaires de Neuveville les suivantes: [5])

FORME	%	NOMBRE TOTAL
Femelle ailée	1 %	
Macrogynes (sans ailes)	23 %	31 % de femelles.
Microgynes	7 %	
Ergatogynes	23 %	23 % d'ergatogynes.
Ouvrières (forme majeure)	13 %	
Ouvrières (forme mineure)	21 %	34 % d'ouvrières.
Mâles	11 %	11 % de mâles.

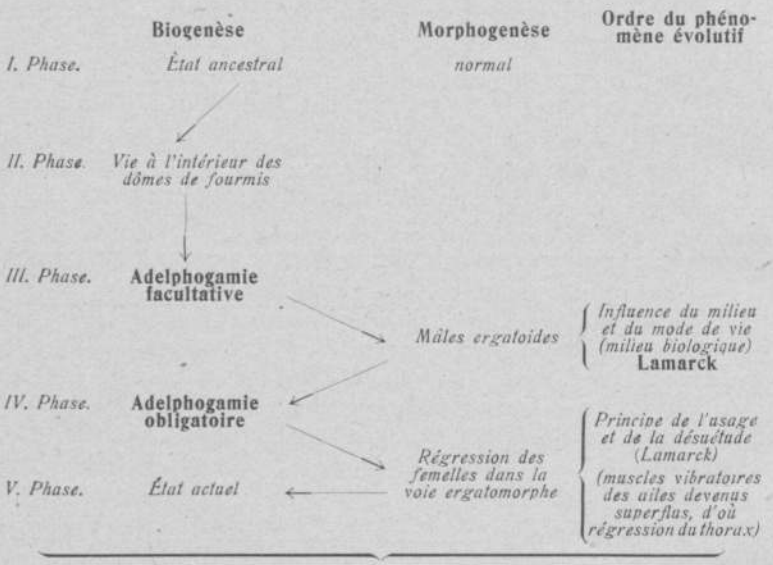
On trouve dans la littérature (p. ex. Escherich 1917, p. 78) des citations suivant lesquelles les ergatogynes formeraient plutôt des exceptions, j'en peux démontrer le contraire par le dénombrement susdit. Ajoutons, toutefois, que la région ensoleillée du Jura, exposée au Sud-Est, constitue un centre de Formicoxenus, présentant un caractère quelque peu exceptionnel.

De ces données purement statistiques, on peut tirer des conclusions très intéressantes. En considérant, en effet, le caractère aptère des mâles et en considérant en outre le fait que les femelles fécondées jettent leurs ailes, on peut dire que l'accouplement des deux sexes de Formicoxenus se fait dans le nid même. Or, ce mode de copulation est forcément consanguin (incesté = adelphogamie (Forel) = Inzucht). Si les femelles fécondées par leurs frères restent dans la demeure primitive, le nombre de Formicoxenus croîtra donc avec le temps, de là nous comprenons le fait de la «centralisation» des Formicoxenus. En résumé: *tout un ensemble de faits biologiques et géographiques trouve son explication causale dans cet accouplement consanguin.*

Je crois avoir expliqué, dans deux publications précédentes, que le développement et la conservation des mâles ergatoïdes sont dus également à leur mode de copulation. Voici, pour aider à mieux comprendre les choses, un tableau schématique:

[5]) Ces nombres ne sont qu'approximatifs, vu que j'ai envoyé un assez grand nombre d'exemplaires à mes correspondants et que j'en ai donné en outre au musée zoologique de Lausanne.

Phylogenèse de Formicoxenus nitidulus Nyl.



Etat actuel:

1) *Caractères biologiques: a)* Myrmécophilie avec fourmis acervicoles (= construisant des dômes.)
b) Adelphogamie prononcée.

2) *Caractères morphologiques: a)* Ergatomorphisme du mâle.
b) Tendance et dissolution ergatomorphe de la femelle.

Sans entrer dans les détails des idées évolutionnistes qui se présentent à propos de l'arbre généalogique de Formicoxenus, je tiens à dire que j'attribue à l'adelphogamie une force morphogène supérieure à celle du mode de sa vie myrmécophile.

En résumé: Les Formicoxenus trouvent actuellement dans les dômes de leurs hôtes un abri, de la chaleur bien régulière et une protection efficace contre des ennemis multiples. Il reste à savoir s'ils y trouvent également leur nourriture. Mes observations et mes expériences me portent à croire que les Formicoxenus trouvent leur nourriture dans les nids de leurs hôtes *et spécialement dans les dômes.*

J'ai pu constater que les Formicoxenus ont une préférence prononcée pour la *nourriture liquide;* ils la préfèrent de loin à une nourriture plus visqueuse ou plus substantielle (sirop — miel — sucre). Je leur ai donné des larves de fourmis, blessées auparavant: les Formicoxenus suçaient le jus qui en sortait, mais ne s'attaquaient pas au corps même de la larve. La même chose

se passait avec une baie de raisin. J'en ai conclu qu'ils pourraient bien trouver leur nourriture dans l'eau *d'infiltration des dômes*. Une observation ultérieure m'a confirmé cette intuition: Lors d'une pluie prolongée, j'ai constaté avec étonnement que les 96 % des Formicoxenus avaient l'abdomen gonflé (comme toutes les fourmis qui viennent d'absorber une grande quantité de nourriture), tandis que 3 % seulement de leurs hôtes présentaient le même caractère. Il faut encore trouver à cette théorie un fondement chimique (que je suis en train de chercher) pour qu'elle soit entièrement acceptable et qu'elle réponde aux exigences logiques de la Science.

L'eau de pluie, en tombant sur un dôme de fourmis, donne naissance aux phénomènes physico-chimiques suivants:

En traversant les couches successives du dôme (voir fig. 3)

Schème du cycle des phénomènes physiques et biochimiques qui s'accomplissent dans les dômes de fourmis.

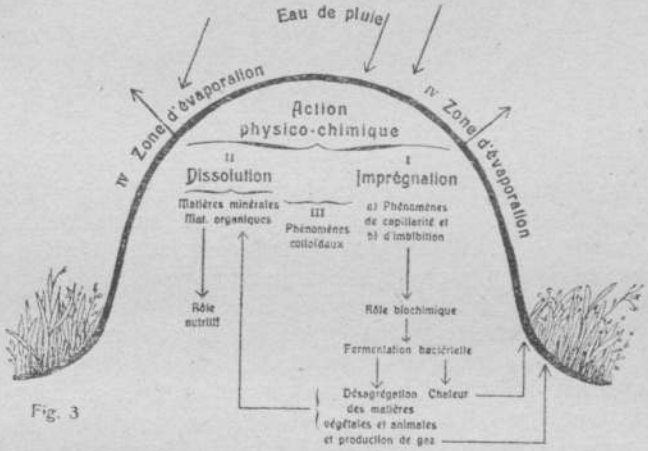


Fig. 3

Fig. 3.

l'eau de pluie (qui est l'eau naturelle la plus pure, présentant donc un grand pouvoir dissolvant), se sature de matières *minérales* (ions $\overline{Po_4}''$; $\overline{Co_3}''$; $\overline{So_4}''$; $\overline{Cl}'$ et Ca^+, K^+ etc. etc.) et de matières *organiques* (acides et sels humiques etc.) provenant d'une décomposition bactérielle des matières végétales accumulées.

La quantité d'eau d'infiltration absorbée par les fourmis est évidemment fort minime, mais

1° *L'assimilation* des matières nutritives se fait d'autant plus vite, que les matières sont plus diluées;

2° *L'élimination* de l'eau épuisée et chargée de produits désassimilés se fait donc également plus vite.

Et conséquemment 3° *La quantité minime de matière*[1]) *nutritive dissoute* est compensée par une absorption plus rapide (des prises successives) d'une plus grande partie d'eau d'infiltration.

Résumons le cycle physico-chimique de l'eau d'infiltration à l'intérieur *des dômes de fourmis:*

Nous constatons que l'eau de pluie, qui arrose un dôme, donne lieu aux phénomènes successifs suivants:

1) *Imprégnation:* donne lieu à des fermentations.
2) *Dissolution:* donne le liquide nutritif.
3) *Phénomènes colloïdaux* (Pseudosolutions dont la valeur n'a pas encore été examinée pour les fourmis.)
4) *Evaporation.*

Me voici arrivé à la fin du petit travail qui résume mes idées actuelles sur le genre de vie de Formicoxenus nitidulus. Je serais heureux, si, par les lignes précédentes, je pouvais engager l'un ou l'autre de mes lecteurs à faire des recherches parallèles.

Genève, mai 1918.

Bibliographie.

1. *Adlerz G.* Formicoxenus nitidulus. Stockholm 1884.
2. *Bohn G.* La naissance de l'intelligence. Paris 1914.
3. *Bohn G.* La nouvelle Psychologie animale. Paris 1911.
4. *Brun R.* Das Orientierungsvermögen der Ameisen. Jena 1914.
5. *Claparède Ed.* Les animaux sont-ils conscients? Genève 1901.
6. *Escherich K.* Die Ameise. Braunschweig.
7. *Forel A.* Les fourmis de la Suisse. 1874.
8. *Forel A.* Etudes myrmécologiques en 1886. Ann. d. l. Société Entom. de Belgique.
9. *Janet Ch.* Rapport des animaux myrmécophiles avec les fourmis. Limoges 1897.
10. *Lœb J.* Conception mécanique de la vie. Paris 1914.
11. *Wasmann E.* Das Gesellschaftsleben der Ameisen. Münster 1915.
12. *Wheeler W. M.* Ants, their structure, development and behavior. New-York 1913.

[1]) Je crois que la même chose se produit chez l'homme qui boit de la bière.