



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

C A R I B B E A N F O O D C R O P S  
S O C I E T Y  
( C F C S )  
XIV th Meeting

*Quatorzième Congrès  
de la*

SOCIETE INTERCARAIBE POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES

*Guadeloupe*

*Martinique*

*27 - 29 Juin*

*30 Juin - 2 Juillet 1977*

*Sponsored by*

*Organise par*

L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (I.N.R.A.)

*with the aids of*

*Avec les aides*

*de la*

DELEGATION GENERALE A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

(D.G.R.S.T.)

*and of the*

*et des*

CONSEILS GENERAUX

CHAMBRES D'AGRICULTURE

DE LA GUADELOUPE ET DE LA MARTINIQUE

*with the technical assistance of the following organisms*

*avec le concours technique des organisations suivantes*

*ORSTOM - IRFA - IRAT - CTGREF - DDA -*

*And the participation of Institutions of 15 Caribbean territories*

*Et la participation des Institutions de 15 pays de la Caraïbe*

SOUS le PATRONNAGE de MM. LES PREFETS de la GUADELOUPE  
et de la MARTINIQUE

Hôtel Arawak

Gosier - Guadeloupe

Hôtel Méridien

Trois Ilets - Martinique

DONNÉES NOUVELLES SUR L'INVASION DE LA GUADELOUPE PAR  
*ACROMYRMEX OCTOSPINOSUS* REICH. (FORMICIDAE, ATTINI)

II- BASES ETHOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES D'UN CONTROLE INTEGRE

A. KERMARREC<sup>(°)</sup> - G. MALATO<sup>(°°)</sup> - G. FEBVAY<sup>(°)</sup>

---

A - NOTIONS GENERALES SUR LES ATTINES : LES DIMENSIONS DU PROBLEME

"Go to the Ant, thou sluggard ; consider her ways and be wise : which having no guide, oversees or rules, provideth her meat in the summer, and gathereth her food in the harvest" SALOMON : Proverbes.

"On a dit que les fourmis étaient les maîtresses du sous-sol de la terre, comme l'homme est maître du sol" BERGSON, l'Evolution créatrice, 1908.

Depuis toujours les insectes sociaux, et les fourmis en particulier, ont soulevé l'intérêt et l'admiration par leur comportement de groupe.

Les myrmicines de la tribu des Attini partagent avec les termites macrotermitines et certains insectes coléoptères xylophages, l'habitude sophistiquée de cultiver et de consommer un champignon. Il est probable que toutes les attines ont eu un ancêtre commun en Amérique du Sud, durant la longue isolation géographique de ce continent, du mésozoïque à près de 4 millions d'années de notre ère. Placées pour leurs ravages au même rang que le locuste, les attines ne sont pourtant que peu étudiées et les connaissances actuelles restent fragmentaires, très générales et souvent même anecdotiques.

Le problème doit être posé d'entrée d'une manière pan-américaine et les définitions données par un colon portugais du XVIIe siècle, (in WILSON, 1974) rendent compte de l'ampleur du problème : les Atta sont les vrais propriétaires de la vallée de l'Amazone ; les vrais conquérants et les rois du Brésil ; le Brésil n'est qu'une grande fourmilière..."

De nos jours, les Brésiliens, confrontés par le développement de leur agriculture à des problèmes bien plus importants, sont plus prosaïques et affirment que "le Brésil tuera la fourmi ou la fourmi tuera le Brésil".

Cette démesure, cette inégalité dans la compétition entre les sociétés de l'homme et des attines, est une des données de base du problème et peut être à l'origine de l'actuelle relative défection de la recherche.

Un nid d'Atta sexdens atteindra en 3 ans les paramètres sociaux suivants 1000 entrées ; 1027 chambres souterraines dont 390 fonctionnelles ; 38 500 mâles et 5300 femelles vierges essaimées dès la première année de sexualisation ; 23 m<sup>2</sup> de terre (soit 40 T) excavés et 6 T de feuillage composté. Ces nids s'enfoncent jusqu'à 6 m de profondeur et seul le bulldozer en permet l'étude. Ajoutez à cela une densité de près de 100 nids à l'hectare, une longévité de la reine d'environ 10 ans et la formidable homéostasie d'un superorganisme dominant écologiquement le terrain depuis des centaines de milliers d'années. L'homme est venu après.

Assez curieusement, les questions scientifiquement les plus étonnantes, qui sont celles posées par la symbiose, la nature et la physiologie coévolutive des symbiontes, ne sont pratiquement pas étudiées.

---

(°) Station de Zoologie et Lutte Biologique - I.N.R.A. Antilles-Guyane, Domaine Duclos 97170 - Petit-Bourg (Guadeloupe)

(°°) Service de la Protection des Végétaux - B.P. 47 - 33150 CENON-LA-MORLETTE

Tableau 1 - Classement des genres (regroupant quelques 100 espèces) des attines en fonction d'une évolution croissante dans l'ectosymbiose avec un champignon lui-même de plus en plus évolué. Le dernier genre (1) est un parasite social de *Acromyrmex lundii* en Argentine. (Selon WILSON, 1974).

*(Genera of attine ants (representing about 100 species) ordered from the less to the most sophisticated king of ectosymbiosis with a fungi (according to WILSON, 1974).*

Famille des <i>Formicidae</i> , sous-famille des <i>Myrmicinae</i> , Tribu des <i>Attini</i>	
Genres :	
- Apterostigma	- Mycocephurus
- Myrmicocrypta	- Mycetosoritis
- Sericomymex	- Trachymymex
- Cyphomyrmex	- Acromymex
- Mycetophylax	- Atta
- Mycetarotes	- Pseudoatta (1)

Le degré d'évolution -de spécialisation- est maximal dans le genre *Atta*. Le comportement le plus primitif consiste à utiliser les défécations d'insectes comme compost pour l'indispensable myciculture. A l'opposé, les plus évoluées des Attines utilisent leurs propres fèces pour engraisser le végétal fraîchement découpé, et of- au champignon symbiote un substrat prêt à l'emploi. Ce processus d'ordre biochimique aboutit à un cycle court de minéralisation, relativement rare dans les agrobiocénoses connues.

## B - NOTIONS PARTICULIERES : SUPERORGANISME, ALTRUISME ET HOMEOSTASIE

1 - SUPERORGANISME : Dès la parution de l'ouvrage de W.M. WHEELER en 1911 "The Ant Colony as an Organism", la notion de superorganisme domine la littérature sur les insectes sociaux. Depuis 1950, et parce que la pensée scientifique s'est focalisée sur des problèmes plus spécifiques (donc plus étroits), cette notion-hypothèse est restée au second plan. Il est regrettable qu'une idée prometteuse, riche en développements théoriques et méthodologiques, vérifiable au moins pour partie par les moyens biochimiques, et mathématiques (modélisation) actuels, ait pu être délaissée aussi vite. Certes, l'analogie avec un organisme aux voies métaboliques et aux régulations physiologiques complexes ne doit pas être brutale ni immédiate. Inversement, le rejet ne doit pas reposer sur une simple question de sémantique. L'approche synthétique que ce concept soutend reste utile dans les études sociobiologiques.

Nutrition, reproduction et défense se trouvent sous la pression adaptative d'un comportement unitaire qui, au niveau du groupe estompe le désordre individuel. WHEELER, en 1928, parlera "d'un tout vivant penché sur la préservation de son équilibre mouvant et de son intégrité". L'apparente anarchie idiosyncrasique<sup>1</sup> de l'activité individuelle aboutit par une résultante sociale à un but, un ordre et une efficacité évidentes. Les moyens mis en oeuvre sont multiples et de tous ordres (biochimiques; physiques, biologiques) mais pratiquement pas étudiés. Ce comportement unitaire associe des cycles adaptifs de croissance et de reproduction à une organisation génétique haplodiploïde. La séparation des individus en "germoplasmes" (mâles et femelles)

(<sup>1</sup>) Idiosyncrasie : n.f., réaction individuelle, propre à chaque tempérament.

et en "somatiques" (ouvrières) procure à la société une plus grande panoplie de voies et de moyens pour un but unique : la survie sociale.

## 2 - ALTRUISMES

"Depuis que la fourmi est fourmi, elle a toujours vécu de même ; elle n'a eu qu'une seule volonté, qu'une seule loi et cette volonté, cette loi ont constamment pour base l'amour de ses semblables". LATREILLE, 1802, HISTOIRE NATURELLE DES FOURMIS

Une notion pressentie depuis longtemps mais dont on ne mesure qu'actuellement le rôle dans la réussite du modèle particulier des sociétés de fourmis, est l'altruisme individuel. Éliminons d'abord les mâles, seuls haploïdes de la société et qui, ne servent qu'à fertiliser les jeunes reines. Ils ne présentent, au travers de l'haplodiploïdie, qu'une parenté faible avec les ouvrières filles et qui décroît fortement chez les ouvrières nièces (WILSON, 1974). La polyandrie, soupçonnée chez de nombreuses attines (fécondations multiples chez une même femelle), diminue encore cette parenté. Le comportement des mâles reste individualiste, presque asocial et parasite, créant une surcharge momentanée dans le nid.

L'altruisme des femelles, toutes diploïdes, est bien établi. Elles ont en commun 3/4 de leurs gènes et l'on peut observer chez chaque individu un comportement individuel suicidaire au bénéfice des soeurs. L'altruisme le plus commun dans les sociétés animales est celui de parent à descendance ; plus surprenant sont les soins prodigués par les enfants aux parents et entre descendants aux degrés de parenté divers. Les soldats d'Atta ou les grandes ouvrières de *Acromyrmex* se placent après une courte agitation due aux phéromones d'alarme mandibulaires, dans une position agressive face au danger maximal. Une autre forme d'altruisme se retrouve dans le comportement des individus devenus inutiles par blessure ou maladie. Ceux-ci, soit quittent le nid d'eux-mêmes, soit, après avoir signalé leur état (phéromone), se laissent porter hors du nid sans opposer aucune résistance (nécrophorisme). WILSON (1974) considère que les blessés ne sont utiles qu'à la défense (suicide) et les mourants posent des problèmes sanitaires (surcharge). Ce type de comportement a pu être observé lors de nos essais d'agents pathogènes mycotiques : un individu porteur de spores d'*Entomophthora coronata* se laissera emporter immobile, replié sur lui-même en position nymphale, et déposer -sinon lâché de très haut- dans la poubelle de la société. Le toilettage mutuel semble jouer le rôle d'une surveillance sanitaire fondée sur une rencontre et une inspection des individus deux à deux.

La trophallaxie, autre forme d'altruisme, est très importante pour le contrôle des attines, par le lien qu'elle crée entre tous les individus. L'estomac communautaire fonctionne en dispensateur d'aliments liquides. Un proventricule modifié permet un stockage complexe et un système de pompe actionne la régurgitation. Ce comportement a pu être mis en évidence grâce à un colorant vital chez *Acromyrmex octospinosus*. De grandes ouvrières, en diète complète, ont été alimentées par les petites et moyennes ouvrières du même nid. Ces derniers pouvaient circuler librement, au travers d'une grille, entre leurs soeurs et une source glucidique colorée. En général ce comportement ne nécessite pas de sollicitation.

Il est possible, enfin, que l'altruisme existe au niveau d'un nid : une polygynie sera acceptée, par tolérance altruistique, comme solution de survie d'un peuplement en voie de disparition dans un contexte écologique limitant. D'autres mécanismes individuels ou sociaux, prouvent la réalité d'un altruisme fondamental et il faudra en tenir compte dans la mise au point de méthodes intégrées de contrôle.

Epiphénomènes sans signification, entropomorphismes ou réalités objectives, la discussion restera encore longtemps ouverte.

### 3 - HOMEOSTASIES

Les deux concepts superorganisme et altruisme sont, évidemment, imbriqués dans leurs réalités et viennent en amont de celui d'adaptabilité des sociétés face aux conditions des environnements instables.

L'haplodiploïde ainsi que la polyandrie n'autorisent qu'une faible consanguinité à long terme. La relative plasticité et la rusticité des attines expliquent pour une grande part leur réussite dans la conquête et l'utilisation du terrain

Une propriété fondamentale de toute vie est l'aptitude à maintenir des états physiologiques stationnaires. Ces points moyens, autour desquels une certaine variation due aux conditions extérieures reste permise, peuvent être de nature individuelle ou sociale. L'adaptabilité d'une société d'insectes sera mesurée par l'éloignement du point de non-retour à l'état stationnaire correspondant à la stabilité. Deux aspects, au moins, de l'homéostasie (parmi de nombreux autres) nous intéressent directement pour le développement de nos travaux :

1 - Le degré d'appartenance des attines au groupe écologique des espèces fugitives ou opportunistes.

2 - Le degré de complexité développé tant au niveau du polyethisme qu'à celui des relations physiologiques et coévolutives liant les deux symbiotes.

Une espèce opportuniste forme une société mobile et instable migrant aisément, exploitant un site à fond puis déménageant couvain et reine à la recherche d'un autre, plus propice. Toutefois, les sociétés très élaborées sont aussi les moins mobiles et le genre *Atta* ne migrera que sous la pression d'une forte perturbation sublethale. En place dans le sol, la société présente une homéostasie considérable mais la solution complexe et lourde d'un déménagement précipité, a pu être observée à maintes reprises. Sous l'action expérimentale d'agents biologiques, (nématodes mycophages) nous avons pu induire le déplacement des sociétés d'*Acromyrmex octospinosus*.

Le degré de complexité du fonctionnement social peut être décrit par la polygynie, la division du travail liée à un polymorphisme accentué, la séparation en haplodiploïdes et en stériles-fertiles, la trophallaxie... qui sont autant de moyens pour un but unique. Les travaux de WHEELER prolongés par ceux de EMERSON (1938 à 1962) tendent à montrer que l'évolution des sociétés d'insectes, est dirigée vers une complication permettant l'introduction de l'homéostasie dans chacune des colonies individuelles. La division du travail, en accroissant l'efficacité, l'intégration et la coopération, a permis d'accéder à une organisation plus complexe, première étape vers une homéostasie face aux contextes bioclimatiques, trophiques, et agressifs du milieu. Cette homéostasie se signale alors au niveau de la société par des conditions microclimatiques, défensives et nutritionnelles optimales et autoreglées.

Chez les attines, l'homéostasie fait de plus intervenir une fonction très particulière : la myciculture. L'adjonction de processus symbiotiques ayant leur origine dans une longue co-évolution entre un animal et une plante augmente d'autant la complexité de la société. Cette symbiose repose sur des mécanismes biochimiques d'ordres enzymatique, antibiotique et hormonal. Le leucocoprin est cultivé d'une manière quasiment pure sur un matériel végétal importé et support d'une microbiocénose complexe. Placé, *in vitro*, sur milieu nutritif ce compost libère une multitude de germes compétiteurs *quiescents* qui asphyxient immédiatement le développement d'un basidiomycète. De même, lorsque l'on tue les fourmis *in situ* sans nuire chimiquement au jardin fongique, celui-ci est aussitôt envahi par l'ensemble de la microfaune et microflore environnante. Les outils de myciculture, encore mal définis à ce jour, sont aussi des paramètres favorisant l'homéostasie.

Quel sera le devenir, dans un tel contexte, des germes d'agents pathogènes ou parasitaires que nous avons sélectionnés récemment pour leur bonne virulence *in vitro* ?

Déjà, en 1877, ESPINAS affirmait que les fourmis ont accédé à cette supériorité éthologique et sociale face aux pressions de sélection du contexte tellurique. L'évolution créatrice nous a donc placé devant des compétiteurs d'une ingéniosité remarquable et leur contrôle doit passer par la mise en oeuvre de moyens scientifiques à la mesure de la complexité sociale. L'ensemble des moyens de lutte utilisés à ce jour ne repose pas encore sur une connaissance réelle et fine de la biologie des attines, mais sur un classique empirisme technique du type : "marche-marche pas".

Le but ne saurait être atteint par une seule équipe de chercheurs isolés, mais plus sûrement par une concertation pluridisciplinaire et internationale.

### C - CONCLUSION ET AVENIR

Les concepts développés laissent prévoir qu'une lutte chimique ou biologique classique n'est pas adaptable au cas particulier des Attines. Comme les résultats au laboratoire nous le confirment, une méthode de lutte positive *in vitro* au niveau individuel pourra être totalement inefficace pour la destruction *in vitro* de ce superorganisme que représente un nid d'Attines.

A la suite de ces premiers travaux deux directions de recherche pour cette lutte ont été privilégiées.

La première est localisée sur la liaison obligatoire et symbiotique de la fourmi et son champignon. Bloqué à un niveau quelconque cette liaison entraînerait un déséquilibre aboutissant à la disparition de cet ensemble si bien réglé.

Le second axe qui nous semble intéressant permet de contourner les deux contraintes que nous imposent l'altruisme et l'homéostasie : Nous avons vu en effet que tout agent de destruction individuelle devenait inutilisable au niveau de la colonie car les sujets atteints étaient immédiatement éliminés. La solution envisagée est d'utiliser des agents à effet retard, effet qui ne se déclarerait qu'à l'intérieur du nid et d'autant plus massivement et rapidement qu'il repose sur la trophallaxie entraînant une contamination rapide de tous les éléments d'une colonie. Cet effet retard pourrait être obtenu par une encapsulation de l'agent actif (insecticides, spores, pathogènes, bio-agents...) dans une gaine qui ne devrait être digérée qu'à l'intérieur du nid par les différentes sécrétions des attines (liquide rectal, salive sucs intestinaux,...).

Une voie parallèle mais encore très sophistiquée serait la recherche de molécules déviatrices de comportement social utilisée en adjuvants.

Ces buts ne peuvent être atteints que si nous possédons une meilleure connaissance de la symbiose fourmis-champignon. Celle-ci, très peu étudiée jusqu'à présent, semblerait être principalement enzymatique (MARTIN et al., 1970 et 1975). De plus, une connaissance parfaite des activités enzymatiques des sécrétions de la fourmi est également indispensable pour permettre la définition chimique de la coque des micro-capsules qui doit conférer un effet retard à des agents trop actifs.

Ces différentes considérations nous ont amenés à entreprendre l'étude de cet ensemble fourmis-champignon sous l'angle biochimique et principalement dans ses aspects enzymatiques.

BIBLIOGRAPHIE

- BLANCHE (D.). - La Fourmi-manioc. Ministère de l'Agriculture, Service de la Protection des Végétaux de Fort de France, 1962.
- BLANCHE (D.). - Appâts empoisonnés contre la fourmi-manioc de la Guadeloupe. Congrès de la Protection des Cultures Tropicales. Compte-rendu des Travaux, 449-454, 1965.
- CHERRETT (J.M.) et MERRETT (M.R.). - Baits for the control of leaf-cutting ants : III Waterproofing for general broadcasting. Trop. Agric. Trinidad, 46, n° 3 1969.
- CHERRETT (J.M.). - Some aspects of the development of toxic baits for the control of leaf-cutting ants. International Union for the Study of Social Insects, VII° International Congress. University of Southamfton, 69-75, 1973.
- EMERSON (A.E.). - Termite nests - a study of the phylogeny of behavior. Ecological Monographs, 8 (2) ; 247-284, 1938.
- EMERSON (A.E.). - Vestigial characters, regressives evolution and recapitulation among termites : In Proceedings of the New Delhi symposium, 1960, Termites in the humid tropics. UNESCO PARIS., 17-30, 1962.
- ETHERIDGE (P.) et PHILLIPS (F.T.). - Laboratory evaluation of new insecticides and bait matrices for the control of leaf-cutting ants (*HYMENOPTERA, FORMICIDAE*). Bull. Ent. Res., 66, 569-578, 1976.
- MALATO (G.) et KERMARREC (A.). - Problèmes posés par la lutte chimique contre la fourmi-Manioc : *Acromyrmex octospinosus* REICH. en Guadeloupe. Nouv. Agron. Antilles-Guyane, 2, 3, 193-210, 1976.
- MARTIN (J.S.) et MARTIN (NM.). - The biochemical basis for the symbiosis between the ant, *Atta colombica tonsipes* and its food fungus. J. Insect. Physiol., 16 109-119, 1970.
- MARTIN (N.M.), BOYD (N.D.), GIESEHMANN (M.J.) et SILVER (R.G.). - Activity of faecal fluid of a leaf-cutting ant toward plant cell wall polysaccharides. J. Insect. Physiol., 21, 1887-1892, 1975.
- PHILLIPS (F.T.), ETHERIDGE (P.) et SCOTT (G.C.J.). - Formulation and field evaluation of experimental baits for the control of leaf-cutting ants (*HYMENOPTERA, FORMICIDAE*) in Brazil. Bull. Ent. Res., 66, 579-585, 1976.
- PHILLIPS (F.T.), ETHERIDGE (P.). - New insecticides to replace Mirex. Attini News Letter, n° 2, 1977.
- WEBER (N.A.). - Gardening ants - The Attines. Mem. Am. Phil. Soc., 92, 146 p., 1972.
- WHEELER (W.M.). - The ants colony as an organism. Journ. Morphol. 22, 2, 307 - 325, 1911.
- WHEELER (G.C.). - The social insects : their origine and evolution. éd. : Kegan Paul, Trench Trubner and Co ; Ltd ; London, 378 pp., 1928.
- WILSON (E.O.). - The Insect Societies. éd. : The Belknap press of Harvard University Press, CAMBRIDGE, Massachusetts. 548 pp., 1974.



RESUME

Les concepts majeurs présidant à la réussite des sociétés d'attines défoliatrices sont développés : superorganisme, altruisme et homéostasie. De nouvelles voies de recherches sur le comportement et la physiologie de fourmi-manioc peuvent être dégagées et intégrées aux derniers développements de l'industrie chimique phytosanitaire.

SUMMARY

ETHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL DATAS FOR AN  
INTEGRATED CONTROL OF PARASOL ANTS

Three basic concepts are developed : superorganism, altruistic behaviour and homeostasis. New directions of research are underlined as to build an integrated and rational control of parasol ants.

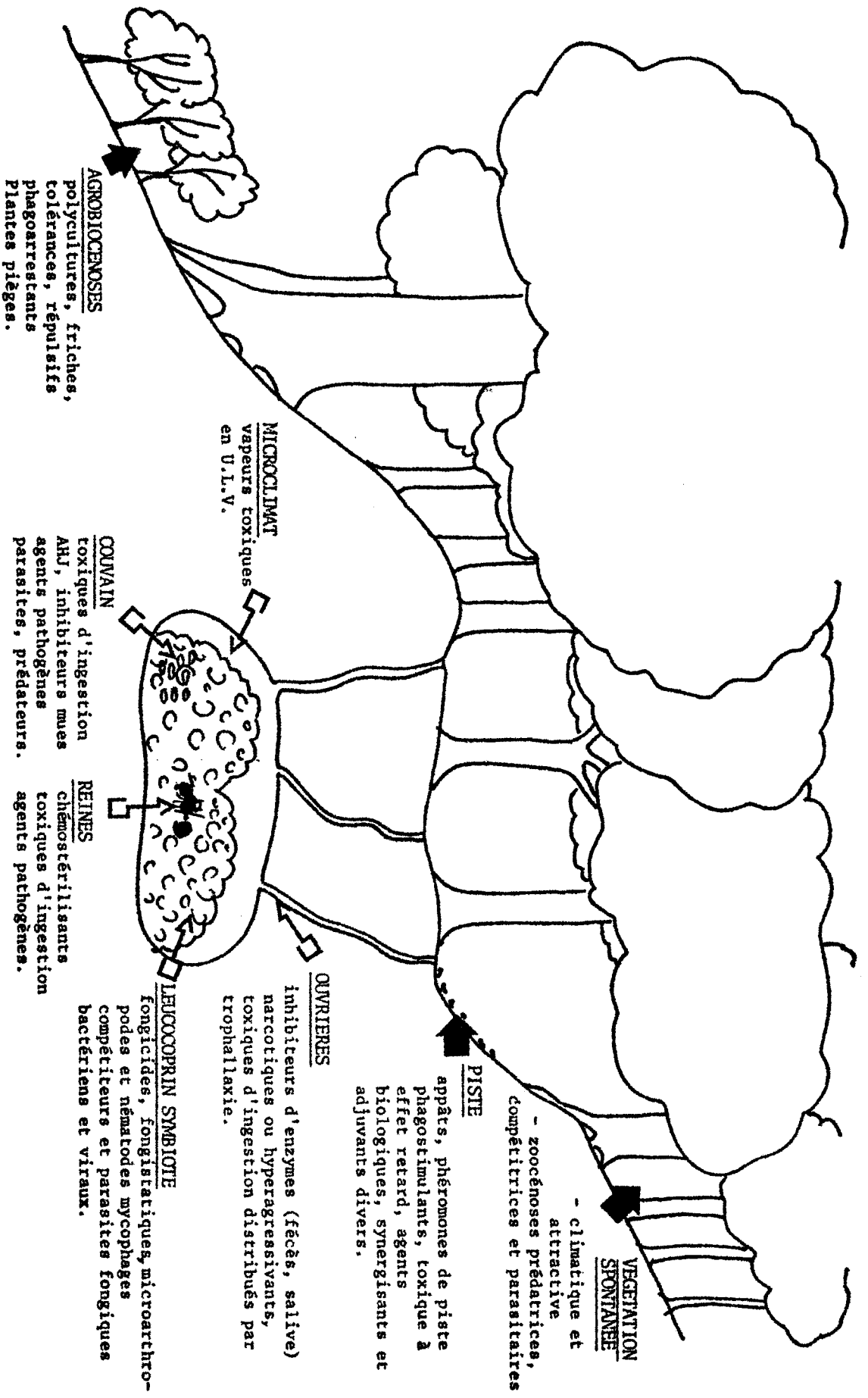


Fig. 1 : LUTTE CONTRE LA FOURMI-MANIOC : PRINCIPALES VOIES DE RECHERCHES  
 MAIN POSSIBLE RESEARCH OBJECTS.