

L'écologie des Arthropodes hématophages

Contraintes et perspectives

par J.-A. RIOUX et J. MOUCHET

*Faculté de Médecine. Laboratoire d'Ecologie médicale et Pathologie parasitaire,
F. 34 - Montpellier,
O.R.S.T.O.M., F. 93 - Bondy*

En organisant ce colloque, le Comité de Lutte Biologique a tenu à placer en début de séance un court rapport introductif sur l'Ecologie des Vecteurs. Ce faisant, il a voulu non seulement montrer l'importance de l'Ecologie en tant que Science appliquée mais aussi souligner les nombreuses carences et, partant l'urgente nécessité de promouvoir et de coordonner les recherches en cette matière.

Au cours de cet exposé, nous tâcherons d'être le plus concis possible afin de ne pas surcharger cette première séance réservant aux recommandations de fin de colloque d'insister sur les points les plus importants.

Difficulté d'une approche écologique des Arthropodes hématophages.

Depuis près de trente ans, la lutte contre les Vecteurs de maladies humaines et animales et, d'une manière plus générale, la lutte contre les Arthropodes hématophages responsables de nuisances, est passé par un certain nombre de phases qu'il nous paraît intéressant de retracer.

A l'issue de la deuxième guerre mondiale, l'apparition des insecticides organochlorés et leur utilisation massive permet de réduire rapidement l'incidence et la gravité des maladies transmissibles. Les grandes épidémies (typhus historique, fièvres récurrentes, peste) sont rapidement jugulées. De cette période date le concept de l'« éradication du paludisme » par pulvérisations murales de D.D.T. Les incontestables succès enregistrés dans de nombreux foyers palustres, et singulièrement dans ceux des régions tempérées, s'accompagnent d'une vague d'euphorie.

Cependant, peu à peu, les difficultés surgissent : ici et là les échecs s'accumulent dus à la résistance des Vecteurs, aux reliquats d'infestation, à l'accumulation de composés toxiques non biodégradables. L'Homme, ce consommateur de fin de chaîne enregistre avec inquiétude la présence de D.D.T. dans ses propres tissus. Du même coup,

les concepts stratégiques fondamentaux sont partiellement ou totalement révisés, en particulier celui de la lutte chimique imagicide utilisant les seuls insecticides organochlorés.

D'autres méthodes sont alors mises à l'étude, ainsi certaines formes de lutte physique et surtout la lutte biologique *sensu lato*, c'est-à-dire tant microbiologique que génétique. De cette époque date l'apparition de techniques hautement élaborées. Le concept de lutte dite « intégrée » est alors défini : l'utilisation rationnelle des trois méthodes physique, chimique et biologique est susceptible de potentialiser les actions tout en réduisant les risques de pollution.

Toutefois, la mise en pratique de telles méthodes fait apparaître une nouvelle carence, celle du support écologique. Une prospection des laboratoires du monde entier, réalisée aux environs de 1966 par l'Organisation Mondiale de la Santé confirme le constat : En regard des nuisances agricoles, l'Ecologie des vecteurs de maladies humaines et animales accuse un retard considérable. Aussi le comité d'experts peut écrire, en 1967, « Si l'on cherche à apprécier l'aide que l'on peut attendre des études écologiques pour résoudre les problèmes nouveaux, on est immédiatement frappé par la pauvreté navrante des données quantitatives que l'on possède ».

Remarquons que depuis cette date, d'excellents travaux de caractère écologique ont été réalisés. Mais, dans la plupart des cas, il s'agit de recherches effectuées hors de France, en particulier dans les pays tropicaux où les vecteurs posent de graves problèmes de santé.

Toutefois, le présent colloque ayant pour but essentiel de poser le plus clairement possible, tant sur le plan doctrinal que pratique, l'ensemble des problèmes, il nous a paru intéressant d'analyser succinctement les causes principales des difficultés signalées.

La PREMIÈRE et certainement la plus importante, est à rechercher dans le manque de connaissance en matière d'Ecologie fondamentale. Cette critique n'est d'ailleurs pas seulement adressée à l'encontre des seuls entomologistes médicaux. En d'autres domaines, beaucoup de techniciens, en contact avec la nature pèchent par insuffisance de culture écologique. Or, l'Ecologie possède ses fondements doctrinaux, ses méthodes et ses techniques. Si l'on naît naturaliste, on ne naît pas écologiste. Une somme importante de connaissances, tant théoriques que pratiques, et ce dans les domaines les plus variés, doivent être préalablement acquises, aussi bien au laboratoire que sur le terrain.

La DEUXIÈME CAUSE, moins importante quoiqu'assez grave de conséquence, est à mettre sur le compte d'une spécialisation écologique trop rapide sinon trop poussée. Certes, une telle option est nécessaire si l'on veut conserver à l'Ecologie sa pleine efficacité. Cependant, en matière de lutte contre les Vecteurs, elle peut conduire à une vue fragmentaire du milieu. On peut cependant pallier cette difficulté en regroupant les chercheurs au sein d'équipes pluridisciplinaires. Ces équipes existent d'ailleurs en France dans certains secteurs d'Ecologie appliquée en particulier en Phytoécologie et en Agromonie. L'Ecologie des Vecteurs est loin d'avoir atteint un tel niveau d'intégration.

La TROISIÈME DIFFICULTÉ, analysée par Muirhead-Thompson, résulte essentiellement de l'abondance et la diversité de la bibliographie écologique en matière d'Arthro-

podes hématophages (1). Effectivement, le chercheur qui entreprend une étude sur l'Écologie des vecteurs s'aperçoit rapidement qu'une foule de travaux différents sont publiés sous cette rubrique, depuis la biosystématique, la mésologie et l'éthologie, jusqu'à la génétique et l'épidémiologie. Il doit pouvoir passer sans difficulté du milieu aquatique au milieu terrestre, réaliser l'intérêt des intégrateurs phytoécologiques et bioclimatiques, analyser les caractéristiques des différentes méthodes de sondage, comprendre la valeur adaptative de certains caractères physiologiques et posséder un solide bagage statistique. Bref, ce véritable « kaléidoscope » peut le dérouter. Au demeurant, le chercheur plus expérimenté sait que l'Écologie fait nécessairement appel à toutes les disciplines de la biosphère dont elle est la synthèse la plus globale et la plus expressive.

La DERNIÈRE DIFFICULTÉ, qui nous paraît la plus importante sur le plan opérationnel, tient à la nécessité absolue de disposer de données quantitatives. Cela suppose l'utilisation sur le terrain, de techniques d'échantillonnage hautement éprouvées, de manière à exprimer correctement les différents paramètres mésologiques, les effectifs de populations et les tables de vie, pour parvenir, en fin d'analyse, à l'établissement du « budget vital ». A ce prix seulement, l'application des divers procédés de lutte biologique peut être envisagée avec quelques chances de succès.

Les trois niveaux de l'étude écologique des vecteurs.

Si l'on tente de présenter les principaux secteurs d'étude en matière d'Écologie des Vecteurs, on peut, schématiquement, se placer à des niveaux de complexité croissante : les milieux, les populations et les biocénoses. Les options dépendent des buts à atteindre, mais, en général, l'approche d'un niveau plus élevé nécessite la connaissance des niveaux sous-jacents. D'autre part, pour chacun d'eux, on peut considérer une composante statique ou structurale (paramètres physico-chimiques, volume des populations) et une composante dynamique ou fonctionnelle (« physiologie » du milieu, éthologie, fonctionnement d'un écosystème). En fait, cette distinction est assez artificielle, car de même qu'il n'y a pas de fonction ni de comportement sans structure, il n'y a pas de Vie sans milieu : l'écologiste ne doit jamais perdre de vue l'unité de la biosphère !

Au demeurant, la connaissance du PREMIER NIVEAU, ou niveau *mésologique* (localisation des espèces, comportement global et cycles), peut suffire pour engager efficacement la lutte chimique. C'est le concept qui nous a guidé, en 1963, lorsqu'il s'est agi de structurer l'organisme chargé de la lutte contre les moustiques du littoral Languedoc-Roussillon.

AU DEUXIÈME NIVEAU, les recherches portent sur la structure et la dynamique des *populations naturelles* et plus particulièrement sur les comportements (cycle gonotrophique, accouplement, ponte, éclosion larvaire, déplacements) et sur la fluctuation des effectifs. L'efficacité des opérations de lutte génétique dépend d'une parfaite connaissance de ces divers paramètres.

(1) L'exemple donné par certaines revues (*Bull. O.R.S.T.O.M.*) en matière de documentation doit servir de modèle et éventuellement de support.

Le TROISIÈME NIVEAU, ou niveau *synécologique*, met en cause le fonctionnement des écosystèmes. A ce stade, sont étudiées les relations de l'espèce vectrice avec les autres constituants de la biocénose (niche écologique, prédateurs, compétitions interspécifiques), étude difficile et cependant indispensable dans les opérations de lutte micro-biologique. Dans la nature, en effet, la circulation des organismes entomopathogènes est très souvent freinée, voire déviée (pièges écologiques) jusqu'à rendre inefficaces certains procédés de lutte dont l'étude expérimentale avait pourtant montré l'intérêt.

Nécessité d'un effort méthodologique et technique.

Ce qui vient d'être dit des différentes options en Ecologie des Vecteurs conduit à l'application de méthodes appropriées. Or, en cette matière, il est indispensable d'encourager les recherches *in natura*. Si l'on veut bien considérer le terrain comme un véritable laboratoire où l'observation et l'expérimentation se situent au plus haut niveau technique, alors le retard pourra être facilement rattrapé.

En fait, la mise en application d'un programme de lutte biologique ne saurait être envisagée sans un sérieux effort technologique. Dans certains secteurs l'amélioration des méthodes couramment utilisées peut suffire ; dans beaucoup d'autres, un appareillage nouveau est indispensable, nécessitant pour sa mise au point et sa maintenance, des compétences éprouvées.

Schématiquement, cet effort devrait porter sur :

1° *La recherche de critères biométriques nouveaux*, tant sur les stades préimaginaux qu'adultes. La pénurie de tels critères risque en effet de ralentir considérablement les études de Génétique écologique.

2° *La pratique des techniques d'identification des « groupes d'âge »* (état du système trachéen de l'intestin moyen et des ovaires, stades de l'oogénèse, de fécondation artificielle, de cyto-génétique, etc...).

3° *Elevage contrôlé et élevage de masse.*

4° *L'étude du rendement des divers pièges.* Il s'agit d'un secteur de toute première importance. On s'attachera en particulier à l'étude :

- des pièges attractifs,
- des pièges-aspirateurs,
- des pièges à appâts vivants,
- des pièges à CO₂,
- des pièges lumineux,
- des pièges adhésifs,
- des pièges d'émergence,
- des pièges de comportements (trophotactisme, eurygamie, etc...).

L'automation des dispositifs sera recherchée le plus possible (captures horaires,

journalières, etc...). Dans chaque cas, les études seront conduites sur les différents stades larvaires, nymphaux et imaginaux.

- appareil à extraction d'œufs.

5° *L'établissement des tables de vie.*

6° *L'adaptation des différentes techniques de marquage* pour l'étude de la dispersion et des effectifs de populations (marqueurs colorés, traceurs radio-actifs, double marquage).

7° *L'étude théorique et pratique de la méthode capture-recapture* adaptée aux Vecteurs (échantillonnage aléatoire, utilisation de l'Indice de Lincoln, sécurité des résultats, etc...).

8° *Le perfectionnement des enregistreurs paramétriques.* Un effort particulier doit être fait pour la mise au point et l'expérimentation des capteurs et des enregistreurs (modèles de sondes, enregistreurs à bandes magnétiques, etc...).

9° *La recherche d'indicateurs écologiques, en particulier phytocoenotiques* permettant de localiser les biotopes et d'en réaliser une étude intégrée (écosystème). L'établissement de cartes thématiques utilisant de tels indicateurs doit être encouragé.

En raison de leur importance, de leur diversité et de leur complémentarité, les recherches portant sur les Vecteurs ne sauraient être menées à bien par un seul laboratoire. La coopération de centres déjà existants, voire de chercheurs isolés, est indispensable à la réussite d'un tel projet. Qu'il s'agisse de laboratoire des Universités, du C.N.R.S., de l'I.N.R.A., de l'O.R.S.T.O.M., de l'I.N.S.E.R.M., et des organismes opérationnels, tous doivent participer aux recherches sur la base de programmes concertés qui préciseront les options et définiront les tâches. De cette manière, seront évités les tâtonnements, voire les échecs dus, comme en beaucoup d'autres domaines, au défaut de coopération.

Nouvelle venue en France, l'Ecologie doit disposer, pour démontrer son efficacité, de moyens matériels relativement importants. En s'élevant au niveau quantitatif, l'Ecologie des Vecteurs voit ses besoins s'accroître. Il serait regrettable, pour l'avenir même de l'Entomologie médicale, de freiner cette mutation.

Bibliographie

- BATES (M.), 1949. — *The natural history of Mosquitoes.* Macmillan, New York, 379 p.
- BLACK (R.-H.) 1968. — *Manuel d'Epidémiologie appliquée à l'éradication du paludisme.* O.M.S. Genève, 209 p.
- BOUGHEY (A. S.), 1968. — *Ecology of Populations.* Macmillan, New-York, 135 p.
- CLARCK (L. R.), GEIER (P. W.), HUGUES (R. D.) et MORRIS (R. F.), 1967. — *The Ecology of insect populations.* Methuen et Co Ltd, London EC 4, 232 p.
- CLEMENTS (A. N.), 1963. — *The physiology of Mosquitoes.* Pergamon Press, 393 p.

- CRAIG (G. B.) et HORSFALL (W. R.), 1958. — Taxonomic and Ecological significance of eggs of Aedine mosquitoes. *Proc. Tenth. Inter. Congr. Ent.* Montréal, 3, 853-857.
- DAJOZ (R.), 1970. — *Précis d'Ecologie*. Dunod, Paris, 357 p.
- DÉTINOVA (T.-S.), 1963. — *Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âges les Diptères présentant une importance médicale*. O.M.S. Genève, 220 p.
- DOWDESWELL (W. H.), 1959. — *Practical animal Ecology*. Methuen et Co Ltd. Londres, 315 p.
- FORD (E. B.), 1964. — *Ecological genetics*. Methuen et Co Ltd. Londres, 335 p.
- HALLAIRE (M. M.), DE BRICHAMBAUT (C. P.) et GOILLOT (C.), 1970. — Techniques d'étude des facteurs physiques de la biosphère. *I.N.R.A. Publ.* 70-4, 543 p.
- LE CREN (E. D.) et HOLDGATE (M. W.), 1962. — *The exploitation of natural animal populations*. Blackwell, 399 p.
- LAMBERT (J. M.), 1967. — *The teaching of Ecology*. Blackwell, Oxford, 294 p.
- LAMOTTE (M.) et BOURLIÈRE (F.), 1967. — *Problèmes de productivité Biologique*. Masson et C^{ie}, 246 p.
- LEWIS (T.) et TAYLOR (L. R.), 1968. — *Introduction to experimental Ecology*. Academic Press, Londres, 401 p.
- LOPP (O. V.), 1957. — Egg sampling as an Index of Mosquito breeding. *Proc. Forty Ann. Meet.* New Jersey. Mosq. Exterm. Ass. 60-63.
- MACDONALD (G.), 1957. — *The Epidemiology and control of Malaria*. Oxford University Press Amen House, London EC 4 : 199 p.
- MACFADYEN (A.), 1963. — *Animal Ecology sir Isaac Pitman et Sons Ltd.* London, 344 p.
- MATTINGLY (P. F.), 1969. — *The biologie of Mosquito-Borne Disease*. Allen et Unwin Ltd. London, 184 p.
- MUIRHEAD-THOMSON 1951. — *Mosquito behaviour in relation to Malaria transmission and control in the Tropics*. Edward Arnold et Co. London, 219 p.
- , 1969. — *Ecology of insect vector populations*. Academic Press. London, 174 p.
- O.M.S., 1967. — L'Ecologie des Moustiques. *Monographie O.M.S.* Genève, n° 368, 24 p.
- , 1964. — Elevage vecteurs. *Bull. O.M.S.*, 31 (4), 433-622.
- RIOUX (J.-A.), CROSET (H.), SUQUET (P.) et TOUR (S.), 1968. — Essais de marquage par le phosphore radioactif P 32 pour l'estimation absolue des populations larvaires de Culicides (Diptera-Culicidae). Extrait de « *Vie et Milieu* », série C : *Biologie terrestre*, 19 (1), 55-62.
- RIOUX (J. A.), CROSET (H.), CORRE (J. J.), SIMONNEAU (P.) et GRAS (G.), 1968. — Phyto-Ecological basis of Mosquito control: cartography of larval biotopes. *Repr. Mosq. News.*, 28 (4) : 572-582.
- SAUNDERS (W. B.), 1959. — *Fundamentals of Ecology*. Odum 2^e éd.
- SOUTHWOOD (T. R. E.), 1966. — *Ecological method*. Methuen en Co Ltd. London EC 4, 391 p.
- WADSWORTH (R. M.), 1968. — *The measurement of environmental factors in terrestrial Ecology*. Blackwell, Oxford, 314 p.