

ENTENTE INTERDÉPARTEMENTALE

POUR LA DEMOUSTICATION
DU LITTORAL MEDITERRANEEN

PROGRAMME DE RECHERCHE

A MOYEN TERME

présenté par Guy CHAUVET

Conseil Scientifique et Technique
du 15 Mai 1975 - MONTPELLIER

26 OCT. 1976

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

no 8379 Ent Med

PROGRAMME DE RECHERCHE A MOYEN TERME

des Laboratoires de l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication du Littoral Méditerranéen (1975)

NOTE D'INTRODUCTION :

Ce programme a été présenté sous une forme synoptique lors de la dernière réunion du Conseil Scientifique (16 nov. 1974 - Paris) . Pour répondre aux vœux de certains membres de ce conseil, il est repris sous une forme différente, plus détaillée, par Thèmes de Recherches .

Il n'est peut être pas inutile de rappeler, en avant propos, et en fonction de quelques unes des réflexions alors émises, que les laboratoires de l'E.I.D. ont été créés pour effectuer des recherches opérationnelles correspondant à une mission bien précise. Cette mission est bien définie par la raison sociale même de notre organisme, mais elle est effectuée dans l'esprit d'une finalité que l'on pourrait traduire par : "Réussir la lutte contre les moustiques anthropophiles en préservant de mieux en mieux les autres composants du Milieu" .

Cette interprétation de notre mission nous impose de très importantes sujétions : elle nous interdit toutes solutions de facilité, tout esprit de routine et nous oblige à des efforts soutenus pour :

1°/ Acquérir une meilleure connaissance des divers constituants de notre biocénose littorale dont , bien évidemment, le moustique,

2°/ Juger le plus clairement possible de l'impact de nos interventions sur ces constituants, en particulier biotiques ,

3°/ Adapter, transformer ou changer nos procédés de lutte en fonction de ces acquisitions et de l'évolution scientifique et technologique en général .

Dans cet esprit nous poursuivons deux grands objectifs :

1. Améliorer la lutte chimique qui reste le seul procédé actuellement opérationnel et d'application générale (1) .

2. Prévoir et préparer l'avènement d'un procédé anticulicidien relevant de la lutte biologique ou de la lutte génétique .

Cet objectif représente la plus grande part de notre activité . Nous devons :

- soutenir le biologiste, le généticien en lui fournissant du matériel vivant aussi bien caractérisé que possible et, surtout,

- évaluer les variations de l'abondance des espèces nuisibles et les causes de celles-ci (dynamique des populations) ainsi que le comportement, essentiellement de reproduction, de ces espèces, comme phénomène de diffusion d'un procédé génétique .

L'ensemble des recherches correspondant à ces deux objectifs, facteurs de notre progrès, de notre succès, est contenu dans trois grands thèmes, totalement interdépendants étant donné notre motivation, basés sur des laboratoires qui ne représentent le plus souvent qu'un "support logistique" aux expérimentations et aux observations de terrain .

Ces trois thèmes sont les suivants :

1. Insecticides (Evaluation et prospective)

2. Ecologie quantitative afférant aux moustiques facteurs de nuisance ainsi qu'aux autres espèces totalement ou semi-aquatiques avoisinant ces moustiques .

3. Ethologie de ces espèces incluant certains aspects de leur physiologie.

(1) Nous devons souligner ici, qu'avec la découverte du Témephos ou Abate^R et aux concentrations d'emploi que nous utilisons, nous ne sommes pas loin de posséder un larvicide pratiquement spécifique des moustiques de zones rurales ... Nous ne sommes pas, toutefois, à l'abri de l'apparition d'un gène de résistance ...

Bien qu'aucun de ces thèmes ne soit nouveau pour nous et que chacun fasse l'objet de recherches en cours, depuis plus ou moins longtemps toutefois, il n'en demeure pas moins que ce programme est très vaste et que nous sommes bien peu nombreux. C'est pourquoi nous devons respecter quelques principes de travail, nécessaires pour conserver notre dynamisme de terrain. Nous devons :

1°/ Limiter notre action, dans le cadre de ces grands thèmes, à ce qui nous est nécessaire pour progresser.

2°/ Eviter de nous laisser entraîner dans des voies de recherches qui ne correspondraient plus, quel que soit leur intérêt propre, à notre raison professionnelle.

3°/ Multiplier par contre, nos contacts avec les groupes de recherches ou les organismes qui nous sont complémentaires et dont nous sommes nous-mêmes et réciproquement (quelquefois dans les faits sinon dans l'esprit) souvent complémentaires.

4°/ Profiter au maximum des possibilités exceptionnelles de connaissance du milieu et de recueil permanent d'observations de terrain que représentent nos 9 unités opérationnelles réparties tout le long du littoral.

5°/ Augmenter les possibilités de notre service de documentation considéré comme un de nos moyens d'efficacité.

6°/ Accueillir et soutenir dans un esprit d'intérêts réciproques bien compris des étudiants ayant acquis un D.E.A. d'entomologie ou d'écologie et qui seraient désireux de le prolonger par une thèse de spécialité ayant une motivation pratique qui nous intéresserait.

Il n'est pas possible de donner une date limite à un tel programme qui peut toujours être poursuivi en fonction de la précision et de l'étendue désirées des observations. Ceci est particulièrement évident en ce qui concerne les études d'écologie, d'intensives, elles deviendront plus ou moins extensives.

Toutefois, la plus importante étape sera terminée lorsque les problèmes de méthodologie seront pratiquement résolus sur le terrain ; l'échéance nous paraît pouvoir être fixée après 3-4 périodes "printemps-automne".

Dans les fiches suivantes, nous précisons les données pratiques correspondant aux trois thèmes retenus et à l'esprit qui y préside.

THEME 1 : INSECTICIDES

SUJET : Evaluations sur les Insecticides actuellement employés et sur ceux qui pourraient l'être vis à vis de la faune culicidienne et de la faune accompagnante .

MOTIVATION : Le seul moyen de lutte actuellement utilisable d'une façon courante et dans la plupart des situations, demeure l'emploi d'insecticides chimiques antilarvaires .

Grâce aux larges connaissances acquises, aussi bien en matière d'écologie et d'éthologie des principales espèces culicidiennes anthropophiles qu'en matière d'insecticides, ce procédé de lutte est très rationnellement employé et, de ce fait, n'interfère que peu sur notre biocénose littorale .

Toutefois, nous devons :

1°/ Surveiller la sensibilité, à ces corps chimiques, des différentes populations larvaires appartenant aux divers genres à contrôler .

2°/ Evaluer l'activité de nouveaux composés larvicides afin :

- de pallier à l'apparition d'une éventuelle résistance aux insecticides actuellement employés,

- et de sélectionner des composés présentant, à efficacité au moins égale, de nouveaux avantages, les principaux relevant de l'innocuité pour la faune non cible dans les conditions naturelles .

Il importe, en effet, non seulement de protéger la faune annexe en tant que telle, dans un esprit de protection de la nature, mais également de la protéger en tant qu'alliée du "démoustiqueur", tout au moins pour certains de ses représentants, ceux qui sont prédateurs ou parasites des larves de moustiques et dont le rôle est certainement très important .

ETAT ACTUEL :

Trois voies de recherches sont en cours :

1°/ Deux insecticides organo-phosphorés sont utilisés opérationnellement :

- Le Dursban^R (ou Chlorpyrifos ou OMS, 971) en milieu urbain et suburbain contre Culex pipiens (s.l.) essentiellement.
- l'Abate^R (ou Témephos ou OMS 786) en milieu rural contre l'ensemble des espèces mais surtout les espèces d'Aedes halophiles .

Un problème apparaît :

Le niveau de sensibilité de certaines populations de Culex pipiens diminue à l'égard du Dursban. Cette tolérance ne semble pas systématiquement liée à la fréquence des traitements dans un gîte donné ; elle pourrait provenir :

- soit d'une sélection d'individus tolérants sous la pression de nos traitements ou bien de ceux effectués par l'agriculture,
- soit de qualités inhérentes à certaines populations "anautogènes" de Culex pipiens .

Ces deux larvicides ont été étudiés par ailleurs, en laboratoire, sur quelques représentants de la faune non cible .

2°/ Deux nouveaux larvicides sont actuellement en cours d'évaluation sur Aedes et Culex , le stade "essai expérimental de terrain" étant déjà abordé :

- l'un est un analogue d'hormone juvénile (l'Altosid SR 10^R),
- l'autre un agent anti-mue (le PH 60 - 40^R) .

3°/ Un imagocide, dérivé de pyréthrinoïdes de synthèse, est par ailleurs à l'étude (Bioresméthrine^R) .

PROGRAMME :

Il procède des problèmes évoqués au paragraphe précédent .

I - Concernant le Chlorpyrifos :

1°/ Surveillance de la sensibilité de diverses populations larvaires urbaines de Culex pipiens, prélevées sur toute notre zone d'action.

2°/ Problèmes liés à l'apparition localisée d'une tolérance au Dursban chez plusieurs populations de Culex pipiens .

a/ Détermination du niveau de cette tolérance et distribution des populations concernées,

b/ Analyse des facteurs écologiques présidant au développement de ces populations "tolérantes" dans le cadre des études sur la spéciation des membres de complexe Culex pipiens (en collaboration avec trois laboratoires de l'U.S.T.L., C.N.R.S., Faculté des Sciences et Faculté de Médecine) .

II - Concernant le Témephos :

Surveillance de la sensibilité de populations larvaires rurales appartenant aux genres Aedes (essentiellement, puisque objet principal de nuisance), Culex et Anopheles ; étude sur toute notre zone d'action.

III - Concernant les nouveaux insecticides antilarvaires :

Ils appartiendront, en principe, à d'autres groupes chimiques que ceux actuellement utilisés et à l'exclusion des Carbamates qui sont, tout au moins pour l'instant, de médiocres larvicides .

1°/ Poursuite des essais de laboratoire et de terrain dans des conditions d'emploi très variées, de "l'agent anti-mue" (AMA) .

2°/ Evaluation systématique des nouveaux insecticides dits de "3e génération" apparaissant raisonnablement prometteurs. A noter

là difficulté de ces essais puisqu'il faut, le plus souvent, établir un protocole d'essai original en fonction du mode d'action "retard" .

3°/ Sélection d'un insecticide à utiliser en milieu urbain pour éventuellement remplacer le Chlorpyrifos .

IV - Mise au point et développement d'essais systématiques d'évaluation des nouveaux insecticides et de leurs éventuels produits de dégradation⁽¹⁾, sur quelques membres "représentatifs" de divers ordres et familles de la faune ^{aquatique} non cible (depuis certaines bactéries jusqu'aux amphibiens). Ce travail implique la connaissance assez précise de l'écologie et du comportement de ces représentants de la faune annexe ; il nécessite l'aide, durant quelques mois, d'un hydro-biologiste-consultant très informé et compétent, ainsi que la collaboration de divers laboratoires de Zoologie et de Biochimie de la Faculté des Sciences et ceux de la Faculté de Pharmacie .

V - Evaluation de l'efficacité anticulicidienne et de l'innocuité pour la faune non cible, d'imagocides. Il nous est en effet nécessaire de posséder de tels insecticides à titre de sécurité pour faire face à d'éventuelles infestations en provenance des réserves naturelles ou à des échecs de traitements antilarvaires .

VI - Etudes des formulations les mieux adaptées à nos moyens d'épandage et à nos conditions de milieu .

VII - Amélioration des techniques d'épandage ; mise au point de systèmes permettant l'application plus rationnelle des produits .

(1) On sait, en effet, que certains produits de dégradation de certains groupes d'insecticides peuvent être plus toxiques que l'insecticide lui-même .

MOYENS :

I - Personnel :

1°/ Actuels :

- 1 chercheur à mi-temps
- 1 technicien à plein temps
- 1 technicien pour élevage à mi-temps
- Personnel de maîtrise des unités opérationnelles
- 1 stagiaire "naturaliste" saisonnier durant deux mois

chaque année.

2°/ Supplémentaires à pourvoir

- 1 technicien biochimiste à plein temps
- 1 technicien hydrobiologiste à mi-temps.

II - Matériel :

La réalisation de ce programme en extension implique la mise en oeuvre de moyens matériels accrus en particulier au niveau des locaux spécialisés (aménagement d'un insectarium mieux adapté aux élevages, chambre froide, local à aquarium ...).

RELATIONS AVEC D'AUTRES LABORATOIRES, OBJET

- Faculté de Médecine de Montpellier

. Laboratoire d'Ecologie Médicale et de Pathologie Parasitaire

Monsieur le Professeur J. A. RIOUX

Madame PASTEUR (C.N.R.S.)

Culex pipiens et gènes de résistance à certains groupes chimiques.

Spéciation de Culex pipiens par techniques électrophorétiques.

- Faculté de Pharmacie et Institut Européen des Sciences pharmaceutiques
Industrielles de Montpellier.

- . Laboratoire de Chimie Appliquée à l'Expertise
Monsieur le Professeur MESTRES
Expertise, à la demande, des résidus insecticides dans divers
organismes et substrats
(contrat de recherche annuel).

 - . Laboratoire de Zoologie Microbiologie
Madame le Docteur en Pharmacie J. ALLEGRINI
Action des insecticides et de leurs métabolites sur la microflore
bactérienne.

 - . Organisation mondiale de la Santé (Genève)
Division de la Biologie des vecteurs et de la lutte antivectorielle.

 - . et Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
(O.R.S.T.O.M.)
Service d'Entomologie des laboratoires centraux de Bondy.
- Echanges d'informations originales.

SUJET : Etude de l'environnement au niveau mésologique et étude quantitative de populations appartenant aux principales espèces de nuisance Aedes caspius et Aedes detritus, Coquillettidia richiardii, Culex pipiens et à divers représentants de la faune accompagnatrice des larves.

MOTIVATION :

I - Aedes caspius, Aedes detritus et C. pipiens sont les plus importantes espèces de nuisance du littoral méditerranéen. Nous luttons contre elles au moyen d'un larvicide chimique. Notre action est très efficace en fonction d'une parfaite connaissance de la dispersion des espèces, de la caractérisation de leurs biotopes habituels et de la dynamique des mises en eau de ces derniers (carte écologique originale et spécifique du moustique).

Toutefois, notre volonté de préserver au mieux l'équilibre de notre biocénose littorale nous incite à préparer la voie à un procédé de lutte biologique ou génétique.

Dans cet esprit, il nous revient de définir les possibilités probables de diffusion d'un de ces moyens. Nos nombreuses observations qualitatives du milieu ne suffisent plus. Il nous fallait entreprendre l'étude de la dynamique des populations à combattre, c'est-à-dire les variations de leurs abondances et les causes de ces variations. Parmi celles-ci, les organismes prédateurs et parasites sont évidemment concernés.

II - En ce qui concerne C. richiardii un procédé de lutte antilarvaire au moyen de parasites semble tout indiqué en fonction de la localisation très précise des biotopes larvaires, permanents et "fermés".

III - En attendant l'éventuel avènement d'un de ces moyens spécifiques de lutte contre le moustique, nous devons évaluer, sur le terrain, l'action de nos larvicides chimiques sur la faune aquatique non cible. Celle-ci intéresse une large partie du règne animal, depuis la bactérie (dans certaines conditions particulières) jusqu'à l'amphibien.

C'est encore ici une étude de la dynamique de populations, que nous simplifierons toutefois et que nous n'appliquerons qu'à quelques membres représentatifs soit d'un ordre soit d'une seule famille, suivant leur importance qualitative relative.

ETAT ACTUEL :

En matière d'écologie quantitative, nos observations ne sont que partielles et très localisées. Elles intéressent essentiellement les stades préimaginaux d'Aedes caspius et Aedes detritus dans un milieu particulier (Station des Salins du Midi - Thèse M. GABINAUD).

Toutefois, un gros effort a été fait, dans le passé, dans la mise au point des méthodes d'échantillonnage des oeufs et des larves ; de plus, les observations qualitatives, très nombreuses, permettent de diriger les études quantitatives d'une façon très appréciable.

Elles sont inexistantes en matière de faune annexe.

Les données édaphiques sont nombreuses et les méthodes d'obtention bien maîtrisées.

La carte phytoécologique des aires culicidogènes potentielles est très bien connue tout le long du littoral.

PROGRAMME :

La partie la plus importante de ce programme a fait l'objet d'une communication détaillée lors du Conseil Scientifique du 4 mai 1974 : "Programmation d'une étude de la dynamique des populations culicidiennes" (Proposition d'une étude intensive sur Aedes caspius).

Développé dans un esprit pratique, il ne tendra qu'à retenir l'essentiel nécessaire au bon déroulement de notre mission.

I - Etude de la dynamique des populations

A - Méthodologie

Cette partie du programme, base indispensable à tout travail ultérieur, représente, sans nul doute, la majeure partie des difficultés attendues et l'essentiel de notre activité pour plusieurs années.

1. Méthodologie appliquée à la détermination absolue des effectifs

a/ des stades préimaginaux

b/ des stades imaginaires.

Choix expérimental des méthodes et des moyens dans les différents milieux aquatiques, en milieu aérien.

2. Méthodologie appliquée à l'obtention des paramètres mésologiques importants.

a/ biotiques, avec une très large place accordée :

1°/ aux prédateurs et aux parasites essentiellement aquatiques (le problème de l'estimation absolue des effectifs réapparaissant ici).

2°/ aux sources de nourriture (Phytoplancton en particulier).

Le recrutement temporaire d'un hydrobiologiste, déjà prévu précédemment, prend ici toute sa valeur.

b/ abiotiques et tout particulièrement les facteurs météorologiques considérés d'une façon dynamique (Régime des vents, régime des pluies...).

L'aide d'un bioclimaticien, également prévu, devrait faciliter largement ces problèmes de méthodologie qui, dans ce cas, se situe surtout au niveau de l'emplacement des stations.

B - Applications

A ce stade, les principales difficultés précédentes sont surmontées.

Il s'agira alors de recueillir systématiquement toute une série de "table de vie" correspondant à des générations successives pour diverses populations de l'espèce singularisées par des milieux particuliers et nécessairement bien connus à ce stade.

On pourra alors déterminer :

- les facteurs de milieu essentiels pour prévoir les fluctuations d'une population donnée,

- les rapports de mortalité de stade en stade, la natalité et la densité de cette population et, dès lors, connaissant le déterminisme des effectifs, définir le point le plus vulnérable du cycle biologique ou celui se prêtant le mieux à l'utilisation d'un procédé de lutte biologique ou génétique.

II - Méthode prévisionnelle de fonctionnement de certains types de gîtes larvaires.

Il s'agit ici d'une étude qualitative et quantitative de divers facteurs météorologiques provoquant des mises en eau dans les aires culicidogènes et de sa résultante au niveau des éclosions.

Cet aspect du programme n'est en pratique qu'une retombée, très intéressante opérationnellement, des observations bioclimatiques notées au paragraphe précédent.

MOYENS

Personnel :

1°/ Actuels :

- 1 chercheur à plein temps
- 1 chercheur à mi-temps
- 1 chercheur à tiers temps
- 1 technicien à plein temps
- Personnel de maîtrise des unités opérationnelles (1)
- 1 stagiaire "naturaliste" saisonnier (deux mois)

2°/ Supplémentaires à pourvoir

- 1 technicien à plein temps
- 1 technicien hydrobiologiste à mi-temps.

(1) A la demande et en fonction du temps disponible hors interventions et prospections opérationnelles.

3°/ Temporaires à pourvoir

- 1 chercheur Maître-ès-hydrobiologie
- 1 chercheur bioclimaticien
- 2 étudiants de 3ème cycle préparant une thèse de spécialité chaque année (présence minimum 18 mois).

Matériel à acquérir :

Essentiellement des appareils enregistreurs météorologiques et du matériel pour réalisation de pièges automatiques.

RELATIONS AVEC D'AUTRES LABORATOIRES, OBJET

- Faculté de Médecine de Montpellier

- . Laboratoire d'Ecologie Médicale et de Pathologie Parasitaire
Monsieur le Professeur RIOUX
Monsieur CROSET (C.N.R.S.)

a/ Détermination des effectifs absolus d'une population larvaire culicidienne (Aedes cataphylla).

b/ Etude intégrée d'un milieu halophile.

- Faculté des Sciences de Montpellier.

- . Institut de Botanique
Monsieur le Professeur SAUVAGE
Etude de la végétation des biotopes préimaginaux
- . Laboratoire de Génétique Expérimentale des Populations.
Monsieur le Professeur BOESIGER (C.N.R.S.)
Monsieur le Docteur GUY (INSERM)
Ecophysiologie de Culex pipiens, du complexe Anopheles maculipennis : Essai de différenciation enzymatique.

. Laboratoire de Cytogénétique.
Monsieur le Professeur VAGO
Parasites chez les Culicidés

. Centre d'Etude Ecologique et Phytoécologique (C.N.R.S.)
Monsieur le Professeur GODRON
Etude de la végétation des biotopes préimaginaux.

THEME III : ETHOLOGIE

Sujet : Etude du comportement, dans la nature, des principales espèces de nuisance (Aedes halophiles et C. pipiens) au stade imaginal.

MOTIVATION

Cette étude est entreprise ou, plus exactement, développée, dans l'optique de l'avènement d'un procédé génétique de lutte. Aucune lutte génétique ne saurait être rationnellement appliquée sans la connaissance précise des phénomènes de dispersion des imagos et des conditions de l'accouplement ; ces notions, outre celles concernant les tables de mortalité, sont essentielles pour estimer les possibilités de diffusion d'un gène défavorable.

Cette étude est également, en partie, un complément nécessaire à celle portant sur la détermination des effectifs.

ETAT ACTUEL

Notre stratégie de lutte ayant été basée jusqu'à maintenant sur l'utilisation de larvicides chimiques, l'étude du comportement des imagos n'a été que peu développée et nos connaissances ne sont que fragmentaires.

Nous possédons toutefois, la technique et le matériel de marquage, moyens indispensables pour ce type d'étude.

PROGRAMME

I - Etude de l'âge physiologique et des cycles gonotrophiques des femelles.

Toute recherche sur le comportement implique que l'on puisse déterminer l'âge physiologique et chronologique des femelles capturées et que l'on note leur état de répletion. Cette étude systématique permet également de mettre en évidence l'éventuel caractère d'auto-génie (dans l'échantillonnage des femelles mullipares non gorgées) ;

l'utilisation de ce caractère pourrait permettre d'augmenter le rendement des élevages donc des lâchers.

II - Etude de la dispersion des espèces en fonction des conditions extrinsèques du milieu (cf. Thème II) et des conditions physiologiques propres à l'espèce (cf. § I).

1) Dispersion active

a) à la recherche de l'hôte (cette étude implique des recherches parallèles sur les préférences trophiques et la détermination de la densité comparée des différents hôtes possibles).

b) à la recherche des lieux de repos.

c) à la recherche des lieux d'hibernation (ces deux dernières études concourant par ailleurs à une bonne interprétation des résultats des calculs d'effectifs - cf. Thème II).

d) à la recherche des gîtes d'accouplement.

e) à la recherche des gîtes de pontes (les gîtes de pontes étant par ailleurs très bien connus géographiquement).

Préliminairement, nous devons mettre au point : des techniques de capture et le matériel nécessaire (différents types de piège automatique) ainsi que la méthodologie de façon à ne pas biaiser nos échantillonnages.

2) Dispersion passive

Pour mémoire, (cf. Thème II.).

III - Etude des conditions d'accouplement.

Il s'agit d'observer tout particulièrement :

1) l'âge de réceptivité des femelles (cf. § I)

2) la fréquence des copulations efficaces (utilisation de marqueurs isotopiques)

MOYENS

Personnel1) Actuel

- 2 chercheurs à mi-temps
- 1 technicien à mi-temps
- personnel de maîtrise des unités opérationnelles
(à la demande)

2) Supplémentaires à pourvoir

1 technicien à plein temps.

3) Temporaires à pourvoir

1 étudiant de 3ème cycle chaque année préparant une thèse de spécialité (présence minimum 18 mois).

Matériel à acquérir

Réalisation de très nombreux pièges automatiques, autonomes et robustes.

Relations avec d'autres laboratoires, objet- Faculté de Médecine de Montpellier

Laboratoire d'Ecologie Médicale et de Pathologie Parasitaire
Monsieur le Professeur RIOUX

Problèmes d'autogénie et d'anautogénie, de sténogamie (et d'eurygamie), de diapause.

Madame PASTEUR (C.N.R.S.) Génétique des comportements.

- Faculté des Sciences de Montpellier

Laboratoire de Génétique Expérimentale des Populations.

Monsieur le Professeur BOESIGER (C.N.R.S.)

Monsieur le Docteur GUY (INSERM) Génétique des comportements.