

**La mammophilie des populations
de *Culex pipiens pipiens* L., 1758
dans le Sud de la France ;
variations de ce caractère en fonction
de la nature des biotopes
de développement larvaire,
des caractéristiques physico-chimiques
de leurs eaux et des saisons.
Conséquences pratiques et théoriques**

André GABINAUD ⁽¹⁾, Gérard VIGO ⁽¹⁾,
Jean COUSSERANS ⁽¹⁾, Maurice ROUX ⁽²⁾,
Nicole PASTEUR ⁽³⁾, Henri CROSET ⁽³⁾

Résumé

Les auteurs mettent en évidence une très forte corrélation entre le type de gîte occupé par les populations larvaires de Culex pipiens du « Midi » de la France, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de ces gîtes et le comportement trophique des imagos femelles qui y naissent. Ils démontrent, pour tous les types de gîtes, une forte variabilité saisonnière ; cette variation s'avère d'ailleurs différente pour les quatre types de gîtes analysés. Ils en tirent les conséquences logistiques quant à l'organisation de la lutte envers les populations anthropophiles et ils soulignent l'intérêt du « modèle Culex » pour l'étude des processus évolutifs.

Mots-clés : *Culex pipiens* — Écologie — Mammophilie — Démoustication — Littoral méditerranéen français.

Summary

MAMMOPHILY IN *CULEX PIPENS PIPENS* POPULATIONS OF SOUTHERN FRANCE ; VARIATIONS OF THIS CHARACTER ACCORDING TO THE TYPE OF LARVAL BIOTOPES, PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THEIR WATERS AND SEASONS. PRACTICAL AND THEORETICAL CONSEQUENCES. *A very high correlation has been noted between the type of breeding site of Culex pipiens larval populations in southern France, the physico-chemical characteristics of these breeding sites and the trophic behaviour of new-born females. There is an important seasonal variability that is different for the four breeding site types*

(1) Entente Interdépartementale pour la Démoustication du Littoral Méditerranéen, rue P. Rimbaud, B.P. 6036, 34030 Montpellier Cédex.

(2) Laboratoire de Biométrie, C.N.R.S., Centre Louis Emberger, route de Mende, 34100 Montpellier Cédex.

(3) Institut des Sciences de l'Évolution, Unité associée au C.N.R.S. (327), Université des Sciences et Techniques du Languedoc, place Eugène Bataillon, 34060 Montpellier Cédex.

studied. Logistic consequences for the control of anthropophilic populations are discussed and the interest of the "Culex model" for the study of evolutionary processes is stressed.

Key words : *Culex pipiens* — Ecology — Mammophily — Mosquito control — French mediterranean coast.

1. Introduction

La lutte contre *Culex pipiens* est pratiquée, en Languedoc-Roussillon, de manière efficace, depuis 1964. Elle repose sur l'utilisation de la méthode anti-larvaire par des moyens chimique, physique, biologique et psychologique (information de la population). Du fait de la dispersion et de la multiplicité des biotopes larvaires ainsi que des problèmes liés à leur accès, cette lutte présente de grandes difficultés qui, ces dernières années, se sont encore accrues par l'apparition d'une résistance très élevée aux insecticides (Sinègre, 1984). Ces difficultés croissantes ne pourront être surmontées que par une reconsidération des techniques de lutte fondée sur une meilleure exploitation des possibilités offertes par le contrôle physique en liaison avec une plus grande information du public d'une part, et sur une meilleure connaissance de l'espèce cible, d'autre part.

La plupart des auteurs s'accordent aujourd'hui pour considérer que *Culex pipiens* comprend deux sous-espèces, *Culex pipiens quinquefasciatus* Say, 1823, forme relativement homogène qui a une répartition tropicale, et la sous-espèce nominative *Culex pipiens pipiens* L., 1758 qui occupe les régions tempérées de l'hémisphère nord et de l'Afrique du Sud et qui regroupe des populations extrêmement variables.

Ainsi, dans le nord de la France, Roubaud (1933) distinguait deux types biologiques, l'un, anautogène, eurygame, hétérodynamique et ornithophile, l'autre, autogène, sténogame, homodynamique et mammophile.

Dans le sud de la France, la forme autogène est présente avec les mêmes caractères mais la forme anautogène diffère de celle observée plus au nord puisqu'elle peut être sténogame et mammophile (Calot et Dao Van Ty, 1943 ; Roubaud et Ghelelovitch, 1956 ; Anonyme, 1964 ; Rioux, 1958 ; Rioux *et al.*, 1965a ; Pasteur *et al.*, 1977 ; Pasteur, 1977).

En Afrique du Nord et au Proche Orient enfin, il n'existe qu'une seule forme, autogène, sténogame, homodynamique et mammophile (Roubaud, 1933 et 1939 ; Knight, 1951 ; Vermeil, 1955 ; Rioux *et al.*, 1965b).

Dans le « Midi » de la France, *Culex pipiens* est capable de coloniser des biotopes extrêmement variés allant de l'étendue marécageuse faiblement halophile aux petits gîtes anthropiques souvent très chargés en matière organique. La nuisance engendrée par chacun de ces gîtes, dépendant des effectifs d'imagos produits mais également de leur comportement trophique, est très variable. Or toute organisation rationnelle de lutte repose sur la localisation temporo-spatiale des populations anthropophiles ; c'est ce qui nous a conduits à évaluer le degré de mammophilie des diverses populations en fonction de critères facilement repérables ou mesurables et susceptibles de servir d'indicateur.

2. Matériel et méthodes

Cette étude a été réalisée d'avril 1977 à novembre 1982 sur la partie littorale des départements bordant le Golfe du Lion (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard et Bouches-du-Rhône). Dans cette région, les biotopes larvaires de *Culex pipiens pipiens* sont entièrement répertoriés et cartographiés, ce qui nous a permis de travailler d'emblée sur un ensemble de 223 échantillons représentatifs des conditions écologiques variées que cette espèce peut supporter.

2.1. ÉTUDE DES GÎTES LARVAIRES

2.1.1. Structure et position géographique

Les gîtes analysés peuvent, en tenant compte de leur structure et de leur position géographique, être regroupés en quatre catégories à savoir :

- les gîtes ruraux épigés : fossés ou marais alimentés exclusivement par des eaux de ruissellement, d'infiltration ou provenant de la nappe phréatique, généralement peu ou pas polluées ;
- les gîtes péri-urbains épigés : fossés ou marais recevant des eaux usées ;
- les gîtes urbains épigés : puits, bassins... dont les eaux sont généralement peu polluées ;

— les gîtes urbains hypogés : caves et vides sanitaires inondés, fosses d'aisances dites fixes ou septiques ; ces gîtes sont souvent très pollués, soit parce qu'ils sont destinés à recevoir des eaux usées, soit du fait de leur situation qui les expose à des pollutions accidentelles mais fréquentes dues, par exemple, à la rupture des canalisations d'eau usée qui les traversent.

2.1.1. Caractères physico-chimiques de l'eau des gîtes

A 140 des 223 prélèvements larvaires a été associée une analyse physico-chimique des eaux du gîte ; le pH et la résistivité sont mesurés sur place ; l'étude des facteurs chimiques est effectuée au laboratoire sur les échantillons filtrés au préalable.

Le pH et la résistivité sont mesurés, respectivement, au moyen d'un pHmètre portatif Schott Mainz type CG 717 muni d'une électrode combinée et d'un résistivimètre Chauvin-Arnoux.

Les chlorures sont dosés par la méthode de Mohr légèrement modifiée : avant dosage, les sels chlorés sont précipités par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium.

Pour les carbonates (CO_3H^-) et les bicarbonates (CO_3^{2-}), la méthode se résume à déterminer, au moyen d'une solution d'acide chlorhydrique décimolaire :

— le titre alcalimétrique complet ou TAC en présence de phénolphthaléine à 1 % pour les eaux dont les valeurs de pH sont supérieures ou égales à 8,5 ;

— le titre alcalimétrique ou TA en présence d'hélianthine à 1 % pour les eaux dont les valeurs de pH sont inférieures à 8,5.

Les matières organiques sont dosées en déterminant la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation ; l'agent oxydant est le permanganate de potassium en solution aqueuse N/80 ; le milieu dans lequel se poursuit la réaction est soit acide, soit alcalin. En milieu acide, le permanganate attaque surtout la matière organique d'origine végétale ; en milieu alcalin, l'oxydation porte surtout sur la matière organique d'origine animale.

Le dosage « en retour » est effectué par volumétrie et le résultat est exprimé en milligrammes d'oxygène par litre emprunté au permanganate.

Les composés azotés sont dosés par colorimétrie sous les formes ammoniacale et nitreuse :

— l'ammoniacque réagit avec le réactif de Nessler (iodo-mercure de potassium en milieu alcalin) en donnant une teinte jaune dont l'intensité varie en fonction de la teneur en ions ammoniacaux ; le procédé est rapide et ne nécessite aucune distillation préalable ;

— la méthode de Griess, ou méthode des deux solutions, a été adoptée pour le dosage des ions nitrites : des solutions d'acide sulfanilique et d'alpha-naphthylamine développent une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle à la concentration de ces ions.

2.2. ÉTUDE DES POPULATIONS CULICIDIENNES : LE TEST DE MAMMOPHILIE

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible d'identifier les individus mammophiles par des moyens biométriques ou électrophorétiques, et de définir le degré d'agressivité d'une population de *Culex pipiens* vis-à-vis de l'homme. En effet, la nuisance est appréciée par l'homme de façon subjective et varie de manière complexe en fonction de l'état physiologique de l'insecte vulnérant et des conditions mésologiques dans lesquelles il se trouve placé. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes limités à étudier, dans des conditions standard, l'agressivité de nos populations de *Culex* vis-à-vis d'un mammifère facile à manipuler, le cobaye.

Les populations étudiées sont prélevées sur le terrain au stade larvaire ou nymphal. Afin de réduire au maximum les temps d'élevage, seuls les stades pré-imaginaux les plus avancés sont retenus et immédiatement transportés au laboratoire. Chaque échantillon est accompagné de ses références (numéro, date, localité) et d'une description physique détaillée de son biotope de provenance.

Le transport s'effectue en bocaux de 0,5 litre placés en glacière ; les larves et les nymphes provenant de gîtes très pollués sont, au préalable, transférées dans de l'eau du réseau urbain d'alimentation.

Au laboratoire, les larves sont élevées dans des bacs de 30 × 30 × 6 cm à raison de 300 à 500 individus par bac dont l'eau, qui provient du réseau de distribution urbain, est renouvelée tous les deux jours (photopériode naturelle ; température : $22 \pm 3^\circ\text{C}$).

Au fur et à mesure de leur apparition, les nymphes sont prélevées à la pipette et mises en gobelets qui sont placés à l'intérieur de cages cubiques de 40 cm de côté, à armature métallique recouverte de tulle. 500 à 650 nymphes sont mises à éclore par cage.

Après l'émergence, les imagos sont conservés dans la même cage et nourris d'eau et de raisins secs réhydratés (photopériode naturelle ; température : $22 \pm 3^\circ\text{C}$; humidité relative : $80 \pm 10\%$).

Deux jours après la dernière émergence et pendant trois semaines, à raison de cinq jours par semaine, un cobaye est introduit dans la cage d'émergence de 17 h à 8 h le lendemain (l'animal est préalablement placé dans une cage métallique grillagée de $25 \times 10 \times 10$ cm, à mailles de 1 cm, posée sur un bac de $26 \times 11 \times 2$ cm destiné à recueillir ses déjections).

Journellement, les femelles gorgées ainsi que les femelles mortes sont décomptées et enlevées des cages. L'absence ou le nombre insignifiant de pontes anautogènes (que leur grande taille distingue des pontes autogènes), permet de vérifier que la quasi-totalité des femelles gorgées a bien été prélevée.

En fin d'expérience, les femelles encore présentes dans la cage et qui n'ont, en conséquence, pas pris de repas sur le cobaye, sont dénombrées.

Pour le calcul du pourcentage de mammophilie, les femelles mortes au cours du test sont comptabilisées avec les femelles n'ayant pas piqué.

500 à 650 nymphes étant introduites au départ dans la cage, le nombre moyen de femelles testées a été de 283. La perte d'une cinquantaine d'individus est liée à la mortalité nymphale mais surtout aux femelles qui parviennent à s'échapper lors des manipulations du cobaye.

3. Résultats

Les résultats obtenus sont fondés sur l'analyse de 62 700 femelles correspondant à 223 échantillons.

Le nombre moyen d'individus testés par échantillon est de 283 ce qui a pour conséquence que des différences de 5 % observées entre deux échantillons sont statistiquement significatives ; ce type d'infor-

mation n'a guère d'intérêt pour notre enquête qui avait pour objectif, non pas de caractériser tel ou tel gîte particulier mais de comparer tel ensemble de gîtes à tel autre.

Cet objectif nous a conduits à considérer, tout pourcentage de mammophilie observé étant significativement différent de 80 % des autres pourcentages mesurés, que nous disposions en fait d'un ensemble d'indices quantitatifs-relatifs qui nous autorisait à utiliser les tests non paramétriques correspondants (test U de Mann-Whitney et test H de Kruskal-Wallis).

Ces tests nous ont permis d'analyser plus particulièrement l'influence, du type de biotope larvaire d'une part, de la saison d'autre part.

3.1. MAMMOPHILIE ET TYPES DE GÎTES LARVAIRES

Les résultats font apparaître de grandes variations du pourcentage de mammophilie (0,1 % et 81,1 % sont les extrêmes enregistrés) ; aucune population n'est strictement mammophile, mais 9 % des populations testées comptent moins de 1 % de femelles acceptant de se nourrir sur le cobaye.

La distinction écologique (fig. 1) entre gîtes épigés et gîtes hypogés oppose nettement (probabilité de l'hypothèse d'équirépartition inférieure à 0,000 001) des populations faiblement (moyenne 17,5 %) et fortement (moyenne 46,6 %) mammophiles avec, toutefois, une assez forte variabilité pour ce qui concerne les populations épigées : 12,4 % pour les gîtes ruraux, 15,1 % pour les gîtes urbains épigés et 19,8 % pour les gîtes péri-urbains (toutes ces valeurs comparées par des analyses de variance sur les rangs — test de Kruskal-Wallis — sont significativement différentes).

Par contre, la séparation classique entre gîtes ruraux et gîtes urbains n'est pas à retenir pour ce qui concerne la mammophilie : les gîtes péri-urbains qui, géographiquement, sont intermédiaires entre ces deux catégories donnent, en effet, naissance à des populations, en moyenne, plus mammophiles que celles des gîtes urbains épigés.

Nos résultats confirment la forte agressivité observée chez les populations hypogées par Legendre (1931) et Roubaud (1933) ainsi que le caractère mammophile de certaines populations épigées du sud de la France mis en évidence par Rioux *et al.* (1965a).

Ils permettent une première hiérarchisation de la mammophilie des populations issues des quatre principaux types de gîtes larvaires, classification qui doit être complétée sur d'autres critères.

3.2. MAMMOPHILIE ET CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU DES GÎTES

Les coefficients de corrélation entre le degré de mammophilie et les facteurs physico-chimiques mesurés sont consignés dans le tableau I. Ils font apparaître que seule la richesse en azote ammoniacal de l'eau du gîte de développement larvaire est corrélée au caractère mammophile des femelles qui en émergent ($r = 0,517$ pour 51 ddl ; liaison significative au risque 0,01). Il s'agit là, toutefois, d'un résultat global ; en fait, le taux d'azote ammoniacal n'est un bon indicateur que pour les valeurs élevées (supérieures à 50 mg/l) tandis que les valeurs faibles à moyennes correspondent à des pourcentages très variables de mammophilie.

Par contre, les deux facteurs les plus faciles à

mesurer sur le terrain et qui auraient donc présenté le plus grand intérêt pratique, à savoir le pH et la résistivité, ne semblent pas, d'après ces premiers résultats, donner d'indication décisive sur le caractère biologique étudié. En fait, ces paramètres varient selon les saisons et aussi au cours d'une même journée si bien que ces variations ne pouvaient être prises en considération dans cette étude.

3.3. ÉVOLUTION DE LA MAMMOPHILIE DANS LE TEMPS

Étant donné le petit nombre de gîtes larvaires colonisés de novembre à avril, nous ne retiendrons ici que la période de mai à octobre.

L'évolution globale du degré de mammophilie au cours de cette période semble différente d'un type de gîte à l'autre (tabl. II et fig. 2) :

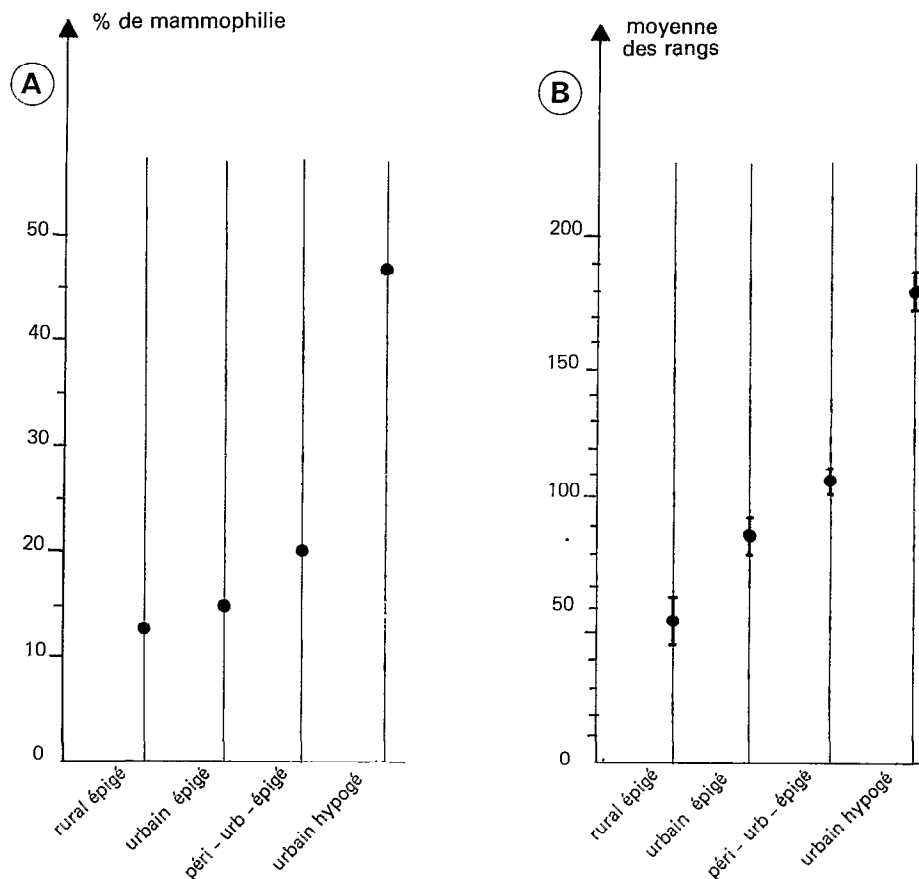


FIG. 1. — A : Pourcentages moyens de femelles mammophiles par type de gîte ; B : Moyenne des rangs et écarts à la moyenne des pourcentages de mammophilie par type de gîte.

TABLEAU I

Matrice des coefficients de corrélation entre le pourcentage de mammophilie et divers facteurs physico-chimiques de l'eau des gîtes.

	% mammophilie	M. org. ac.	M. org. bas.	Azote ammoniacal	Nitrites	Chlorures	Carbonates	pH
% mammophilie		0,366	0,286	0,517	-0,195	0,076	0,256	-0,241
M. org. ac.			0,925	0,081	0,083	0,354	0,191	-0,545
M. org. bas				0,295	0,118	0,538	0,464	-0,317
A. ammoniacal					-0,051	0,450	0,772	0,391
Nitrites						0,677	0,346	0,294
Chlorures							0,839	0,383
Carbonates								0,531
pH								

TABLEAU II

Degré de mammophilie (exprimé en % d'individus gorgés sur cobaye) chez *Culex pipiens pipiens* au cours des saisons par type de gîtes. Chaque échantillon comporte 283 femelles en moyenne : les nombres entre parenthèses indiquent le nombre d'échantillons analysés (au total 223 échantillons représentant 62 700 individus).

Mois	Types de gîtes	Ruraux épiés	Péri-urbains épiés	Urbains épiés	Urbains hypogés	Total gîtes étudiés
Janvier - Février	/	/	/	/	78 (2)	2
Mars	/	/	24,6 (3)	0,1 (1)	48,8 (1)	5
Avril	/	/	10 (1)	0,4 (3)	46,5 (3)	7
Mai	/	/	26,8 (11)	12,3 (6)	14,6 (2)	19
Juin	/	5,2 (1)	29,3 (22)	8,3 (9)	33,7 (5)	37
Juillet	/	4,4 (3)	18,9 (15)	14,6 (17)	39,5 (8)	43
Août	/	12,4 (6)	23,1 (13)	19,2 (17)	47,6 (4)	40
Septembre	/	7,5 (2)	10,2 (27)	23,6 (11)	52 (5)	45
Octobre	/	6,3 (1)	14,8 (12)	14 (5)	46 (6)	24
Novembre - Décembre	/	/	/	/	75,6 (2)	2
Total des gîtes étudiés		13	104	69	38	223

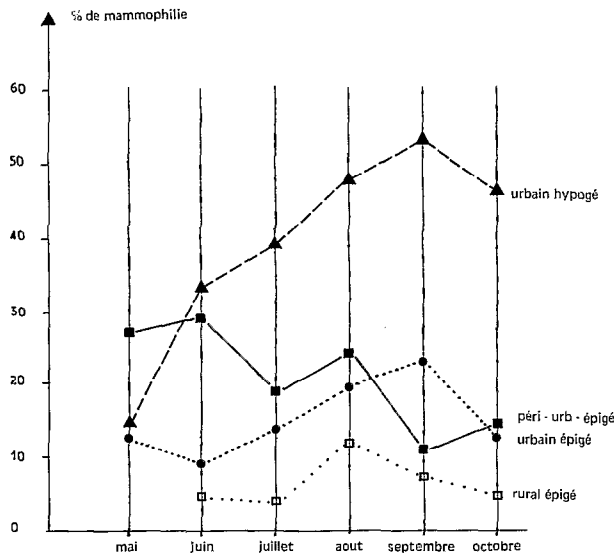


FIG. 2. — Variation de la mammophilie dans le temps par type de gîte.

— dans les gîtes urbains hypogés, le degré de mammophilie croît régulièrement ;

— les gîtes péri-urbains épigés montrent une tendance inverse. la mammophilie, d'abord élevée, diminue régulièrement ; notons que, pour un gîte péri-urbain très productif (émissaire d'une station d'épuration, Saint Laurent d'Aigouze, Gard) que nous avons pu suivre régulièrement de mai à octobre 1980, nous retrouvons le même type d'évolution que pour l'ensemble de la catégorie (30.5 : 50,8 % ; 4.6 : 61,4 % ; 12.6 : 56,7 % ; 19.6 : 44 % ; 26.6 : 49,8 % ; 24.7 : 16,7 % ; 11.8 : 23,6 % ; 27.8 : 22,6 % ; 3.9 : 10,6 % ; 15.9 : 11,9 % ; 29.9 : 6,3 % ; 8.10 : 0,8 %) ;

— dans les gîtes urbains épigés, le pourcentage de mammophilie semble augmenter au cours de l'été et atteindre son maximum en septembre ;

— les gîtes ruraux épigés montrent un degré de mammophilie assez régulièrement faible.

Nous avons effectué sur ces données, le test de Hotelling-Pabst basé sur le coefficient de corrélation de Spearman (Conover, 1971). Il s'agit d'un test non paramétrique permettant de mettre à l'épreuve une tendance croissante ou décroissante, par le calcul de la corrélation entre le temps et la quantité de femelles mammophiles. Les résultats confirment l'observa-

tion visuelle pour les gîtes urbains hypogés (tendance à la croissance au seuil 2,5 %) et les gîtes péri-urbains épigés (tendance décroissante au seuil 2,5 %). Par contre, pour les autres gîtes, le test ne permet pas de rejeter l'hypothèse nulle.

Ces résultats appellent une première remarque : la classification précédente basée sur la mammophilie moyenne par catégorie de gîtes demeure valable tout au long de l'année à deux exceptions près, pour deux gîtes, en mai et septembre.

Notons également que les gîtes urbains hypogés et péri-urbains épigés présentent une tendance opposée ; celle-ci ne peut s'expliquer par la variation du taux d'azote ammoniacal, ce qui démontre l'intervention d'autres facteurs. Tout se passe comme si, dès la levée de diapause hivernale, les positions hypogée et épigée opéraient chacune une sélection inverse sur les populations colonisant ces gîtes.

3.4. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE LA MAMMOPHILIE À L'AIDE D'UNE ANALYSE MULTIVARIABLE

Le but de l'étude étant de dégager les variables écologiques liées à la mammophilie, on a également utilisé l'analyse factorielle de correspondances sur un tableau de contingence multiple croisant cette variable avec l'ensemble des dix facteurs mesurés de l'environnement. Toutes les variables quantitatives ont, pour cela, été découpées en classes de valeurs homogènes. Le nombre de classes retenues est en général de cinq et le choix des bornes a été fait de façon à obtenir des effectifs comparables dans chaque classe ; le nombre total d'observations prises en compte étant de 104, on a ainsi un effectif moyen de 21 observations par classe. Ces dispositions assurent un bon rendement de la méthode.

L'étape suivante a alors consisté à dresser le tableau de contingence où chaque ligne représente une modalité ou classe d'environnement et chaque colonne une classe de mammophilie. Ce tableau de contingence a été soumis à l'analyse factorielle des correspondances qui nous a fourni les graphiques de la figure 3.

Ainsi, les classes de mammophilie se rangent dans un ordre croissant en projection sur l'axe 1 ce qui témoigne d'une dépendance simple entre les variables de l'environnement et la mammophilie.

L'axe 1 qui rend compte de 50,4 % de la variabilité des données est donc un indicateur de mammophilie ; il permet de hiérarchiser les variables de l'environnement relatives à cette nuisance : le programme de calcul fournit en effet, outre les coordonnées des points-modalités sur les différents facteurs,

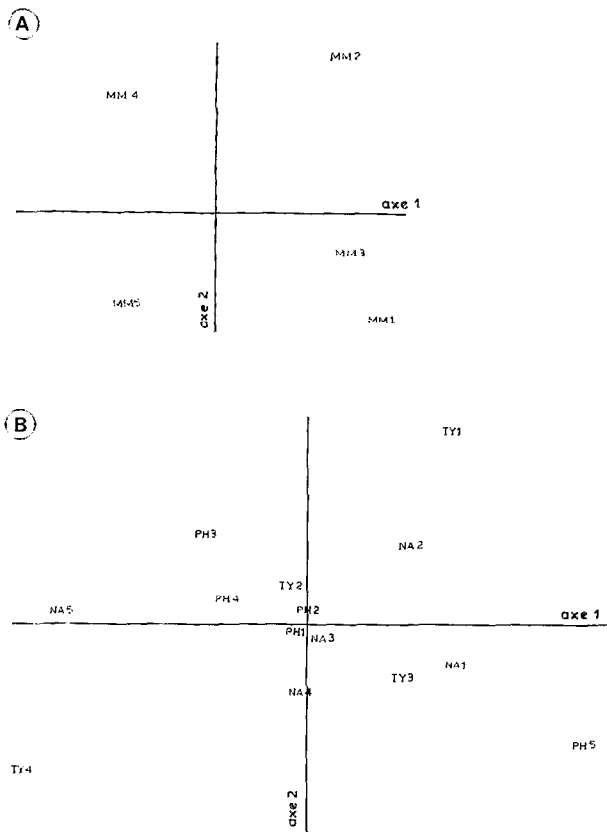


FIG. 3. — Analyse factorielle. A : Plan des axes 1 et 2 pour les classes de mammophilie. B : Plan des axes 1 et 2 pour les variables (type de gîte TY, azote ammoniacal NA et pH).

des listes de contribution des modalités sur les axes. En faisant la somme des contributions des modalités d'une même variable à l'axe 1, on a donc une idée de l'importance de cette variable dans la détermination de la mammophilie. On constate ainsi que la variable « type de biotope » contribue à 24 % pour l'axe 1, la variable « azote ammoniacal pour 20 % et la variable pH pour 17 %.

Le reste des variables, le temps n'étant pas pris en compte dans cette analyse, ne joue que pour une part infinitésimale.

Ces résultats sont cohérents avec les interprétations précédentes, à savoir que la mammophilie des femelles est avant tout corrélée avec le type de biotope larvaire dont elles sont issues et que l'azote ammoniacal est un bon indicateur de leur degré de mammophilie.

Cette analyse permet de plus de constater que, tandis qu'un pH faible ou moyen est sans signification, un pH fort, caractéristique des milieux halophiles, est lié aux faibles valeurs de mammophilie.

4. Discussion

Les recherches présentées ici ont révélé qu'au moins dans le sud de la France, les populations de *Culex pipiens* diffèrent par leur degré de mammophilie selon le type de gîte considéré. Ce degré de mammophilie, qui présente également des variations saisonnières différentes suivant le type de gîte, a été corrélé à deux paramètres physico-chimiques de l'eau des gîtes (azote ammoniacal et pH).

Ces résultats peuvent être discutés par rapport à la stratégie à adopter dans le cadre de la lutte anticulicidienne et au niveau de la biologie de l'espèce dans le « Midi » de la France.

4.1. STRATÉGIE DE LUTTE CONTRE *CULEX PIPPIENS*

Toute stratégie de lutte anticulicidienne doit tenir compte de deux éléments ayant des conséquences antagonistes : d'une part les épandages d'insecticides doivent être suffisants pour être efficaces, d'autre part, ils doivent être réduits au minimum afin de retarder l'apparition de la résistance à ces insecticides.

La nuisance engendrée par un gîte larvaire dépend de l'effectif ainsi que du degré de mammophilie de la population qu'il héberge. Or, le fait que la mammophilie varie de façon importante selon les types de gîtes suggère que ces derniers contribuent de façon très différente à la nuisance. En conséquence, une stratégie de lutte prenant en compte ce paramètre devrait permettre d'améliorer l'efficacité, mais également de diminuer de façon appréciable la pression de sélection exercée par les épandages.

En fonction de nos résultats, nous proposons donc que le contrôle soit effectué dans l'ordre prioritaire suivant :

— *Les gîtes urbains hypogés* de dimension faible à moyenne mais habités par des populations denses et très fortement mammophiles en toutes saisons, devraient être soigneusement contrôlés toute l'année.

— *Les gîtes péri-urbains*, dont la superficie peut être considérable, présentent très souvent des densités larvaires extrêmement élevées alors que le pourcentage de mammophilie de leurs populations est moyen.

Il convient de les contrôler également. Les traitements devront débiter tôt dans la saison en raison de la forte agressivité des premières générations et afin de freiner l'accroissement des effectifs. Par contre, la rapide diminution du degré de mammophilie au cours de l'été laisse penser qu'il serait possible d'interrompre les opérations de traitement avant la disparition des stades aquatiques liée à l'entrée en diapause hivernale.

— *Les gîtes urbains épigés*, caractérisés par des populations à faible pourcentage de mammophilie, par de petites dimensions et des densités larvaires variables, devraient être le plus souvent négligés. Toutefois, en plein été, du fait de l'augmentation de l'agressivité, les gîtes présentant une densité larvaire élevée pourraient être contrôlés.

— *Les gîtes ruraux* présentent généralement une faible densité larvaire et des populations à pourcentage de mammophilie très bas. Leur contrôle ne se justifie pas, sauf peut-être en août dans le cas d'effectifs élevés observés à proximité d'habitations.

4.2. CONSÉQUENCES THÉORIQUES

Nos observations mettant, pour la première fois, en évidence d'importantes variations de la mammophilie au cours des saisons, posent de nombreuses questions, plus particulièrement sur le problème des relations entre populations épigées et hypogées.

On peut se demander notamment, si, en hiver, la valeur élevée de la mammophilie des populations hypogées correspond au renforcement d'une disjonction entre deux populations relativement séparées toute l'année, l'une autogène, sténogame et homodynamique, l'autre surtout anautogène, sténo-eurygame et hétérodynamique, ou bien si l'on est en présence d'un polymorphisme variant au cours des saisons.

Dans la première hypothèse, les populations hypogées comporteraient en fait deux sous-populations dont l'une ne serait isolée que pendant la saison froide. Au printemps, lors de la levée de la diapause, la composante larvaire de cette population serait diluée par la ponte d'individus hétérodynamiques et eurygames ayant choisi ce gîte de repos mais dont les descendants, pour se multiplier, doivent gagner

les gîtes épigés. Le caractère sténogame serait alors sélectionné ce qui se traduirait par l'augmentation du pourcentage de mammophilie observé.

Dans les gîtes péri-urbains épigés, au printemps, le pourcentage de mammophilie élevé fait alors penser à une colonisation par des individus homodynamiques provenant de gîtes hypogés. Ensuite se produirait une sélection inverse de celle observée dans les gîtes hypogés qui favoriserait les individus eurygames, ce qui se traduirait par la chute du pourcentage de mammophilie que nous observons.

Il est en fait possible que, finalement, les populations rurales et urbaines (hypogées ou épigées) soient, contrairement à ce que pensaient Roubaud et ses épigones, reliées par un flux génique non négligeable si bien que leur état au temps « t » correspondrait à un équilibre génétique constamment remis en cause par les contraintes locales (conditions physiques du milieu mais aussi démographie des populations voisines). Pasteur *et al.* (1977) arrivaient à des conclusions très voisines pour ce qui concerne la sténogamie et l'eurygamie.

S'il s'avérait par la suite qu'il en soit bien ainsi, on serait en présence d'un cas remarquable d'adaptation de populations à la structure écologique du milieu : la variabilité des caractéristiques biologiques de l'espèce serait maximale en région méditerranéenne, minimale plus au sud et aboutirait à une ségrégation en deux populations disjointes, c'est à dire à des « quasi-espèces », dans le nord de l'Europe.

La seule ambition de ce travail était de permettre une amélioration de la stratégie de lutte envers les populations de *Culex pipiens* anthropophiles et il n'était pas destiné à permettre une interprétation en terme de génétique des populations. Aussi bien, les résultats que nous avons obtenus sont-ils trop globaux pour permettre une conclusion définitive dans ce domaine. Ils confirment toutefois l'intérêt théorique considérable du « modèle *Culex pipiens* » pour l'étude des processus d'adaptation, voire de spéciation.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 17-6-1985.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1964. — Diptères Nématocères du « Midi » méditerranéen. Études systématiques, écologiques, éthologiques et logistiques. Rapport dact., Lab. Écologie Médicale, Faculté Médecine Montpellier, 406 p.
- CALLOT (J.) et DAO VAN TY, 1943. — Sur quelques souches françaises de *Culex pipiens* L. *Bull. Soc. Path. exot.*, 36 : 229-232.
- CONOVER (W. J.), 1971. — Practical non parametric statistics. Woly and Sons, New York.
- KNIGHT (K. L.), 1951. — A review of the *Culex pipiens* complex in the Mediterranean subregion. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 102 : 354-364.
- LEGENDRE (J.), 1931. — Le moustique stercoraire. *Bull. Acad. Méd.*, 106 : 276-280.
- PASTEUR (N.), 1977. — Recherches de génétique chez *Culex pipiens pipiens* L. ; Polymorphisme enzymatique, autogénèse et résistance aux insecticides organophosphorés. Thèse Univ. Sc. Tech. Languedoc, Montpellier, 170 p. dact.
- PASTEUR (N.), RIOUX (J.-A.), GUILVARD (E.) et PECH-PÉRIÈRES (J.), 1977. — Nouvelle mention, pour le « Midi » méditerranéen, de populations naturelles anautogènes et sténogames de *Culex pipiens pipiens* L. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 52 : 205-210.
- RIOUX (J.-A.), 1958. — Les Culicidés du « Midi » méditerranéen. Étude systématique et écologique. Encyclopédie entomologique, XXXV. Éditions P. Lechevalier, Paris, 303 p.
- RIOUX (J.-A.), CROSET (H.), GRAS (G.), JUMINER (B.) et TESSON (G.), 1965 a. — Les problèmes théoriques et pratiques posés par la lutte contre *Culex pipiens* L. dans le sud de la France. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 42 : 473-500.
- RIOUX (J.-A.), JUMINER (B.), KCHOUK (M.) et CROSET (H.), 1965 b. — Présence du caractère autogène chez *Culex pipiens pipiens* L. dans un biotope épigé de l'île de Djerba. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 42 : 1-8.
- ROUBAUD (E.), 1933. — Essai synthétique sur la vie du moustique commun (*Culex pipiens*). *Ann. Sc. Hist. Nat. (Zool)*, 16 : 5-168.
- ROUBAUD (E.), 1939. — Le pouvoir autogène chez le biotype Nord-Africain du moustique commun, *Culex pipiens* L. *Bull. Soc. Path. exot.*, 32 : 172-175.
- ROUBAUD (E.) et GHELELOVITCH (S.), 1956. — Observations sur le moustique anthropophile méditerranéen du groupe *pipiens*, *Culex berbericus* Roub. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 242 : 2900-2903.
- SINÈGRE (G.), 1984. — La résistance des Diptères Culicidés en France. Comptes-rendus séance 20 mars, Soc. française Phytatrie et Phytopharmacie, 10 p. dact.
- VERMEIL (C.), 1955. — Nouvelle contribution à l'étude du complexe *Culex pipiens* en Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 32 : 137-145.