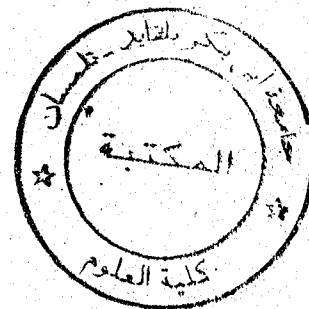


UNIVERSITE ABOU-BAKR BELKAID TLEMCEM

Thèse



présentée à la

FACULTE DES SCIENCES / DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

pour obtenir

LE DIPLOME DE DOCTORAT D'ETAT

En écologie animale



Karima HASSAINE

*Biogéographie et biotypologie
des Culicides (Diptera-Nematocera)
de l'Afrique méditerranéenne.
Bioécologie des espèces les plus vulnérantes
[Aedes caspius, Aedes detritus, Aedes mariaae et Culex pipiens]
de la région occidentale algérienne.*

présentée le

M. KHELIL M. A.

M. METGE G.

M. BENYACOUB S.

M. BRUNHES J.

Mme DOUMANDJI B.

devant le jury composé de :

Professeur

Maître de Conférence

Professeur

Professeur

Professeur

Université de Tlemcen

Université d'Aix- Marseille

Université d'Annaba

IRD Montpellier

INA ELHARACH ALGER

Président

Rapporteur

Co-rapporteur

Examineur

Examinatrice

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de cette modeste thèse.

Mes plus sincères remerciements vont à Mon directeur de thèse Monsieur Gérard METGE Docteur à l'université d'Aix-Marseille III, qui m'a toujours soutenu et encouragé dans mes initiatives, je le remercie pour son soutien, sa compréhension, sa sympathie et surtout sa disponibilité, c'était un grand honneur et un privilège pour moi de travailler et de continuer à travailler avec lui.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude au Professeur Jacques BRUNHES de l'I.R.D. de Montpellier pour m'avoir accueillie dans son laboratoire, où j'ai acquis des connaissances sur les Culicides de l'Afrique méditerranéenne, il a été un second directeur de thèse pour moi. Je le remercie pour sa gentillesse, sa sympathie et son amabilité, sa présence dans le jury de soutenance est un honneur pour moi.

Je remercie Monsieur BENYACOUB Slim Professeur à l'université de Annaba d'avoir accepté la co-direction de cette thèse mais principalement pour sa compréhension et sa sympathie.

Je remercie Monsieur KHELIL Mohamed Anouar Professeur à l'université de Tlemcen d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

Je remercie Madame DOUMANDJI METICHE Professeur à l'INA d'Alger d'avoir accepté de juger ce travail.

Je n'oublie pas d'exprimer mes remerciements à Monsieur Jean-Paul HERVY chercheur à l'I.R.D. de Montpellier qui a établi le logiciel de gestion des données bibliographiques, je lui souhaite santé et longue vie.

Je remercie Monsieur Bernard GOEFFROE Docteur à l'I.R.D. de Montpellier pour m'avoir initié au traitement d'images et pour toutes les belles images des Culicides qui illustrent cette thèse.

Sommaire

INTRODUCTION.....	1
<i>1^{ère} Partie : Biogéographie et biotypologie des Culicides de l'Afrique méditerranéenne.</i>	
CHAPITRE I : MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	3
I.1. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	3
I.2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	4
I.3. PRÉSENTATION DU PEUPLEMENT CULICIDIEN.....	5
I.3.1. <i>Données morphologiques et taxonomiques</i>	5
I.3.1.1. Systématique.....	5
I.3.1.2. Cycle de développement des Culicides.....	5
I.3.1.3. Morphologie générale de l'insecte.....	7
I.3.1.3.1. L'œuf.....	7
I.3.1.3.2. La larve.....	7
I.3.1.3.3. La nymphe.....	8
I.3.1.3.4. L'adulte.....	9
I.3.1.4. Quelques caractères morphologiques propres aux genres.....	9
I.4. GESTION DES DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES.....	13
I.4.1. <i>Collecte des données</i>	13
I.4.1.1. Sources et types de documents.....	13
I.4.1.2. Nature des données.....	22
I.4.2. <i>Mise au point d'un programme informatisé de gestion des données</i>	23
I.4.3. <i>Analyses des travaux et saisie des données</i>	24
I.5. SYNTHÈSE DES DONNÉES.....	25
I.5.1. <i>Elaboration des tableaux des données brutes</i>	26
I.5.2. <i>Méthodes de traitement statistique des données brutes</i>	26
CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIOGÉOGRAPHIQUE ET GÉOTYPOLOGIE.....	28
II.1. COMPOSITION DE LA FAUNE CULICIDIENNE DE L'AFRIQUE MÉDITERRANÉENNE.....	28
II.1.1. <i>Liste des espèces</i>	28
II.1.2. <i>Les espèces à confirmer</i>	29
II.1.3. <i>Les espèces à supprimer</i>	32
II.2. ÉTUDE BIOGÉOGRAPHIQUE.....	35
II.2.1. <i>Espèces dont la carte de répartition est à modifier</i>	35
II.2.2. <i>Distribution des espèces par pays</i>	37

II.2.3. Géotypologie.....	42
II.3. ETUDE BIOCLIMATIQUE	46
II.3.1. Le climat méditerranéen.....	47
II.3.1.1. Caractéristiques climatiques.....	47
II.3.1.2. Définition des mésoclimats selon EMBERGER (1955).....	50
II.3.2. Analyse statistique et synthèse bioclimatique.....	52
II.4. CONDITIONS PHYSIOGRAPHIQUES.....	55
II.4.1. Répartition des espèces selon différentes unités géomorphologiques.....	55
II.4.2. Distribution des espèces en fonction de l'altitude.....	56
II.4.3. Les formations végétales.....	59
Conclusion.....	60

CHAPITRE III : BIOTYPOLOGIE DES GÎTES LARVAIRES ET SYNTHÈSE ÉCOLOGIQUE ET ETHOLOGIQUE

III. 1. LES GÎTES LARVAIRES ET LEURS CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES	57
III.1.1. Les gîtes larvaires.....	57
III.1.1.1. Les principaux types de gîtes de Culicides.....	58
III.1.1.1.1. Les gîtes naturels.....	58
III.1.1.1.2. Les gîtes artificiels.....	61
III.1.1.2. Répartition des espèces dans les différents biotopes.....	63
III.1.1.3. Biotypologie des gîtes larvaires.....	66
III.1.2. Les caractéristiques écologiques des gîtes larvaires.....	72
III.1.2.1. Caractéristiques physiques des gîtes.....	72
III.1.2.1.1. Richesse du milieu en végétation.....	73
III.1.2.1.2. La profondeur du gîte.....	76
III.1.2.1.3. L'éclairement.....	77
III.1.2.1.4. Dynamique du plan d'eau.....	79
III.1.2.1.5. Le courant de l'eau.....	81
III.1.2.2. Les caractéristiques physico-chimiques.....	84
III.1.2.2.1. Aspects de l'eau.....	84
III.1.2.2.2. Le pH.....	87
III.1.2.2.3. La salinité.....	89
III.1.3. Les associations dans les mêmes gîtes larvaires.....	93
III.2. LES CARACTÉRISTIQUES ÉTHOLOGIQUES RETENUES	96
III.2.1. Lieux de repos.....	96
III.2.2. Les rythmes d'éclairement et l'activité biologique.....	100
III.2.2.1. Les rythmes journaliers d'activité.....	100
III.2.2.2. Rythmes saisonniers.....	101

III.2.3. L'Hôte	105
III.2.4. Le stade de survie	107
III.2.5. Le rôle pathogène	108
CONCLUSION	111

**2^{ÈME} PARTIE : RÔLE DU MILIEU PHYSIQUE DANS LA DYNAMIQUE DE QUATRE
POPULATIONS DE CULICIDES DE L'OUEST ALGÉRIEN.**

**CHAPITRE IV : RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIÉS À LA DISTRIBUTION DES LIEUX
DE PONTE DE DEUX ESPÈCES HALOPHILES *AE. CASPIUS* ET *AE. DETRITUS*.**..... 112

IV.1. INTRODUCTION	112
IV.2. MÉTHODES D'ÉTUDES.....	113
IV.2.1. Situation géographique de la zone d'étude.....	113
IV.2.2. Etude du milieu physique	113
IV.2.3. Etude des composantes biotiques	114
IV.3. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	117
IV.3.1. L'hydrologie de surface.....	117
IV.3.2. Définition des groupements végétaux et de leurs caractéristiques édaphiques.....	118
IV.3.3. Distribution horizontale des pontes.....	123
IV.3.3.1. Délimitation spatio-temporelle des aires de pontes	123
IV.3.3.2. Distribution des œufs à une micro-échelle.....	126
CONCLUSION.....	132

**V. CINÉTIQUE DÉMOGRAPHIQUE DES POPULATIONS PRÉ-IMAGINALES D'*Aedes mariae*
(DIPTERA ; CULICIDAE) DES CÔTES OCCIDENTALES ALGÉRIENNES.**..... 133

V.1. INTRODUCTION.....	133
V.2. MATÉRIELS ET MÉTHODES	133
V.2.1. Nomenclature.....	133
V.2.2. Morphologie et systématique.....	135
V.2.2.1. Etude microscopique de l'exochorion.....	135
V.2.2.2. Critères taxonomiques	136
V.2.3. Méthodologie adoptée sur le terrain.....	138
V.3. RÉSULTATS.....	140
V.3.1. Variations des effectifs des stades matures.....	140
V.3.2. Variation des effectifs d'œufs.....	140
V.3.3. Variations spatio-temporelles des effectifs des larves et nymphes.....	142

V.4. DISCUSSION	144
V.4.1. Les différents types de gîtes à <i>Ae. mariae</i>	144
V.4.2. La stratégie de développement	147
CONCLUSION	150
CHAPITRE VI : DYNAMIQUE DÉMO-ÉCOLOGIQUE DES STADES PRÉIMAGINAUX DE LA POPULATION DE <i>CULEX PIFIENS</i> (DIPTERA-CULICIDAE) DANS LES SECTEURS LES PLUS INFESTÉS DE LA VILLE DE TLEMCCN (ALGÉRIE).	151
VI.1. INTRODUCTION	151
VI.2. MÉTHODE D'ÉTUDE	152
VI.2.1. Position systématique et morphologique de <i>Cx. pipiens</i>	152
VI.2.2. Station d'étude et choix des gîtes	154
VI.2.3. Méthodes de prélèvements	155
VI.3. RÉSULTATS	156
VI.3.1. Variations spatio-temporelles des effectifs stades immatures	156
VI.3.2. Relations facteurs écologiques et effectifs des stades immatures	160
VI.3.2.1. Effet de la lumière et de la température sur la variation des effectifs des larves et des nymphes	160
VI.3.2.2. Paramètres physico-chimiques et variations des densités des larves et des nymphes	162
VI. 4. DISCUSSION ET CONCLUSION	168
CONCLUSION GENERALE	171
Références bibliographiques	175
Annexes	192

Introduction

Les insectes transmettent à l'homme une très grande variété de microbes et de parasites, dont un bon nombre peut se révéler pathogènes. Les Culicides ont le premier rôle dans la transmission des maladies qui représentent aujourd'hui les problèmes de santé les plus graves dans le monde (OMS 1997), avec des retombées très importantes sur l'économie de nombreux pays et principalement les pays tropicaux. L'éradication du paludisme par pulvérisations murales d'insecticides et les incontestables succès dans la disparition de nombreux foyers palustres dans les régions tempérées s'accompagnent d'une vague d'euphorie. Or la résistance des vecteurs et la bioaccumulation de composés toxiques non biodégradables incitent à réviser les moyens de lutte. D'autres méthodes (physiques, microbiologique, génétique...) ont été mises à l'étude et le concept de lutte intégrée est alors défini mais difficilement mis en application, du à une carence d'un support écologique. Actuellement, il ne s'agit plus seulement de combattre les agents pathogènes qu'ils sont capables de transmettre à l'homme et aux animaux mais également l'inconfort et la nuisance qu'ils engendrent.

Notre contribution à l'enrichissement des connaissances de la biologie de ces insectes nuisibles correspond à deux volets différents mais complémentaires.

- une mise à jour des connaissances sur les Culicides de notre grande région géographique qui est l'Afrique méditerranéenne par la prise en compte d'un maximum de travaux réalisés jusqu'à présent, mais pas dans un but de donner un recueil historique mais plutôt une exploitation des informations fournies par ces travaux, en vue d'une synthèse écologique à petite échelle.

- des recherches plus fondamentales établies à une plus grande échelle, destinées à dégager les relations pouvant exister entre les facteurs physico-chimiques et les deux principaux phénomènes biologiques : la ponte et l'éclosion chez quatre populations de Culicides.

Pour atteindre l'objectif du premier volet de cette thèse qui est avant tout, une étude écologique sur une base bibliographique, nous avons adopté une méthodologie quelque peu nouvelle. Nous avons procédé selon les étapes suivantes :

- La collecte de données qui consiste en la recherche d'un maximum de travaux bibliographiques,
- la réalisation d'un programme informatisé de gestion de ces données,
- le dépouillement et analyse des articles et notes publiés,
- la saisie des données sur la base informatisée,
- la réalisation d'une synthèse des données, accompagnée de traitements des données par méthodes statistiques et essai de réalisation de biotopologies et de géotopologie.

L'approche d'un niveau de complexité aussi élevé, dans le cadre d'une telle étude en matière d'écologie des vecteurs, nécessite une connaissance des études faites à des niveaux sous-jacents (populations, peuplements, biocénoses).

La synthèse est réalisée grâce aux travaux réalisés depuis 1920 sur les 73 espèces de Culicides, elle porte sur la saisie de données écologiques, éthologiques et chorologiques tout en intégrant des données phytoécologiques, climatiques, géologiques et pédologiques sur chaque localité où l'espèce est signalée. Par la suite, des relations, entre les espèces et d'autres constituants du milieu, sont recherchées aussi bien pour l'écophase aquatique que l'écophase terrestre. Cette synthèse a été rendue possible grâce un programme informatisé, établi par M. J.P. HERVY de l'IRD de Montpellier.

Notre première partie du travail porte sur :

1/ L'élaboration de la liste des espèces présentes en Afrique méditerranéenne (Du Maroc à l'Egypte).

2/ La géotypologie et la biotypologie des Culicides de cette région qui a pour objectif majeur d'expliquer la répartition des espèces selon différents paramètres géographiques, altitudinaux, climatiques, géomorphologiques et floristiques.

2/ La biotypologie des gîtes larvaires et une synthèse écologique et éthologique est établie pour mettre en évidence les étroites relations pouvant exister entre certaines espèces culicidiennes et des facteurs écologiques clés.

La seconde partie est également subdivisée en trois chapitres qui correspondent à :

- la recherche de facteurs écologiques associés au choix des lieux de ponte chez les deux espèces des milieux halomorphes : *Ae. caspius* et *Ae. detritus* dans l'Ouest algérien.
- L'étude de la cinétique démographique des populations pré-imaginales d'*Ae. mariae* des rock-pools de l'Ouest algérien.
- La recherche du rôle joué par la conductivité sur la dynamique des populations de *Cx. pipiens* dans la ville de Tlemcen.

Le choix pour ces quatre populations n'est pas fortuit et s'explique par leur présence fortement ressentie dans les zones urbaines et balnéaires. Les résultats de ces trois études peuvent contribuer à l'amélioration des connaissances sur les Culicides et des méthodes de lutte.

Au cours des trois dernières décennies, les études bioécologiques concernant les Culicides du Maghreb et plus particulièrement de l'Algérie, ont été largement délaissées ; les seuls travaux réalisés sur ces espèces sont des études écologiques disparates, le plus souvent non publiées. Nous avons tenu à ce que nos travaux ne tombent pas dans cette catégorie et pour cela nous avons tenu à les affiner et les publier.

CHAPITRE I

METHODOLOGIE DE TRAVAIL

1^{ère} Partie : Biogéographie et biotypologie des Culicides de l'Afrique méditerranéenne.

CHAPITRE I : METHODOLOGIE DE TRAVAIL

I.1. Les objectifs de l'étude

Le but majeur de la première partie de notre thèse est de réaliser une synthèse écologique de la faune culicidienne dans une région géographique vaste qui est l'Afrique méditerranéenne. Pour atteindre cet objectif, nous avons exploité des informations écologiques obtenues par l'analyse des travaux et les observations faites par plusieurs chercheurs ; c'est une manière écologique et non historique de mettre au point les connaissances déjà acquises sur les Culicides dans cette partie méridionale du bassin méditerranéen. Ce bilan permettra par la suite d'entreprendre des études sur certaines espèces dont la biologie reste très peu connue.

L'étude d'un groupe d'insectes très varié et sur une zone géographique relativement vaste comme l'Afrique méditerranéenne, comporte d'innombrables difficultés que seuls des moyens humains, matériels, financiers largement disponibles peuvent résoudre. En d'autres termes, il est difficile dans le cadre d'une seule thèse d'entreprendre des recherches sur le terrain, bien que l'on considère ce dernier comme le meilleur des laboratoires où l'observation et l'expérimentation se situent au plus haut niveau technique. En absence dans l'immédiat de ces moyens, il nous paraît opportun de commencer par effectuer une synthèse, la plus globale et la plus expressive, en s'appuyant sur des travaux réalisés précédemment et portant principalement sur les espèces présentes en Afrique méditerranéenne.

Cette synthèse a pour but la réalisation de biotypologie, basée sur la relation facteur écologique - espèce qui doit permettre de mieux appréhender les paramètres du milieu à l'origine du choix de l'habitat et la capacité de chaque espèce à peupler un biotope donné.

En d'autres termes, la présente méthodologie apporte un exemple d'élaboration d'un programme de gestion de données relatives à un groupe d'insectes vaste qui permet à la fois de regrouper et de stocker un très grand nombre d'informations et de réaliser des synthèses écologiques et biogéographiques.

Les objectifs de cette première partie sont :

- Actualiser les connaissances sur la distribution des espèces en Afrique méditerranéenne et définir une typologie relative au pouvoir de distribution.

- rechercher les relations étroites pouvant exister entre les espèces culicidiennes et des facteurs du milieu afin de définir la capacité de chaque espèce à peupler les différents gîtes larvaires et de supporter les variations des conditions écologiques de ces derniers ;
- comprendre et comparer le comportement des espèces par des typologies réalisées pour différents paramètres éthologiques.

L'ensemble des biotypologies est réalisé par les données fournies par la bibliographie. Nous traitons les tableaux obtenus par analyses multivariées : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et Analyse en composante principale (ACP).

I.2. Présentation de la zone d'étude

L'étude porte sur les Culicides de l'Afrique méditerranéenne (Fig. 1). Dans cette étude, nous utilisons le terme d'Afrique méditerranéenne pour désigner les cinq pays d'Afrique qui ont une façade sur la Méditerranée (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Egypte) tout en sachant que ces pays ne couvrent pas la totalité de la sous-région méditerranéenne présente sur le continent africain. Cette vaste région géographique constitue une zone de transition entre les zones tempérées située au Nord et les zones tropicales au sud. A une macro-échelle, elle correspond à une unité biogéographique ayant des caractéristiques écologiques propres qui déterminent localement sa biodiversité. Toutefois, à des échelles beaucoup plus grandes, elle présente une très grande diversité de part sa diversité paysagère, climatique et biologique.

Cette zone géographique se définit par les coordonnées 22° à 37° latitudes Nord et 12° longitudes Ouest à 35° longitudes Est. Elle s'étale entre la station extrême Nord Cap Blanc (Bizerte) en Tunisie et la station de Tamanrasset au Sud et de Tizin test à l'Ouest jusqu'à la limite de la mer rouge, dans la localité de Bernece (Sinaï) en Egypte.

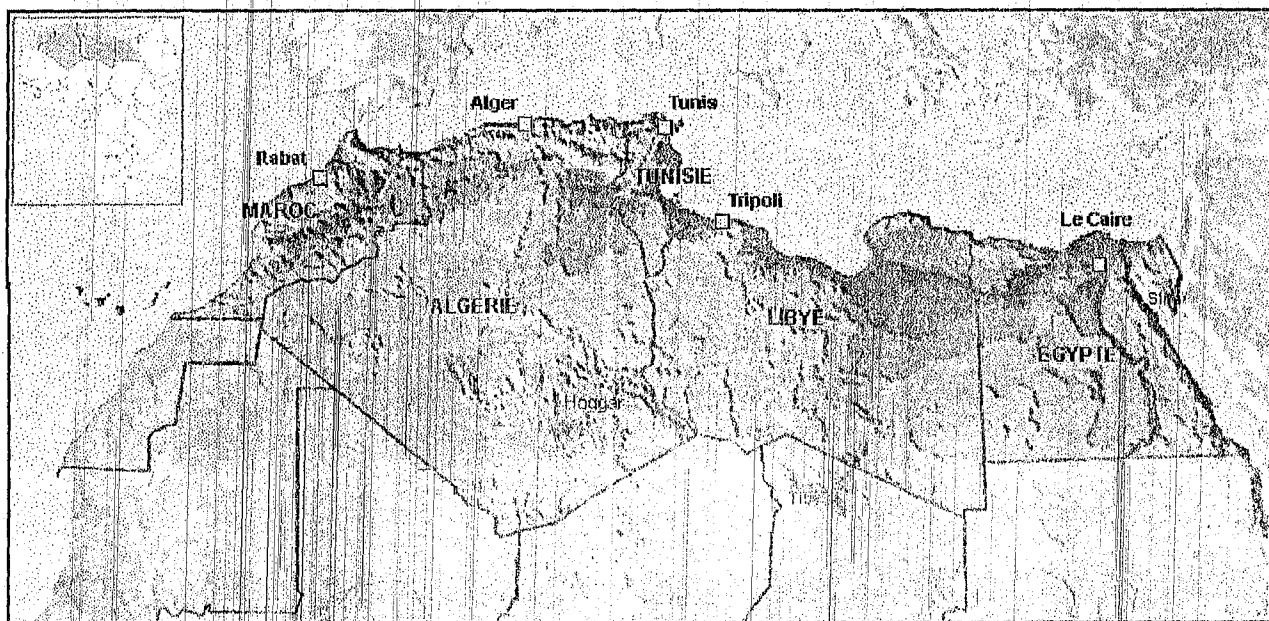


Figure 1 Limites géographiques de l'Afrique méditerranéenne.

I.3. Présentation du peuplement culicidien

I.3.1. Données morphologiques et taxonomiques

I.3.1.1. Systématique

La systématique des espèces culicidiennes retrouvées en Afrique méditerranéenne est la suivante :

Règne	: Animal
Embranchement	: Invertébrés
Classe	: Insectes
Sous Classe	: Ptérygota
Ordre	: Diptères
Sous Ordre	: Nématocères
Famille	: Culicinae
Sous Famille	: Anophelinae / Culicinae
Genre	: <i>Aedes</i> / <i>Anopheles</i> / <i>Coquillettidia</i> / <i>Culex</i> / <i>Culiseta</i> <i>Orthopodomyia</i> / <i>Uranotaenia</i> .

I.3.1.2. Cycle de développement des Culicides

Le cycle de développement du Culicide comprend, comme chez tous les insectes Diptères trois périodes : la larve (période de croissance), la nymphe ou puppe (moins mobile) et l'adulte (période de reproduction).

La vie des moustiques se décompose en une phase aquatique préimaginale et une phase aérienne pour les adultes.

Les œufs des Culicides (Fig. 2) sont très différents suivant les genres et même les espèces.



Figure 2 Type d'œufs de trois genres de Culicides

Ils sont pondus isolément à la surface de l'eau et munis de flotteurs chez les Anopheles, ils sont groupés en nacelles flottantes chez les Culex, ils éclosent généralement au bout de 2 à 5 jours. Alors que les Aedes pondent leurs œufs isolément sur les supports à proximité immédiate de la surface de l'eau ou à même le sol humide.

Ces œufs pourront attendre la montée de l'eau (pluie importante par exemple provoquant l'immersion de ceux-ci et l'éclosion de la larve ; ces œufs peuvent rester viables pendant plusieurs mois et même une année.

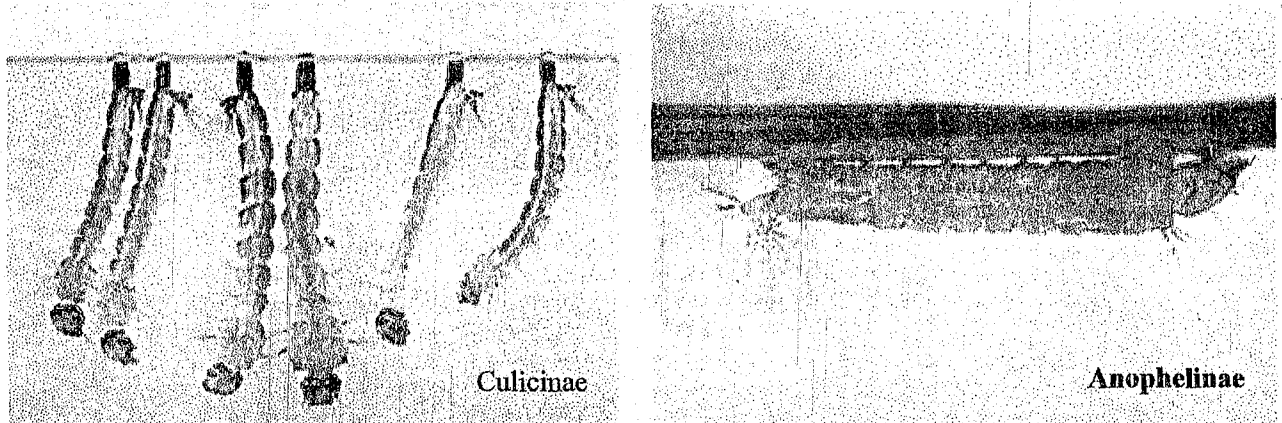


Figure 3 Aspect général de la larve.

Les larves ont une croissance discontinue et subissent 4 mues ; de cette dernière sort une nymphe. Les larves d'Anopheles respirent l'air extérieur par des stigmates dorsaux, ce qui leur impose une position de repos parallèle à la surface de l'eau, tandis que les larves d'Aedes et de Culex respirent par un siphon et sont donc obliques par rapport à la surface (Fig. 3), à l'exception des Coquillettidia qui sont fixés par leur siphon adapté aux tiges et aux racines de certaines plantes aquatiques, afin d'y prélever l'oxygène nécessaire au niveau des vaisseaux aérifères.

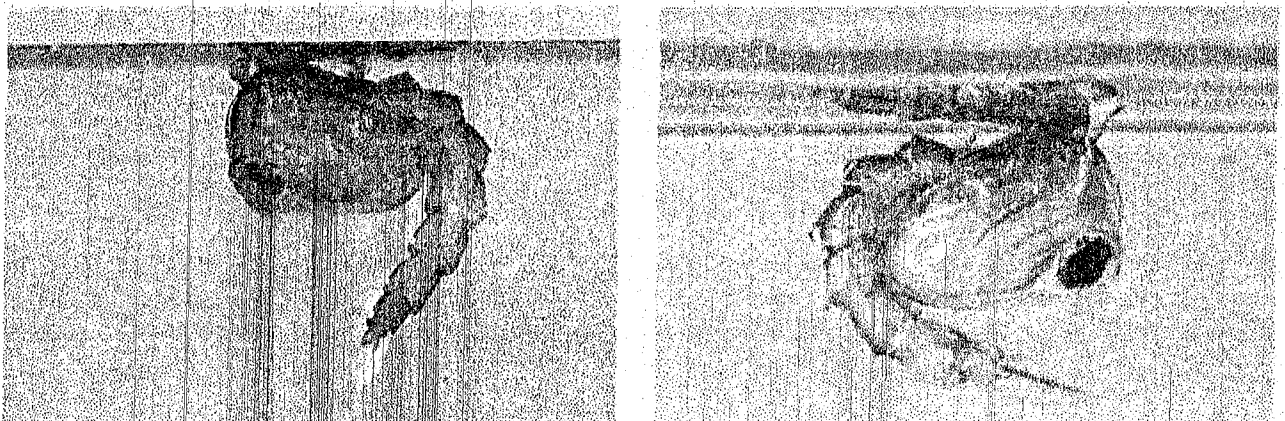


Figure 4 Aspect général de la nymphe.

Le stade nymphal est un stade de transition au cours duquel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques, car de ce dernier stade aquatique va sortir l'adulte qui aura une vie aérienne. La libération de l'adulte qui est à l'image de ses parents, de l'exuvie nymphale est appelée mue imaginale. Les nymphes (Fig. 4) sont très mobiles et ne se nourrissent pas pendant toute la durée de ce stade, qui dure généralement de 1 à 5 jours. Ce qui la pousse à adopter un comportement craintif en se cachant ou en s'abritant pour échapper aux prédateurs (PIHAN 1986)

Quand l'imago est prêt, le dos de la nymphe se fend, par cette ouverture le Culicide adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes et son abdomen, abandonnant son ancienne "peau" : l'exuvie. L'émergence dure environ 15 minutes. Le repas sanguin est nécessaire au développement des œufs. Les espèces dites autogènes peuvent pondre une première fois sans repas sanguin par contre les pontes suivantes nécessitent une prise de sang (ROUBAUD 1933). Pour les espèces anautogènes (Fig. 5), la prise de sang est indispensable avant chaque ponte (SINEGRE 1974).

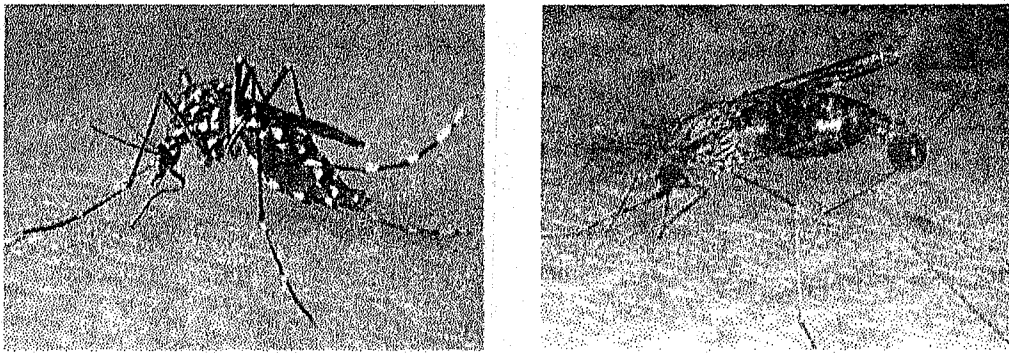


Figure 5 – Aspect général de l'adulte.

I.3.1.3. Morphologie générale de l'insecte

Dans un même genre, une espèce présente des caractères morphologiques qui lui sont spécifiques ; ce sont surtout les larves et les adultes qui fournissent le maximum de caractères systématiques, les œufs ne sont pratiquement pas utilisés, sinon dans la distinction des tribus et des biotypes (*Anopheles*, *Culex*), c'est ce qui permet de l'identifier et de la distinguer des autres espèces, mais il y a toujours des confusions et des doutes en ce qui concerne quelques espèces. Cependant, le cycle de développement et la morphologie générale sont pratiquement les mêmes.

I.3.1.3.1. L'œuf

Classiquement l'œuf des Culicidés comprend de l'intérieur vers l'extérieur : l'embryon, la membrane vitelline pellucide, l'endochorion épais, l'exochorion plus ou moins pigmenté, gaufré ou aréolé ; les œufs (Fig. 2) sont isolés ou groupés en nacelles, flottent grâce au système de "flotteurs" latéraux cas des *Anopheles* ou aux phénomènes de tension superficielle pour les *Aedes* et les *Culex*.

I.3.1.3.2. La larve

Parmi les quatre stades de l'évolution larvaire, seul le dernier est pris en considération dans la détermination. La larve est divisée distinctement en trois parties (Fig. 3) : la tête, le thorax et l'abdomen.

La tête est une structure globulaire plus ou moins aplatie dorso-ventralement, fortement chitinisée. Sa plaque dorsale est divisée par deux sutures en quatre sclérites garnies de soies de grande importance taxonomique : les grandes soies céphaliques (A, B et C), la petite soie

céphalique « d » située en avant de B ou de C et la petite soie suturale interne « e » ainsi que la soie suturale externe f située sur les plaques épéricraniennes.

Sur le côté de la tête se dressent les antennes qui sont généralement spiculées et sur lesquelles sont implantées aux sommets les soies qui selon le genre sont soit en touffe soit simples.

En avant de la tête, sur sa partie ventrale s'insèrent les pièces buccales de type broyeur dont le mouvement provoque un courant d'eau chargée d'éléments nutritifs.

Le thorax présente une forme sphérique, divisé en protothorax, mésothorax et métathorax, garnie de soies. Le protothorax porte des soies dorsales d'une grande importance taxonomique principalement chez les *Anopheles*.

L'abdomen se compose de neuf segments apparents ; en ce qui concerne les soies abdominales, on en distingue deux sortes :

- les soies utilisées par les Culicides dans la nage et la perception sensorielle du milieu.
- les soies courtes appelées soies palmées (Fig.6 e) qui leur permettent de flotter.

L'extrémité postérieure de la larve comprend trois parties : le VIII^{ème} segment abdominal, le siphon (absent chez les Anophelinae) et le segment anal (Fig.6 b). Sur le VIII^{ème} segment abdominal se situe le peigne ou carde, qui est une pièce taxonomique d'une grande importance ; ce peigne se compose d'un nombre variable de dents isolées, en forme d'écailles ou d'épines. Il existe cinq soies au niveau de ce VIII^{ème} segment ; deux des soies sont simples dites soies intermédiaires et les trois autres sont ramifiées, et ce sont : la soie subsiphonale, la soie anosiphonale et la soie subanale.

Le siphon respiratoire comporte un certain nombre de critères taxonomiques, tels que le crochet subapical, le peigne siphonique ventral, les soies siphoniques.

Le segment anal porte sur sa face dorsale la selle qui est une partie lisse ou chitinisée spiculeuse, sur laquelle s'insère la soie latérale, on y trouve aussi les soies de la brosse ventrale et les soies caudales.

I.3.1.3.3. La nymphe

La nymphe (ou puppe) des Culicides a une forme de virgule (Fig. 4), elle est mobile et comprend trois parties :

- les nageoires ou palettes natatoires, très aplaties, de forme généralement ovale, parfois asymétrique,
- les segments abdominaux qui sont au nombre de neuf, cependant, la poche génitale, visible à la nageoire constituerait le dixième segment,
- le céphalo-thorax qui est constitué de tubercules métathoraciques, de trompettes respiratoires qui fournissent de bons caractères taxonomiques et des soies céphaliques.

I.3.1.3.4. L'adulte

Les Culicides adultes se distinguent par l'ornementation de la nervation alaire et l'existence d'un proboscis long et dirigé vers l'avant. Le corps se compose (Fig.5) de : la tête, le thorax et l'abdomen.

La tête, porte deux grands yeux à facettes, une paire d'antennes porteurs de verticilles de soies plus longues et plus fournies chez le mâle que chez la femelle, une paire de palpes presque toujours long chez le mâle et enfin le proboscis constitué d'un labium contenant six stylets, de l'hypopharynx, des mandibules et des maxilles. Ce proboscis permet à la femelle de piquer et d'aspirer le sang, le mâle ne pique pas et possède des stylets réduits. La vestiture de la tête est composée d'écailles et de soies.

Le thorax résulte de la fusion de trois segments rigides : le prothorax, le mésothorax et le métathorax, au premier s'insère trois paires de pattes, le deuxième et le troisième servent respectivement de point d'attache aux deux ailes et aux balanciers.

Le mésothorax constitue à lui tout seul presque tout le thorax. Sa partie dorsale dite mésonotum se compose du scutum, du scutellum et du postnotum. Sur les parties latérales se situent les pièces pleurales qui comprennent les aires spiraculaires, postspiraculaires et subspiraculaires puis la sternopleure dont la partie supérieure est l'aire préalaire, enfin le mésépimère en avant du stigmate postérieur.

Les soies du thorax ont une grande importance taxonomique. Le thorax porte également des écailles dont la forme, la couleur et la disposition constituent une ornementation spécifique.

Les pattes présentent également des caractères taxonomiques importants : la longueur des cinq articles tarsaux, la structure des griffes, la présence ou l'absence de pulvilli ainsi que l'ornementation par les écailles.

Les nervures alaires sont couvertes d'écailles, de taille, de forme et de couleur variant d'une espèce à une autre. Chez les *Anopheles*, l'ornementation due aux écailles présente une grande importance taxonomique.

L'abdomen, composé de dix segments, formés chacun d'une partie dorsale (tergite) et d'une partie ventrale (sternite). Le 9^e et le 10^e segment correspondent à l'appareil reproducteur ou hypopygium ou genitalia. Ils montrent une structure complexe utilisée dans la détermination des adultes mâles.

I.3.1.4. Quelques caractères morphologiques propres aux genres

A/ Genre *Aedes*

- Les œufs, pondus isolément, flottent à la surface de l'eau par l'intermédiaire d'un système de réticulation tensioactif.

- Les larves se distinguent par l'absence de plaques abdominales ; la présence de l'ouverture respiratoire située à l'extrémité d'un tube cylindrique court, trapu et porteur d'une seule touffe de soies médiane.
- Les adultes mâles se caractérisent par la présence des soies postspiraculaires, absentes chez tous les autres genres.
- L'hypopygium des mâles se distingue par la présence d'un gonostyle très net entaillant le bord interne du gonocoxite sur toute sa longueur.

B/ Genre *Anopheles*

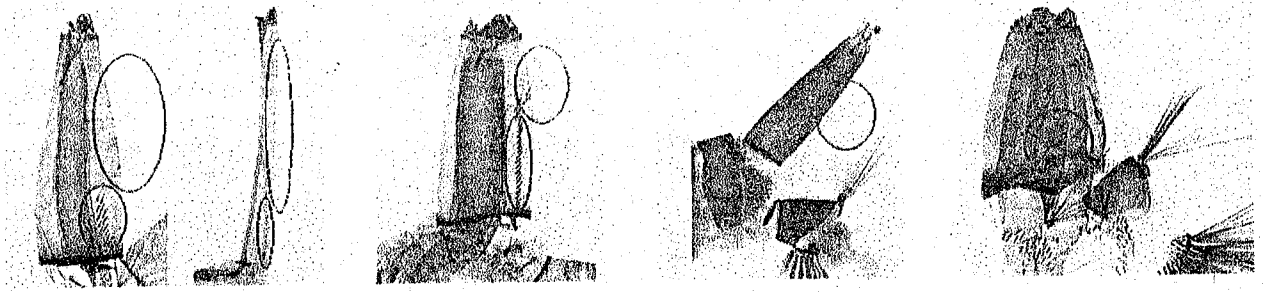
- Les œufs, pondus isolément, possèdent une paire de flotteurs latéraux.
- Les larves se caractérisent par l'absence du siphon, l'orifice respiratoire s'ouvre directement sur le segment VIII ; des soies remarquables : les soies abdominales en éventail et des soies plumeuses. Les plaques abdominales se situent sur la plupart des segments.
- Les adultes se singularisent par la longueur du palpe maxillaire qui est presque égale à celle de la trompe pour les deux sexes, par leur scutellum simple sans lobe nettement marqué et par leur abdomen dépourvu d'écaillés.
- Au niveau des genitalia, la longueur du gonostyle est supérieure à celle du gonocoxite.

C/ Genre *Culex*

- Les œufs sont pondus agglomérés en radeau.
- Les larves sont pourvues d'un siphon bien développé dont le bord inférieur sert d'attache à plusieurs touffes de soies ventrales.
- Les femelles adultes possèdent des palpes maxillaires nettement plus courts que la trompe.
- Les organes sensoriels portés à l'apex du tarsomère 5 présentent un empodium et deux pulvilli (Fig.7f).
- Les mâles de ce genre se distinguent aisément à partir du gonocoxite qui présente une touffe subapicale (Fig.7g).

D/ Genre *Culiseta*

- Les œufs sont pondus agglomérés en radeau.
- La larve possède un siphon nettement différencié porteur d'une paire de soies insérée à la partie basale du peigne. Elle se distingue par l'absence de plaques abdominales et de plaque sclérifiée du segment VIII.
- Les femelles adultes sont généralement de grande taille avec un abdomen tronqué. Elles possèdent des soies thoraciques préspiraculaires.
- Sur l'aire barrée et sous le segment anal s'insère la soie 4-X sous forme de brosse ventrale.



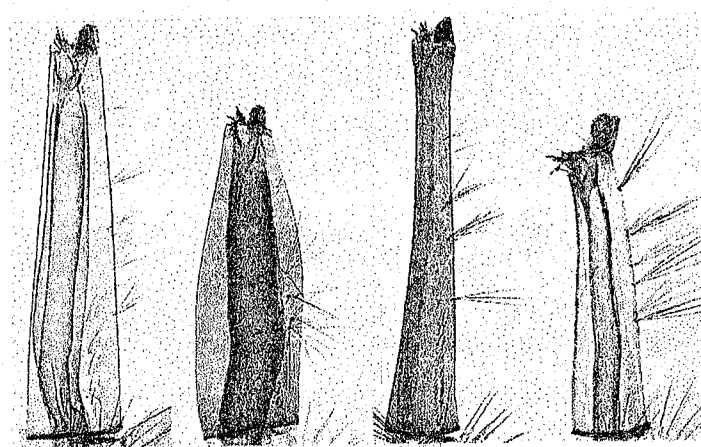
Culex

Uranoetenia

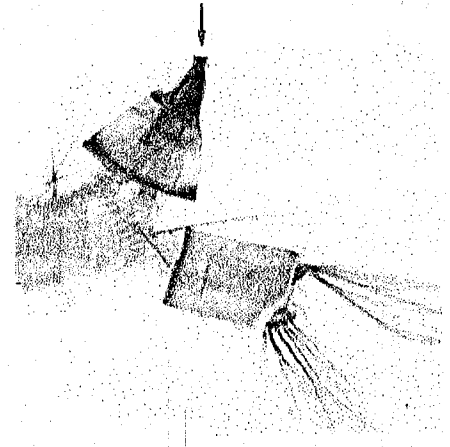
Orthopodomyia

Culiseta

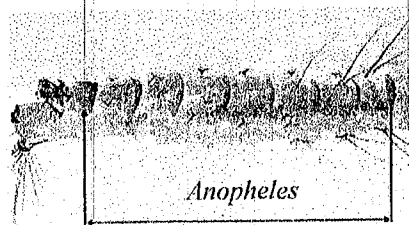
a- Ornementation du siphon



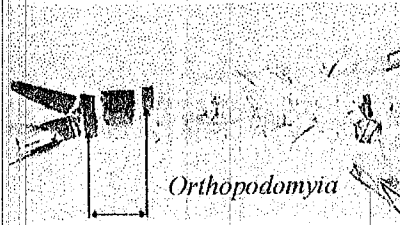
b- Forme générale du siphon de genre *Culex*



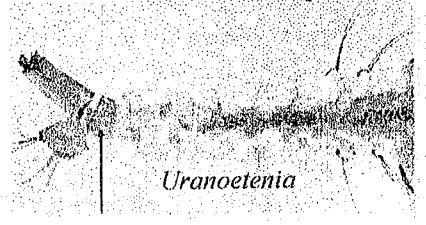
c- Position de l'orifice respiratoire de *Coquillettidia*



Anopheles

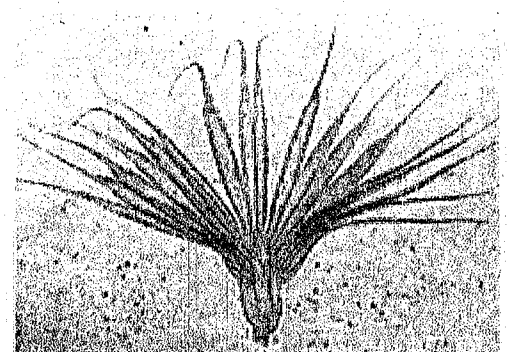
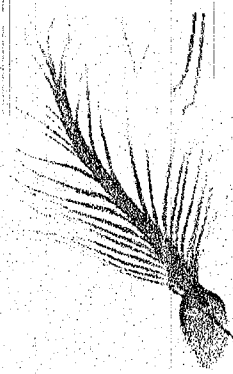
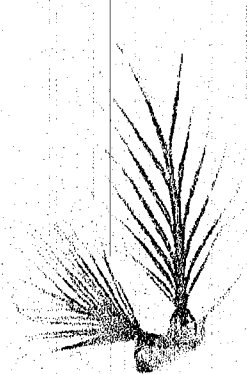


Orthopodomyia



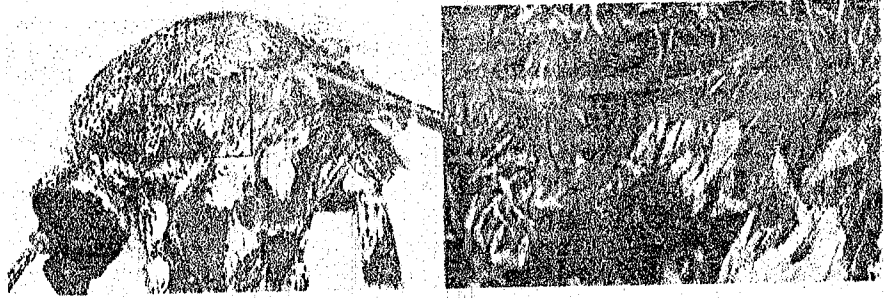
Uranoetenia

d- Plaques abdominales

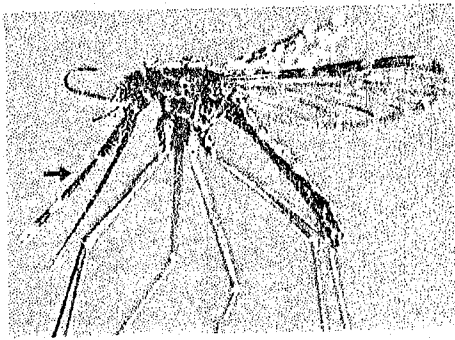


e- Soies plumeuses et soie palmée d'*Anopheles*

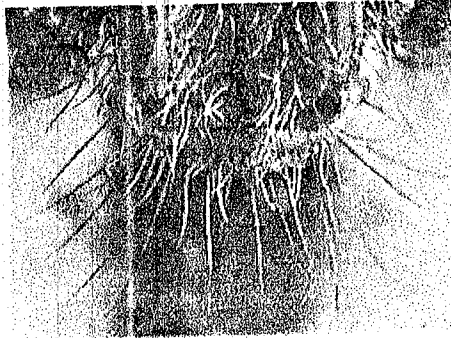
Figure 6- Caractères morphologiques de six genres de Culicidae



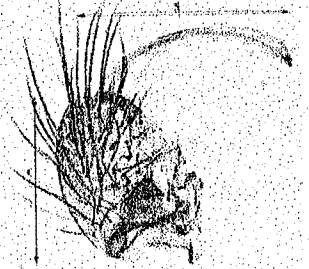
a- Soies postspiraculaires chez les femelles d'*Aedes*



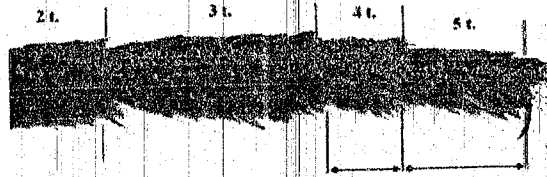
b- Longueur du palpe maxillaire d'*Anopheles*



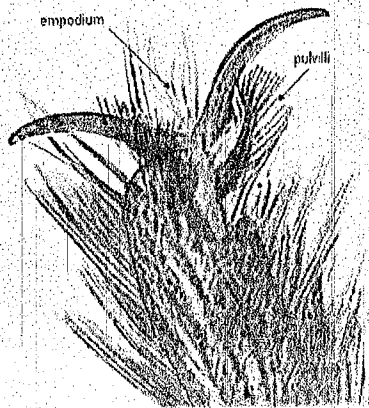
c- Forme générale du scutellum d'*Anopheles*



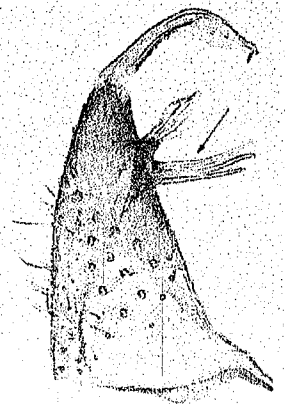
d- Gonocoxite d'*Anopheles*



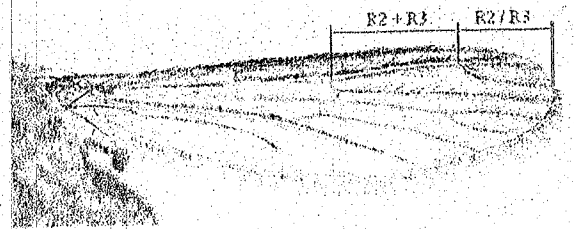
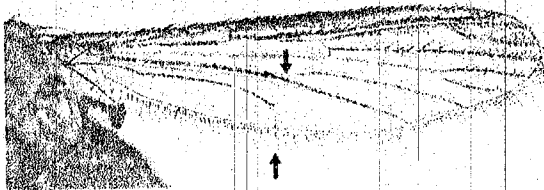
e- Longueur du tarsomère d'*Orthopodomyia*



f- Organes sensoriels du tarsomère 5 de *Culex*



g- Gonocoxite du genre *Culex*



h- Position de l'apex de la nervure 1-A et la longueur de la fourche R2+R3 chez *Uranotaenia*

Figure 7- Caractères morphologiques des adultes de cinq genres de Culicidae

E/ Genre *Coquillettidia*

- La larve possède des antennes très longues, l'orifice respiratoire s'ouvre à l'extrémité d'un siphon conique et court, sans peigne et avec une seule touffe médiane. Le peigne du huitième segment est formé de quelques dents disposées sur une seule rangée.
- Les palpes du mâle sont égaux à la trompe, ceux de la femelle ne dépassant pas le 1/4 de celle-ci.

F/ Genre *Orthopodomyia*

- Les œufs sont difficiles à découvrir dans la nature, ils présentent une collerette latérale très nette. Pondus isolément, ils peuvent rester, un certain temps, émergés avant d'éclore.
- Les larves offrent des détails qui peuvent la singulariser ; on peut remarquer l'absence du peigne siphonale et la présence d'une seule touffe de soies médiane ainsi que la présence de plaques abdominales sur les segments VIII et VII et parfois le segment VI (Fig.6 a).
- La longueur du tarsomère 4 est plus courte que celle du tarsomère 5 aussi bien chez le mâle que chez la femelle (Fig.7 e).

G/ Genre *Uranotaenia*

- Les œufs sont pondus agglomérés en masses flottantes.
- La larve présente des soies céphaliques épaisses et les plaques abdominales ne sont présentes que sur le segment VIII (Fig.6 a).
- La fourchette R2/R3 est plus courte que la hampe R2+R3 chez le mâle et la femelle (Fig.7 h).
- Au niveau des ailes, la position de l'apex de la nervure 1-A est antérieure à la fourche m_{cu}/cuA.

I.4. Gestion des données bibliographiques

Pour la réalisation de ce travail, nous avons procédé en deux phases, dont chacune comporte plusieurs étapes successives (Fig.8).

I.4.1. Collecte des données

I.4.1.1. Sources et types de documents

Le déroulement logique de l'étude exigerait que la collecte des données soit entreprise en premier lieu. C'est en effet cette dernière qui doit décider de la valeur de la synthèse écologique.

La faune culicidienne a fait l'objet au cours de plusieurs années d'un grand nombre d'études sous formes de notes et d'articles abondants et de quelques monographies et révisions. Nous retenons principalement les travaux qui sont susceptibles de fournir des informations sur l'identité et la distribution des espèces signalées en Afrique du Nord.

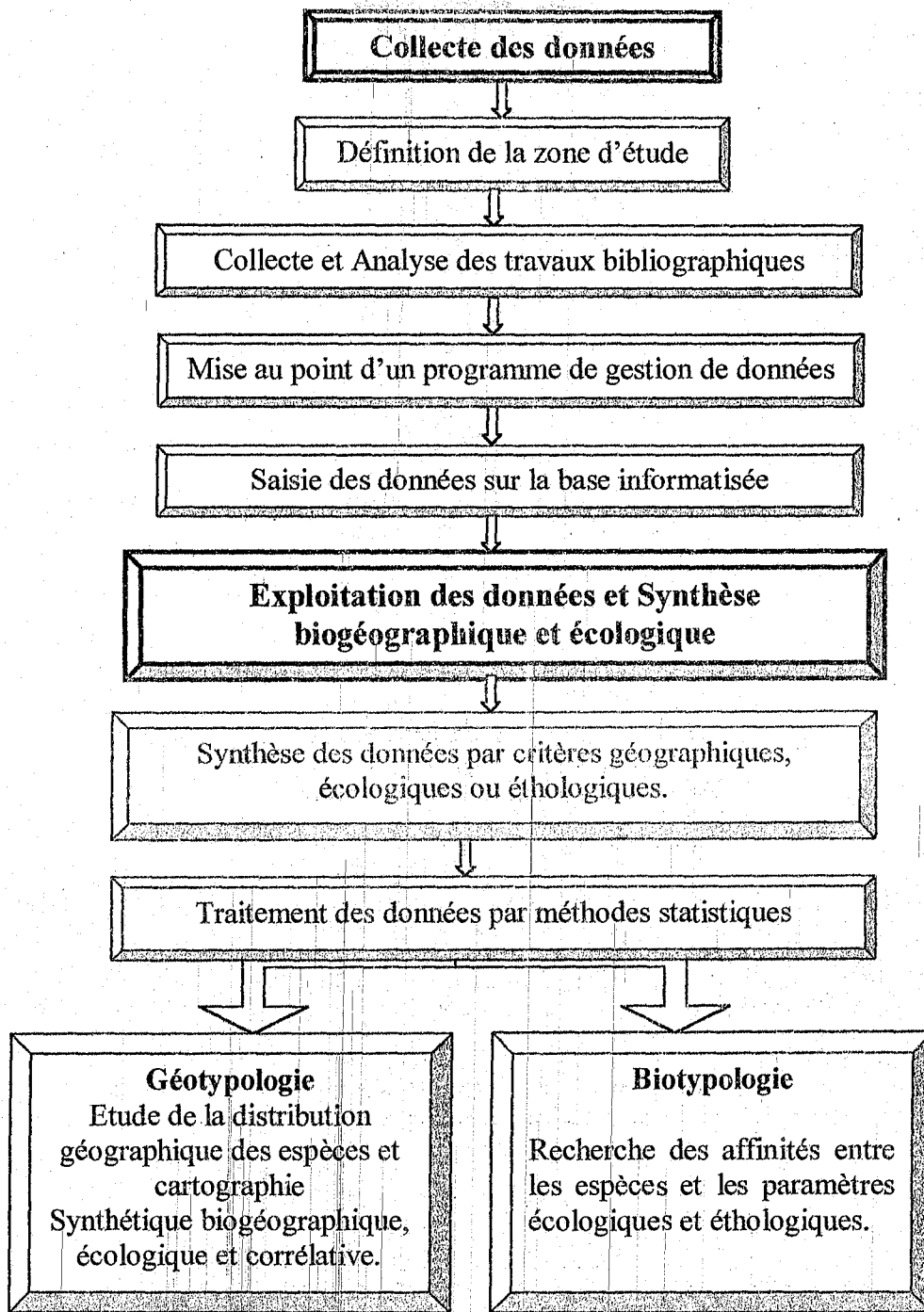


Figure 8- Présentation du protocole méthodologique.

La première difficulté résulte essentiellement de l'abondance et la diversité de la bibliographie en matière d'Arthropodes hématophages. Effectivement, lorsqu'on entreprend une étude sur les Culicides, on s'aperçoit rapidement qu'une foule de travaux différents est publiée, depuis la biosystématique, l'écologie, l'éthologie jusqu'à l'épidémiologie, la physiologie et plus récemment la biologie moléculaire.

Par ailleurs, la littérature traitant du sujet est très dispersée et parfois ardue à retrouver dans l'importante bibliographie des Culicides. Les données sont présentes mais d'une façon éparse et disparate et la première tâche à assurer est la collecte d'une bibliographie aussi exhaustive que

possible directement liée à l'objet de notre recherche. Nous nous sommes appuyés en premier lieu sur les travaux originaux (publications et notes) puis sur des synthèses (thèses et livres) en évitant au maximum des répétitions pour certaines données.

Les sources d'informations ont été les universités et les organismes de recherche : Bibliothèque du laboratoire de Taxonomie des vecteurs de l'IRD Montpellier ; Bibliothèque de l'Intente interdépartementale pour la démostication du littoral méditerranéen (E.I.D. de Montpellier) ; Bibliothèques des facultés des sciences de Marseille et de Montpellier ; Institut Pasteur d'Alger. Cette collecte de travaux nous a permis de constituer notre propre bibliothèque contenant plus de 300 tirés à part portant sur les Culicides d'Afrique méditerranéenne et de tout le bassin méditerranéen.

I.4.1.2. Nature des données

En tenant compte de la biologie des Culicides, nous avons pris en considération un certain nombre de facteurs écologiques pouvant intervenir directement sur la population durant au moins une phase de leur cycle de développement. L'insecte présente différentes étapes du développement biologique dans le temps et dans l'espace, l'écophase aquatique est définie par les facteurs écologiques hydrologiques alors que l'écophase aérienne est liée beaucoup plus aux facteurs écologiques susceptibles d'influencer le comportement de la femelle.

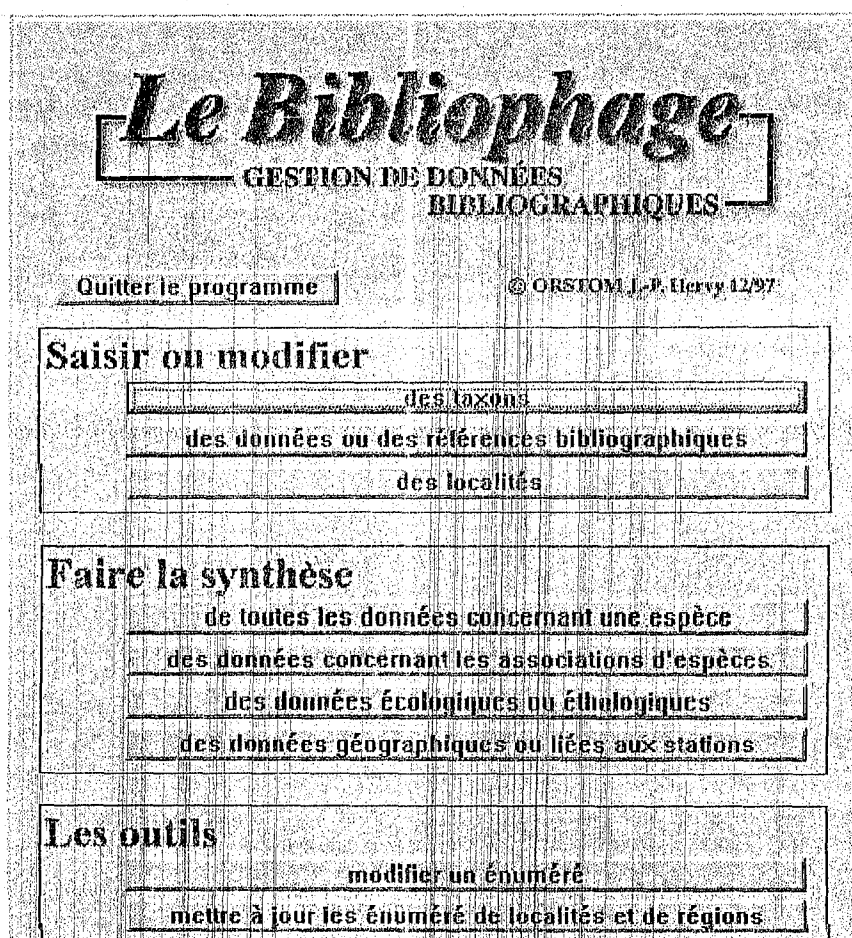
Les types de données retenus sont de trois natures :

Les données géographiques	Destinées à la réalisation de la géotypologie et de la cartographie. Chaque localité est définie par ses coordonnées géographiques, son altitude, sa continentalité, son ambiance bioclimatique, son type de sol, son type de sous-sol et la formation végétale climax.
Les données écologiques	En tenant compte des caractéristiques écologiques de l'écophase aquatique des Culicides, nous avons saisi les informations portant sur le type de gîte, les caractéristiques du gîte, le courant, le pH, la température, la salinité de l'eau et l'aspect de l'eau.
Les données éthologiques	Les paramètres relatifs à l'écophase aérienne retenus, sont la dynamique saisonnière, le rythme journalier d'activité, le lieu de repos, l'hôte, le stade de survie, la capacité de dispersion, la longévité et le rôle pathogène.

Chaque type de donnée est un regroupement d'informations auquel nous affectons une valeur de donnée dont la subdivision représente une appréciation qualitative ou quantitative. D'autres variables, comme l'oxygène dissous, n'ont pu être intégrées bien qu'elles présentent un grand intérêt écologique car l'information reste trop manquante.

I.4.2. Mise au point d'un programme informatisé de gestion des données

Cette thèse présente l'originalité d'être accompagnée d'un programme informatisé de gestion de données de l'écologie des peuplements culicidiens de l'Afrique méditerranéenne. La saisie a été rendue possible grâce à ce logiciel, établi par J.P. HERVY du laboratoire de Taxonomie des vecteurs de l'IRD (ex- ORSTOM) de Montpellier qui a su mettre l'informatique au service de la biologie, c'est une manière moderne de gérer la biologie des insectes vecteurs de maladies notamment les Culicides de l'Afrique méditerranéenne. Le programme mis au point est destiné à emmagasiner et à synthétiser un grand nombre d'informations sur l'écologie des Culicides.



Pour la réalisation de ce programme, nous avons tenu compte essentiellement des données définis au préalable, afin de ne pas oublier ou sous-estimer un facteur écologique lié à l'écophase aquatique et (ou) l'écophase aérienne. L'enrichissement de cette base de données est possible à tous

les niveaux : références bibliographique, taxons, types de données, valeurs de données, associations, position géographique, caractéristiques biophysiques.

Chaque localité mentionnée fait l'objet d'une recherche pour définir ses caractéristiques. Ainsi, nous avons eu recours au logiciel Atlas mondial « Encarta 98 » et aux catalogues des localités dans le monde, du laboratoire de Taxonomie des vecteurs de l'IRD (Montpellier) pour compléter toutes les informations sur les coordonnées géographiques (longitudes, latitudes, altitude).

I.4.3. Analyses des travaux et saisie des données

Les travaux consultés relèvent de plusieurs disciplines (entomologie, écologie, épidémiologie...) et l'information recherchée n'est toujours pas homogène. Une référence est retenue dans la mesure où elle fournit une information relative à la chorologie, l'écologie ou le comportement d'une espèce reconnue dans un des cinq pays de la région étudiée. Sur les centaines de travaux dépouillés, nous comptons environ 230 références bibliographiques utilisables dans le cadre de ce travail. Les informations sont introduites au fur à mesure de l'analyse de la note.

Les informations retenues à partir d'un document bibliographique, sont saisies dans une fiche comportant la référence bibliographique, le taxon, un type de donnée, une valeur de données, le type de document, la localité, le pays et l'association des espèces dans un même gîte. La référence

Référence bibliographique développée		Niveau d'information		Senevet, Andreelli, 1960			
SENEVET (G.) & ANDARELLI (L.), 1960 - Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. Arch. Inst. Pasteur, Let. Tome 38 (2): 303-326.							
Espèce	Type de donnée	Termine	Doc	Localité	Pays	Assoc.	Abrev.
pipiens (Cx.)	Gîte : type	Nat bassin	SYNT				CXPI
pipiens (Cx.)	Gîte : type	Dom citain	SYNT				CXPI
pipiens (Cx.)	Gîte : type	Nat fossé	SYNT				CXPI
pipiens (Cx.)	Gîte : type	Dom gîte extérieur	SYNT			00047	CXPI
pipiens (Cx.)	Dynamique saisonnière	05	SYNT				CXPI
theileri (Cx.)	Dynamique saisonnière	06	SYNT	Alger	Algérie	00047	CXTH
theileri (Cx.)	Dynamique saisonnière	07	SYNT	Oran	Algérie		CXTH
theileri (Cx.)	Dynamique saisonnière	08	SYNT	Constantine	Algérie		CXTH
theileri (Cx.)	Dynamique saisonnière	09	SYNT	Aurès	Algérie		CXTH
theileri (Cx.)	Gîte : type	Dom rivière	SYNT				CXTH
theileri (Cx.)	Gîte : type	Nat fossé	SYNT				CXTH
theileri (Cx.)	Gîte : type	Nat mare	SYNT				CXTH
theileri (Cx.)	Gîte : type	Dom gîte extérieur	SYNT				CXTH
litranchiae (An.)	Gîte : type	Dom rivière	SYNT			00047	ANLA
caspius (Ae.)	Gîte : type	Dom rivière	SYNT			00047	AECA
hottensis (Cx.)	Gîte : type	Dom retenue	SYNT	Alger	Algérie		CXHO
hottensis (Cx.)	Gîte : type	Nat trou de rocher	SYNT	Reouf	Algérie		CXHO
hottensis (Cx.)	Gîte : type	Nat fossé	SYNT	Oran	Algérie		CXHO
hottensis (Cx.)	Gîte caractéristique	avec végétation	SYNT	Constantine	Algérie		CXHO
hottensis (Cx.)	Gîte : type	Nat mare	SYNT				CXHO
hottensis (Cx.)	Gîte caractéristique	profond	SYNT				CXHO

Dupliquer data	Liste des espèces	Remarque
Trier Espèces	Nouvelle association	
Trier types données		
Trier Pays	Modifier une localité	
Trier Associations	Ajouter un nom localité	

bibliographique, le taxon et le type de document sont obligatoires car ils doivent permettre de se retrouver dans une banque de données riche et complexe, en langage plus simple, ils permettent de retrouver qui a dit quoi.

Les diverses notes sont destinées à étudier la répartition géographique des différentes espèces de Culicides dans cette région, pour cela il convient de noter l'ensemble des points d'où les espèces ont été signalées jusqu'à présent. Précisons qu'une localité n'est retenue qu'une seule fois pour un même auteur et pour un taxon donné, même s'il a fait l'objet de plusieurs prélèvements.

Cette étape est cruciale et correspond à l'essentiel du travail. C'est de cette étape qui s'est déroulée sur une année que dépend la réussite de l'étape ultérieure en l'occurrence la synthèse biogéographique et écologique.

1.5. Synthèse des données

La synthèse des connaissances est grandement facilitée par l'utilisation du logiciel de gestion de données bibliographiques mis au point. Elle est possible pour une espèce, pour une association, pour tous les types de données et les valeurs de données écologiques et éthologiques ou géographiques et du milieu biophysique.

Sélection d'espèces en fonction de critères géographiques ou de milieu

Localité:

Pays:

Latitude:

Longitude:

Altitude		Etage bioclimatique		Formation végétale	
0-100	0-100	aride	semi-aride	forêt	forêt chêne-liège
>100-200		humide	subhumide	forêt chêne-liège	
>200-300		salinien		forêt de cèdres	
>300-400		semi-aride		Forêt de chêne vert	
>400-500		subhumide		maquis	
>500-1000				Palmeraie	
>1000-1500				Prairie	
>1500-2000				steppe	
>2000-2500				Végétation halophile	
>2500-3000				zone de culture	

Type de sol		Type de sous-sol	
alluvionnaire		alluvions	
désertique		Calcaire-marno	
sable		basalte	
squelette		dolomite	
Tufs gris		grauwacke	
Tufs noirs		grès	
		marne	
		schistes	

Tableaux gauches : cliquer sur une valeur pour l'ajouter / Tableaux droits : cliquer sur une valeur pour la supprimer

I.5.1. Elaboration des tableaux des données brutes

Les tableaux des données pour chaque facteur sont établis à partir de la synthèse des informations fournies par la littérature. A chaque couple espèce -- donnée, nous avons associé une valeur qualitative ou quantitative. La valeur qualitative correspond à une attribution de la valeur de 1 à l'espèce si l'information existe pour la donnée prise en considération et de la valeur 0 si elle ne l'est pas. Quant à la valeur quantitative, elle résulte du nombre de mentions faites dans la littérature. L'information n'est pas homogène, les espèces dont l'information est manquante sont automatiquement supprimées, nous obtenons ainsi des tableaux de tailles différentes. L'ensemble des tableaux est destiné à un traitement statistique par méthodes d'analyses multivariées.

I.5.2. Méthodes de traitement statistique des données brutes

La biotypologie est utilisée pour distinguer les différents groupements d'espèces et d'apprécier les affinités réciproques des taxons et des facteurs écologiques. Ceci permet d'établir une classification de la faune correspondante et de leur habitat.

Pour obtenir une image synthétique de l'ensemble des variations qualitatives et quantitatives existant entre les peuplements étudiés, une des principales techniques descriptives de traitement des données adoptée, a été l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

A partir de matrice des données constituée par les «n» facteurs retenus et les «p» taxons considérés, l'analyse multivariée positionne dans un espace à N dimensions les facteurs les uns par rapport aux autres en fonction de la composition de leurs peuplements. De même, les espèces sont classées en fonction de leurs profils d'abondances dans les différentes colonnes.

Le nuage de point ainsi obtenu détermine un système hiérarchique d'axes factoriels dont les orientations respectives maximisent successivement les distances entre les projections des points sur les axes. Ces axes ou facteurs sont classés suivant leurs taux d'inertie.

Le premier axe, auquel correspond le taux d'inertie le plus élevé, visualise au mieux les traits les plus caractéristiques de l'organisation matricielle générale ; les axes suivants évaluent des différences moins importantes entre les espèces qu'il conviendra éventuellement d'interpréter à l'aide de variables du milieu.

Nous avons ainsi associé des données biogéographiques, écologiques et éthologiques à l'ensemble des espèces de tous les types de gîte pour établir un classement des groupes d'espèces de l'Afrique méditerranéenne. La biotypologie est possible grâce à la systématique de ce groupe qui est suffisamment poussée pour permettre une détermination au niveau spécifique.

Par ailleurs, seuls les taxons présentant une information relative à la donnée étudiée sont conservés ; les espèces rares ou absentes, sans intérêt écologique fiable, sont ainsi éliminées de l'analyse statistique. Les points rares plus connus sous le nom de correspondances pointues sont

susceptibles d'engendrer une illisibilité des cartes à cause des lignes ou des colonnes présentant des valeurs marginales trop faibles et qui tirent fortement sur les axes. L'Analyse en composante principale a été utilisée pour des tableaux synoptiques, regroupant plusieurs variables du milieu (pH, salinité, courant...) dans le but de définir la ou les variables susceptibles d'influencer la composition et la structure du peuplement culicidien. Nous discuterons de l'intérêt et de la pertinence des résultats que présente chaque donnée au cours de chaque analyse multivariée réalisée.

Espèces répondant à des critères

Critère utilisé
Etage bioclimatique
semi-aride

40 espèces **Mentions**

Anopheles plumbeus	5
Anopheles sergentii sergentii	9
Anopheles turkhudi	1
Anopheles ziemanni	4
Coquillettidia richiardii	1
Culex deserticola	11
Culex hortensis	19
Culex impudicus	4
Culex laticinctus	13
Culex mimeticus	3
Culex modestus	3
Culex perexiguus	12
Culex pipiens	17
Culex sirapsoni	2
Culex theileri	23
Culiseta annulata	15
Culiseta furcipennis	6
Culiseta longiareolata	27
Culiseta subochrea	12
Orthopodomyia pulcripalpis	5
Uranotaenia unguiculata	11

Cliquer sur une espèce pour voir les références concernées

OK

CHAPITRE II

SYNTHESE BIOGEOGRAPHIQUE ET GEOTYPOLOGIE

II.1. Composition de la faune culicidienne de l'Afrique méditerranéenne

II.1.1. Liste des espèces

Des progrès dans la recherche ont été réalisés progressivement et sur plusieurs années, depuis l'isolement de la forme et la notion de sous-espèce, de nombreuses espèces ont été décrites (cas d'*Anopheles claviger*, *Anopheles labranchiae*, *Culex pipiens* et dernièrement *Aedes detritus*). La chronologie rend bien compte du fait que la description taxonomique d'espèce, de sous-espèce, de forme ou de variété n'est apparue que longtemps après la description originale de l'espèce.

La spécification de l'espèce doit reposer sur une base réelle qui correspond à un ou plusieurs caractères morphologiques facilement repérables. Dès lors, il n'est pas étonnant de constater que des sous-espèces ou même des espèces voisines peuvent être confondues, c'est le cas de *Anopheles rhodesiensis rupicola* et d'*Anopheles dthali* longtemps confondues. C'est aussi le cas d'*Anopheles hispaniola* et *Anopheles turkhudi* dans certains pays. Des séries d'erreurs se sont glissées de faits trompeurs qui sont purement morphologiques. Ainsi, *Anopheles. ziemanni* est resté longtemps confondu avec *Anopheles coustani* car les larves de ces deux taxons ne sont pas distinguables. *An. ziemanni* a tout d'abord été considéré comme une sous-espèce d'*An. coustani* puis bon nombre d'ouvrages anciens mentionnent la présence d'*An. coustani* au Maghreb alors que seul *An. ziemanni* est confirmé avec certitude en Tunisie et au Maroc. *Anopheles claviger* morphologiquement très proche d'*Anopheles petregnani* sont des espèces des régions montagneuses du pourtour méditerranéen, elles ont longtemps été confondues.

On comprend, en se référant à plusieurs ouvrages, que les auteurs ont rétabli progressivement l'identité de certaines espèces, en mettant en évidence des caractères taxonomiques plus précis et essentiellement pour des espèces proches morphologiquement et voisines géographiquement et pour lesquelles la confusion n'est alors pas étonnante.

Comme de nombreuses déterminations sont entrevues car plusieurs noms d'espèce ou de variété ont été donnés à certaines espèces de Culicidés paraissant distinctes des autres soit par la taille ou la coloration d'un caractère morphologique, soit un gîte et/ou un comportement inhabituels. Ainsi, la présence de certaines espèces signalées en Afrique du Nord reste incertaine.

Des recherches ont également été établies sur la base de différenciation physiologique qui ont permis de mettre en évidence l'existence de plusieurs biotypes distincts qu'ils élèvent par la suite au rang d'espèce (ROUBAUD 1945). Ils font ressortir entre les types définis physiologiquement, des différences morphologiques auxquelles ils accordent des caractères spécifiques. Des appréciations

de types génétiques et biochimiques sont actuellement réalisées dans une même perspective. Ces données ne sont réellement utilisables que si elles sont rattachées à des caractères morphologiques capables d'assurer les distinctions entre les variétés ou les biotypes que l'on peut relever par la suite au rang d'espèce. Ainsi, dans le cadre de l'exploitation et l'analyse des travaux, l'article, récemment publié par RIOUX et al. (1998) ne constitue qu'une donnée relative ne pouvant servir à distinguer les deux espèces *Aedes detritus* et *Aedes coluzzii*. Cette information nouvelle, bien qu'elle soit de grande importance, ne peut être exploitée dans l'immédiat car la particularité définie n'est pas facile à utiliser pour pouvoir distinguer un *Aedes* de l'autre. L'ancienne dénomination, dans ce cas, reste la plus valable.

La mise au point d'un logiciel d'identification des Culicides d'Afrique méditerranéenne (du Maroc à l'Egypte), a conduit, l'équipe de M. BRUNHES du laboratoire de Taxonomie des vecteurs de l'IRD de Montpellier, à réviser l'ensemble des Culicides provenant de cette région. Grâce à leur collaboration et après plusieurs concertations, la liste des Culicides d'Afrique de cette région a été établie (BRUNHES et al. 2000).

Les 66 espèces, appartenant à la famille des Culicides de cette région, sont réparties entre deux sous familles, sept genres et dix-sept sous genres (Tab. I).

Face au problème de synonymie, auquel nous nous sommes heurté et qui ne sera pas élargi dans cette étude, nous nous sommes appuyés principalement sur les dénominations proposées par KNIGHT ET STONE (1977) dans le catalogue des Culicides dans le monde.

Notre étude a pour premier objectif d'examiner de façon critique et d'actualiser la liste des espèces signalées dans la région, comme elle a permis de préciser la répartition de chaque taxon et de souligner la présence douteuse ou au contraire possible de certains d'entre eux (BRUNHES et al. 2000).

La faune culicidienne de cette région est voisine de toutes celles des pays méditerranéens. Sur les 73 espèces, signalées d'Afrique méditerranéenne, 66 espèces (Tab. I) sont retenues. La discussion porte essentiellement sur des espèces dont le statut taxonomique est peu précis et (ou) la présence semble peu probable. Nos interrogations portent principalement sur les espèces signalées que par un seul auteur et dont les spécimens n'ont pu être révisés.

II.1.2. Les espèces à confirmer

Par l'analyse de données bibliographiques, on remarque que l'information n'est pas homogène, elle est manquante pour plusieurs espèces. Très peu de mentions ont été faites sur *Culex adairi*, *Culex duttoni*, *Culex brumpti*, *Uranotaenia balfouri*, *Culex martinii*, *Culex simpsoni* et *Culex tritaeniorhynchus*. Toutefois les spécimens ont été révisés et leur présence est actuellement certaine.

Tableau I: LES CULICIDES DE L'AFRIQUE MEDITERRANNEENE

Culicidae

Anophelinae

Anopheleini

Anopheles

(*Anopheles*)

An. algeriensis

An. claviger

An. hyrcanus

An. labranchiae

An. marteri

An. petraganinii

An. plumbeus

An. tenebrosus

An. ziemanni

(*Cellia*)

An. cinereus

An. dthali

An. multicolor

An. rufipes-bronzeasi

An. rhodensis rufipicula

An. sargentii-sargentii

An. superpicus

An. turkshidi

Aedini

Aedes

(*Aedimorphus*)

Ae. vexans

Ae. vittatus

(*Finlaya*)

Ae. echinus

Ae. geniculatus

(*Chlerotatus*)

Ae. albineus

Ae. berlandi

Ae. bisbraensis

Ae. caspius

Ae. coluzzi

Ae. detritus

Ae. dorsalis

Ae. gzeta

Ae. mariae

Ae. pulvitaris

Ae. quaestriaticus

Ae. zammiti

(*Stegomyia*)

Ae. aegypti

Culicinae

Culisetini

Culiseta

(*Allotheobaldia*)

Cs. longiareolata

(*Culicella*)

Cs. fumipennis

(*Culiseta*)

Cs. annulata

Cs. subochrea

Orthopodomyiini

Orthopodomyia

(*Orthopodomyia*)

Or. puicripalpis

Uranotaeniini

Uranotaenia

(*Uranotaenia*)

Ur. unguiculata

Culicini

Culex

(*Barrandius*)

Cx. modestus

Cx. pusillus

(*Culex*)

Cx. antennatus

Cx. brampti

Cx. duttoni

Cx. laticinctus

Cx. mimeticus

Cx. perexiguus

Cx. pipiens

Cx. poecilipes

Cx. simpsoni

Cx. sinaiticus

Cx. theileri

Cx. tritaeniorhynchus

(*Lasiosiphon*)

Cx. adairi

(*Matilloia*)

Cx. arbieeni

Cx. hortensis

(*Neoculex*)

Cx. deserticola

Cx. impudicus

Cx. martinii

Par ailleurs, la présence de quelques espèces signalées à partir de certaines localités d'Afrique du Nord, reste à confirmer. Il s'agit de :

Aedes (O.) albineus Séguy, 1923 / *Aedes (O.) dorsalis* (Meigen), 1830

La description d'*Aedes albineus* par SEGUY se fonde sur un nombre non précisé d'adultes mâles et femelles récoltés par *Surcouf* dans le sud de l'Algérie (région de Touggourt). Par ailleurs, des larves se rapportant probablement à cette espèce ont été récoltées par *Dumont* dans un puits de la même région dont l'eau était fortement salée. Malheureusement, ces larves ont été perdues avant d'être décrites et les types de cette espèce demeurent introuvables si bien qu'il ne reste que la brève description de SEGUY pour tester la validité de ce taxon et rechercher ses caractères spécifiques.

SEGUY (1924) signale qu'*Ae. albineus* est «très voisin d'*Aedes punctatus* (= *caspius*) mais qu'il est de couleur beaucoup plus claire, les dessins et les marques que l'on peut observer chez *punctatus* sont presque complètement effacés». Dans la même publication SEGUY indique que le lobe basal du coxite mâle est «dépourvu des fortes soies en hameçon caractéristiques des *Ae. punctatus* et *Ae. dorsalis* ».

Dans le catalogue de KNIGHT & STONE (1977) *Ae. albineus* est considéré comme un synonyme d'*Ae. caspius*. Cette position pourrait être légitime si l'holotype (ou la série type) avait pu être réexaminé. En l'absence des types, il est bien difficile de se prononcer sur la réalité de ce taxon qui n'a jamais été retrouvé et sur ses éventuels liens de parentés avec *Ae. dorsalis* et *Ae. caspius*.

Il est cependant possible d'avancer quelques hypothèses comme l'ont fait LAMBERT & al. (1990) après avoir étudié différents locis d'*Ae. caspius* originaires de la région paléarctiques. Ces auteurs ont montré que les populations provenant des environs du Caire (Egypte) étaient génétiquement éloignées des populations de ce taxon provenant de l'Est de la France. Par ailleurs, le très dense revêtement d'écailles claires des *Ae. caspius* provenant de la région du Caire a incité ces auteurs à suggérer qu'il s'agissait peut-être d'*Ae. albineus*. Dans cette hypothèse, les formes claires d'*Ae. caspius* qui ont été signalées dans plusieurs régions désertiques [RIOUX (1961) au Tibesti, EDWARDS en Palestine, BAILLY-CHOUMARA au sud du Maroc] seraient en réalité des *Ae. albineus*.

Il se pourrait tout aussi bien que ces formes claires aient été jusqu'à présent rapportées par erreur à *Ae. dorsalis* dont le revêtement d'écailles claires est particulièrement dense et qui est aussi génétiquement proche d'*Ae. caspius*. Dans cette hypothèse, *Ae. dorsalis*, dont la localité type est Berlin, n'existerait pas en Afrique méditerranéenne mais y serait remplacé par un moustique pâle qui pourrait aussi être *Ae. albineus*.

Quoi qu'il en soit, nous retiendrons qu'il existe dans les environs du Caire une population génétiquement originale d'*Ae. caspius*, qu'il n'est pas certain qu'*Ae. dorsalis* (dont la répartition est

holarctique) soit présent en Afrique, et que les populations claires, signalées dans les zones désertiques méditerranéennes, peuvent appartenir soit à un taxon qu'il conviendra de décrire, soit à *Ae. albineus*. Cependant, l'absence, de soies crochues sur le lobe basal du coxite mâle, nous incite à penser qu'*Ae. albineus* est une espèce distincte à la fois d'*Ae. caspius* et d'*Ae. dorsalis*, à moins qu'il s'agisse d'une interprétation erronée due à un mauvais montage. La question sera tranchée soit par la découverte de mâles présentant ces caractéristiques, soit par la mise en *nomen dubium* d'*Ae. albineus*.

En attendant ces avancées, nous conservons *Ae. albineus* et *Ae. dorsalis* sur la liste des espèces présentes en Afrique méditerranéenne.

Aedes (Ochlerotatus) dzeta Séguy, 1924.

SEGUY (1924) a décrit *Ae. dzeta* en s'appuyant sur un nombre non précisé de larves récoltées par Buchet dans un marais salant du nord du Maroc (Tandja-el-Bahlia).

Cette espèce nouvelle était présentée comme occupant une place intermédiaire entre *Aedes (Ochlerotatus) mariae* et *Aedes (Ochlerotatus) desbansi* (ce dernier taxon a été mis en synonymie avec *Ae. mariae*). L'holotype, comme la série type de cette espèce, sont introuvables.

La très brève description faite par SEGUY met en évidence 2 particularités essentielles des larves d'*Ae. dzeta* : une selle complète entourant le segment X et une soie 2-X formée seulement de 6 branches.

Ce taxon n'a jamais été retrouvé mais, compte tenu de l'identification du biotope et de la mention précise de la localité type, il devrait être possible d'effectuer de nouvelles récoltes suivies d'élevages qui permettraient de statuer définitivement sur la validité de ce taxon.

Dans l'attente de ces recherches, nous conservons *Ae. dzeta* parmi les espèces présentes en Afrique méditerranéenne.

II.1.3. Les espèces à supprimer

Aedes (O.) flavescens (Mueller), 1764

Dans sa thèse sur les Culicidae du Maroc, TRARI (1991) dit avoir capturé des larves d'*Ae. flavescens* dans la région du Gharb (côte nord ouest sous influence atlantique). Il précisait immédiatement « qu'un élevage doit être fait afin de confirmer notre diagnostic. »

A notre connaissance cette confirmation n'a pas été apportée, aussi est-il préférable de ne pas intégrer cette espèce dans la liste des espèces de l'Afrique méditerranéenne. En effet, *Ae. flavescens* est une espèce holarctique qui affectionne tout particulièrement les prairies temporairement inondées des régions situées au-delà du 50^{ème} parallèle. A proximité du Maroc, l'espèce est présente, mais peu fréquente en France et en Espagne ; elle n'a pas été signalée au Portugal.

***Aedes (O.) punctor* Kirby, 1837.**

Aedes (O.) punctor a été signalé pour la première fois en Algérie par SEGUY (1923) ; ces larves se développaient en compagnie de celles d'*Ae. rusticus*. En 1954, SENEVET & ANDARELLI ont eux aussi récolté, dans une rizière située près d'Oran, des larves qu'ils ont identifiées comme appartenant à *Ae. punctor*. Cependant, en 1964, ces deux auteurs mettent en doute cette première mention en écrivant : « Nous l'avons signalé d'Algérie bien que cette présence nous paraisse douteuse. »

Il est en effet très peu probable qu'*Ae. punctor*, dont les larves se développent préférentiellement dans les eaux froides et acides, puisse trouver ce type de gîte en Afrique méditerranéenne. Par soucis de vraisemblance, il nous a paru souhaitable de retirer cette espèce de la liste des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne.

***Aedes (O.) pullatus* Coquillett, 1904**

SEGUY (1924) a signalé pour la première fois la possible présence de cette espèce dans le Grand Atlas marocain ; cette information était tirée de la collection *Alluaud*. Il soulignait cependant les réserves que lui inspirait cette mention en faisant précéder son nom d'un « ? » et en omettant de faire figurer le Maroc sur la carte de répartition de l'espèce.

Ae. pullatus est une espèce holactique caractéristique des hautes montagnes et de la toundra. Il est raisonnable de ne pas la faire figurer dans la liste des espèces de l'Afrique méditerranéenne.

***Aedes (O.) rusticus* Rossi, 1790 / *Aedes (O.) quasirusticus* Torres Cañamares, 1951**

Aedes rusticus a été signalé dans la partie la plus septentrionale du Maroc par VIAMONTE & RAMIEZ (1946) et par GAUD (1953). SEGUY (1924) avait déjà signalé sa présence près d'Alger, dans un gîte dont le type n'était pas précisé. Dans leur synthèse sur les larves d'*Aedes* d'Afrique du Nord, SENEVET & ANDARELLI (1954) comparent les larves d'*Ae. rusticus* provenant de Strasbourg à celles récoltées par GAUD au Maroc. Cette étude leur permet de conclure que « la race marocaine diffère considérablement de la race métropolitaine par des caractères qui permettraient certainement de croire qu'il y a là deux espèces distinctes. » En 1966, ces mêmes auteurs parlent pour la première fois d'"*Ae. rusticus variété*" (??) *marocaine* » ; ils semblent par contre ignorer la mention de SEGUY car ils écrivent « *A. rusticus* n'est pas encore signalé en Algérie. »

L'examen des larves et des adultes de ces « *Ae. rusticus* » provenant du Maroc a permis de constater que dans tous les cas, il s'agissait d'une espèce décrite en 1951 sous le nom d'*Aedes (O.) quasirusticus* par Torres Cañamares ; la localité type de cette espèce se situe en Espagne, près de Cuenca.

Ae. rusticus est une espèce paléarctique qui est présente depuis la Péninsule Ibérique jusqu'à la Suède et la Pologne alors qu'*Ae. quasirusticus* ne semble présent qu'en Espagne où il est en sympatrie avec *Ae rusticus*.

Dans la mesure où 37 exemplaires que nous avons examinés sous l'étiquette d'*Ae. rusticus* étaient des *Ae. quasirusticus*, il est possible d'envisager que seule cette dernière espèce est présente en Afrique méditerranéenne. Il nous semble par ailleurs peu probable qu'*Ae. rusticus*, espèce se développant sous climat tempéré froid, soit présent au Maroc et à plus forte raison, sur le littoral, près d'Alger. Le matériel ayant permis de mentionner la présence d'*Aedes rusticus* en Algérie n'ayant pas pu être réexaminé, nous ne pouvons que considérer comme douteuse la présence d'*Ae. rusticus* ; à notre avis il s'agissait plus probablement d'*Ae. quasirusticus* mais cette hypothèse reste à vérifier.

Il nous paraît cependant souhaitable de retirer dès maintenant *Ae. rusticus* de la liste des espèces culicidiennes présentes en Afrique méditerranéenne.

Anopheles stephensi Liston, 1901

An. stephensi est une espèce fréquente dans la région orientale, depuis l'Arabie Saoudite jusqu'à la Chine. GAD (1967) est le seul à signaler sa présence en Egypte. Son identification est faite sur des larves récoltées dans un bassin, à Shokheir (canal de Suez). Pour HARBACH (1988), il s'agirait probablement d'une nouvelle espèce mais aucune description n'a suivi cette hypothèse. GLICK (1992) ne la fait pas figurer parmi les *Anopheles* d'Egypte.

La présence de cette espèce en Egypte n'est pas assurée, aussi nous semble-t-il préférable de la retirer de la liste des espèces présentes dans l'Afrique méditerranéenne.

Culiseta morsitans (Theobald), 1901

SEGUY (1924) mentionne pour la première fois la présence de cette espèce à Alger où ses larves se développaient en compagnie d'*Ae. rusticus* et de *Cx. territans*. SENEVET et PRUNELLE (1928) rapportent avoir examiné 18 larves récoltées par Gauthier de *Cs. morsitans* se développant dans un marécage de l'ancien lac Halloula (Algérie). Par ailleurs, GHIDINI (1934) a trouvé des larves de cette espèce en Libye (ouéd Tmini).

Plus tard, GAUD (1953) et TRARI (1991) précisent qu'ils n'ont jamais trouvé cette espèce au Maroc alors qu'à priori les conditions climatiques de ce pays sont les plus proches de celles convenant à cette espèce holarctique dont les larves se développent dans les tourbières et les marais des régions froides.

Il convient de signaler que *Cs. morsitans* est difficilement séparable à l'état larvaire de *Cs. litorea* dont l'aire de répartition est nettement plus méridionale. L'identification de l'espèce ayant été faite sur des larves, il ne nous semble donc pas impossible que des erreurs d'identification aient

pu se produire, erreurs qui peuvent laisser croire que *Cs. morsitans* atteint l'Afrique méditerranéenne. Il ne nous semble pas justifié de maintenir cette espèce dans la liste révisée.

***Culex quinquefasciatus* Say, 1823**

La distinction entre les larves de *Cx. pipiens* et celles de *Cx. quinquefasciatus* n'est pas toujours évidente, or il semble bien que les rares mentions de *Cx. quinquefasciatus* en Afrique méditerranéenne se fondent sur l'identification de stades préimaginaux. Ainsi, GHIDINI (1934) signale la présence de *Cx. quinquefasciatus* en Libye, dans l'unique localité d'Al Mahrougah. Il fondait cette identification sur le nombre de dents du peigne siphonal de la larve. VERMEIL (1953) puis HARBACH (1988) ont recherché sans résultats cette espèce en Libye. SENEVET (1947) met aussi en doute sa présence en Afrique du Nord et parle d'une possibilité de confusion d'espèce et se borne à indiquer les caractères permettant de distinguer la larve de *Cx. quinquefasciatus* et celle de *Cx. pipiens*. D'après SEGUY, tous les spécimens (récoltés par *Surcouf* en Algérie) seraient des *Cx. pipiens*. Ce serait EDWARDS qui aurait déterminé les larves récoltées au Maroc par SICAULT et MESSERLIN comme *Cx. quinquefasciatus*. Toutefois, EDWARDS (1921) écrit : « It has been recorded by various observers from southern and North Africa, but I consider it highly probable that such records refer to other species ».

Vu les réserves faites par tous ces auteurs et en absence d'identifications récentes se fondant sur l'examen d'adultes mâles, il nous paraît souhaitable de considérer *Cx. quinquefasciatus* comme absent de l'Afrique méditerranéenne.

***Culex territans* Walker, 1856**

SEGUY (1924) identifie un premier lot de *Culex* récoltés par *Surcouf* dans les environs d'Alger et de Biskra, puis un second lot récolté par *Langeron* à Tamerza et par *Larrousse* et *Babault* à Tunis, comme appartenant à l'espèce *Cx. pyrenaicus* Brolemann, 1919. Dans le catalogue de KNIGHT & STONE (1977), *Cx. pyrenaicus* est synonyme de *Cx. territans*.

Cette première mention de Séguy est ignorée par SENEVET & ANDARELLI (1959) qui ont par contre repris l'information citée initialement par Charrier sur la présence de larves de *Cx. territans* dans la région de Tanger (Maroc). Ces derniers auteurs signalent toutefois qu'une confusion est possible entre les larves de *Cx. territans* et celles de *Cx. impudicus*.

II.2. Etude biogéographique

II.2.1. Espèces dont la carte de répartition est à modifier

Avant d'entamer l'étude de la répartition des espèces dans chaque pays, nous soulignons particulièrement la présence douteuse ou au contraire possible de certaines d'entre elles (BRUNHES et al. 2000). Il s'agit principalement de :

***Anopheles claviger* Meigen 1804**

Anopheles claviger est surtout connue des régions centrales et septentrionales de la région paléarctique (de l'Angleterre à l'Afghanistan et à la Suède et la Norvège). Dans la sous-région méditerranéenne, cette espèce sténotherme froide ne se rencontre qu'en montagne (COLUZZI et al. 1964). Les larves très communes en hiver, se développent généralement dans les eaux fraîches et ombragées (sources, ruisseaux, citernes...).

GOODWIN (1961) a fait figurer cette espèce parmi les moustiques de Libye en se basant pour cela sur un travail de LA FACE (1936). RAMSDALE (1990) met en doute sa présence en Libye. Ce doute nous paraît parfaitement justifié car *An. claviger* n'a que fort peu de chances de trouver en Libye les gîtes qu'il affectionne ; par ailleurs, sa présence n'a été signalée ni dans le sud Tunisien ni en Egypte. En Afrique méditerranéenne, l'aire de distribution possible d'*An. claviger* se limite aux régions montagneuses du Maroc, d'Algérie et de Tunisie (Fig. 11).

***Anopheles hyrcanus* Pallas), 1771**

An. hyrcanus se rencontre dans le sud de la région paléarctique depuis le Japon jusqu'à l'Europe occidentale. Elle n'a pas fait l'objet de beaucoup de travaux (RAMSDALE, 1990) et sa présence en Libye ou même dans d'autres pays d'Afrique méditerranéenne, est incertaine.

SENEVET & ANDARELLI (1956) n'ont pas recueilli cette espèce par eux-mêmes, mais l'ont retenu comme *Anopheles* d'Afrique du Nord sur la base d'identifications faites par CHARRIER (1924) sur des spécimens récoltés au Maroc et des informations fournies par LA FACE (1936) sur sa présence en Libye.

Dans la liste des moustiques de Libye, GOODWIN (1961) mentionne la présence d'*An. hyrcanus* sans plus de précision. Dans un travail plus récent, METGE (1986) signale *An. hyrcanus* dans les marais temporaires du littoral casablancais sous influence atlantique où sa présence est alors possible.

***Anopheles marteri* Senevet et Prunelle, 1927**

Cette espèce a été décrite pour la première fois par SENEVET et PRUNELLE (1927) à partir de spécimens récoltés en Algérie. Elle a été retrouvée par la suite dans la partie occidentale du bassin méditerranéen, puis dans les régions plus orientales. Seul GOODWIN (1961) signale sa présence en Cyrénaïque (Libye) sans donner plus de précisions.

Ses larves se développent dans des ruisseaux, rivières, torrents ombragés dont la température maximale de l'eau n'excède pas 22°C.

En raison de ces caractéristiques écologiques, la présence en Libye d'*An. marteri* semble peu probable.

Culiseta annulata (Schrank), 1776

A l'état larvaire, la distinction entre *Cs. annulata* et *Cs. subochrea* est très difficile à faire alors que cette distinction est nettement plus aisée à l'état adulte. Or, c'est en se fondant sur l'identification de larves que GAD (1956) a signalé la présence de *Cs. annulata* en Egypte. Ce matériel a été réexaminé par HARBACH et al. en 1988 et ces auteurs ont alors identifié des larves de *Cs. subochrea*.

Cs. annulata est une espèce plus septentrionale que *Cs. subochrea* aussi nous semble-t-il prudent de considérer avec circonspection les identifications de larves de *Cs. annulata* provenant de l'Afrique méditerranéenne. Nous ne formulerions pas les mêmes réserves en ce qui concerne l'identification d'adultes.

II.2.2. Distribution des espèces par pays

Un des objectifs majeurs de notre travail est de contribuer à la connaissance de la répartition géographique des Culicidés d'Afrique du Nord et de préciser son état actuel. Il nous a paru nécessaire de situer les connaissances déjà acquises dans un ensemble vaste comprenant toute la partie méridionale du bassin méditerranéen, afin d'avoir des termes de comparaison et de mieux comprendre la distribution des espèces dans cette zone de transition. En effet, ces Nématocères non seulement ont souvent une grande aire de dispersion mais subissent une discrimination passive d'une vaste étendue.

La liste des localités de capture est importante mais forcément incomplète. Le nombre de stations ou localités mentionnées est de 512. Les stations mentionnées sont réparties de manière inéquitable, d'un pays à un autre et d'une région à une autre, soit :

Algérie	→	155 localités
Egypte	→	113 localités
Libye	→	36 localités
Tunisie	→	77 localités
Maroc	→	125 localités

Ceci est probablement lié au nombre de travaux que nous avons pu consulter. En effet, nous soulignons particulièrement le manque de travaux pour la Libye et de données récentes pour l'Algérie et malgré nos efforts, nous n'avons pas réussi à obtenir quelques travaux réalisés récemment en Egypte.

La figure 11 montre la répartition par pays des différents taxons. La première constatation réside dans la différence de la richesse spécifique et de la composition de la faune culicidienne d'un pays à un autre et d'une région à une autre. Cette différence est liée essentiellement aux

floristique déterminent des conditions climatiques favorables à l'extension des espèces. La richesse culicidienne de chaque pays est directement liée aux conditions physiographiques : topographique, hydrogéologiques, géomorphologiques, pédologiques et climatiques qui déterminent les types de gîtes naturelles.

La comparaison des peuplements culicidiens d'un pays à un autre fait apparaître :

- la présence au nord du Maghreb, d'un grand nombre d'espèces d'origine paléarctique et méditerranéenne connues dans les pays méditerranéens occidentaux,
- le nombre relativement important d'espèces (52) et la présence toute particulière de certains taxons (*Cx. brumpti*, *Cq. buxtoni*, *Cq. richardii*, *Cx. duttoni*, *Cx. martinii*, *Cx. simpsoni*, *Ur. balfouri*) au Maroc, il s'agit vraisemblablement d'un phénomène de spéciation favorisé par les chaînes atlasiques et rifaines. Ces montagnes constituent une barrière empêchant l'influence saharienne et offrent des conditions climatiques tempérées favorables au développement d'espèces d'origine paléarctique.
- Dans sa partie saharienne, la sous-région méditerranéenne se caractérise par l'extension particulière des espèces d'origine éthiopienne, favorisant l'installation d'espèces capables de remonter à travers la vallée du Nil. Leur existence dans ces milieux est probablement due à une exigence écologique importante. Cinq espèces sont limitées à l'Égypte et plus particulièrement au Sinaï.
- Il y a ainsi 17 espèces qui se rencontrent du Maroc à l'Égypte et colonisent plus de 20 types de gîtes différents ; il n'est donc pas étonnant qu'un grand nombre de travaux porte sur ces espèces plutôt que sur des espèces nouvellement identifiées ou très peu répandues. *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata* apparaissent comme les espèces les plus fréquentes. Comme il s'agit d'espèces qui sont facilement domestiques à l'état larvaire, en ce sens qu'elles s'accommodent facilement des gîtes créés par l'homme.
- Selon nos propres prospections sur le terrain (Tab. II), le nombre d'espèces culicidiennes rencontrées dans la région ouest algérienne (Wilaya de Tlemcen) est limité à 20 sur les 50 espèces signalées en Algérie. Il est possible que ce nombre augmente si des efforts supplémentaires d'échantillonnage sont réalisés à l'avenir. En effet, selon l'indice de Gleason (FAURIE et al. 1998), le nombre d'espèces (S) est fonction du nombre d'individus récoltés (N) ; comme en conditions naturelles, les effectifs ne sont jamais les mêmes et les probabilités de captures varient d'une espèce à l'autre.

II.2.3. Géotypologie

L'analyse statistique (AFC) réalisée concerne l'ensemble des espèces, la matrice est composée de 65 lignes et de cinq colonnes (Tab. III). Seuls les deux premiers axes factoriels sont conservés,

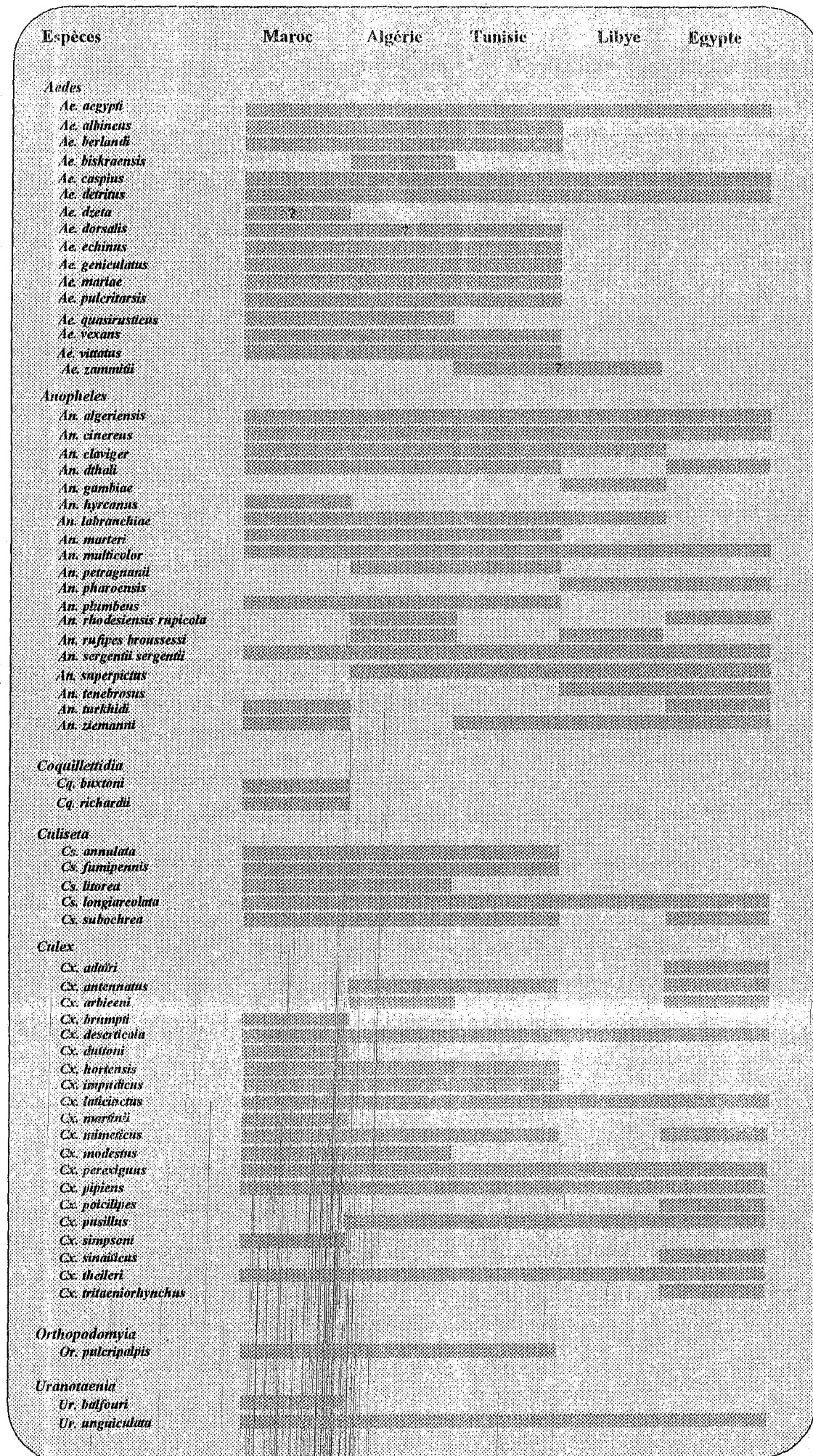


Figure 9- Répartition géographique des Culicides

Tableau II : Les espèces culicidiennes recensées dans l'extrême ouest algérien

Nom de l'espèce	Localité				
	Rachgoun	Honaine	Tafsout	Tlemcen	Sebdou
<i>Ae. caspius</i>					
<i>Ae. detritus</i>					
<i>Ae. mariaae</i>					
<i>An. algeriensis</i>					
<i>An. cinereus</i>					
<i>An. claviger</i>					
<i>An. dikali</i>					
<i>An. tabbranchiae</i>					
<i>Cs. longiareolata</i>					
<i>Cs. fumipectus</i>					
<i>Cx. deserticola</i>					
<i>Cx. hortensis</i>					
<i>Cx. impudicus</i>					
<i>Cx. latitarsus</i>					
<i>Cx. martinii</i>					
<i>Cx. mimeticus</i>					
<i>Cx. modestus</i>					
<i>Cx. perexiguus</i>					
<i>Cx. pipiens</i>					
<i>Cx. theileri</i>					

Tableau III : Richesse culicidienne des pays de l'Afrique méditerranéenne.

Nom de l'espèce	Maroc	Algérie	Tunisie	Libye	Egypte
<i>Ae. aegypti</i>	1	1	1	1	1
<i>Ae. albineus</i>	0	1	1	0	0
<i>Ae. berlandi</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. biskraensis</i>	0	1	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	1	1	1	1	1
<i>Ae. detritus</i>	1	1	1	1	1
<i>Ae. dorsalis</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. dzeta</i>	1	0	0	0	0
<i>Ae. echinus</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. mariae</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. quasirusticus</i>	1	1	0	0	0
<i>Ae. vexans</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. vittatus</i>	1	1	1	0	0
<i>Ae. zamittii</i>	0	0	1	1	0
<i>An. algeriensis</i>	1	1	1	1	1
<i>An. cinereus</i>	1	1	1	1	1
<i>An. claviger</i>	1	1	1	0	0
<i>An. dthall</i>	1	1	1	0	1
<i>An. gambiae</i>	0	0	0	1	1
<i>An. hyrcanus</i>	1	0	0	0	0
<i>An. labranchiae</i>	1	1	1	1	0
<i>An. marteri</i>	1	1	1	0	0
<i>An. multicolor</i>	1	1	1	1	1
<i>An. petraganai</i>	1	1	1	0	0
<i>An. pharoensis</i>	0	0	0	1	1
<i>An. plumbeus</i>	1	1	1	0	0
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	0	1	0	0	1
<i>An. rufipes broussesi</i>	0	1	0	1	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	1	1	1	1	1
<i>An. superpictus</i>	0	1	1	1	1
<i>An. tenebrosus</i>	0	0	0	1	1
<i>An. turkhidi</i>	1	1	0	0	1
<i>An. ziemanni</i>	1	0	1	1	1
<i>Cq. buxtoni</i>	1	0	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	1	0	0	0	0
<i>Cs. annulata</i>	1	1	1	0	0
<i>Cs. fumipennis</i>	1	1	1	0	0
<i>Cs. litorea</i>	1	1	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	1	1
<i>Cs. subochrea</i>	1	1	1	0	1
<i>Cx. adairi</i>	0	0	0	0	1
<i>Cx. antennatus</i>	0	1	1	0	1
<i>Cx. arbieeni</i>	0	1	0	0	1
<i>Cx. brumpti</i>	1	0	0	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. duttoni</i>	1	0	0	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	1	1	1	0	0
<i>Cx. impudicus</i>	1	1	1	0	0
<i>Cx. laficinctus</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. martinii</i>	1	0	0	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	1	1	1	0	1
<i>Cx. modestus</i>	1	1	0	0	1
<i>Cx. perexiguus</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. pipiens</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. poecilipes</i>	0	0	0	0	1
<i>Cx. pusillus</i>	0	1	1	1	1
<i>Cx. simpsoni</i>	1	0	0	0	0
<i>Cx. sinaiticus</i>	0	0	0	0	1
<i>Cx. theileri</i>	1	1	1	1	1
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0	0	0	0	1
<i>Or. pulcristipis</i>	1	1	1	0	0
<i>Ur. balfourii</i>	1	0	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	1	1	1	1	1
Nombre total des espèces	49	47	40	22	32

II.2.3. Géotypologie

L'analyse statistique (AFC) réalisée concerne l'ensemble des espèces, la matrice est composée de 65 lignes et de cinq colonnes (Tab. III). Seuls les deux premiers axes factoriels sont conservés, exprimant 72,15 % de l'information contenue dans la matrice des données. Pour une commodité de présentation, les plans (F1xF2 lignes et colonnes) ont été superposés (Fig.10).

L'axe 1 oppose les espèces présentes au Maghreb situées sur le côté positif, aux espèces caractéristiques aux deux pays du Maghreb (Egypte et Libye), avec tout un ensemble d'espèces occupant une position intermédiaire. Il exprime une répartition d'Est en Ouest.

L'axe 2 est défini par des espèces présentes dans les trois pays du Maghreb. Il exprime une opposition entre les espèces caractéristiques du Maroc et les espèces signalées essentiellement en Algérie et en Tunisie. Les autres espèces, selon leur appartenance à un de ces trois pays, se positionnent le long de cet axe.

Trois groupements d'espèces s'individualisent dans le plan (F1 x F2) (Fig.10). Les espèces des groupements I et III participent activement à la formation de ces deux premiers axes.

- Groupement I se caractérise par les espèces *Cx. adairi*, *Cx. poicilipes*, *Cx. sinaïticus* et *Cx. tritaeniorhynchus*, présentes exclusivement en Egypte et *An. gambiae*, *An. pharoensis* et *An. tenebrosus* rencontrées, en plus de l'Egypte, en Libye. Ces espèces, dont le pouvoir de coloniser un biotope est limité, sont des espèces très peu répandues.
- Groupement II est constitué d'espèces présentes principalement au Maroc, Algérie et Tunisie, il renferme plus de dix-sept espèces communes au trois pays. Ces espèces présentent une distribution moyenne, il regroupe aussi bien l'ensemble des espèces dites dendrolimniques qui ont une répartition liée à celle des essences forestières (Chêne, Platane, Olivier...), elles se rencontrent donc dans les régions boisées, présentes essentiellement dans le nord du Maghreb (*Ae. berlandi*, *Ae. echinus*, *Ae. pulcritarsis*, *An. plumbeus*, *Or. pulcripalpis*), mais également les espèces montagnardes (*An. claviger*, *An. marteri*...). *Cs. litorea* et *Ae. quasirusticus*, occupant une position intermédiaire sur l'axe 2, sont présentes au Maroc et en Algérie.

Les espèces *Cx. martinii*, *Ae. dzeta*, *An. hyrcanus*, *Cx. brumpti*, *Cx. simpsoni*, *Cx. duttoni*, *Cq. buxtoni*, *Cq. richardii* et *Ur. balfouri* sont nettement séparées du reste du nuage. Elles n'ont été signalées que du Maroc. A l'opposé, nous retrouvons *Ae. albineus* et *Ae. biskraensis* qui sont connues respectivement que de la Tunisie et de l'Algérie.

- Groupement III, 27 espèces constituent ce groupement qui se trouve près de l'origine. Il s'agit d'espèces signalées aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest de l'Afrique méditerranéenne. Certaines de ces espèces ubiquistes, se rencontrent du Maroc à l'Egypte avec une fréquence élevée (Tab. VIII), il s'agit de *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*, *Ur. unguiculata*, *Cx. theileri*, *Cx. laticinctus*, *Cx. perexiguus*, *Ae. caspius*, *An. sergentii sergentii*, *An. multicolor*, il s'agit soit d'espèces qui sont

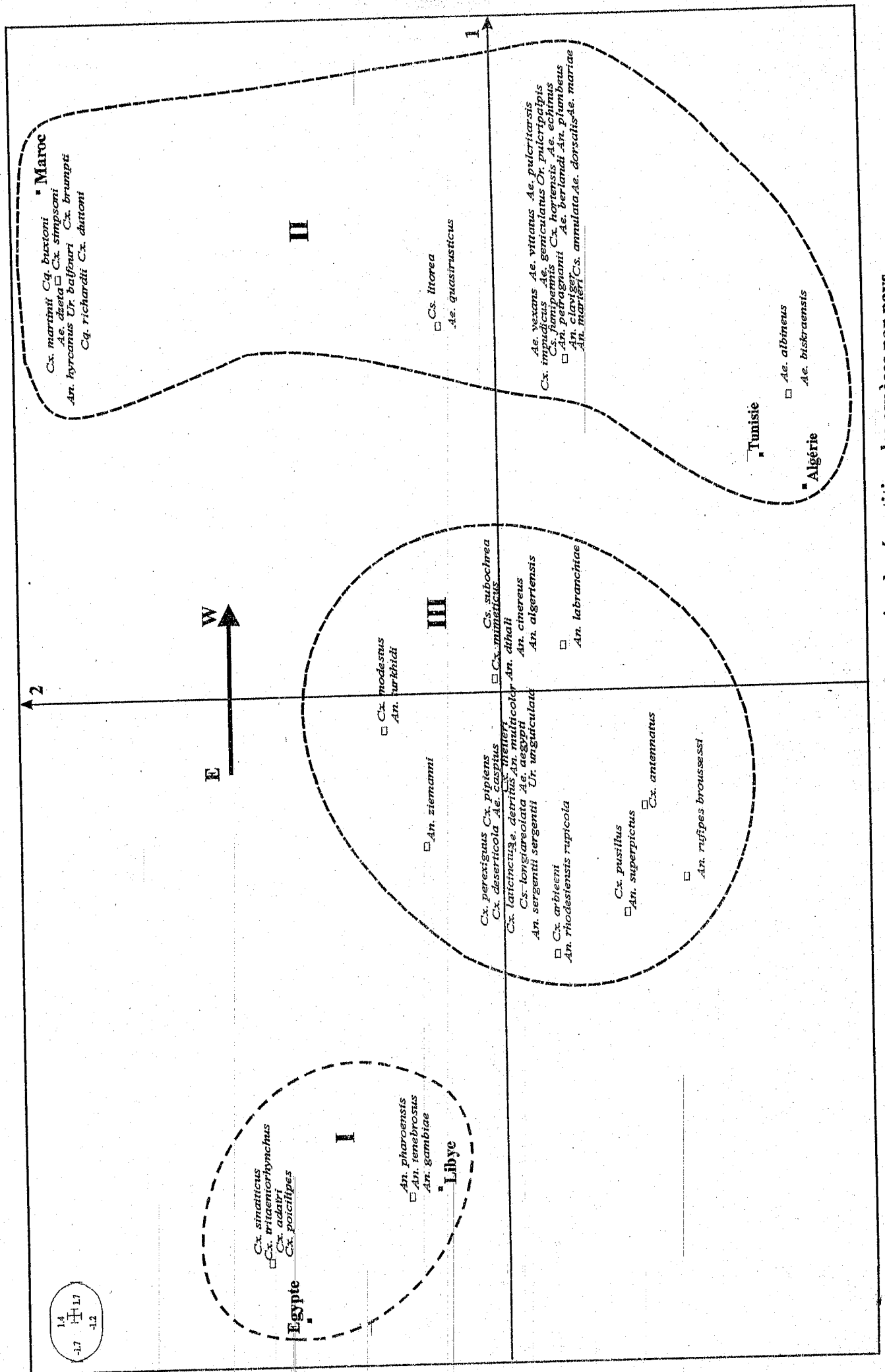


Figure 10 - Plan factoriel (F1-F2) de la matrice de répartition des espèces par pays.

facilement domestiques à l'état larvaire, en ce sens qu'elles s'accoutument facilement des gîtes créés par l'homme, soit d'espèces des gîtes naturelles les plus divers mais fortement disponibles dans cette région ; il n'est donc pas étonnant que leur répartition soit vaste. D'autres moins fréquentes mais signalées de localités bien éloignées, leur aire de distribution (Tab. VIII) est alors élargie cas d'*Ae. aegypti*, *An. turkhidi*, *Cx. modestus*...

Les espèces ubiquistes rencontrées dans toute l'Afrique du Nord sont par ordre croissant *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens*, *Ur. unguiculata*, *Cx. theileri*, *Cx. laticinctus*, *Cx. perexiguus*, *Ae. caspius*, *An. labranchiae*, *An. turkhidi*. *Cs. longiareolata* est une espèce à large distribution géographique, elle se rencontre dans la région paléarctique, en Asie, le continent africain et les îles atlantiques. Elle est également largement distribuée en Afrique méditerranéenne (Tab. VIII).

Les espèces trouvant en Afrique du Nord la limite sud de leur habitat sont : *Cs. annulata*, *Cs. fumipennis*, *Cx. mimeticus*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *An. claviger*, *An. marteri*.

Les espèces trouvant en Afrique du Nord la limite Nord de leur habitat sont : *Cx. deserticola*, *An. sergentii sergentii*, *An. ziemanni*.

Les espèces dont la répartition est liée à un biotope larvaire très précis. Les espèces dites dendrolimniques regroupent *Ae. pulcritarsis*, *An. berlandi*, *An. plumbeus*, *Or. pulcralpis*, *Ae. echinus*, colonisant les biotopes de type «trou d'arbre» et ont une répartition liée aux essences forestières (chêne, frêne, olivier...) ; ou le cas d'*Ae. mariae* des trous de rocher des zones littorales ou encore d'*Ae. detritus* qui colonise des milieux palustres saumâtres. C'est également le cas d'*An. multicolor* dont la répartition semble être liée aux eaux fortement salées, salure d'origine tellurique et non marine.

D'autres espèces sont rarement rencontrées ou ne font l'objet que de peu d'informations. L'étude de leur aire de répartition ne présente pas un grand intérêt car elles sont signalées dans moins de 4 stations sur toute la région. Onze espèces ne sont mentionnées que d'un seul auteur et sont présentes dans moins de trois stations différentes : *Coquillettidia buxtoni*, *Coquillettidia richardii*, *Culex adairi*, *Culex brumpti*, *Culex duttoni*, *Culex martinii*, *Culex simpsoni*, *Culex tritaeniorhynchus* et *Uranotaenia balfouri*. Il reste cependant à les rechercher et à comprendre leur présence limitée, probablement due à une exigence écologique importante.

Dans sa partie saharienne, les espèces éthiopiennes comme *An. dthali*, *An. rhodensisensis rupicola* ou les espèces sahariennes : *An. rufipes broussessi*, *Cx. pussilus*, *Cx. arbienii*, sont plus fréquentes alors que dans sa partie Nord les espèces dites européennes ou paléarctiques sont plus caractéristiques comme *An. plumbeus*, *An. claviger*, *Cs. litorea*.

L'extension méridionale d'*An. labranchiae*, principal vecteur en Afrique méditerranéenne, est la plus vaste. Sa limite sud suit le parallèle 29 latitude Nord. Il couvre une grande partie du territoire. On le retrouve sur la bande côtière, dans les massifs montagneux et dans le sud. Par

Nom de l'espèce	Maroc	Algérie	Tunisie	Libye	Egypte
<i>Ae. aegypti</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. caspius</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. detritus</i>	■	■	■	■	■
<i>An. algeriensis</i>	■	■	■	■	■
<i>An. cinereus</i>	■	■	■	■	■
<i>An. multicolor</i>	■	■	■	■	■
<i>An. sergenti sergentii</i>	■	■	■	■	■
<i>An. superpictus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cs. longiareolata</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. deserticola</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. latincinctus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. perexiguus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. pipiens</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. theileri</i>	■	■	■	■	■
<i>Ur. unguiculata</i>	■	■	■	■	■
<i>An. labranchiae</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. pusillus</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. berlandi</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. dorsalis</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. echinus</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. geniculatus</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. mariae</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. pulcritarsis</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. vexans</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. vittatus</i>	■	■	■	■	■
<i>An. claviger</i>	■	■	■	■	■
<i>An. marteri</i>	■	■	■	■	■
<i>An. plumbeus</i>	■	■	■	■	■
<i>An. petragnanii</i>	■	■	■	■	■
<i>Cs. annulata</i>	■	■	■	■	■
<i>Cs. funipennis</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. hortensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. impudicus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. modestus</i>	■	■	■	■	■
<i>Or. pulcripalpis</i>	■	■	■	■	■
<i>An. ziemanni</i>	■	■	■	■	■
<i>An. dthali</i>	■	■	■	■	■
<i>Cs. subochrea</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. mimeticus</i>	■	■	■	■	■
<i>An. turkhdidi</i>	■	■	■	■	■
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. arbleeni</i>	■	■	■	■	■
<i>An. rufipes broussesi</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. quasibrusticus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cs. litorea</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. albineus</i>	■	■	■	■	■
<i>An. tenebrosus</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. zamittii</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. dzeta</i>	■	■	■	■	■
<i>An. hyrcanus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cq. buxtoni</i>	■	■	■	■	■
<i>Cq. richardii</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. brumpti</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. duttoni</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. martinii</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. simpsoni</i>	■	■	■	■	■
<i>Ur. balfouri</i>	■	■	■	■	■
<i>Ae. btskraensis</i>	■	■	■	■	■
<i>An. gambiae</i>	■	■	■	■	■
<i>An. pharoensis</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. adairi</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. antennatus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. poicillipes</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. sinaiticus</i>	■	■	■	■	■
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	■	■	■	■	■

Figure 11 : Amplitude géographique de la distribution des Culicides.

ailleurs, son aire continentale recouvre toute la bande allant de la longitude 12° à l'Ouest jusqu'au 14^{ème} méridien Est. Comme il a été signalé de diverses oasis.

La présence d'*An. sergentii sergentii* a pu être mise en évidence pratiquement dans toute la zone d'étude à l'exception des régions montagneuses situées au-dessus de 1500 m d'altitude. Son aire de distribution reste très vaste. Son foyer originel est le Sahara mais il se trouve hors du désert en compétition avec *An. labranchiae*.

An. cinereus est connu dans toute l'Afrique du Nord depuis le littoral jusqu'à Tamanrasset, cependant sa zone de prédilection est la montagne (Atlas).

La position et l'aspect du modelé déterminent des conditions climatiques favorables à l'extension de certaines espèces. Ainsi, *An. multicolor* quitte son domaine traditionnel au sud pour remonter à proximité de la côte méditerranéenne.

Les espèces *An. cinereus*, *An. sergentii sergentii*, *An. multicolor* et *An. dthali* sont fréquemment rencontrées en régions désertiques. Plus précisément *An. cinereus*, *An. sergentii sergentii*, *An. multicolor* montrent une profonde pénétration dans le sud, elles sont les plus fréquentes et ne semblent pas occuper des points rares.

II.3. Etude bioclimatique

Parmi les conditions écologiques intervenant dans l'adaptation des espèces et leur distribution se rangent les conditions climatiques. Seules les populations suffisamment adaptées aux conditions du milieu peuvent survivre et se perpétuer. Le climat joue un rôle dans la productivité en Culicides des gîtes. Tout d'abord par l'apport d'eau, c'est à dire les pluies qui alimentent les gîtes en eau en période pluvieuse. Inversement en saison sèche, les cours d'eau se rétractent et laissent des mares résiduelles fortement recherchées par un grand nombre d'espèces culicidiennes. En milieu naturel, la dynamique du plan d'eau où les stades préimaginaux se développent est la conséquence de l'apport d'eau par les précipitations et les pertes par évaporation. Autrement dit, l'existence des gîtes à moustiques est essentiellement liée aux deux paramètres climatiques précipitations - température. Comme la température joue un rôle déterminant sur la durée du cycle de développement de l'écophase aquatique, sous l'effet d'une température de l'ordre de 25°C, le cycle n'est alors que de 5 à 7 jours.

La productivité des Culicides et les conditions climatiques d'une région sont étroitement liées, les années où les précipitations sont abondantes, les gîtes sont nombreux et permettent une pullulation importante de ces organismes. A l'inverse de la sécheresse qui entraîne une baisse des gîtes potentiels et par voie de conséquence de leur nombre.

II.3.1. Le climat méditerranéen

Le climat de l'Afrique méditerranéenne indique le passage du climat méditerranéen type caractérisant le Nord à un climat méditerranéen subdésertique à tendance subtropicale plus au sud. Selon DAGET (1977), le climat méditerranéen qui règne dans le Nord de l'Afrique atteint sa limite Sud à une latitude de 29°N à l'ouest, 20°N au centre et 22°N à l'est (Fig. 12).

Dans la région méditerranéenne, le climat n'est pas le même en tous lieux, aussi distingue-t-on des sous-climats variables suivant la latitude, l'altitude, l'éloignement de la mer et l'exposition. L'indice le plus utilisé est l'indice d'EMBERGER qui permet de distinguer cinq zones climatiques différentes (Fig. 14). En fonction de leurs exigences, les facteurs climatiques conditionnent la présence des espèces. Cela s'explique par les préférences thermiques, hydriques ou photiques qui caractérisent chaque espèce.

II.3.1.1. Caractéristiques climatiques

Une des caractéristiques de ce type de climat est l'irrégularité interannuelle des précipitations. Les importants écarts annuels sont liés aux cycles d'années sèches et d'années humides connus en région méditerranéenne.

Pour rendre compte du climat global de cette zone, on se base essentiellement sur les paramètres les plus classiques : l'humidité et la température, et plus exactement sur leur interaction. De nombreux auteurs ont proposé des descripteurs qui sont soit des descripteurs numériques (indices climatiques) soit des descripteurs graphiques (diagramme ou climatogramme). Parmi ces descripteurs, nous retenons ceux utilisés par la plupart des écologues.

- *Indice d'aridité de De Martonne* :
$$I = \frac{P}{10 + T}$$

Où T est la température moyenne annuelle (en °C) et P la pluviosité totale annuelle (en mm). Cet indice est d'autant plus faible que le climat est aride. Ainsi, les indices calculés pour les stations extrêmes (Bernece I = 3,34 ; Tizin Test I = 45 ; Cap bon I = 18 et Tamanrasset I = 1,5) permettent de situer notre zone d'étude dans des conditions d'aridité relativement importantes. Cette aridité augmente du nord vers le sud et d'ouest vers l'est, les valeurs minimales sont de l'ordre de 15 dans le Nord et de 2 dans le sud. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées dans les zones montagneuses du haut Atlas marocain où l'indice calculé est d'environ 40 (exemple pour la localité de Ifrane P = 1101mm T = 16,9 et I = 40,77).

La présence de reliefs importants au Maroc détermine des conditions climatiques particulières : le bassin moyen de Drâa (Rif central marocain) reçoit jusqu'à deux mètres de pluies apportées par les vents d'Ouest (RAMDANI 1988). La tendance à l'aridité règne dans toute la partie méridionale du bassin méditerranéen mais elle reste particulièrement considérable dans le Sud et à l'Est.

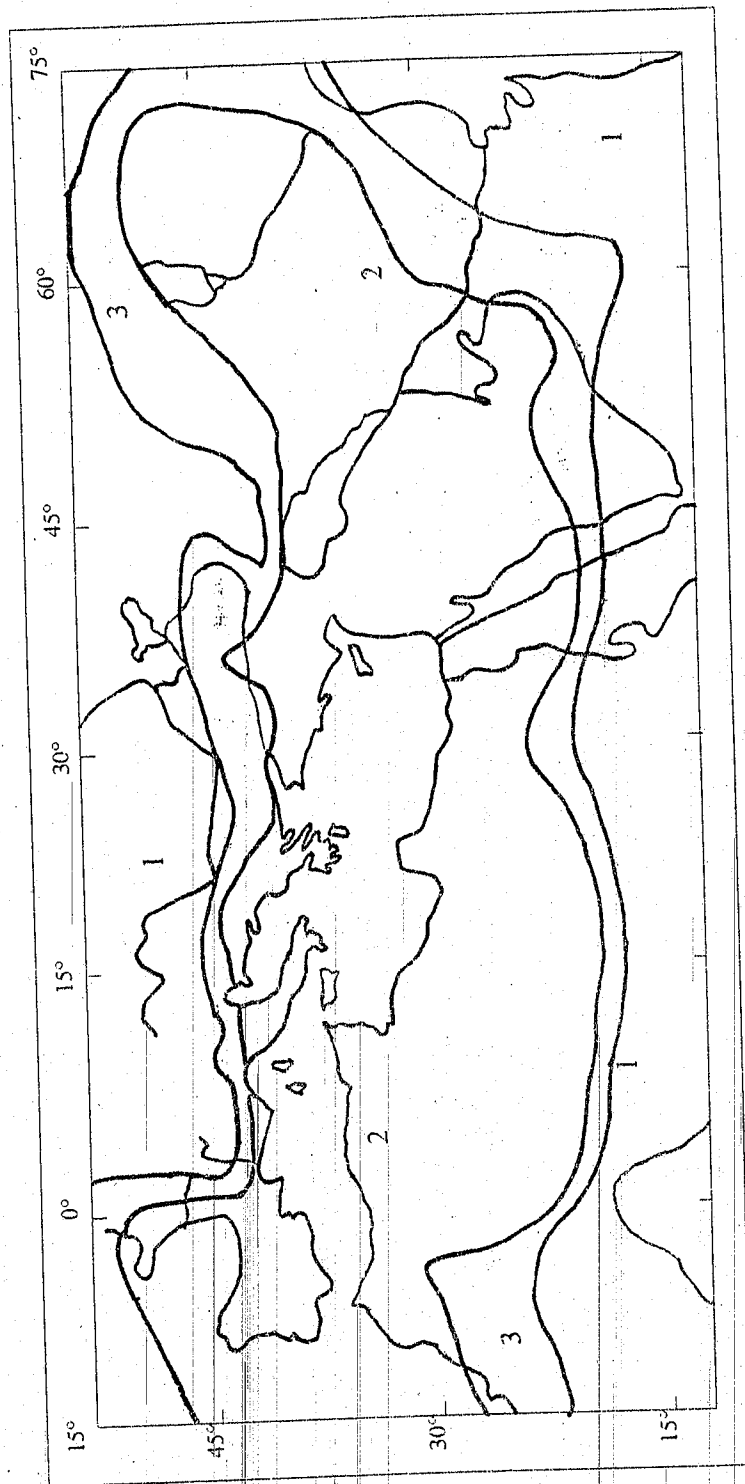
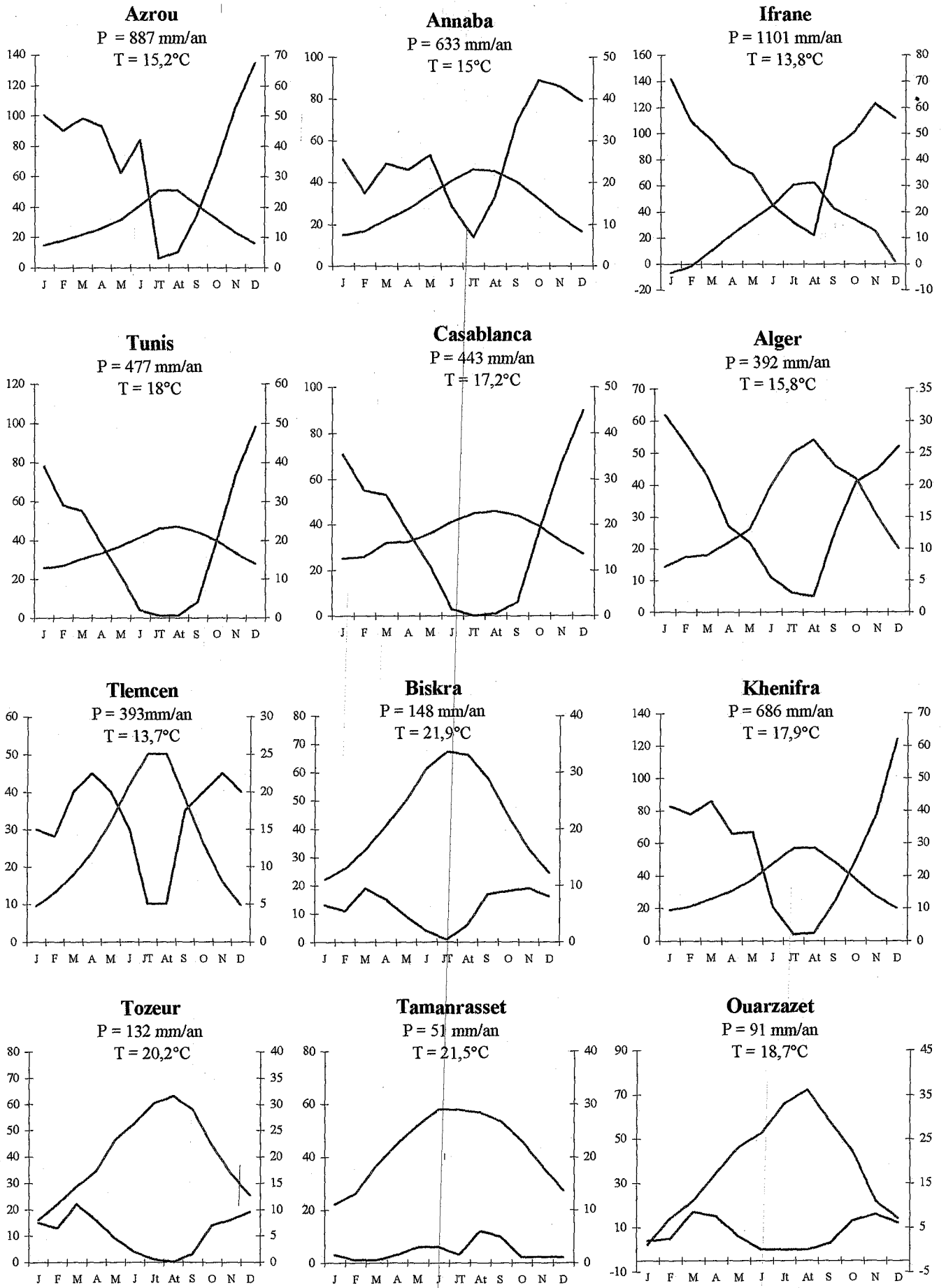


Fig. 12- Pluviosité relative de l'été en région méditerranéenne (d'après DAGET, 1977)



(— Précipitations ——— Température & P = 2T)

Fig. 13 - Variation de la période sèche d'une région à une autre

- *Diagrammes ombrothermiques de Gaussen*

Ces diagrammes sont constitués en portant en abscisse les mois et en ordonnée à la fois les températures moyennes mensuelles et les précipitations mensuelles (Fig. 13). On obtient ainsi deux courbes. L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour la température. Un mois est reconnu « biologiquement sec » si les précipitations exprimées en mm sont inférieures à deux fois la température moyenne exprimée en °C ; dans le cas contraire il est dit humide. Ces représentations graphiques permettent une classification des climats terrestres tout en mettant en conformité des observations biologiques.

Ainsi, le climat de type méditerranéen est réputé par la présence d'une saison sèche qui coïncide avec la saison chaude (ou l'été). La durée de cette saison est variable d'une année à une autre et d'une région à une autre. Elle augmente du Nord (2 à 6 mois) au Sud (8 à 12 mois), de l'Ouest à l'Est d'une manière générale et en revanche elle diminue sensiblement avec l'altitude.

L'abondance des plans d'eau et la durée de leur mise en eau sont étroitement liées à la durée de la période sèche. Leurs fonctionnements inverses expliquent la rareté des zones humides dans le Sud. Dans les régions où la moyenne annuelle des précipitations n'excède pas 300 mm/an et où la période de sécheresse atteint 9 à 10 mois, le stockage des eaux dans les gîtes naturels se fait difficilement ; le plan d'eau est éphémère. Inversement, en régions Nord ou montagneuses où les précipitations sont supérieures à 400 mm/an, la durée de submersion peut être de 8 à 9 mois voire toute l'année (cf. III.1.2.1.4.).

Les exemples donnés par la figure 13 concernent plusieurs stations prises dans les trois pays du Maghreb. Elles se caractérisent toutes par la présence d'une saison sèche variant entre 2 à 12 mois, celle-ci augmente d'autant plus qu'on se dirige vers le sud. Ainsi, la durée de sécheresse en Libye et en Egypte est toujours supérieure à 8 mois. Ces deux pays se caractérisent par la prédominance d'un climat désertique et subdésertique où la quantité de précipitations est inférieure à 150 mm/an.

II.3.1.2. Définition des mésoclimats selon EMBERGER (1955)

Afin de démontrer l'intérêt du mésoclimat, nous avons retenu le découpage le plus classique, celui appliqué principalement au climat méditerranéen (Fig. 14) et qui correspond aux ambiances bioclimatiques ou mésoclimats d'Emberger (DAJOZ 1996). Chaque mésoclimat constitue une zone équipotentielle, du point de vue des conditions climatiques, indicatrice de conditions favorables ou non à l'installation des espèces.

$$\text{Le coefficient pluviométrique d'Emberger (DAJOZ 1996) : } Q = \frac{100 P}{(M-m)(M+m)}$$

Où M est la moyenne des maxima annuels et m celle des minima annuels. Le coefficient prend ainsi en compte non seulement la moyenne de la température annuelle mais également l'écart moyen (M-m) entre les extrêmes. La répartition géographique des mésoclimats est liée à la triple

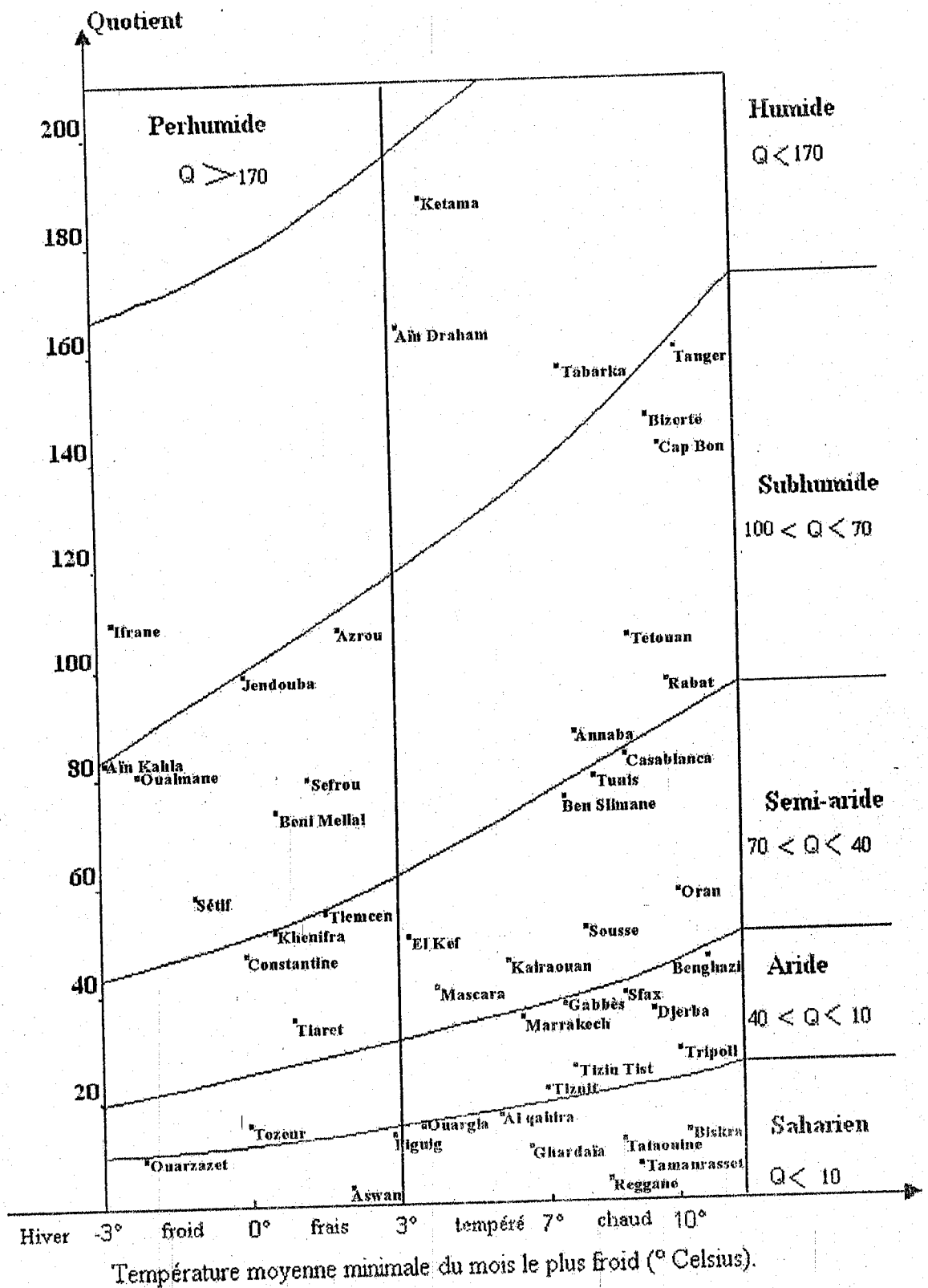


Figure 14 – Climagramme d'Emberger pour quelques localités nord-africaines

influence de la latitude, la continentalité et de l'altitude. La présence de l'Atlantique à l'Ouest et de la mer Méditerranée au nord ainsi que des reliefs importants au Maroc déterminent des conditions climatiques moins sévères. En effet, le climat régnant dans le Nord de ce pays est plus humide et plus frais. Les pluies importantes qui affectent le haut et le moyen Atlas atténuent considérablement la rigueur de la saison sèche. Dans les régions continentales du Maroc, d'Algérie et de Tunisie, l'aridité s'accroît et l'influence saharienne se fait sentir à partir du 33^{ème} parallèle Nord. La Libye et l'Égypte se caractérisent par un climat à tendance aride sur tout le territoire.

II.3.2. Analyse statistique et synthèse bioclimatique

L'étage bioclimatique est défini pour chaque localité, l'information relative est puisée directement des travaux ayant servi dans la base des données ou encore complétée par d'autres travaux, la carte des étages bioclimatiques de la Tunisie au 1/2 000 000^e de GOUNOT et LE HOUEROU 1955 ; la carte des étages bioclimatiques du Maroc de BRIGNON et SAUVAGE 1955 ; la carte bioclimatique de la région méditerranéenne de (EMBERGER et al. 1962).

La typologie résulte de l'AFC établie à partir du tableau IV. Les chiffres portés sur ce tableau correspondent au nombre de stations où l'espèce est signalée. La matrice comporte les cinq mésoclimats placés en colonnes et 61 espèces en lignes. La figure 15 présente des données qualitatives.

L'axe 1 représente le gradient décroissant d'humidité, allant du plus humide au saharien en passant par le subhumide, le semi-aride et l'aride. Il n'y a qu'une seule espèce qui se trouve au niveau du climat humide, c'est *Uranotaenia balfouri*. Les espèces se répartissent sur l'axe 1 du côté négatif représenté par les ambiances bioclimatiques humide, subhumide et semi-aride, qui s'opposent aux ambiances bioclimatiques aride et saharienne situées sur le côté positif de l'axe 1. Les espèces qui caractérisent le climat subhumide sont *Aedes berlandi*, *Aedes echinus*, *Aedes mariaae*, *Aedes pulcritarsis*, *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles marteri*, *Anopheles plumbeus*, *Coquillettidia buxtoni*, *Coquillettidia richardii*, *Culex martinii*, *Culiseta fumipennis*, *Culiseta litorea* et *Orthopodomyia pulcripalpis*.

Les espèces qui caractérisent le climat aride sont *Anopheles pharoensis*, *Anopheles superpictus*, *Anopheles tenebrosus*, *Culex antennatus*, *Culex duttoni* et *Culex sinaiticus*.

Les Culicidés sténoécés du climat saharien sont *Aedes albineus*, *Aedes biskraensis*, *Anopheles gambiae*, *Anopheles rhodesiensis rupicola*, *Anopheles rufipes broussessi*, *Culex adairi*, *Culex arbieeni*, *Culex poecilipes* et *Culex tritaeniorhynchus*, ils se situent tous sur le côté positif de l'axe 1 et sur le côté négatif de l'axe 2.

Au centre des deux axes se regroupent les espèces euryèces. La présence de ces espèces en climat aride et saharien montre le pouvoir d'adaptation à des conditions climatiques sévères

Tableau IV : Répartition des espèces par ambiance bioclimatique

Nom de l'espèce	Humide	Subhumide	Semi-aride	Aride	Saharien
<i>Ae. aegypti</i>	0	4	5	4	2
<i>Ae. albineus</i>	0	0	0	0	3
<i>Ae. berlandi</i>	4	2	4	0	0
<i>Ae. biskraensis</i>	0	0	0	0	1
<i>Ae. caspius</i>	6	12	13	9	65
<i>Ae. detritus</i>	8	4	15	11	11
<i>Ae. dorsalis</i>	1	3	2	0	3
<i>Ae. echinus</i>	3	4	6	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	1	1	2	1	0
<i>Ae. mariae</i>	2	3	1	0	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	1	5	3	0	0
<i>Ae. vexans</i>	0	2	2	1	2
<i>Ae. vittatus</i>	0	1	0	1	0
<i>An. algeriensis</i>	2	9	8	4	6
<i>An. cinereus</i>	1	2	3	12	47
<i>An. claviger</i>	2	6	7	0	0
<i>An. dthali</i>	1	1	2	4	18
<i>An. gambiae</i>	0	0	0	0	3
<i>An. hyrcanus</i>	0	0	1	0	0
<i>An. labranchiae</i>	13	28	16	16	11
<i>An. marteri</i>	4	8	2	0	0
<i>An. multicolor</i>	0	5	10	22	73
<i>An. pharoensis</i>	0	0	4	1	20
<i>An. plumbeus</i>	0	3	3	0	0
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	0	0	0	0	5
<i>An. rufipes broussessi</i>	0	0	0	0	7
<i>An. sergentii sergentii</i>	2	2	7	9	50
<i>An. superpictus</i>	0	1	0	4	13
<i>An. tenebrosus</i>	0	0	0	1	4
<i>An. turkhidi</i>	0	1	2	1	5
<i>An. ziemanni</i>	1	0	3	5	9
<i>Cq. buxtoni</i>	0	1	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	0	1	1	0	0
<i>Cs. annulata</i>	7	13	13	0	4
<i>Cs. fumipennis</i>	2	7	5	0	0
<i>Cs. litorea</i>	0	3	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	9	16	29	16	87
<i>Cs. subochrea</i>	2	5	11	2	6
<i>Cx. adairi</i>	0	0	0	0	2
<i>Cx. antennatus</i>	0	0	3	1	24
<i>Cx. arbieeni</i>	0	0	0	0	14
<i>Cx. brumpti</i>	1	1	0	1	0
<i>Cx. deserticola</i>	3	4	11	7	37
<i>Cx. duttoni</i>	0	0	0	1	0
<i>Cx. hortensis</i>	8	31	18	8	1
<i>Cx. impudicus</i>	5	5	3	3	1
<i>Cx. laticinctus</i>	3	5	13	15	25
<i>Cx. martinii</i>	0	1	0	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	1	8	3	4	1
<i>Cx. modestus</i>	2	1	2	0	1
<i>Cx. perexiguus</i>	3	10	15	6	46
<i>Cx. pipiens</i>	7	14	17	18	54
<i>Cx. poicilipes</i>	0	0	0	0	9
<i>Cx. pusillus</i>	0	1	4	7	20
<i>Cx. simpsoni</i>	3	1	2	2	0
<i>Cx. sinaiticus</i>	0	0	0	1	14
<i>Cx. theileri</i>	6	17	24	9	26
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0	0	0	0	4
<i>Or. pulcripalpis</i>	3	5	3	0	0
<i>Ur. balfouri</i>	3	0	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	3	6	13	4	15
Nombre d'espèces	33	44	42	34	34

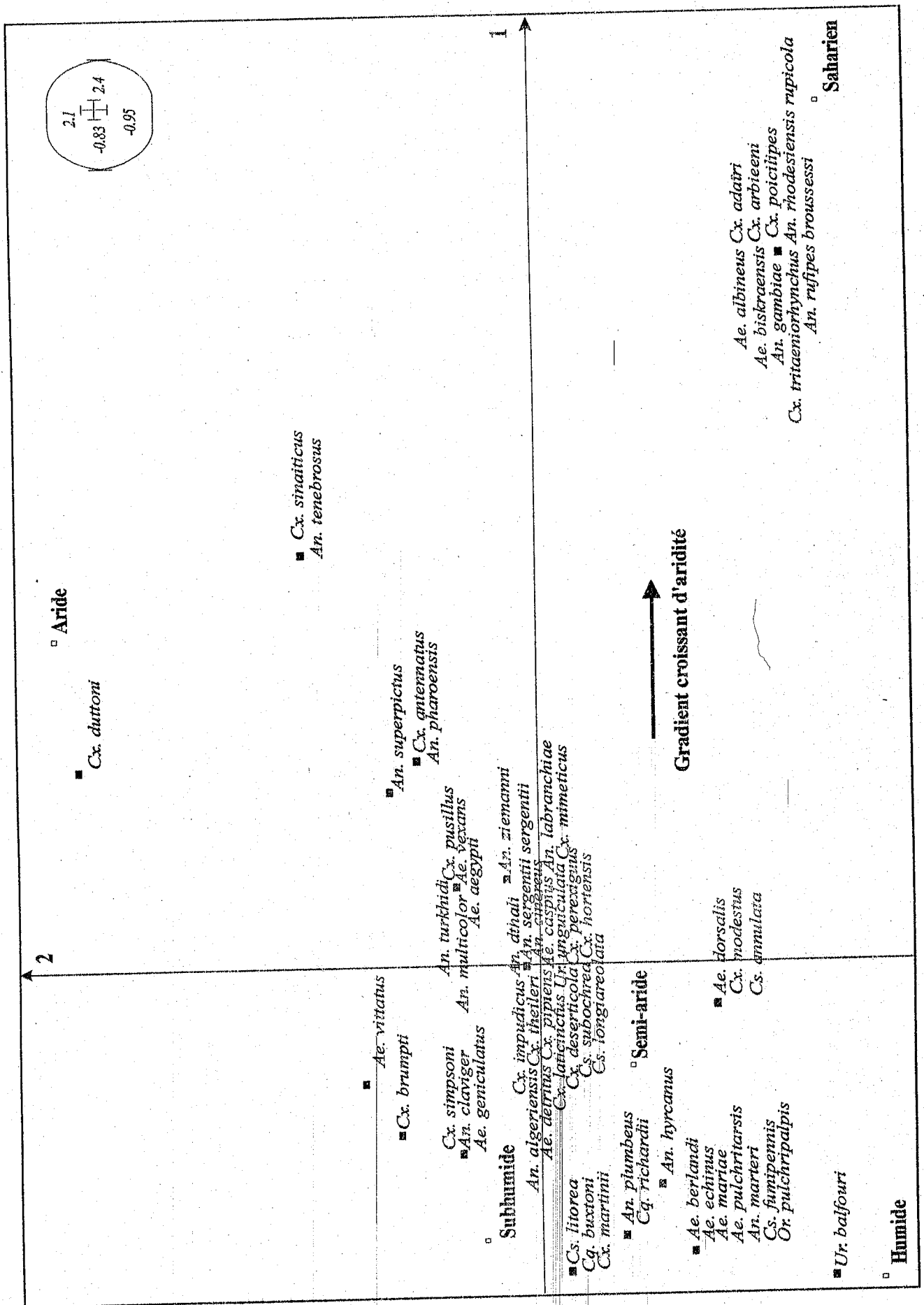


Figure 15 - Plan factoriel (F1xF2) de la matrice de répartition des espèces en fonction des bioclimats.

II.4. Conditions physiographiques

La richesse culicidienne de chaque pays est directement liée aux conditions physiographiques : topographiques, hydrogéologiques, géomorphologiques, pédologiques et climatiques qui déterminent les types de gîtes larvaires. Le contexte climatique et géomorphologique dans lequel se trouve un gîte larvaire conditionne le fonctionnement hydrologique qui, à son tour, permet ou non l'installation et le développement d'une espèce plutôt qu'une autre.

Dans un même unité zoologique, certaines espèces ont une aptitude écologique beaucoup plus vaste qu'on ne peut prévoir, elles possèdent une importante capacité à coloniser des milieux très différents, contrairement à d'autres espèces.

Partant de l'idée que les aspects physiographiques, climatiques et le matériel floristique déterminent le fonctionnement des gîtes et peuvent en conséquence être à l'origine de l'existence de telle ou telle espèce culicidienne, on apprécie les relations pouvant exister entre ces conditions physiques et les peuplements culicidiens mais de façon isolée et non intégrée.

II.4.1. Répartition des espèces selon différentes unités géomorphologiques

L'intérêt d'une étude à petite échelle nécessite un découpage de toute la région du bassin méditerranéen en zones «équipotentielles », de point de vue des conditions écologiques, indicatrices de conditions homogènes.

La cartographie intégrée entre ces zones équipotentielles et la répartition des espèces les plus répandues aurait été possible si un support cartographique recouvrant l'ensemble de la zone était disponible, or l'information reste manquante sur une vaste étendue.

Tableau V : Nombre d'espèces par unités géomorphologiques

Zones côtières	Plaines littorales	Zones de montagnes	Régions sahariennes	Hoggar
62	52	37	40	09

La comparaison des peuplements culicidiens d'une région à une autre fait apparaître les faits suivants :

- Les régions les plus riches et les mieux prospectées correspondent aux régions littorales où s'étendent les zones fortement anthropisées qui offrent les biotopes les plus divers (mares, marais, zones de culture irriguée, les bords de rivières à vitesse de l'eau ralentie et gîtes artificiels...).
- Les zones montagneuses sont moins riches et les régions plus au sud sont sous étudiées d'une part et les conditions climatiques sévères limitent l'extension de certaines espèces d'autre part. La faune de la Libye reste la moins connue et l'Algérie présente très peu d'espèces dans certains secteurs du sud.

II.4.2. Distribution des espèces en fonction de l'altitude

Le but est d'apporter plus de précision sur la distribution verticale des différentes espèces présentes en Afrique méditerranéenne. Plutôt que de donner des valeurs brutes pour chaque espèce, nous avons préféré, vu leur nombre, d'effectuer une analyse factorielle des correspondances (Tab.VI) afin de mettre en évidence une typologie en fonction de l'altitude.

L'analyse est réalisée à partir de la matrice des données composée de 59 lignes (espèces) et de 10 classes d'altitude allant de 0 à plus de 2500 m (le point culminant pour notre zone d'étude correspond à 2700 m dans le haut atlas marocain. Les résultats permettent de retenir deux axes dont l'inertie est de 58.51% de l'inertie totale.

Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum	Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum
01	+2.6543E-01	+0.4692	+0.4692	02	+6.5584E-02	+0.1159	+0.5852
03	+6.0472E-02	+0.1069	+0.6921	04	+4.6036E-02	+0.0814	+0.7735
05	+4.4974E-02	+0.0795	+0.8530	06	+3.5061E-02	+0.0620	+0.9149
07	+2.4456E-02	+0.0432	+0.9582	08	+1.5836E-02	+0.0280	+0.9862
09	+7.8231E-03	+0.0138	+1.0000	10	+0.0000E+00	+0.0000	+1.0000

La figure 16 montrant la répartition des espèces et des altitudes dans le plan F1xF2, permet de définir différents types de distribution :

- un groupe d'espèces qui se cantonnent dans les zones comprises entre 0 et 1000 m d'altitude, il s'agit de 66% des espèces.

- sur l'extrémité positif de l'axe 1 se positionne un groupe d'espèces qui s'adaptent aux basses altitudes comprises entre 0 et 100 m , il s'agit d'espèces principalement littorales qui sont liées à leurs biotopes souvent bien représentés dans les régions à très basses altitudes. Nous retrouvons *Ae. mariaae* présent sur la franche littorale rocheuse et des *Aedes* des marais salés et des embouchures des oueds représentés par *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. vexans*...

- un groupe d'espèces des hautes altitudes, supérieures à 1500 m, ainsi *An. claviger* est une espèce des étages montagnards, s'adapte plus facilement à l'altitude que d'autres espèces. Dans l'Atlas marocain, elle occupe une position privilégiée dans les montagnes mais se retrouve au Nord du 31^{ème} parallèle. A mesure qu'on s'avance vers les régions d'altitude élevée, les gîtes à *Anopheles* disparaissent, mais d'autres espèces culicidiennes sont présentes. En effet, des travaux de GAUD (1948) sur les rythmes saisonniers d'activité en fonction de l'altitude ont démontré l'existence de l'opposition entre les époques de développement de *An. claviger* et *An. labranchiae* ; il y a un remplacement saisonnier, dans les mêmes biotopes larvaires, d'une espèce fortement vulnérable par une espèce sauvage très peu vulnérable et pendant une courte période elles s'associent.

Tableau VI : Répartition des différentes espèces par classe d'altitude (en mètres).

Nom de l'espèce	0-100	100-200	200-300	300-400	400-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-2500	> 2500
<i>Ae. aegypti</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. berlandi</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	45	8	2	6	5	5	0	0	0	0
<i>Ae. detritus</i>	18	5	0	1	3	1	0	0	0	0
<i>Ae. dorsalis</i>	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. echinus</i>	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Ae. mariaae</i>	6	0	0	1	0	2	0	0	0	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. vexans</i>	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
<i>Ae. vittatus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>An. algeriensis</i>	14	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Cs. annulata</i>	12	3	2	3	3	4	1	3	0	0
<i>An. cinereus</i>	7	4	3	1	7	17	12	9	3	0
<i>An. claviger</i>	4	1	0	2	1	1	1	1	0	0
<i>An. dthali</i>	2	1	1	0	4	8	1	1	1	0
<i>An. gambiae</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>An. hyrcanus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. labrauchiae</i>	15	5	3	4	5	7	1	3	0	0
<i>An. marteri</i>	3	0	1	0	2	4	4	1	0	0
<i>An. multicolor</i>	34	1	3	9	10	10	7	1	2	0
<i>An. pharoensis</i>	12	3	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>An. plumbeus</i>	2	1	0	2	0	0	0	1	0	0
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0
<i>An. rufipes broussessi</i>	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	12	7	2	6	8	11	5	5	3	0
<i>An. superpictus</i>	5	0	1	1	1	4	1	0	0	0
<i>An. tenebrosus</i>	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. turkhidi</i>	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
<i>An. ziemanni</i>	6	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Cq. buxtoni</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cs. fumipennis</i>	5	0	1	2	2	2	1	1	0	0
<i>Cs. litorea</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	40	14	2	10	13	24	10	9	5	1
<i>Cs. subochrea</i>	13	5	1	1	1	2	0	0	0	0
<i>Cx. adairi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. antennatus</i>	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. arbieeni</i>	0	0	0	0	1	0	2	5	3	0
<i>Cx. brumpti</i>	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	5	6	1	3	6	17	6	7	3	1
<i>Cx. duttoni</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	12	2	2	3	7	13	6	9	2	0
<i>Cx. impudicus</i>	4	1	0	0	0	2	2	0	0	0
<i>Cx. laticinctus</i>	13	2	1	3	5	10	5	8	0	0
<i>Cx. martinii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	3	0	0	0	4	2	3	0	0	0
<i>Cx. modestus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	25	9	2	8	10	12	4	3	0	0
<i>Cx. pipiens</i>	57	1	3	7	6	14	0	0	1	0
<i>Cx. poicillipes</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. pusillus</i>	12	6	1	0	2	2	1	0	0	0
<i>Cx. simpsoni</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cx. sinaiticus</i>	2	0	1	1	2	1	1	1	0	0
<i>Cx. theileri</i>	27	1	1	3	4	7	5	2	0	0
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Or. pulcripalpis</i>	3	2	0	1	1	2	1	1	0	0
<i>Ur. balfouri</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	19	3	1	1	3	4	3	0	0	0
Total des espèces	48	29	24	27	32	37	27	20	9	2

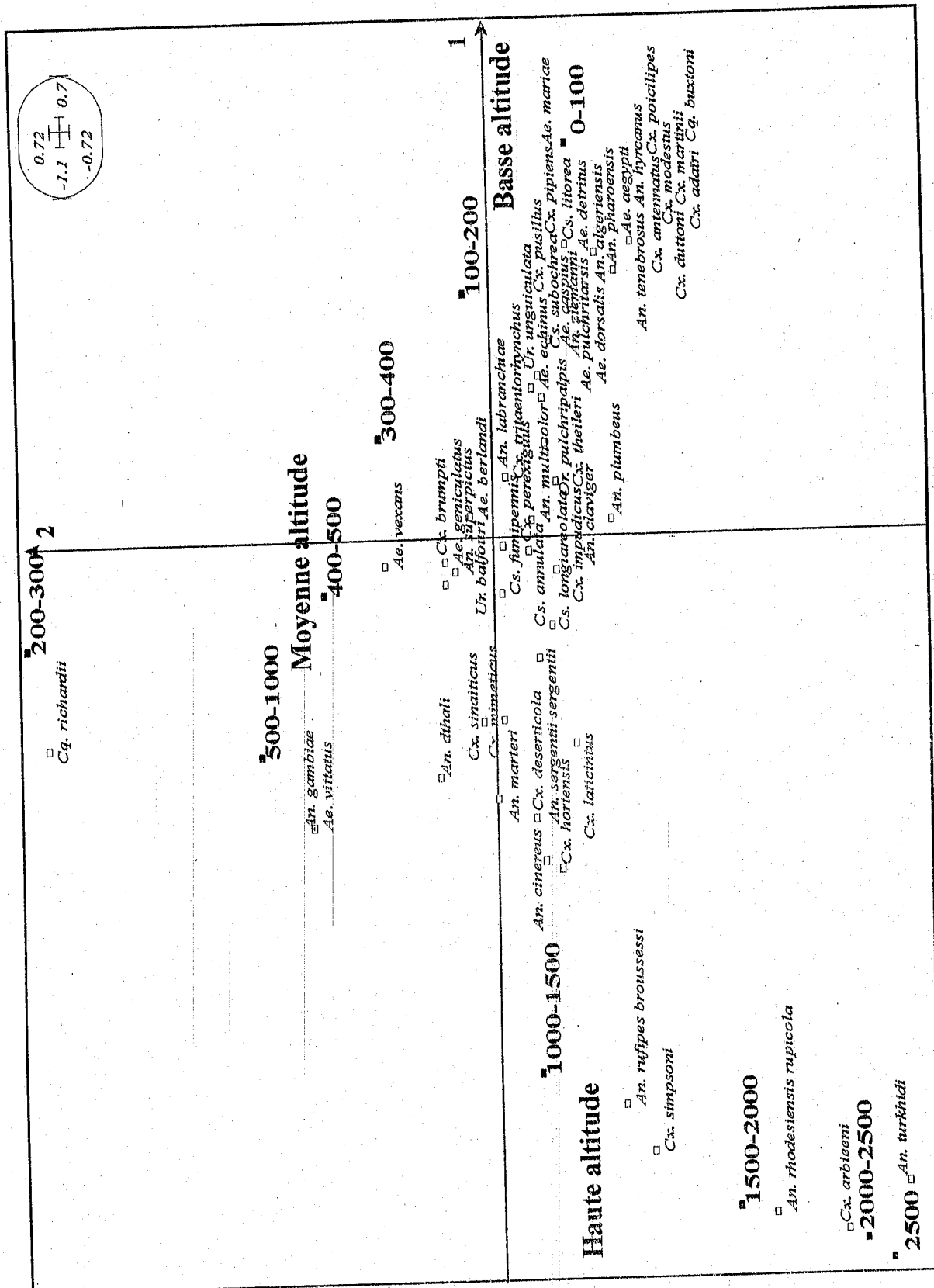


Figure 16- Plan factoriel (F1xF2) du tableau de répartition altitudinale des espèces.

II.4.3. Les formations végétales

Pour mieux apprécier la distribution des espèces, il ne suffit pas de la relier à des coordonnées géographiques, il est préférable de la relier à des étages de végétation qui eux-mêmes résultent d'une intégration de plusieurs paramètres écologiques (couvert végétal, conditions bioclimatiques, topographiques et édaphiques).

Le couvert végétal joue un très grand rôle dans la distribution des gîtes larvaires, il intervient par les différentes fonctions qu'il assure :

- la structure du gîte (creux d'arbre, marais...)
- sa composition et distribution (essence arborée, halophytes, hydrophytes, hygrophytes,
- sa densité,
- son apport en matière organique morte et son rôle trophique ou alimentaire,
- sa capacité de rétention de l'humidité,
- la création de conditions mésoclimatiques voire microclimatiques particulières.

La végétation constitue un indicateur biotique d'une grande importance et pour bien comprendre la relation entre la végétation et les espèces culicidiennes, le plus judicieux est peut être de prendre en compte le groupement végétal. Les travaux de MAIRE (1980) ont permis de montrer qu'à chaque groupement végétal correspond un peuplement de moustiques relativement stable et que les facteurs écologiques propres à un groupement végétal sont davantage intégrés par les espèces que ceux propres aux gîtes situés au sein du groupement végétal.

Toutefois, ce type d'information n'est pas général et demande des efforts de recherches supplémentaires. Il serait intéressant à l'avenir d'orienter des études sur la distribution des Culicides en tenant compte du groupement végétal. Faute de cette information, nous nous limitons à montrer la répartition des espèces par formation végétales connues en Afrique méditerranéenne (Tab. VII) et pour lesquelles nous avons pu réunir des informations.

Tableau VII : Répartition du nombre d'espèces par formation végétale

Forêt et préforêt	Formation herbacée ouverte	Marais à végétation halophile	Steppe et zones de pâture	Zones de cultures	Palmeraie
39	21	20	22	38	26

Les forêts et les zones agricoles hébergent une faune culicidienne plus diversifiée que celle qui se trouve en milieux ouverts ou spécifiques où les conditions sont plus sévères à cause des taux de salinité élevés ou des précipitations plus faibles. En effet, dans un milieu caractérisé par des conditions mésologiques moyennes, les Culicides trouvent davantage de refuges contrairement aux milieux contraignants salés ou plus arides et à végétation plus ou moins homogène. La faune se

maintient car la structure de la végétation assure un microclimat thermique et lumineux favorable. La richesse spécifique et l'abondance des espèces diminuent lorsque le couvert et l'ombre qui sont créés par les arbres diminuent. La végétation agit indirectement sur les larves de Culicides par l'influence qu'elle exerce sur les facteurs température, lumière et par voie de conséquence sur la dynamique du plan d'eau. Ceci explique également leur nombre relativement important dans les palmeraies.

Conclusion

Du point de vue zoogéographique, on peut classer les Culicides de l'Afrique méditerranéenne en quatre catégories (Tab. VIII) :

1/ Les espèces à très large répartition, ces espèces sont répandues dans toute l'Afrique méditerranéenne, d'est en ouest : *Cx. pipiens*, *Cx. laticinctus*, *Cs. longiareolata*, *An. sergentii*, *Cx. theileri*, *Cx. deserticola*, *Ae. caspius*, *An. cinereus*, *An. multicolor*, *Cx. perexiguus*, *Ur. unguiculata* et *An. turkhudi*. Ces espèces sont les plus fréquentes et leur probabilité de rencontre est élevée. Leur pouvoir de dispersion est important et elles sont capables de supporter des variations plus ou moins grandes des facteurs écologiques susceptibles d'influencer directement leur développement. Les espèces ayant un pouvoir de dispersion élevé sont celles qui sont capables de peupler des biotopes inhospitaliers ou de nouveaux sites. L'aptitude à la dispersion est avant tout une valeur adaptative.

2/ Les espèces à distribution large se retrouvent d'est en ouest et du nord au sud, avec des fréquences toutefois relativement plus faibles. Leur pouvoir à se disperser reste considérable. Et elles trouvent leur limite Sud à 27°N. Au delà de cette limite, les conditions climatiques plus sévères semblent limiter leur extension.

3/ les espèces à distribution limitée englobent :

- Les espèces signalées dans les régions Nord, entre 37° et 34°N ; il s'agit principalement des espèces liées à des biotopes particuliers cas des espèces dendrolimniques et d'*Ae. mariae* des rock-pools des plateaux rocheux du littoral méditerranéen ou encore des espèces de montagne, espèces nordiques tels *An. marteri*, *An. claviger*, et qui exigent des conditions climatiques particulières : période de sécheresse courte, précipitations importantes et températures relativement fraîches.
- Les espèces sahariennes regroupent à la fois les espèces des oasis et les espèces de montagne (Tassili des Ajjers), on les retrouve entre 19° et 33° latitudes Nord et où la période de sécheresse est supérieure à 9 mois. Neuf espèces sont jusqu'à présent connues au sud-est de la zone d'étude (Tab. VIII).
- *An. superpictus* et *Cx. pusillus* ne sont signalés qu'à l'Est, alors que *Cx. brumpti* et *Cx. simpsoni* n'ont été retrouvés qu'à l'Ouest.

Tableau VIII : Limites géographiques des espèces culicidiennes.

Type de distribution	Nom de l'espèce	Longitude	Latitude (N)	Nombre de stations mentionnées	Fréquence (%)
Très large	<i>Culex pipiens</i>	11°W-34°E	22 - 37	114	22,26
	<i>Culex laticinctus</i>	11°W-34°E	23 - 37	65	12,69
	<i>Culiseta longiareolata</i>	9°W-34°E	22 - 37	125	24,41
	<i>Anopheles sergentii sergentii</i>	9°W-34°E	22 - 37	62	12,1
	<i>Culex theileri</i>	9°W-34°E	22 - 36	76	14,84
	<i>Culex deserticola</i>	9°W-34°E	22 - 36	65	12,69
	<i>Aedes caspius</i>	8°W-34°E	23 - 37	117	22,85
	<i>Anopheles cinereus</i>	8°W-34°E	23 - 37	66	12,89
	<i>Anopheles multicolor</i>	7°W-34°E	22 - 37	128	25
	<i>Culex perexiguus</i>	6°W-34°E	22 - 36	81	15,82
	<i>Uranotaenia unguiculata</i>	9°W-34°E	24 - 36	16	3,12
	<i>Anopheles turkidi</i>	5°W-34°E	23 - 37	7	1,36
large	<i>Aedes detritus</i>	8°W-32°E	28 - 37	57	11,13
	<i>Aedes echinus</i>	6°W-9°E	31 - 36	21	4,1
	<i>Anopheles algeriensis</i>	7°W-25°E	29 - 37	36	7,03
	<i>Anopheles dhali</i>	8°W-34°E	32 - 36	29	5,66
	<i>Anopheles labranchiae</i>	8°W-12°E	31 - 37	83	16,21
	<i>Anopheles superpictus</i>	3°E-34°E	24 - 36	22	4,29
	<i>Anopheles ziemanni</i>	7°W-33°E	30 - 36	15	2,92
	<i>Culex hortensis</i>	9°W-11°E	32 - 37	73	14,25
	<i>Culex impudicus</i>	9°W-9°E	32 - 37	32	6,25
	<i>Culex mimeticus</i>	9°W-34°E	31 - 36	37	7,22
	<i>Culex pusillus</i>	3°E-34°E	24 - 36	25	4,88
	<i>Culiseta annulata</i>	7°W-25°E	28 - 37	42	8,2
	<i>Culiseta fumipennis</i>	8°W-9°E	32 - 36	21	4,1
	<i>Culiseta subochrea</i>	8°W-11°E	28 - 37	27	5,27
limitée	<i>Aedes aegypti</i>	7°W-33°E	36 - 37	15	6,83
	<i>Aedes berlandi</i>	7°W-9°E	34 - 37	10	2,14
	<i>Aedes geniculatus</i>	6°W-11°E	34 - 36	9	1,75
	<i>Aedes mariae</i>	6°W-12°E	35 - 37	7	1,36
	<i>Aedes pulcritarsis</i>	6°W-11°E	34 - 35	14	2,73
	<i>Aedes quastrusticus</i>	5°W-3°E	36 - 37	3	0,58
	<i>Aedes vexans</i>	8°W-11°E	34 - 36	11	2,14
	<i>Anopheles claviger</i>	6°W-9°E	34 - 37	21	4,1
	<i>Anopheles marteri</i>	8°W-9°E	33 - 36	20	3,9
	<i>Anopheles plumbeus</i>	6°W-10°E	34 - 36	12	2,34
	<i>Culex modestus</i>	6°W-7°E	34 - 36	8	1,56
	<i>Culiseta litorea</i>	8°W-6°E	34 - 36	2	0,39
	<i>Orthopodomyia pulcripalpis</i>	6°W-11°E	34 - 36	19	3,71
	<i>Aedes dorsalis</i>	0°E-13°E	33 - 36	12	2,34
	<i>Aedes vittatus</i>	3°E-12°E	33 - 36	3	0,58
	<i>Culex brumpti</i>	8°W-5°W	33 - 36	4	0,78
	<i>Culex simpsoni</i>	9°W-3°W	30 - 33	5	0,97
	<i>Aedes albineus</i>	5°E-8°E	32 - 33	3	0,58
	<i>Anopheles gambiae</i>	9°E-32°E	24 - 31	6	1,17
	<i>Anopheles pharoensis</i>	25°E-34°E	24 - 31	21	4,1
	<i>Anopheles rhodestensis rupicola</i>	5°E-9°E	22 - 23	8	1,56
	<i>Anopheles rufipes broussessi</i>	0°E-13°E	22 - 27	4	0,78
	<i>Culex antennatus</i>	30°E-34°E	24 - 31	20	3,9
<i>Culex arbieeni</i>	32°E-34°E	29 - 31	14	2,73	
<i>Culex poicilipes</i>	29°E-34°E	28 - 31	14	2,73	
<i>Culex sinaiticus</i>	33°E-34°E	28 - 31	9	1,75	
très limitée ou très peu connues	<i>Aedes biskraensis</i>	5°E	34	1	0,19
	<i>Aedes dzeta</i>	5°W	35	1	0,19
	<i>Anopheles petragnanii</i>	4°E	36	1	0,19
	<i>Coquillettidia buxtoni</i>	5°W	34	1	0,19
	<i>Coquillettidia richardii</i>	5°W	34	1	0,19
	<i>Culex adairi</i>	30°E	30	2	0,39
	<i>Culex duttoni</i>	9°W	32	1	0,19
	<i>Culex martinii</i>	5°W	34	1	0,19
	<i>Culex tritaeniorhynchus</i>	28°E	25	1	0,19
	<i>Uranotaenia balfouri</i>	6°W	35	1	0,19

4/ les espèces signalées d'une seule station et dont la chorologie et l'écologie restent inconnues. En tenant compte de la fréquence de ces espèces, la probabilité de les retrouver est très faible, probablement à cause de leur faible capacité à peupler des biotopes variés ou à supporter des variations plus ou moins faibles des variables du milieu.

L'aptitude à la dispersion varie beaucoup selon les espèces. Les populations s'étendant sur de faibles surfaces seront formées d'individus relativement peu mobiles qui auront des difficultés à coloniser de nouveaux biotopes. Cette différence peut être due :

- Aux effectifs qui ne sont jamais les mêmes dans la nature et à la variation d'une espèce à l'autre des probabilités de capture.
- A la capacité écologique de chaque espèce à peupler les différents biotopes.
- A l'action de l'homme qui favorise l'extension de gîtes domestiques et réduit considérablement les gîtes naturels auxquels sont inféodées de nombreuses espèces.

L'ensemble de ces informations nous a permis de mieux cibler nos recherches sur le peuplement culicidien de la région sud méditerranéenne.

CHAPITRE III

BIOTYPOLOGIE DES GITES LARVAIRES ET SYNTHÈSE

ÉCOLOGIQUE ET ÉTHOLOGIQUE

CHAPITRE III : BIOTYPOLOGIE DES GITES LARVAIRES ET SYNTHESE ECOLOGIQUE ET ETHOLOGIQUE

Rassembler des données est relativement une chose assez aisée. Au contraire, exploiter des données à une telle échelle exige une recherche rigoureuse.

Il s'agit au cours de cette phase fondamentale de définir les facteurs écologiques pertinents à l'égard de la présence de certaines espèces. Cela revient à dire que l'étude écologique envisagée dans le cadre de cette thèse consiste à rechercher les relations entre les espèces culicidiennes et leur environnement physique, chimique et biologique, sachant que la composition et la dynamique des peuplements aquatiques dépendent de la nature et l'intensité des facteurs écologiques comme la profondeur, l'éclairement, le pH, la salinité. Cette partie est destinée à fournir des informations sur le cadre physique dans lequel évolue chaque espèce et à présenter les affinités entre espèces ainsi que les liens entre celles-ci et les facteurs écologiques. Ce travail représente donc la phase la plus délicate et la plus cruciale de la synthèse écologique. Celle-ci est réalisée à partir de données de base fournies par la littérature dont on admet a priori l'exactitude et la fiabilité des données.

On remarque qu'un grand nombre d'espèces est sous étudié ou ayant faits l'objet de peu de travaux publiés, *Aedes aegypti*, *Ae. dorsalis*, *Ae vittatus*, *An. hyrcamus*, *An. marteri*, *An. pharoensis*, *Cs. litorea*..., contrairement à d'autres espèces, généralement à large distribution *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. mariae*, *An. labranchiae*, *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*...

III. 1. Les gîtes larvaires et leurs caractéristiques écologiques

III.1.1. Les gîtes larvaires

Il y a 2500 ans, Hippocrate conseillait de construire les villages loin des marais pour éviter les fièvres. Le conseil est toujours valable mais les vecteurs ne sont pas seulement liés aux marais et le principe doit être étendu à tous les types de gîtes.

Les Culicidés sont capables de peupler les gîtes les plus variés. En effet, ceux-ci, de taille et de nature diverses, peuvent être constitués par un pot de fleur, une empreinte de sabots ou une étendue d'eau recouvrant plusieurs hectares (marais, marécages, rizières, prairie inondée...). Ces milieux sont naturels mais en grande partie le résultat d'activités humaines anciennes et /ou récentes (irrigation, adduction, drainage). L'homme est en effet créateur de gîtes (fosses, barrages, irrigation, forage...) ou destructeur de gîtes (drainage, changement de couvert végétal, mise en culture...). Un biotope est considéré adéquat dans la mesure où il garantit la survie et le développement des populations dans de bonnes conditions.

III.1.1.1. Les principaux types de gîtes de Culicidés

Peu d'auteurs se sont vraiment attardés à recenser et à décrire précisément les types de biotopes à larves de moustique, la plupart se contente généralement de descriptions sommaires indiquant "les espèces de mare avec végétation, de forêt, de marais, de retenue temporaire", sans donner trop de précision. Les gîtes sont généralement définis par leur morphologie, leur hydro-dynamisme et leur origine naturelle ou artificielle.

III.1.1.1.1. Les gîtes naturels

Les pluies, de quantités irrégulières, d'une année à l'autre et d'un mois à l'autre, s'accumulent dans des dépressions de différentes formes donnant ainsi de nombreux types d'eau stagnante : depuis les petites mares à émergence éphémère jusqu'aux lacs naturels semi-permanents à permanents de grandes dimensions (lac Tonga à El-kala). L'usage des termes locaux par les hydrobiologistes et les chercheurs de façon générale est devenu une pratique courante, certains termes à plusieurs appellations peuvent désigner un même type d'eau, et méritent de ce fait d'être définis.

- Les mares

Une mare peut être définie comme toute pièce d'eau de moins de un mètre de profondeur c'est à dire un plan d'eau où les radiations lumineuses pénètrent jusqu'au fond. La température de l'eau augmente rapidement en été, ce qui rend la durée de développement des stades larvaires très courte. Le recyclage des éléments minéraux est extrêmement rapide, la quantité de phytoplancton est importante, elle s'accompagne d'une activité photosynthétique intense modifiant les conditions d'oxygénation.

On regroupe sous le terme de mare, l'ensemble des dépressions de moins de un (01) mètre de profondeur. Elle peut être un petit bassin d'accumulation d'eau à caractère temporaire, désignée pratiquement dans tout le Maghreb, par le terme de Daya ou encore de dimensions beaucoup plus vaste, connu sous le nom de Merja. La mise en eau a lieu selon les pluies tombées.

Dans le Nord, les mares se mettent en eau pratiquement chaque année à partir de novembre ou de décembre ; alors que dans les régions sud plus arides, elles peuvent rester à sec toute l'année voire pendant plusieurs années, si les précipitations sont insuffisantes. Les Dayas sont généralement des mares où se développe une végétation différente de celle qui recouvre les sols avoisinants (RAMDANI 1988) et leur origine est soit naturelle soit artificielle. La Merja est une nappe d'eau douce superficielle dont la durée de submersion est beaucoup plus longue (de 11 à 12 mois).

Elle peut également correspondre à une mare résiduelle se formant sur les berges ou sur le lit mineur de certains oueds à assèchement estival ou les bordures des milieux d'eaux stagnantes de grande taille. En période de sécheresse, le niveau de l'eau baisse, il laisse une plage de petite taille,

occupant les bas fond argileux mais à caractère toujours temporaire. Ces poches d'eau laissées par les oueds sont localement désignées par le terme de guelta. Leur emplacement est conditionné par la formation de méandres (bras morts d'oueds) et par les endroits creux et profonds des oueds temporaires. Dans les régions sahariennes, ces formations se retrouvent essentiellement dans les Oasis.

Certains auteurs désignent par le terme de mare, des flaques d'eau de faibles dimensions mais qui persistent un certain temps. Elles se forment suite à d'importantes averses puis disparaissent quelques temps après, si bien qu'il est impossible de ne pas considérer de telles formations comme temporaires. Elles se caractérisent par l'absence totale de végétation et par une faible quantité de matière organique ; elles sont fréquentes sur les bords des routes. Nous retenons l'appellation de flaque dans ce travail, pour éviter de trop généraliser.

- **Les marais**

Ce sont des milieux littoraux ou continentaux d'eaux saumâtres, couverts sur la plus grande partie de leur surface par une végétation terrestre steppique à Salsolacées et Chénopodiacées, sur sol compact inondé lors des fortes pluies et laissant apparaître à la surface des efflorescences salines en période sèche. Ils se caractérisent de ce fait par une fluctuation saisonnière de la teneur en sels d'autant plus importante qu'ils sont moins inondés.

Ces types de plans d'eau désignent les Sebkhass, les lacs salées, les garaâ, les Oglets, situés dans le Nord et les zones steppiques à climat semi-aride à aride du Maghreb, les chotts plus au Sud se retrouvent dans des régions subsahariennes. Les Sebkhass, les lacs salés et les Oglets sont des cuvettes accessibles, de vastes dimensions (10 à 30 km) ; les Chotts sont par contre d'immenses dépressions (30 à 100 km voire plus) et dont la surface inondée est extrêmement réduite.

Les mares et les marais reçoivent par le biais des cours d'eau, des eaux de ruissellement, de percolation ou de drainage qui s'enrichissent en éléments nutritifs indispensables aux stades larvaires. En été, la faible pluviométrie réduit considérablement les apports d'eaux, les larves placées dans des conditions lumineuses et de températures très favorables, elles utilisent très rapidement les éléments nutritifs pour réaliser leur développement en temps très court.

- **Les cours d'eau**

L'habitat des stades immatures peut correspondre soit aux berges des oueds, à des ravins ou des ruisseaux où la vitesse de l'eau n'est pas très importante voire nulle. Ces biotopes sont favorisés le plus souvent par la déclivité très faible du sol, par sa nature argileuse, par le défaut de perméabilité, une baisse du niveau du plan d'eau et de son débit. *An. cinereus*, *An. marteri*, *An. multicolor*, *An. sergentii sergentii*, *Cx. deserticola*, *Cx. impudicus*, *Cx. mimeticus* se développent préférentiellement dans ces gîtes.

- **Les sources**

Les sources portent généralement le terme de Aïn (Ayoun au pluriel) et désignent dans ce travail des sources limnocrènes. Le débit peut varier durant l'année et d'une année à l'autre. Elles sont présentes dans toutes les régions mais fréquentes dans le Nord et surtout en altitude, là où les précipitations sont supérieures à 300 mm/an. De débit variable, ces sources stagnantes donnent lieu en milieux naturels à des écoulements superficiels à courant lent ou sont aménagées en retenues, bassins, canal d'irrigation ou ruisseau artificiel ou *seguia* ; plus connues sous le terme de "fouggara" dans les oasis du Sud.

- **Les zones inondées**

De grandes superficies ont été transformées en zones de culture, celles qui reposent généralement sur sols à textures limoneuse et argileuse se recouvrent d'une lame d'eau temporaire suite à d'importantes averses. Elles offrent ainsi un biotope favorable au développement de plusieurs espèces notamment *Aedes vexans*.

- **Les creux d'arbres**

Les arbres présentent souvent, à l'intersection des branches maîtresses, des crevasses dans lesquelles s'accumule l'eau de pluie ruisselant le long du tronc. Ainsi, se trouve réalisé un type de biotope très particulier, un aquarium naturel, dont l'originalité s'exprime aussi bien sous l'angle biologique que physico-chimique. Il s'agit d'un biotope fermé où les influences extérieures sont très atténuées. Les arbres présentant ces biotopes sont généralement des Platanes, des Chênes ou l'Olivier.

Le peuplement culicidien des creux d'arbre ou peuplement dendrolimnique, se caractérise par une composition particulière et des exigences écologiques précises. En Afrique méditerranéenne, on compte six espèces : *Ae. berlandi*, *Ae. echinus*, *Ae. geniculatus*, *Ae. pulcritarsis*, *An. plumbeus*, *Or. pulcripalpis*. *Ae. berlandi*, *Ae. echinus*, *Or. pulcripalpis* sont des dendrolimniques stricts ou absolus (HARANT et al. 1955). Cependant, *Ae. geniculatus* et *An. plumbeus* sont susceptibles de prolifération intense dans d'autres gîtes : fosses, citernes (GILOT et al. 1976), trous de rocher (CALLOT 1944). Les creux des arbres abritent une faune culicidienne dont les exigences métaboliques font que ces moustiques sont très particuliers dans leur développement. Rien, à notre connaissance n'a été fait concernant l'écologie des Culicides dendrolimniques en Algérie depuis CLASTRIER (1945).

ROMAN (1939) et BOUISSET et al. (1961) déterminent un type de gîte très particulier constitué d'arbres morts couchés et creusés remplis d'eau, susceptibles d'accueillir les œufs et les larves d'*Ae. geniculatus*, *Ae. plumbeus* et *Ae. pulcritarsis*.

- **Les trous de rocher**

Présent sur les platiers rocheux du littoral, *Ae. mariae* constitue généralement la seule population culicidienne de ce type de gîte ; mais peut être accompagné d'*Ae. caspius* (CALLOT 1939) ou de *Cx. pipiens* (DOBY et DOBY-DUBOIS 1960). Dans l'Ouest algérien, le suivi de la population durant une année a démontré que cette espèce est monospécifique (HASSAINE et al. 2001).

Ce même type de gîte peut se retrouver au bord des oueds ou encore en bas des cascades, sous la forme de grande cavité appelée marmite géante. Dans ce dernier type, les Culicides présents sont plus diversifiés ; on note la présence de quatorze espèces (Tab. IX) dont les plus importantes sont *Cx. hortensis*, *Cs. longiareolata*. *An. claviger* est également connu comme espèce fréquente dans ces gîtes de montagnes.

III.1.1.1.2. Les gîtes artificiels

- **Les bassins**

Ils correspondent à des réservoirs d'eau, construits ordinairement en pierre, généralement larges et profonds à divers usages domestiques, agricoles ou industriels. Ce type de gîte correspond à des bassins d'ornementation dans les villes, des fontaines aménagées, des piscines publiques ou privées, alors qu'il représente une manière économique et efficace de gérer l'eau qui constitue un facteur limitant en Afrique méditerranéenne. Ils ne deviennent productifs que lorsque la hauteur de l'eau est faible.

- **Les retenues**

On désigne par ce terme l'ensemble des milieux stagnants artificiels à usage hydroélectrique, agricole ou domestique (alimentation en eau potable). Leur superficie est variable et peut être vaste. Bien qu'à caractère permanent, leur niveau augmente considérablement en hiver et baisse en été.

- **Les canaux d'irrigation**

Ils constituent un véritable réseau drainant les eaux temporaires. De plus en plus fréquents, ils sont parmi les gîtes les plus disponibles en milieu rural. Ils réceptionnent le maximum de Culicides principalement lorsque le débit est fortement ralenti ou dans une eau stagnante. Sur les vingt-quatre espèces signalées dans ces gîtes et hormis les espèces à large valence écologique tels *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*, nous retenons particulièrement la présence d'*Ae. caspius*, *An. labranchiae*, *An. multicolor*, *An. sergentii sergentii* et de *Cx. theileri*.

- **Les puits**

D'origine anthropique, les puits peu profonds peuvent permettre le développement de certaines espèces à la recherche de milieux frais et fortement ombragés ; ces puits sont généralement à l'abandon, l'eau stagnante s'enrichit de débris de matière organique permettant ainsi aux différents organismes de se nourrir et assurer leur développement. *Ae. multicolor*, *Cx. perexiguus*, *Cx. impudicus* et bien d'autres espèces (Tab. IX) y trouvent les conditions favorables pour effectuer leur développement larvaire.

- **Les fossés**

A usage multiple, les fossés peuvent servir de réceptacle aux eaux de pluie ou être destinée à l'écoulement des eaux d'irrigation. Dans le cadre de cette étude, ils désignent les canaux, les tranchées, les ruisseaux, les rigoles créées par l'homme. Comme le montre le tableau IX, ce type de gîte est recherché par de nombreuses espèces. *Ae. quasirusticus*, *An. tenebrosus*, *Cx. pusillus* et bien d'autres espèces sont signalées dans ces gîtes. Les fosses correspondent beaucoup plus à des creux plus ou moins profonds et sans écoulement.

- **Les citernes**

Ce sont des réservoirs fermés dans lesquels on recueille et on conserve de l'eau potable. Lorsqu'ils sont délaissés, l'eau n'est pas renouvelée, elle s'évapore et sa hauteur atteint un minimum, ils se transforment ainsi en un gîte favorable à la prolifération de plusieurs espèces dont les principales sont *Cs. longiareolata* et *Cx. pipiens* (Tab. IX).

- **Les gîtes endogés**

Des pièces d'eau de petites dimensions, cuves, abreuvoirs... présents dans le milieu extérieur ou à proximité des habitations. Ils sont ouverts et généralement fortement ensoleillés.

- **Les gîtes hypogés**

Les gîtes recensés sont les caves inondées, les vides sanitaires et les fosses septiques. Ils sont le résultat de l'accumulation d'eau de pluie mais beaucoup plus des fuites des canaux d'alimentation en eau potable et d'évacuation des eaux usées. Ils constituent les gîtes à moustiques des zones urbaines par excellence et se caractérisent par la présence monospécifique de *Cx. pipiens* ou moustique des villes.

- **Les gîtes intérieurs**

On regroupe dans cette catégorie l'ensemble des ustensiles les plus divers que l'on peut rencontrer dans les maisons (pot de fleur, bassine, seau...).

• Les gîtes extérieurs

A usage domestique, ces gîtes de très petite taille se retrouvent dans le milieu extérieur. De nombreux ustensiles sont rejetés chaque jour dans la nature (décharge ou autre), accumulant de l'eau même pour de brève période, ils peuvent accueillir et permettre le développement larvaire de certaines populations. *Ae. aegypti* est un moustique connu de ce type de gîte.

• Les rizières

Le nivellement du sol, l'ensemencement régulier du riz, le renouvellement rythmé de l'eau font de la rizière un biotope uniforme, statistiquement stéréotypé. Ce type de milieu existe encore au Maroc dans le pays du Gharb (Nord-Ouest du pays) et sur de modeste superficie, alors qu'il a été complètement délaissé et n'existe plus en Algérie. *Cx. theileri*, *An. labranchiae*, *Ur. unguiculata* ainsi que *Ae. caspius* sont les plus représentatifs de ce type de gîte.

III.1.1.2. Répartition des espèces dans les différents biotopes

Les résultats de synthèse permettent de définir pour cinquante-neuf espèces, vingt-trois gîtes dont douze naturels et onze artificiels. La répartition des espèces (Tab. IX) déterminée à partir du nombre de mentions faites, est différente d'un gîte à un autre. Pour mieux expliquer cette différence, nous avons recherché dans un premier temps, les paramètres suivants (Tab. X) :

- le nombre de mentions correspondant au nombre de fois où les espèces ont été signalées dans un gîte donné.
- Le nombre d'espèces ou richesse spécifique du peuplement culicidien par gîte.
- La fréquence d'occupation d'un gîte correspondant au pourcentage du nombre d'espèces retrouvées dans le gîte sur le nombre total des espèces.
- La constance du gîte, exprimée en pourcentage, elle tient compte du nombre de fois où le gîte a été fertile sur le nombre total de mentions.

La figure 17a montre que les gîtes naturels les plus fertiles sont les mares temporaires de petite et de grande tailles et les marais. Le nombre d'espèces baisse dans les trous d'arbres qui constituent un gîte très particulier. Dans les ravins, le caractère éphémère du plan d'eau ne permet pas la réception d'un grand nombre d'espèces, ils se caractérisent par la présence d'*An. claviger* et de l'association de trois *Anopheles* : *An. cinereus*, *An. multicolor* et *An. sergentii sergentii*.

Les arbres morts couchés et les berges de cascades peuvent être considérés comme des gîtes sporadiques. Trois espèces dendrolimniques sont signalées dans le premier type de gîte, il s'agit d'*An. plumbeus* (BOUISSET et al. 1961), de l'association d'*Ae. geniculatus*, *An. plumbeus*, *Ae. pulcritarsis* (ROMAN 1939). Trois références (GAUD et al. 1949, SENEVET & ANDARELLI 1954b et SACCA 1961) permettent de retenir les berges de cascades comme gîte potentiel à moustique.

Tableau IX : Répartition des espèces dans les différents types de gîtes larvaires.

Nom de l'espèce	Gîtes naturels										Gîtes domestiques											
	Arbre couché	Berge de cascade	Berge de bord de rivière	Flaque	Marais	Marécage	Ton de rocher	Tron d'arbre	Sources	Ruisseau	Revin	Bassin d'irrigation	Canal	Charnie	Fossé	Gîte entogé	Gîte externe	Gîte hypogé	Gîte intérieur	Fuite	Retenu	Rivière
<i>Ae. aegypti</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	1	1	0	0
<i>Ae. bergianii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	0	0	0	6	31	0	0	3	1	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	13	0	5
<i>Ae. detritus</i>	0	0	0	2	28	17	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	4	0	0
<i>Ae. dorsalis</i>	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. echinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ae. mariae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. pulchellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. vexans</i>	0	1	3	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ae. vittatus</i>	0	0	0	2	0	2	0	0	1	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	1	0
<i>An. algeriensis</i>	0	0	0	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. cinereus</i>	0	0	0	0	18	2	2	5	7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>An. claviger</i>	0	0	0	0	7	1	2	3	2	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>An. dthali</i>	0	0	0	0	0	6	0	4	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. gambiæ</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. hyrcanus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. isabranchei</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. maritimi</i>	0	0	0	0	18	35	0	2	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	4	9
<i>An. phaeocephalus</i>	0	0	0	0	4	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. multicolor</i>	0	0	0	3	8	14	28	6	6	0	0	0	0	15	0	0	0	0	17	3	0	0
<i>An. phoenicæ</i>	0	0	0	0	2	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. plumbeus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. rhodensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. rufipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. sergentii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. superpictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. tenebrosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. turkicid</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. zetterstedti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cq. baxtoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. annulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. fumipennis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. litorea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. longiareolata</i>	0	0	0	3	7	12	32	0	4	9	1	13	0	7	9	1	1	2	3	17	7	0
<i>Cx. suboscivæ</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. adairi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. andamanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. arbesiensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. brunnei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. detriti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. irpavicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. latitans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. nivalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. modestus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. pipiens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. poicilipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. pusillus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. sirsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. sinaiticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. theileri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. pulicripalpis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ur. baifourti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Toutefois, le caractère limnophile des Culicides nous impose à penser qu'il s'agit beaucoup plus d'une mare ou d'une flaque résiduelle à proximité des eaux fortement courantes des cascades, lorsque le débit baisse en période de sécheresse.

Intermédiaire entre des gîtes artificiels (résultat d'une transformation effectuée par l'homme) et des gîtes naturels (par leur nature et leur situation), les gîtes domestiques les plus productifs (Fig. 18a et b) sont les fossés en milieu rurale. Sur les seize espèces inventoriées, les plus représentatives sont *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *An. multicolor*, *Cx. perexiguus*, *Cx. pipiens* et *Cx. theileri*.

La situation des gîtes d'origine anthropique ou plus exactement le degré d'artificialisation des gîtes semble liée à la diversité du peuplement culicidien. On remarque que le nombre d'espèces baisse progressivement dans les gîtes situés en milieux de plus en plus urbanisés. Le minimum d'espèces se retrouve dans les gîtes endogés, hypogés ou intérieurs des zones fortement anthropisées.

Les gîtes naturels plus diversifiés (Fig. 17a et b) offrent des conditions de milieu beaucoup plus variables mais stables, créant ainsi plusieurs niches écologiques. Contrairement aux gîtes artificiels où les conditions sont instables et auxquelles ne peuvent s'adapter que certaines espèces dont la valence écologique est importante. En effet, ces biotopes ne sont occupés que par les populations de *Ae. aegypti*, *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri*.

III.1.1.3. Biotypologie des gîtes larvaires

Pour comprendre comment les espèces se cantonnent dans les différents habitats potentiels, nous avons envisagé dans un second temps une typologie des espèces, réalisée à l'aide d'une analyse factorielle des correspondances, pour définir les regroupements d'espèces en associations dans les différents biotopes (type de gîte).

L'analyse de la matrice d'entrée constituée de cinquante lignes (espèces) et de vingt-trois colonnes (types de gîtes) (Tab. IX) permet d'obtenir les représentations graphiques des plans (F1xF2) lignes et colonnes (figures respectives 19a et 19b). Le tableau ci-dessous des valeurs propres montre que les deux premiers axes extraient respectivement 35,22% et 15,07% de l'inertie totale, le plan (F1xF2) représente donc 50,29% de la variabilité totale.

Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum	Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum
01	+7.7989E-01	+0.3522	+0.3522	02	+3.3365E-01	+0.1507	+0.5029
03	+1.5814E-01	+0.0714	+0.5743	04	+1.5305E-01	+0.0691	+0.6434
05	+1.1538E-01	+0.0521	+0.6955	06	+9.0123E-02	+0.0407	+0.7362
07	+8.7572E-02	+0.0395	+0.7758	08	+7.9566E-02	+0.0359	+0.8117
09	+6.5406E-02	+0.0295	+0.8412	10	+5.3813E-02	+0.0243	+0.8656
11	+4.9996E-02	+0.0226	+0.8881	12	+4.5662E-02	+0.0206	+0.9088
13	+3.5876E-02	+0.0162	+0.9250	14	+3.2555E-02	+0.0147	+0.9397
15	+2.7613E-02	+0.0125	+0.9521	16	+2.4833E-02	+0.0112	+0.9633
17	+1.9785E-02	+0.0089	+0.9723	18	+1.6387E-02	+0.0074	+0.9797
19	+1.3772E-02	+0.0062	+0.9859	20	+1.2467E-02	+0.0056	+0.9915
21	+8.2181E-03	+0.0037	+0.9952	22	+5.7093E-03	+0.0026	+0.9978
23	+4.8391E-03	+0.0022	+1.0000	24	+0.0000E+00	+0.0000	+1.0000

Il apparaît (Fig. 19a) clairement que les espèces dendrolimniques, typiques des trous d'arbre se marginalisent sur le côté négatif de l'axe 1. Sur l'axe 2, on observe l'isolement des espèces typiques aux trous de rocher : *Aedes mariaae* et *Cx. adairi*, situés sur le côté positif. La majorité des autres espèces a des correspondances positives sur l'axe 1 et des correspondances négatives sur l'axe 2. Les points qui contribuent significativement à la formation de l'axe 1 sont : *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *An. multicolor*, *An. sergentii sergentii*, *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri* et *Cx. laticinctus*, ils ont des coordonnées positives sur cet axe. Les points négatifs sont *Ae. berlandi*, *An. plumbeus*. Les premiers sont capables de se développer dans des gîtes divers, alors que les seconds restent inféodés à un seul biotope.

Ainsi, si certaines espèces s'adaptent facilement à des gîtes aussi bien naturels qu'artificiels et que l'on peut qualifier d'espèces eurytopes, il n'en est pas de même pour d'autres espèces dont les exigences écologiques restreignent l'extension et l'installation dans n'importe quel gîte.

Il arrive alors de rencontrer certaines espèces (les Culicides dendrolimniques et les Culicides des trous de rocher) dans un seul gîte, bien spécifique (espèces sténotopes). Dans ce cas, et le caractère «type de gîte» présente un intérêt dans la mesure où il constitue ainsi un indicateur écologique efficace. Les espèces dites eurytopes peuvent se développer dans différents types de gîte et être capables de supporter de grandes variations des caractéristiques de leur biotope. Dans ce cas l'information perd sa valeur écologique de diagnose.

Toutefois, le dendrogramme est plus intéressant pour une meilleure compréhension de la relation espèce - biotope ; il permet de mettre en évidence les associations des espèces propres à chaque type de gîte. Les dendrogrammes (Fig. 20 a et b) de moment d'ordre 2 calculé à partir de l'indice de Jaccard permettent d'interpréter les différents regroupements des espèces et des gîtes selon leur composition en espèces culicidiennes.

Quatre groupements d'espèces s'individualisent :

Le groupement I : espèces inféodées à un seul type de gîte, il regroupe ainsi deux sous-groupes :

- Les espèces dendrolimniques typiques des trous d'arbres, ces espèces sténotopes sont *Ae. berlandi*, *Ae. echinus*, *Ae. geniculatus*, *Ae. pulcritarsis*, *An. plumbeus* et *Or. pulcripalpis*. Il apparaît nettement sur le plan (F1xF2) de l'analyse factorielle des correspondances.
- Les espèces typiques au trou de rocher. La première est *Ae. mariaae*, espèce typique des rock-pools présents sur les platiers rocheux littoraux. Elle vit dans de l'eau de mer où la salinité est très importante. La seconde *Cx. adairi* est signalée une seule fois par KIRKPATRICK (1925), mention reprise par SENEVET ET ANDARELLI (1959), dans des trous de rocher de oued N'ooth près de la localité de Hof (Canal de Suez).

Ces deux milieux généralement de très petite taille offrent des conditions très particulières, où seules quelques espèces peuvent s'installer. Ce nombre restreint peut être du à l'aptitude compétitive des espèces qui se retrouvent dans des conditions optimales de leur développement, éliminant ainsi les espèces les moins aptes. Les espèces coexistantes présentent des aptitudes compétitives très proches dans un espace de vie raisonnable. Dans le premier type de gîte, on constate que pour un volume d'eau limité, le nombre d'espèces est de quatre à cinq et les effectifs sont faibles, la coexistence est possible par partage des ressources. Il y a équilibre entre la compétition intraspécifique et interspécifique. Dans le second cas, la compétition intraspécifique favorise l'occupation du milieu et l'utilisation des ressources par une seule espèce, *Ae. mariae* présente dans ces conditions optimales, fortement compétitive augmente sa densité et limite la diversité dans ces biotopes.

Le groupement II : ce groupement est formé de la majorité des espèces culicidiennes, leur plasticité écologique les rend aptes à peupler les gîtes les plus divers, avec une préférence pour les mares temporaires. *Cx. longiareolata* et *Cx. pipiens* sont capables de se développer dans plus de 20 gîtes différents. C'est de loin les espèces les plus ubiquistes, par suite d'une grande valence écologique. Les autres espèces semblent s'organiser de part et d'autre comme une succession exprimant un remplacement les unes par les autres soit dans les gîtes naturels soit dans les gîtes artificiels selon leur propre pouvoir d'adaptation aux conditions du biotope. Ces espèces dites eurytopes, présentent une grande aptitude à coloniser des biotopes naturels ainsi que les gîtes nouvellement créés par l'homme, différents par leurs caractéristiques.

Ainsi, *Cx. deserticola*, *An. gambiae*, *Cx. mimeticus*, *An. cinereus*, *Cx. sinaiticus*, *An. superpictus*, *An. claviger*, *An. marteri*, sont des espèces des gîtes de montagnes, fréquentent plus souvent les gîtes d'écosystèmes lotiques c'est à dire d'eau courante temporaire à savoir les ruisseaux, les bords de rivières, les ravins et les sources. Les trois dernières espèces d'origine holarctique, se rencontrent dans les gîtes des régions montagneuses du Nord du Maghreb. Ces espèces sont néanmoins présentes dans d'autres gîtes en faible proportion et principalement les fossés.

D'autres espèces sont plutôt présentes dans des écosystèmes naturels d'eaux stagnantes. Un sous-groupement s'individualise constitué d'espèces présentes dans les mares, les flaques d'eau douce et les marais d'eau légèrement salée. Il se caractérise par la présence de *Cq. richardii*, *Cq. buxtoni*, *Cs. litorea* et *Ur. balfouri* espèces représentatives des formations aquatiques permanentes. *Ae. detritus* et *Ae. caspius* deux espèces des milieux d'eau stagnante salée pouvant vivre également dans des eaux douces ou légèrement salées (mares).

Le groupement III est constitué d'espèces qui n'ont été signalées que dans des gîtes naturels aux eaux plus ou moins courantes des écosystèmes lotiques. *An. turkhidi* est inféodé essentiellement aux ruisseaux, aux bords de rivière et aux sources limnocrènes à écoulement très lent.

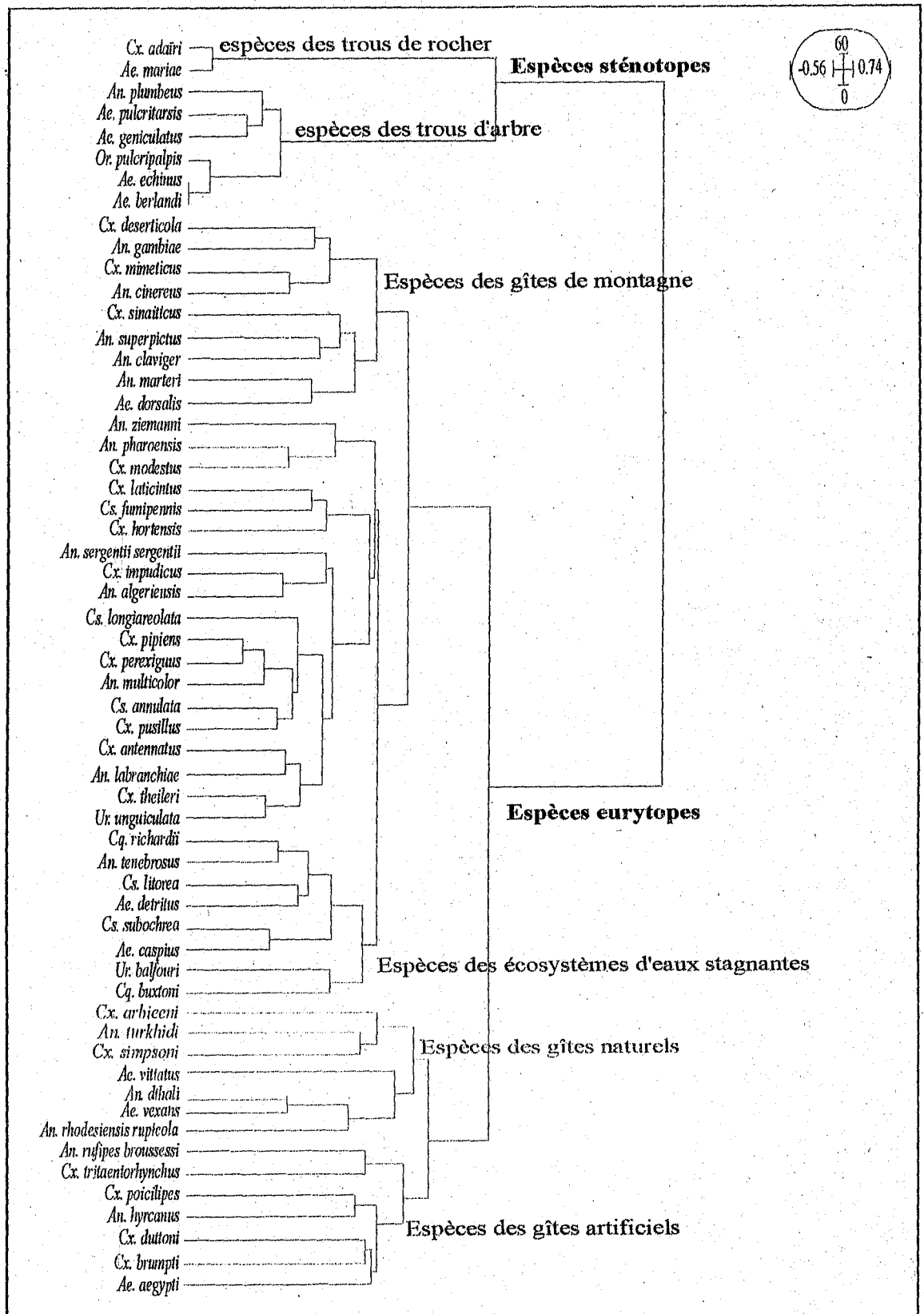


Fig. 20a- Dendrogramme des similitudes de la distribution des espèces dans les gîtes

Cx. arbieeni et *Cx. simpsoni* sont présents principalement dans les mares. *Ae. vexans* se retrouve beaucoup plus dans les mares, les marais et les zones inondées alors qu'*Ae. vittatus* est signalé par plus de quatre auteurs dans des trous de rocher type "marmite géante", des mares et des flaques résiduelles, tous liés à un cours d'eau. Très peu de mentions sont retenues sur la présence de ces espèces dans des gîtes artificiels et encore moins des gîtes présents dans des zones fortement urbanisées. Les femelles de ces espèces sont à priori des exophiles stricts.

Le **groupement IV** se caractérise par la présence essentiellement d'espèces des gîtes artificiels. Sept espèces constituent ce groupement *Cx. tritaeniorhynchus*, *Ae. aegypti*, *Cx. brumpti*, *Cx. duttoni*, *Cx. poicilipes*, *An. hyrcanus*, *An. rufipes broussessi*. Il n'existe pas beaucoup de données sur la diversité du biotope de ces espèces, le peu de mentions faites permettent de les classer dans le domaine des moustiques domestiques. Ils sont liés aux biotopes créés par l'homme tels que les fossés, les rizières ou encore des gîtes de plus petite taille des zones urbaines.

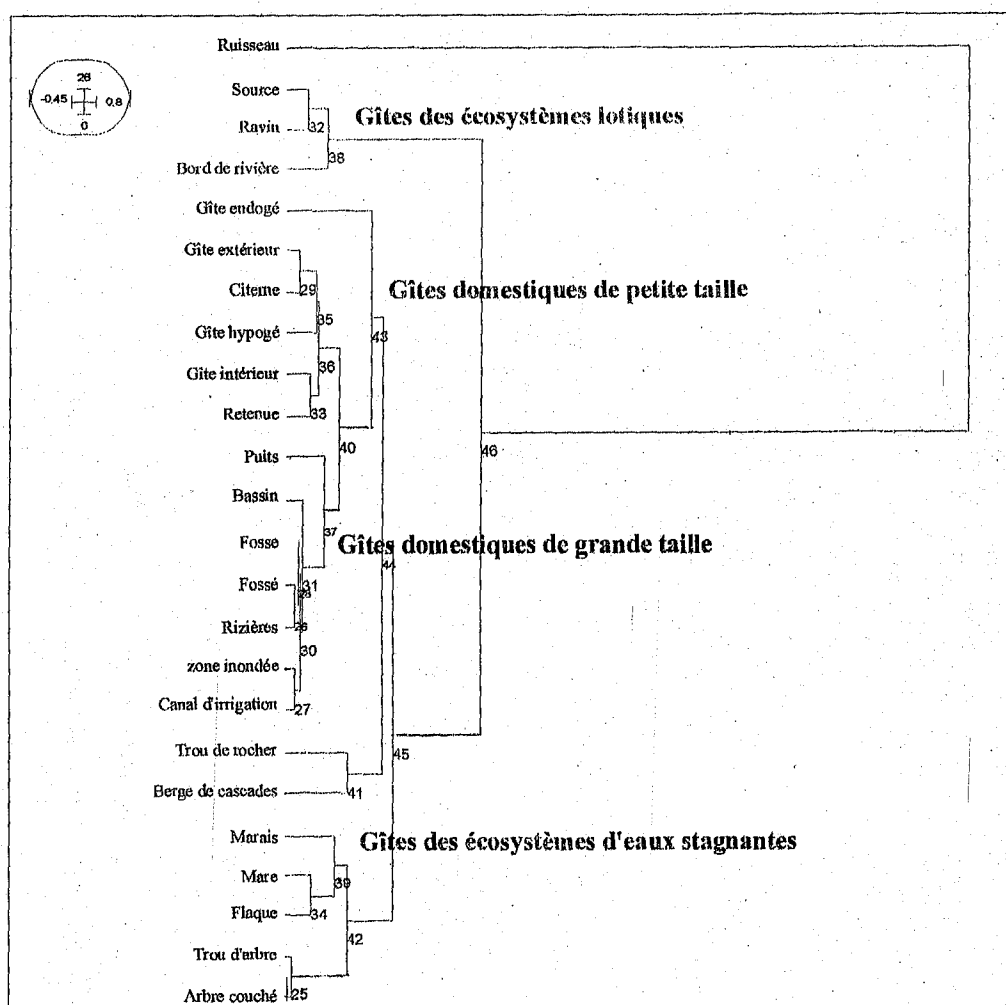


Figure 20b – Dendrogramme de similitude de la composition culicidienne des gîtes larvaires.

Les différents gîtes peuvent être regroupés en six grands types de gîtes

- les trous d'arbre et les arbres morts couchés,
 - les trous de rochers,
 - les gîtes d'écosystèmes lotiques : comprennent les ruisseaux, bords de rivière, ravins, sources limnocrènes, berges de cascades, se caractérisent par un peuplement moyennement diversifié
 - les gîtes domestiques de petite taille des zones urbanisées : ils regroupent les gîtes hypogés, gîtes intérieurs, gîtes endogènes, gîtes extérieurs, citernes, retenues. Le nombre d'espèces est plus faible.
 - les gîtes domestiques de grande taille en milieu rurale : fosses, fossés, bassins, puits, rizières, zones inondées. Ils se caractérisent par une diversité importante du peuplement culicidien.
- les gîtes d'écosystèmes limniques : les mares, les marais, les flaques. Ce sont les gîtes les plus diversifiés.

III.1.2. Les caractéristiques écologiques des gîtes larvaires.

La colonisation d'un biotope est rarement un effet du hasard. Le choix de ces lieux de développement, de repos et de reproduction répond le plus souvent à des règles assez précises.

En milieu aquatique, plusieurs facteurs interviennent, ce sont tout d'abord la température de l'eau, le taux d'oxygène dissous et la nourriture. Les principaux facteurs retenus par les entomologistes et qui déterminent la présence des espèces et leur développement sont la profondeur, la température, l'oxygène dissous, la matière organique, les chlorures, le pH et la dureté. Les caractéristiques des gîtes pris en considération dans le cadre de cette étude sont les plus fréquemment mentionnées. Nous les avons étudiés isolément, l'interprétation des résultats s'appuie essentiellement sur un traitement des données par l'analyse des correspondances (AFC). Un manque de données relatives aux caractéristiques du milieu, concerne de nombreuses espèces signalées en Afrique méditerranéenne, de ce fait, l'information n'est pas homogène. Les valeurs portées sur le tableau XI correspondent au nombre de mentions bibliographiques. Il est évident dans ce cas que la valeur 0 peut être un manque d'information pour une caractéristique du biotope larvaire d'une espèce donnée, plutôt que de l'absence de l'espèce. Toutefois, nous utilisons les données fournies jusqu'à présent pour donner une idée sur la relation des caractéristiques écologiques et les espèces.

III.1.2.1. Caractéristiques physiques des gîtes

Les principaux facteurs responsables de la structure et la composition du peuplement culicidien sont à la fois la capacité de colonisation, mais également l'intervention des facteurs biophysiques limitants. Les facteurs du milieu peuvent engendrer, moduler ou orienter des modifications d'ordre

Tableau XI : Caractéristiques physiques des gîtes

Nom de l'espèce	Avec végétation	Sans végétation	Ensoleillé	Ombagé	Profond	Superficiel	Permanent	Semi-permanent	Temporaire	Petite taille	Grande taille
<i>Ae. aegypti</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Ae. berlandi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Ae. caspius</i>	48	6	26	25	5	16	14	22	32	5	1
<i>Ae. detritus</i>	13	1	1	0	3	7	4	5	11	0	4
<i>Ae. dorsalis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Ae. eciarnus</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	0	0	0	3	0	0	0	3	5	1	1
<i>Ae. maritae</i>	3	1	1	4	0	0	0	3	4	0	0
<i>Ae. pulcherrans</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0
<i>Ae. vexans</i>	4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Ae. vittatus</i>	1	1	3	0	0	0	0	0	1	4	1
<i>An. algeriensis</i>	5	0	2	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>An. cinereus</i>	19	4	4	1	1	9	1	0	3	3	1
<i>An. siniger</i>	1	3	0	3	1	0	1	0	1	3	0
<i>An. dthali</i>	8	1	2	1	1	5	1	1	1	2	0
<i>An. garbinae</i>	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0
<i>An. hyrcanus</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>An. labruncheiae</i>	8	3	2	0	0	1	2	0	4	1	0
<i>An. marteri</i>	0	0	0	2	2	0	2	0	0	4	0
<i>An. multicolor</i>	41	10	22	7	3	9	6	7	10	10	3
<i>An. phaeosens</i>	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>An. plumbeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. rhoisensis ruficornis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1	0
<i>An. rufipes brusselesi</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	22	2	3	11	1	8	6	3	0	4	0
<i>An. superpictus</i>	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>An. tenebrosus</i>	15	1	2	13	1	0	6	3	0	1	1
<i>An. turkidei</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cq. burdoni</i>	3	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	4	0	2	1	2	0	1	1	0	0	0
<i>Cx. annulata</i>	7	0	0	1	1	2	1	0	2	1	0
<i>Cx. fumipennis</i>	6	0	2	1	1	3	0	0	2	1	0
<i>Cx. litorea</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Cx. longiareolata</i>	40	7	18	27	5	14	15	5	12	8	4
<i>Cx. subochrea</i>	14	0	5	10	2	4	8	0	4	2	0
<i>Cx. adairi</i>	14	1	7	12	1	2	5	7	4	0	0
<i>Cx. antennotatus</i>	4	0	1	1	2	1	0	0	0	3	0
<i>Cx. arbieeni</i>	6	1	1	1	2	3	0	0	0	1	1
<i>Cx. deserticola</i>	9	1	2	0	1	0	1	0	0	2	2
<i>Cx. hornensis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	2	5	3
<i>Cx. impudicus</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Cx. laticinctus</i>	1	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0
<i>Cx. mirescens</i>	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cx. modestus</i>	4	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Cx. peregrinus</i>	58	3	20	27	3	11	18	6	18	5	2
<i>Cx. pipiens</i>	82	10	39	50	6	12	34	9	21	7	1
<i>Cx. poecilipes</i>	2	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
<i>Cx. pusillus</i>	16	3	8	8	2	4	9	4	4	4	2
<i>Cx. singazoni</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. sinaiticus</i>	4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<i>Cx. theileri</i>	23	1	13	9	1	10	8	3	5	3	2
<i>Or. pulchripalpis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
<i>Ur. unguiculata</i>	15	1	4	10	2	3	2	5	4	2	0

physiologique (diapause, fécondité, longévité potentielle) et d'ordre éthologique (les rythmes d'activité, variations dans l'occupation de l'espace...).

III.1.2.1.1. Richesse du milieu en végétation

Les gîtes à Culicides peuvent être dépourvus de végétation et concernent principalement des gîtes artificiels éphémères. Mais la végétation peut être présente sous différents aspects :

- Le périphyton : ce sont surtout des Algues unicellulaires ou coloniales que l'on trouve en pleine eau, fixées sur d'autres végétaux, les roches ou le sédiment.
- Le phytoplancton, regroupe les organismes végétaux libres de petite taille, visibles à l'œil nu, en suspension dans la colonne d'eau. Ce sont généralement des Algues vertes (Chlorophycées), les Diatomées (Bacillariophycées), les Euglènes (Euglénacées).
- Les hélophytes, espèces de zones humides ou plantes des marais, ces espèces aiment les substrats gorgés d'eau (vase et limons) et dont la base des tiges est la plus souvent non immergée, exemple : les Saules, les Aulnes, les Peupliers noirs, *Populus nigra*, Iris, Carex.
- Les végétaux semi-aquatiques **hydrohélophytes** plantées dans les plans d'eau mais dont les feuilles et les fleurs sont au-dessus de l'eau. Cette végétation émergée, de grande taille ou encore macrophytes inclut les hydrophytes ou « plantes d'eau » qui comprennent des végétaux enracinés immergés : Joncs (*Juncus acutus*), Roseaux (*Phragmites communis*), Scirpes (*Scirpus palustris*) Carex, Massette (*Typha angustifolia* ou *Typha latifolia*), Plantain d'eau (*Alisma plantago*).

Les végétaux aquatiques ou les végétaux flottants les nénuphars (*Nuphar luteum*, *Nymphaea alba*), le potamogeton (*Potamogeton* sp.) ou non enracinées telle la lentille d'eau (*Lemna* sp.) et les hélophytes ou végétaux émergés supportant une immersion partielle. Les larves sont soit fixées sur ces végétaux cas de *Coquilletidia*, dans la vase ou le sable ou encore nageant librement en pleine eau. Dans les milieux humides temporaires, on trouve des Cypéracées (*Cladium*) et surtout diverses espèces de Carex.

Un gîte mentionné avec végétation renferme des macrophytes, du phytoplancton ou les deux à la fois.

Pour bien apprécier ce facteur, nous avons retenu les mentions faites par plus de deux auteurs différents. L'analyse factorielle des correspondances a été réalisée pour trente-cinq espèces seulement. Le dendrogramme de moment d'ordre 2 à partir de la même matrice permet une classification des espèces selon leur dominance dans les gîtes avec ou sans végétation. Trois groupements s'individualisent :

- Le groupement I des espèces capables de se développer aussi bien dans les gîtes avec et sans végétation, il s'agit d'*An. cinereus*, *An. multicolor*, *Cx. pusillus*, *Cs. longiareolata* et de *Cx. pipiens*, ces espèces prouvent encore leur pouvoir à peupler les biotopes les plus divers.
- Le groupement II : *Ae. mariae*, *Ae. vexans* et *An. claviger* se retrouveraient plutôt dans des gîtes sans végétation. En effet, *Ae. mariae* et *An. claviger* peuplent les trous de rocher où généralement la végétation est absente, toutefois le développement d'Algues dans ces biotopes n'est pas à écarter même pour de courtes périodes. *Ae. vexans* présente l'aptitude à coloniser les zones inondées sans végétation.
- Le groupement III est constitué de la plupart des espèces, il peut être subdivisé en deux sous-groupements : les espèces signalées uniquement dans les gîtes avec végétation et les espèces qui prédominent dans les gîtes à végétation. *Ae. caspius* et *Ae. detritus* se retrouvent généralement dans les marais salés temporaires où le taux de recouvrement végétal est supérieur à 50%.

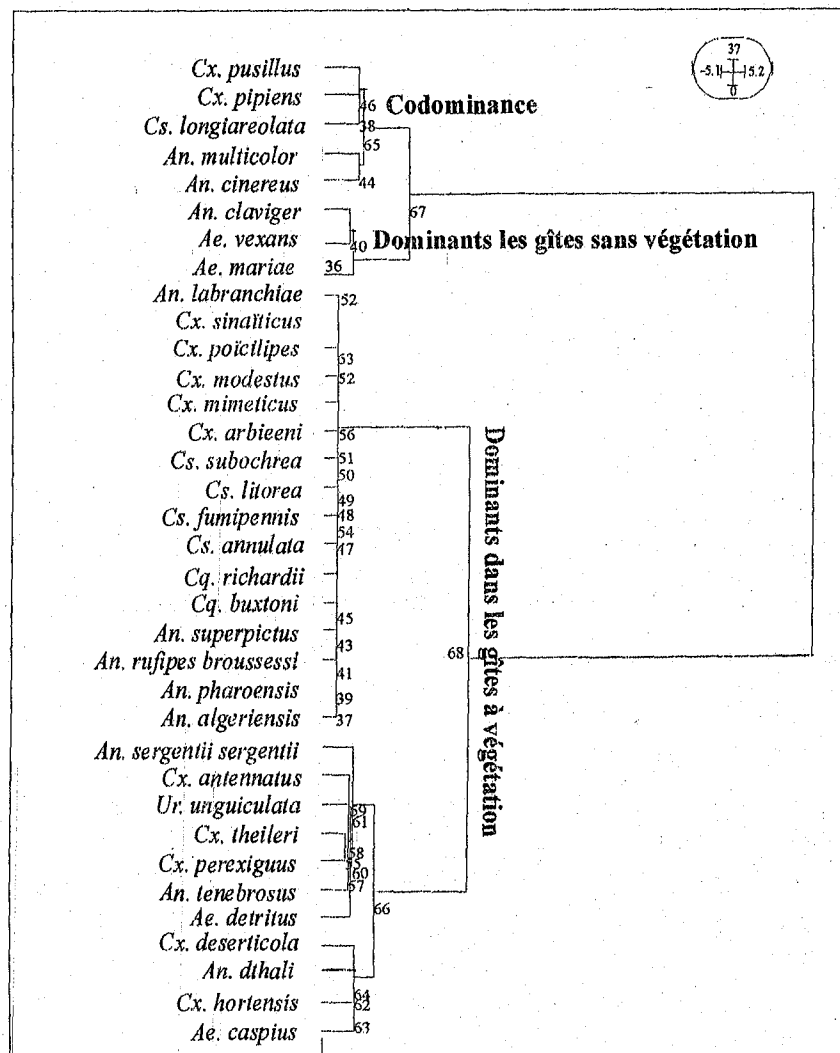


Figure 21 – Dendrogramme de la distribution des Culicides en fonction de la végétation des gîtes.

Celui-ci constitue une condition nécessaire pour que la ponte ait lieu (METGE et HASSAINE 1998). *Cq. buxtoni* et *Cq. richardii* ne peuvent se développer que dans des eaux où pousse une végétation d'hydrohéliphytes importante. Le mode respiratoire spécifique de ce genre le rattache étroitement à la végétation. En effet, les larves et les nymphes vivent fixées par leur siphon respiratoire aux racines et radicelles des plantes aquatiques, leur seule source d'oxygène provient des aérénchymes des ces organes végétaux.

La plupart des Culicides semblent rechercher des biotopes riches en végétation. Celle-ci enrichit le milieu en matières nutritives, en oxygène et diminue l'intensité lumineuse et surtout dans les gîtes les moins ombragés.

III.1.2.1.2. La profondeur du gîte

Bien qu'il soit considéré comme facteur écologique secondaire, il peut fournir une indication importante sur le terrain. Il est apprécié à partir de deux catégories de gîte, souvent mentionnées par les auteurs :

- Le gîte profond, dans ce cas la profondeur est supérieure à 50 centimètres.
- Le gîte superficiel regroupe les gîtes peu profonds (moins de 50 centimètres), plus ou moins persistants et les gîtes couverts d'une lame d'eau mince et éphémère. Les Culicides fréquentent rarement des gîtes profonds, mais recherchent des plans d'eau où la température de l'eau y augmente rapidement en été, ce qui accélère la vitesse de développement larvaire. Les œufs éclosent d'autant plus vite qu'ils sont soumis à des températures plus élevées.

La température optimale se situe donc vers le haut de la gamme de tolérance de l'espèce et elle diffère d'une espèce à l'autre. L'étendue de la zone optimale varie aussi selon l'eurythermie particulière de chaque espèce. Les températures trop basses ralentissent ou interrompent le développement des stades immatures et bloquent l'éclosion des œufs.

La majorité des Culicides se trouvent dans des gîtes peu profonds ; seules quelques espèces peuvent vivre à des profondeurs supérieures à 50 cm, dotées d'un siphon respiratoire, elles effectuent continuellement des déplacements verticaux, remontent en surface pour prélever l'oxygène nécessaire. Le puits est le gîte le plus profond, il peut constituer l'habitat larvaire de plusieurs espèces (Tab. IX) mais la hauteur de l'eau reste limitée.

Pour montrer l'importance de la hauteur d'eau, nous avons réalisé une classification des espèces eurytopes pour la plupart (Fig. 20a) pour ce facteur à partir des mentions précisées en littérature pour trente-quatre espèces seulement. Le dendrogramme de moment d'ordre 2 sur matrice de similitude de la figure 22 permet d'identifier trois groupements :

- Le groupement I se compose de *Cx. arbieeni*, *Cx. hortensis*, *Cq. richardii*, *Cq. buxtoni*, *An.*

marteri, *An. claviger*, *Ae. pulcritarsis*, espèces traduisant une profondeur des gîtes, caractère qu'on retrouve dans les trous de rocher type "marmite de géants", des mares à eau profonde permanentes (lacs, étangs) ou encore des gîtes artificiels servant de réservoir.

- Le groupement II s'individualise par *Ae. caspius*, *Ae. mariae*, *An. multicolor*, espèces représentatives des gîtes superficiels. *Ae. mariae* colonise plus souvent des gîtes dont la profondeur est faible ou moyenne et très rarement des gîtes de plus de 50 cm. *An. multicolor* intensifie son développement dans les mares résiduelles temporaires des cours d'eau, lorsque le niveau de l'eau baisse considérablement.
- Le groupement III est constitué de vingt-quatre espèces capables de s'adapter à des gîtes de différentes profondeurs, elles s'organisent de haut en bas selon un gradient décroissant de profondeur. *An. dthali*, *An. sergentii sergentii* préférant des gîtes profonds, alors qu'*Ae. detritus*, *Cs. longiareolata* ou *Cs. fumipennis* ont plus tendance à coloniser des gîtes superficiels.

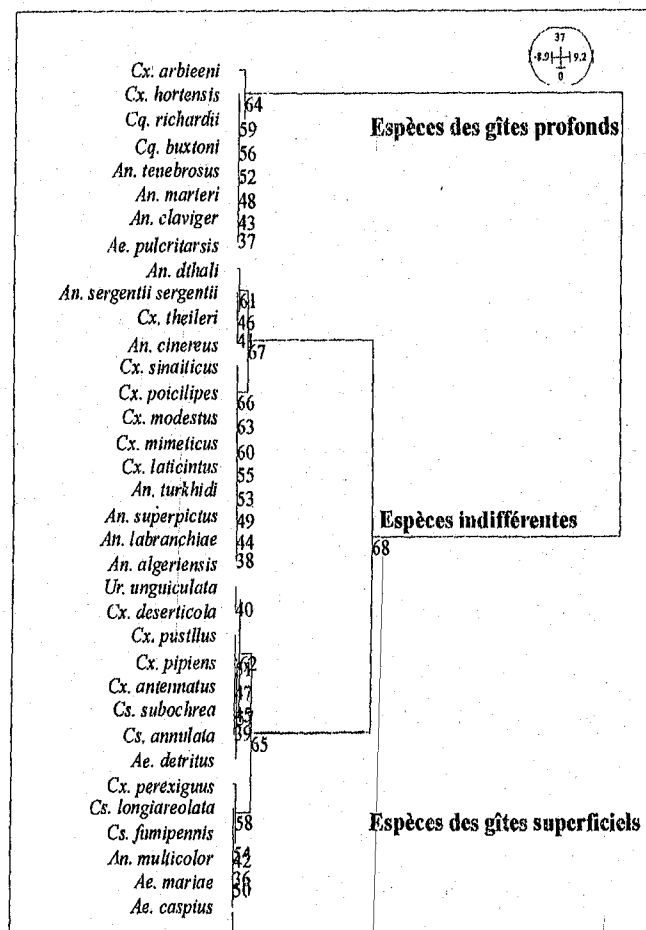


Figure 22 – Classification des espèces selon la profondeur des gîtes

III.1.2.1.3. L'éclaircissement

La lumière exerce une influence sur la plupart des êtres vivants par son intensité ou sa qualité. Elle intervient par sa périodicité énergétique ou photopériode. L'intensité lumineuse conditionne la

productivité primaire des gîtes larvaires. Le facteur éclaircissement joue un rôle direct sur la biomasse du phytoplancton nutritive indispensable au bon développement des larves et indirectement sur la température de l'eau qui conditionne la durée de développement des larves. La durée d'exposition à la lumière ou le degré d'insolation des gîtes peut être noté comme prépondérant et ceci pour de nombreux Culicidés se développant dans des gîtes ensoleillés.

On apprécie le rôle de ce facteur par les deux qualifications citées par les auteurs gîte ensoleillé et gîte ombragé.

Comme précédemment et pour bien illustrer l'importance de ce facteur, nous avons retenu les résultats de l'analyse factorielle des correspondances. Les quarante espèces réparties sur le plan (F1XF2) permettent de mettre nettement en évidence trois groupements selon les préférences des espèces :

- Le groupement I représente des coordonnées négatives sur l'axe 1 correspondant aux espèces des gîtes ombragés. Il est caractérisé par la présence d'*An. claviger*, espèce sciaphile - sténotope, qui colonise des biotopes de petites tailles, sans végétation, très ombragés. *Cs. annulata*, *An. marteri* ont leur optimum dans les gîtes ombragés. *Cq. buxtoni* et *Cq. richardii* affectionnent l'obscurité pour se fixer sur la plante support ; une augmentation de l'intensité lumineuse les élimine de leurs gîtes d'élection. Dans ce même groupe, on retrouve les espèces dendrolimniques. La taille et la disposition du gîte créent en effet un ombrage presque permanent que ces espèces semblent rechercher et qui témoignent de leur caractère sciaphile.
- Le groupement II est formé des espèces euryèces, celles qui ne présentent pas une préférence bien marquée pour l'une ou l'autre de ces deux caractéristiques physiques. Il est constitué de la plupart des espèces culicidiennes. Elles se positionnent à l'intersection des deux axes et occupent ainsi une position intermédiaire sur l'axe 1.
- Le groupement III concernent les espèces héliophiles de coordonnées positives sur l'axe 1. Situées sur le côté positif de l'axe 1, trois espèces individualisent ce groupement. On y retrouve *Aedes vexans* qui est essentiellement fluviatile, colonise les eaux ensoleillées qui sont généralement des marais ou des prairies inondées. *Cx. hortensis* dans des biotopes ouverts fortement insolés. *Ae. maria* présente sur des platiers rocheux littoraux fortement exposés au soleil.

Lors de nos prospections, nous avons noté un comportement de tropisme pour l'ombre chez les Culicidés de façon générale. Les larves semblent se cantonner dans les zones ombragées du gîte, elles se déplacent suivant l'ombre partiel pouvant être créée par la végétation riveraine, un rocher, une construction ou autre.

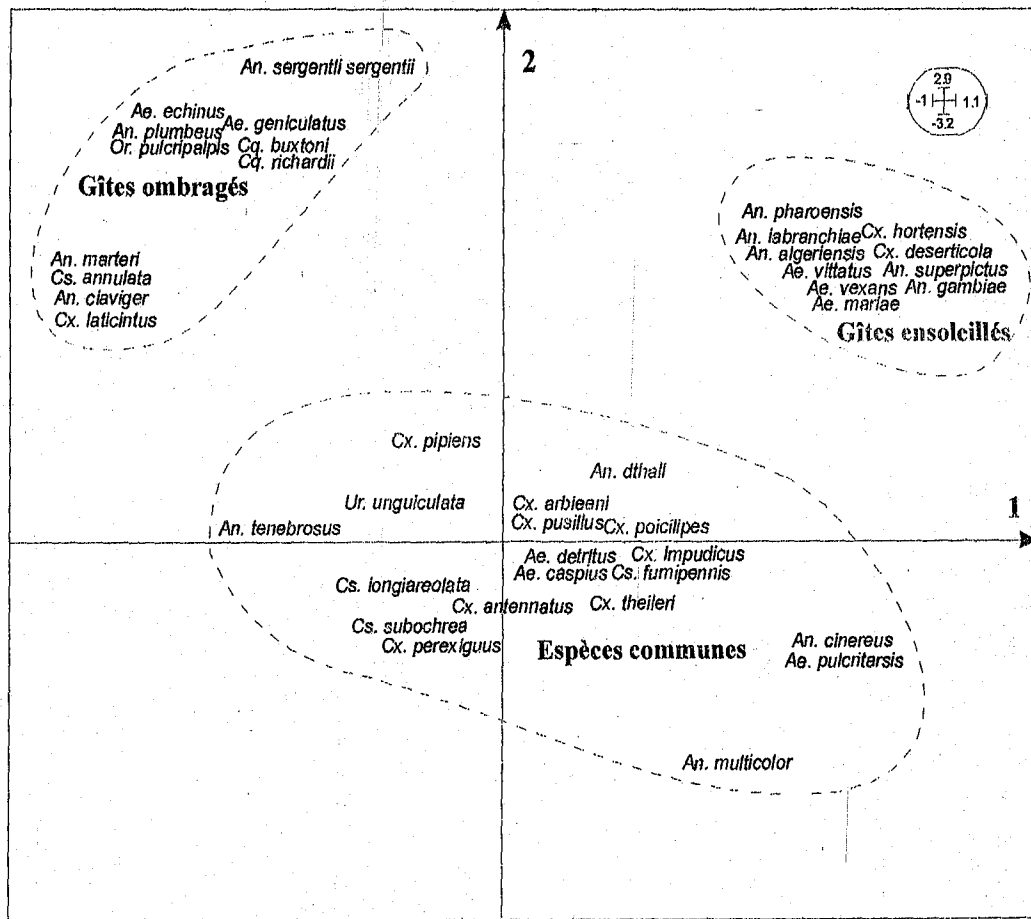


Figure 23 – Plan factoriel (F1xF2) de l'analyse de la distribution des Culicides en fonction de l'éclairage.

III.1.2.1.4. Dynamique du plan d'eau

Les Culicides s'adaptent aux variations du plan d'eau des milieux aquatiques continentaux. Ces derniers peuvent être des milieux permanents, semi-permanents ou temporaires. Ces hydrosystèmes méditerranéens, et sous l'influence du climat, sont généralement soumis à l'alternance de phases sèches et de phases inondées. L'ensemble des communautés animales notamment les peuplements culicidiens, subissent des changements périodiques ou aperiodiques liés aux conditions du milieu.

L'hydrodynamique joue un rôle très important dans la définition d'un biotope larvaire. Elle détermine :

- des milieux exondés en permanence,
- des milieux submergés une grande partie de l'année,
- des milieux temporaires.

Cette période de submersion est liée aux facteurs climatiques, géomorphologiques et édaphiques. Les gîtes larvaires naturels sont soumis à des fluctuations de la nappe superficielle en

relation avec les conditions météorologiques, des successions d'assèchement et de remise en eau. En période estivale, l'évaporation intense et continue assèche la majorité des biotopes naturels principalement alimentés par les eaux météoriques. Seuls les gîtes permanents dont l'alimentation est assurée par une source d'eau (nappe phréatique) ou le plus souvent les gîtes artificiels, sous le contrôle de l'homme, sont maintenus quasi – permanents.

En période d'années sèches, le déficit hydrique fait que le stockage de l'eau devient difficile, les milieux aquatiques à caractère semi-permanents et temporaires peuvent rester à sec pour une durée beaucoup plus longue et les milieux temporaires et éphémères des régions plus arides restent à sec toute l'année voire plusieurs années. On assiste à une réduction du volume des gîtes à moustiques et la durée de mise en eau ; il s'ensuit une faible prolifération des moustiques.

L'analyse factorielle des correspondances réalisée sur les quarante espèces a pour but de donner une représentation graphique illustrant l'adaptation des espèces culicidiennes aux trois types de plans d'eau. Les deux premiers axes extraient respectivement 57,4% et 37,5% de l'inertie totale, le plan F1xF2 résume 94,9% de la variabilité totale de l'AFC. La figure 24 représente les projections des espèces dans le plan F1xF2, en association avec la carte factorielle relative au type de plan d'eau (colonne). Ainsi, les espèces dendrolimniques *Ae. berlandi*, *Ae. pulcritarsis*, *An. plumbeus*, *Ae. echinus*, *An. deserticola*, *An. rufipes broussessi*, *Rhodesiensis rupicola*, *Ae. vittatus* et *Ae. vexans* ont des coordonnées négatives sur F1 et contribuent à sa formation. Elles caractérisent principalement les gîtes à submersion temporaire. A l'opposé, *An. marteri*, *Cq. richardii*, *Cq. buxtoni* entre autres ont des coordonnées factorielles positives sur F1. Ils sont représentatifs d'une préférence pour les biotopes à submersion permanente. D'autres espèces comme *Cx. pipiens*, *An. claviger*, *Cs. annulata*, *Cs. subochrea* et la plupart des Culicides se situent au centre de F1 et de F2. Les espèces qui ont des coordonnées négatives sur F2 sont *Cs. litorea*, *Cs. poecilipes*, ils contribuent le plus à la formation de cet axe, traduisant une préférence pour les gîtes semi-permanents.

Les espèces se positionnent sur l'axe 1 selon un gradient croissant d'hydromorphie allant du côté négatif vers le côté positif. Ainsi, les *Aedes* se retrouvent préférentiellement dans les milieux aquatiques à caractère temporaire, les œufs déposés généralement sur substrat humide, doivent subir une dessiccation préalable avant éclosion. Les gîtes dans ce cas sont soumis obligatoirement à une période d'assèchement plus ou moins courte. Contrairement aux *Aedes*, les *Coquillettidia* montrent une tendance à coloniser des biotopes permanents, ce qui explique probablement leur extension limitée dans le Nord du Maghreb. Les gîtes de ce type sont rares dans cette région du globe où les pertes par évaporation sont supérieures aux apports des précipitations.

Les *Anopheles* et plus encore les *Culex* présentent une capacité écologique beaucoup plus importante à peupler des biotopes dont la variation du plan d'eau est considérable.

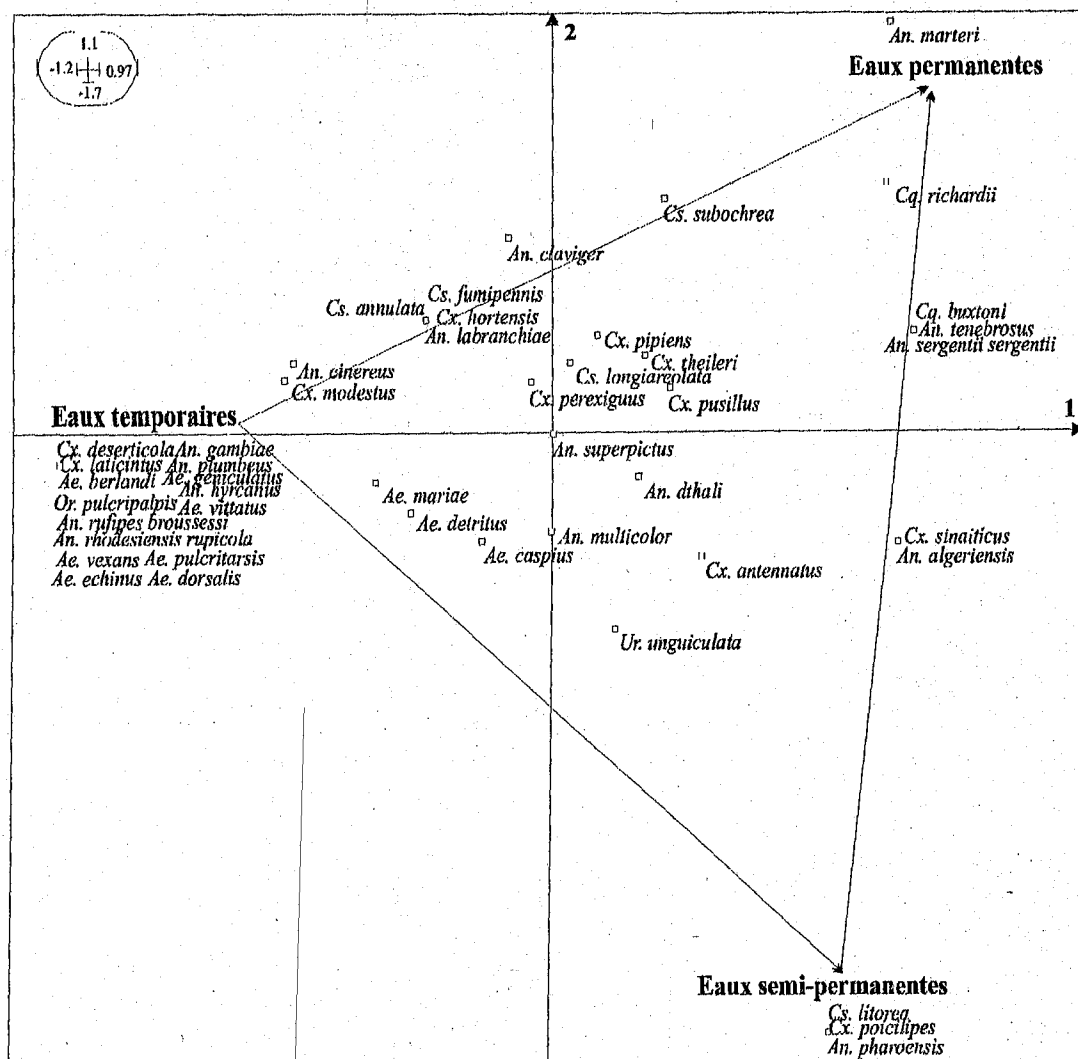


Figure 24- Plan F1xF2 de l'AFC montrant la relation entre les espèces et les types de plan d'eau

III.1.2.1.5. Le courant de l'eau

La vitesse de l'eau est un facteur écologique fondamental capable d'influencer la distribution des organismes dans les écosystèmes aquatiques lotiques. Les Culicidés sont connus pour leur caractère limnophile, ils fréquentent rarement des milieux où la vitesse de l'eau est importante.

L'analyse factorielle des correspondances réalisée sur le tableau XII composé de 59 espèces et de 4 types de courant, permet de retenir les deux premiers axes représentant respectivement 72,96 et 20,91% de l'inertie totale. Alors que la représentation du dendrogramme de moment d'ordre 2 sur matrice de similitude (Fig. 25) permet de réunir les espèces sous deux grands groupes :

- Les espèces euryèces capables de peupler les eaux le plus souvent plates : mares, marais, zones inondées..., avec un faible pouvoir d'adaptation dans les eaux à vitesse un peu plus rapide.

Tableau XII : Distribution des espèces en fonction du courant

Nom de l'espèce	Courant			
	nul	lent	moyen	rapide
<i>Ae. aegypti</i>	15	1	0	0
<i>Ae. berlandi</i>	16	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	129	14	1	0
<i>Ae. detritus</i>	63	4	0	0
<i>Ae. dorsalis</i>	8	2	0	0
<i>Ae. echinus</i>	15	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	22	0	0	0
<i>Ae. mariae</i>	24	0	0	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	16	0	0	0
<i>Ae. quasirusticus</i>	17	1	0	0
<i>Ae. vexans</i>	19	4	0	0
<i>Ae. vittatus</i>	13	0	0	0
<i>An. algeriensis</i>	19	5	0	0
<i>An. cinereus</i>	39	29	2	1
<i>An. claviger</i>	16	4	3	0
<i>An. dthali</i>	16	5	1	0
<i>An. gambiae</i>	8	2	0	0
<i>An. hyrcanus</i>	7	1	0	0
<i>An. labranchiae</i>	100	11	0	0
<i>An. marteri</i>	20	6	1	0
<i>An. multicolor</i>	136	17	1	1
<i>An. pharoensis</i>	11	1	1	0
<i>An. plumbeus</i>	28	0	0	0
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	3	0	0	0
<i>An. rufipes broussessi</i>	6	0	0	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	81	20	5	2
<i>An. superpictus</i>	13	3	1	0
<i>An. tenebrosus</i>	16	1	0	0
<i>An. turklhidi</i>	9	3	2	0
<i>An. ziemanni</i>	11	1	0	0
<i>Cq. buxtoni</i>	3	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	11	0	0	0
<i>Cs. annulata</i>	37	2	0	0
<i>Cs. fumipennis</i>	13	0	0	0
<i>Cs. litorea</i>	6	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	155	13	2	0
<i>Cs. subochrea</i>	34	2	0	0
<i>Cx. adairi</i>	2	0	0	0
<i>Cx. antennatus</i>	31	3	0	0
<i>Cx. arbieeni</i>	4	1	0	0
<i>Cx. brumpti</i>	3	1	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	26	8	1	0
<i>Cx. duttoni</i>	1	0	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	77	5	0	0
<i>Cx. impudicus</i>	46	5	0	0
<i>Cx. laeticinctus</i>	32	3	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	35	10	1	0
<i>Cx. modestus</i>	16	2	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	110	12	0	0
<i>Cx. pipiens</i>	227	21	0	0
<i>Cx. poicillipes</i>	7	0	0	0
<i>Cx. pusillus</i>	38	2	0	0
<i>Cx. simpsoni</i>	11	2	0	0
<i>Cx. stainticus</i>	13	2	0	0
<i>Cx. theileri</i>	116	5	0	0
<i>Cx. tritaeniorhynchus</i>	3	0	0	0
<i>Or. pulcripalpis</i>	26	0	0	0
<i>Ur. balfourl</i>	4	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	41	3	0	0

- Le second groupe est formé des espèces qui montrent un caractère plus marqué pour la vitesse de l'eau. Il peut être subdivisé en trois sous-groupes. Les espèces exclusivement limnophiles colonisant des gîtes spécifiques tels les trous d'arbre, les trous de rochers, les gîtes domestiques de petites tailles. Le sous-groupement constitué par *An. multicolor*, *An. dthali*, *An. cinereus*, *An. sergentii sergentii* et *An. marteri* est représentatif des eaux à courant moyen. D'autres *Anopheles* caractérisent plutôt les milieux à courant lent, entre autre *An. claviger*, *An. turkhidi*, *An. gambiae* et *An. superpictus*. Ils se retrouvent dans les gîtes des écosystèmes lotiques : ruisseau, bords de rivières, ravin...

Dans les eaux calmes généralement le taux d'oxygène est très bas et seules certaines espèces présentant des adaptations à ces conditions peuvent s'y développer. Les Culicinae se cantonnent préférentiellement dans des gîtes à courant très faible à nul, disposant d'un siphon respiratoire, leur permettant de prélever l'oxygène nécessaire. Les Anophelinae dépourvus de siphon respiratoire, recherchent par contre des eaux plus oxygénées. L'oxygénation est favorisée soit par une activité photosynthétique intense soit par des turbulences créées par des courants relativement plus rapides.

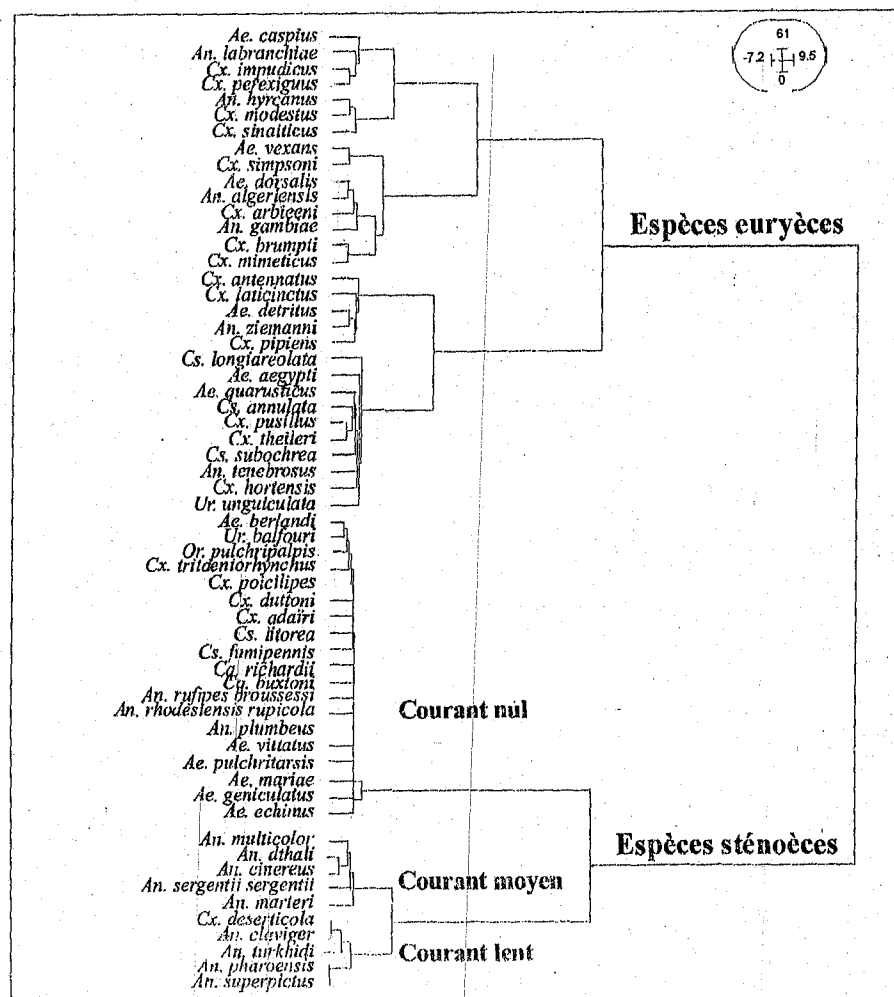


Figure 25 – Classification des espèces en fonction du courant.

III.1.2.2. Les caractéristiques physico-chimiques

III.1.2.2.1. Aspects de l'eau

L'aspect de l'eau ou plus exactement la couleur de l'eau joue un rôle assez net. Ainsi, de nombreux travaux (ADHAM 1979, ICHIMORI 1981, MAIRE 1983) portant sur des espèces différentes concluent de façon concordante que les eaux et les substrats foncés sont plus attractifs que les clairs.

La quantité de matière organique en décomposition détermine la couleur de l'eau et le rôle positif que joue ce facteur dans le choix du biotope larvaire a été mis en évidence par BENTLY et al. (1980).

La richesse en matière organique d'un biotope est surtout retenue dans les gîtes dendrolimniques riches en matière organique et son rapport avec la coloration de l'eau est évidente. Les matières organiques constituent la matière colorante (HARANT et al. 1955). L'eau des creux d'arbres constitue un milieu très original, abritant une faune hautement spécialisée.

En plus de la matière organique, la teinte de l'eau peut être due aux matières minérales en suspension. La charge en granulats influence la limpidité de l'eau.

L'analyse factorielle des correspondances réalisée pour le tableau XIII de 46 lignes et 7 colonnes a permis d'obtenir les résultats portés sur la figure 26 sur laquelle apparaît l'ensemble des espèces liées à chacune des caractéristiques de l'aspect de l'eau. Nous avons retenu les deux premiers axes représentant respectivement 48,23 % et 16,06 % de l'inertie totale. Le plan F1xF2 représente exactement 64,29 % de la variabilité totale, il est accompagné du cercle de corrélation qui montre les similitudes existantes entre les différents facteurs pris en compte selon la répartition des espèces. Cette figure nous permet de tirer les constatations suivantes :

- Les espèces dendrolimniques *Ae. berlandi*, *Ae. geniculatus*, *Ae. pulcritarsis*, *An. plumbeus* et *Or. pulcritarsis*, caractérisent essentiellement les eaux riches en tanins, de couleur brunâtre voire noirâtre.
- Les gîtes de types eutrophes (riche en matière organique) sont les gîtes préférentiels des *Anopheles labranchiae* et où pullule *Cs. annulata* (HARANT et al. 1952) et *Ur. unguiculata* (RIOUX et ARNOLD 1955).
- *An. claviger*, *An. marteri*, *Cx. deserticola*, *Cx. mimeticus*, *Cx. poecilipes*, sont surtout présents dans des eaux claires très peu riches en matière organique.
- *Ae. vittatus* et *Ae. vexans* se retrouvent préférentiellement dans des eaux turbides.
- Seul *Cx. laticinctus* semble présenter une tendance bien marquée pour les eaux polluées.
- Les autres espèces regroupées près de l'origine, sont plutôt euryèces c'est à dire capables de peupler des eaux claires ou encore polluées et (ou) riches en matière organique. Ces espèces se répartissent sur l'axe 2 selon un gradient croissant allant du côté négatif caractérisé par les

Tableau XIII : Influence de la qualité de l'eau sur le choix des gîtes

Nom de l'espèce	Aspects de l'eau						
	turbide	brunâtre	noirâtre	riche en MO	riche en tanins	polluée	claire
<i>Ae. berlandi</i>	1	6	0	1	2	0	0
<i>Ae. caspius</i>	7	7	1	18	0	10	44
<i>Ae. detritus</i>	0	0	0	3	0	1	2
<i>Ae. echinus</i>	1	0	1	3	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	4	4	1	5	1	2	2
<i>Ae. mariae</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ae. pulcritarsis</i>	0	2	1	3	1	0	0
<i>Ae. quasirusticus</i>	0	0	0	3	0	1	1
<i>Ae. vexans</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. vittatus</i>	1	0	0	0	0	0	0
<i>An. algeriensis</i>	0	0	0	1	0	0	2
<i>An. cinereus</i>	1	1	0	1	0	1	4
<i>An. claviger</i>	0	0	0	0	0	0	4
<i>An. dthali</i>	0	0	0	1	0	0	3
<i>An. marteri</i>	0	0	0	0	0	0	3
<i>An. multicolor</i>	4	4	0	6	0	11	28
<i>An. pharoensis</i>	0	0	0	0	0	1	3
<i>An. plumbeus</i>	4	5	2	4	1	1	0
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	0	0	0	0	0	0	2
<i>An. rufipes broussessi</i>	0	0	0	2	0	0	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	2	0	1	7	0	4	10
<i>An. superpictus</i>	0	0	0	2	0	0	3
<i>An. tenebrosus</i>	0	0	0	3	0	2	15
<i>An. turkhidi</i>	0	0	0	3	0	0	3
<i>Cq. buxtoni</i>	0	0	0	2	0	0	2
<i>Cq. richardii</i>	0	0	0	3	0	0	2
<i>Cs. annulata</i>	2	0	0	6	0	2	0
<i>Cs. fumipennis</i>	0	0	0	1	0	0	2
<i>Cs. longiareolata</i>	10	4	1	16	0	14	37
<i>Cs. subochrea</i>	2	1	0	7	0	0	14
<i>Cx. adairi</i>	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cx. antennatus</i>	4	3	1	7	0	10	16
<i>Cx. deserticola</i>	0	0	0	0	0	0	4
<i>Cx. hortensis</i>	0	0	0	1	0	1	2
<i>Cx. impudicus</i>	0	0	0	2	0	0	2
<i>Cx. laticinctus</i>	2	0	0	0	0	7	0
<i>Cx. mimeticus</i>	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cx. perexiguus</i>	6	4	1	18	0	18	47
<i>Cx. pipiens</i>	14	6	0	34	0	43	77
<i>Cx. poicilipes</i>	0	0	0	0	0	0	6
<i>Cx. pusillus</i>	1	1	4	1	0	5	17
<i>Cx. quinquefasciatus</i>	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cx. sinaiticus</i>	1	0	0	1	0	2	2
<i>Cx. theileri</i>	3	1	1	7	0	6	21
<i>Or. pulcripalpis</i>	1	4	2	4	0	0	1
<i>Ur. unguiculata</i>	2	0	1	7	0	5	11

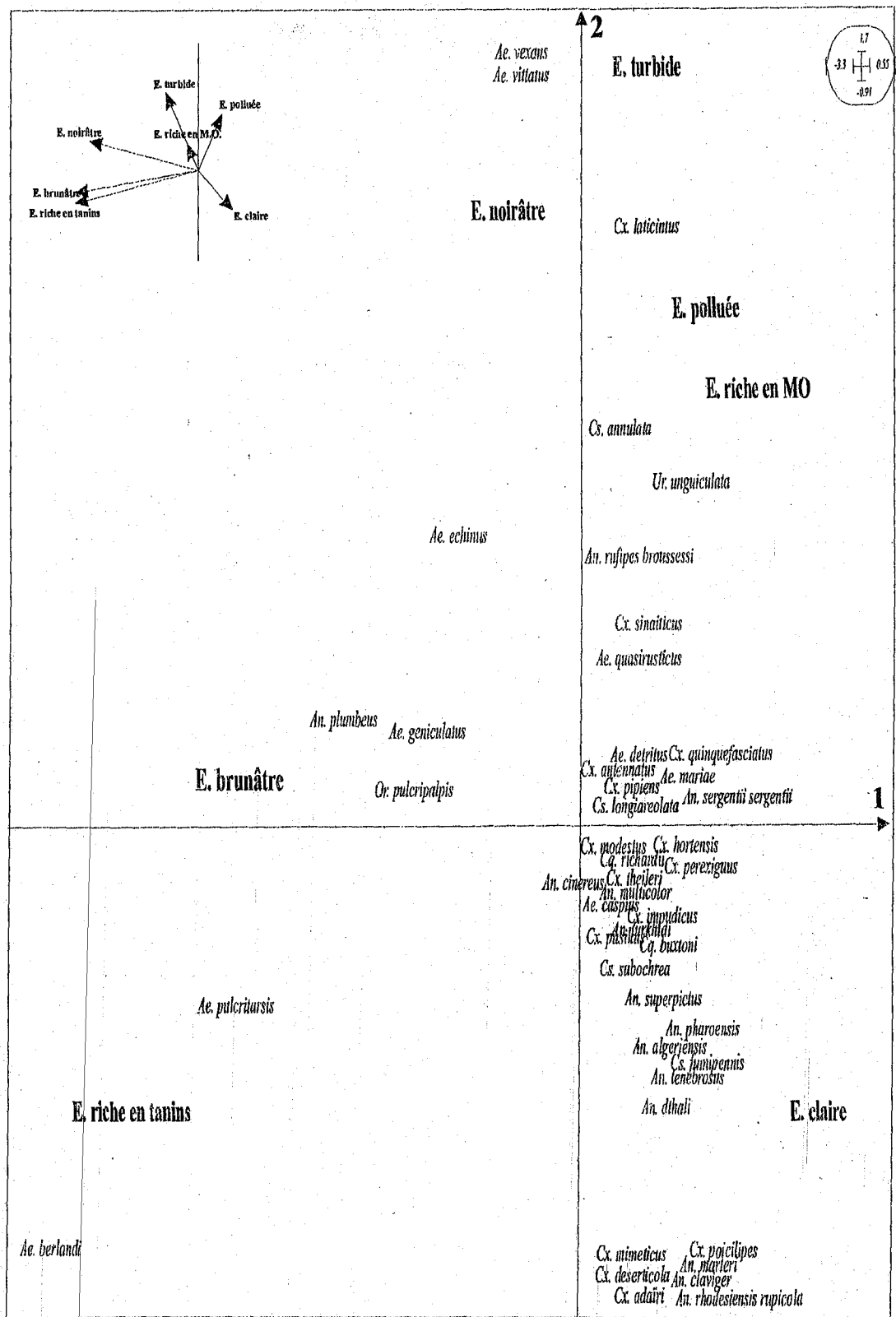


Figure 26- Plan F1xF2 de la matrice de répartition des espèces en fonction de la qualité de l'eau

espèces *An. dthali*, *An. pharoensis*, *Cs. fumipennis*, *Cq. buxtoni* et *Cq. richardii* qui préfèrent les eaux claires, vers le côté positif représenté par *An sergentii*, *Ae. detritus*, *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens* et *Ae. mariaae* connus beaucoup plus dans les eaux polluées et troubles que dans les eaux claires.

III.1.2.2.2. Le pH

L'eau représente pour les Culicidés un milieu de vie où les composantes chimiques jouent un rôle important. D'après de nombreux auteurs, ce paramètre n'aurait aucune action directe sur les Culicidés (HOPKINS 1952), cependant, MAC GREGOR (1929) affirme que son action peut être indirecte, par l'intermédiaire de la microfaune et de la flore. RIOUX (1958) n'obtient pas de corrélations significatives entre ce paramètre et les effectifs de larves et leur développement.

Les variations de pH sont intimement liées à la nature des sols du bassin versant et à l'apport d'eau par les pluies. Les valeurs citées en littérature sont très variables, allant de 5 à 10. Le plus souvent, elles sont comprises entre 6 et 8,5. Les relevés que nous avons effectués au cours des sorties nous ont permis de noter que la plupart des espèces culicidiennes (Tab. XIV) se retrouvent dans des eaux à pH peu élevé variant entre 6 et 9 (tolérance pour la majorité des espèces). Une eau est dite acide si son pH est de 5 et 6. Elle est alcaline si son pH est de 8 à 10.

Les valeurs de pH ne sont connues que pour trente et une espèces, ainsi l'information concernant ce paramètre n'est également pas homogène, elle est absente pour plus de quarante-cinq espèces.

Pour démontrer l'importance de ce facteur écologique et afin de dégager les affinités pouvant exister entre celui-ci et certaines espèces culicidiennes, nous avons effectué une analyse factorielle des correspondances pour le tableau XVI.

L'analyse factorielle des correspondances et le dendrogramme de moment d'ordre deux sur matrice de similitude (Fig. 27) qui en découle permet d'individualiser des groupements d'espèces selon le pH de l'eau des gîtes où elles ont été signalées. De cette relation, il ressort :

- Que peu nombreux sont les Culicidés qui colonisent préférentiellement les eaux franchement acides. Ainsi, les biotopes à pH acide sont très peu sollicités, toutefois certaines espèces montrent des pouvoirs d'adaptation à des pH bas. Il est difficile de parler d'espèces culicidiennes acidophiles, cependant *An. cinereus*, *Cx. impudicus*, *An. sergentii sergentii*, *Cs. fumipennis*, *Cx. adairi*, *An. algeriensis* et *Ae. vittatus* ont été signalées dans des eaux légèrement acides, ce qui prouve leur tolérance à une certaine acidité (Fig. 26).
- Pour un pH neutre, les espèces sont les plus nombreuses (Tab. XIV), la plupart des Culicidés sont de ce fait neutrophiles. *Cx. perexiguus*, *An. tenebrosus*, *An. claviger* montrent clairement leur préférence pour le pH neutre, leur pouvoir d'adaptation à des eaux plus acides ou plus alcalines semble limité.
- Le pH nettement alcalin, toujours supérieur à 8, caractérise essentiellement les creux d'arbres et les milieux temporaires et salés (marais). La forte alcalinité paraît maintenue grâce à la présence de bicarbonates alcalino-terreux et de carbonate de potassium qui sont des constituants minéraux dominants. *Ae. pulcritarsis* et *Ae. berlandi* ne semblent se développer qu'en eaux

Tableau XIV : pH de l'eau des gîtes larvaires pour 31 espèces.

Nom de l'espèce	pH					
	5	6	7	8	9	10
<i>Ae. berlandi</i>	0	0	0	0	2	3
<i>Ae. caspius</i>	1	4	4	2	1	0
<i>Ae. detritus</i>	0	3	9	6	1	0
<i>Ae. geniculatus</i>	0	1	1	2	0	0
<i>Ae. mariae</i>	0	1	1	2	0	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	0	0	0	0	1	2
<i>Ae. quasirusticus</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Ae. vittatus</i>	1	1	1	0	0	0
<i>An. algeriensis</i>	1	3	1	0	0	0
<i>An. cinereus</i>	0	1	1	0	0	0
<i>An. claviger</i>	0	0	1	0	0	0
<i>An. labranchiae</i>	1	1	5	1	0	0
<i>An. multicolor</i>	2	2	5	2	0	0
<i>An. plumbeus</i>	0	1	2	2	2	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	1	2	1	0	0	0
<i>An. tenebrosus</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Cs. annulata</i>	0	1	4	0	0	0
<i>Cs. fumipennis</i>	1	1	1	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	1	1	1	1	1	0
<i>Cs. subochrea</i>	0	2	3	2	0	1
<i>Cx. adairi</i>	0	1	0	0	0	0
<i>Cx. hortensis</i>	2	1	4	1	0	0
<i>Cx. impudicus</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	1	1	1	1	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	0	0	6	0	0	0
<i>Cx. pipiens</i>	1	4	14	1	0	0
<i>Cx. pusillus</i>	0	1	1	1	0	0
<i>Cx. theileri</i>	2	3	8	1	0	0
<i>Or. pulcripalpis</i>	0	1	1	1	1	0
<i>Ur. unguiculata</i>	0	0	3	1	1	0

alcalines, on peut les qualifier de basophiles ou alcalines. Pour certaines espèces, l'intervalle de tolérance vis à vis de ce facteur semble s'élargir plutôt vers des valeurs de pH plus élevées.

- D'autres sont capables de supporter des variations très marquées dans les concentrations ioniques, dues aux variations saisonnières des précipitations et par l'importance plus ou moins grande de l'évaporation. Ainsi, *Cx. pipiens*, *Cs. annulata*, *An. labranchiae*, *Ae. caspius*, *An. multicolor*, *Cx. hortensis* et *Cx. theileri* peuvent se retrouver dans des eaux à pH allant de 5 à 9.

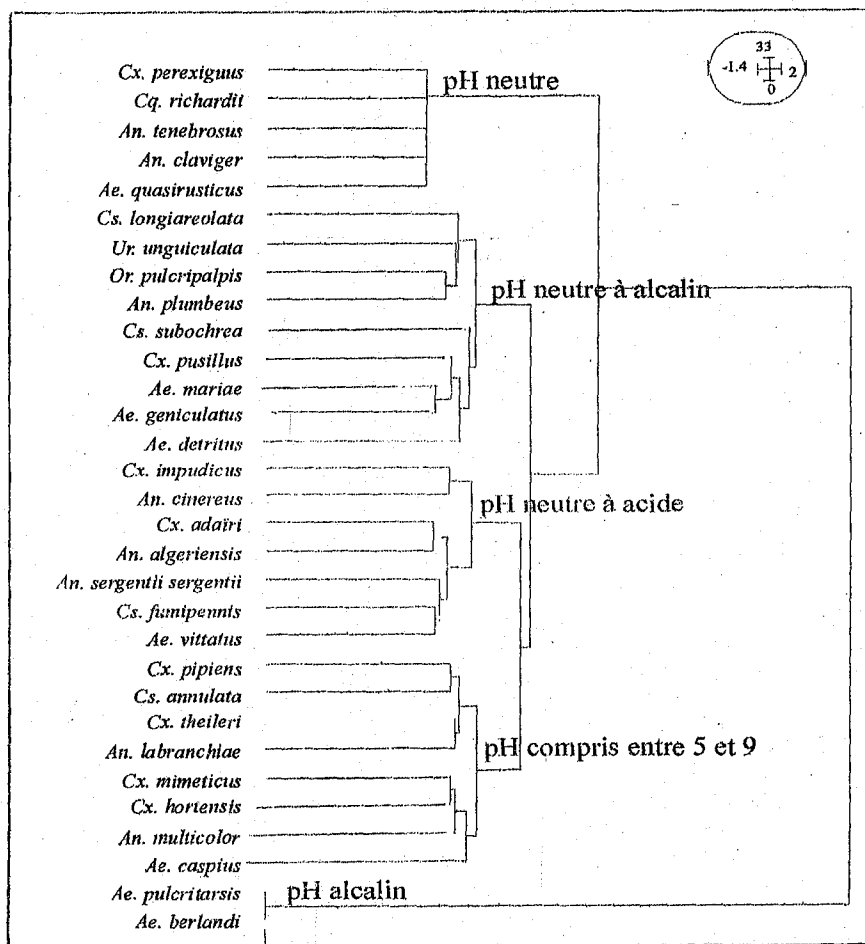


Figure 27- Classification des espèces en fonction du pH.

III.1.2.2.3. La salinité

Il s'agit en particulier de la teneur des eaux en ions Na et Cl. Le rôle de ce facteur a été reconnu dès 1954 par Wallis comme l'un des principaux facteurs intervenants dans la sélectivité des femelles pour leurs sites de ponte.

La composition chimique de l'eau est variable suivant l'intensité de l'évaporation et la composition des eaux d'alimentation. La connaissance du degré de salinité est dans nos gîtes un élément très important. Nous avons utilisé la Classification proposée par MOELDER (1943) cité par GUILLE (1976) pour établir notre propre classification :

- < 0,2	⇒ Eau douce	⇒ Eau douce
- 0,2-2g/l	⇒ Eau oligohaline	} Eau légèrement salée
- 2-8 g/l	⇒ Eau meihaline	
- 8-16 g/l	⇒ Eau mésohaline	} Eau salée
- 16-30 g/l	⇒ Eau polyhaline	
- > 30 g/l	⇒ Eau hyperhaline.	⇒ Eau fortement salée

Il est à noter que la plupart des espèces culicidiennes se retrouvent dans des eaux douces (Tab. XV, même les espèces dites halophiles sont capables de se développer dans des gîtes dulçaquicoles. Le nombre d'espèces est beaucoup plus restreint quand la concentration en sels devient supérieure à 30 g/l, le caractère halophile est bien marqué chez les populations d'*Ae. caspius*, *Ae. detritus* et *An. multicolor*. Sur les quarante-sept espèces retenues, vingt-sept espèces sont signalées dans des eaux dont la concentration en sels est supérieure à 8 g/l soit plus de 57%. Ceci confirme le pouvoir d'adaptation du peuplement culicidien aux eaux chargées en sels. L'information relative à ce facteur est absente pour plus de dix-neuf espèces.

Dans le Tableau XV sont regroupées les valeurs de salinité connues pour quarante-sept espèces. Nous avons réalisé une analyse multivariée (Analyse factorielle des correspondances) pour mettre en évidence les affinités vis à vis de ce facteur. Sur le plan (F1 et F2) (Fig. 28a), présentant un pourcentage de variabilité totale de 84,42%, les espèces se répartissent selon un gradient décroissant de salinité allant du côté négatif au côté positif de l'axe 1.

Associé au dendrogramme de moment d'ordre 2 sur matrice de similitude (Fig. 28b), il s'individualise ainsi cinq groupes :

- Le groupe I : situé sur le côté négatif de l'axe 1, il est représenté par *Ae. mariaae* qui contribue significativement à la formation de cet axe. *Ae. mariaae* se développe dans des gîtes où l'apport d'eau de mer est considérable et où la teneur en chlorures peut atteindre facilement 40 mg/l. On peut la qualifier de sténohaline.

- Le groupement II des espèces des eaux salées se caractérise par *Ae. caspius*, *Ae. detritus* et *An. multicolor* qui contribuent efficacement à la formation de l'axe 1, celles-ci sont beaucoup plus inféodées aux milieux où l'eau est fortement chargée en sel, principalement des marais littoraux ou des dépressions d'eaux salées à l'intérieur. Les larves de ces espèces sont d'ailleurs capables de subir rapidement des variations considérables de pression osmotique. Elles sont typiquement halophiles, bien qu'à des degrés différents, *Ae. detritus* peut être considéré comme espèce strictement halophile, toutefois *Ae. caspius* et *An. multicolor* ne peuvent être considérés comme tels. D'autres espèces *Cx. pusillus*, *Ur. unguiculata*, *Cs. subochrea* et *Cx. theileri* semblent également affectionner les eaux salées, chose rendue possible par leur aptitude écologique à coloniser des eaux plus salées.

- Sur le côté positif de l'axe 1, se superposent les espèces présentes uniquement dans des biotopes d'eaux douces. Les espèces de coordonnées positives sur l'axe 1 et qui contribuent le plus à sa formation sont les espèces dendrolimniques *Ae. berlandi*, *An. plumbeus*, *Ae. pulcritarsis*, *Or. pulcritarsis* et les espèces de montagne *An. claviger* et *An. marteri*. Ces espèces représentent le groupement III.

Tableau XV : Répartition des espèces en fonction de la salinité

Nom de l'espèce	Salinité			
	douce	légèrement salée	salée	fortement salée
<i>Ae. aegypti</i>	2	0	0	0
<i>Ae. berlandi</i>	3	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	16	9	33	6
<i>Ae. detritus</i>	5	7	29	18
<i>Ae. dorsalis</i>	1	0	1	0
<i>Ae. echinus</i>	3	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	3	0	0	0
<i>Ae. mariaae</i>	0	4	6	16
<i>Ae. pulcritarsis</i>	3	0	0	0
<i>An. algeriensis</i>	1	4	2	0
<i>An. cinereus</i>	7	3	1	3
<i>An. claviger</i>	3	0	0	0
<i>An. dthali</i>	6	0	0	0
<i>An. gambiae</i>	1	0	1	1
<i>An. hyrcanus</i>	2	0	0	0
<i>An. labranchiae</i>	5	5	1	3
<i>An. marteri</i>	2	0	0	0
<i>An. multicolor</i>	7	8	42	18
<i>An. pharoensis</i>	2	1	2	1
<i>An. plumbeus</i>	2	0	0	0
<i>An. rhodesiensis rupicola</i>	2	0	0	0
<i>An. rufipes broussesii</i>	2	0	0	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	15	5	11	1
<i>An. superpictus</i>	4	2	0	0
<i>An. tenebrosus</i>	8	2	1	0
<i>An. turkhidi</i>	1	1	0	0
<i>Cq. buxtoni</i>	2	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	3	1	0	0
<i>Cs. annulata</i>	4	1	2	0
<i>Cs. litorea</i>	3	0	2	0
<i>Cs. longiareolata</i>	22	6	23	0
<i>Cs. subochrea</i>	3	2	7	1
<i>Cx. antennatus</i>	9	0	8	0
<i>Cx. arbieeni</i>	4	1	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	5	0	2	1
<i>Cx. hortensis</i>	3	0	3	0
<i>Cx. impudicus</i>	2	0	0	0
<i>Cx. luticinctus</i>	5	1	3	0
<i>Cx. mimeticus</i>	4	1	0	0
<i>Cx. modestus</i>	2	3	1	1
<i>Cx. perexiguus</i>	19	5	16	1
<i>Cx. pipiens</i>	33	10	31	3
<i>Cx. pusillus</i>	6	0	20	3
<i>Cx. sinaiticus</i>	7	0	1	1
<i>Cx. theileri</i>	8	1	14	6
<i>Or. pulcripalpis</i>	3	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	5	4	8	0
Nombre d'espèces	44	24	27	17
Taux de fréquentation (%)	98	51	57	36

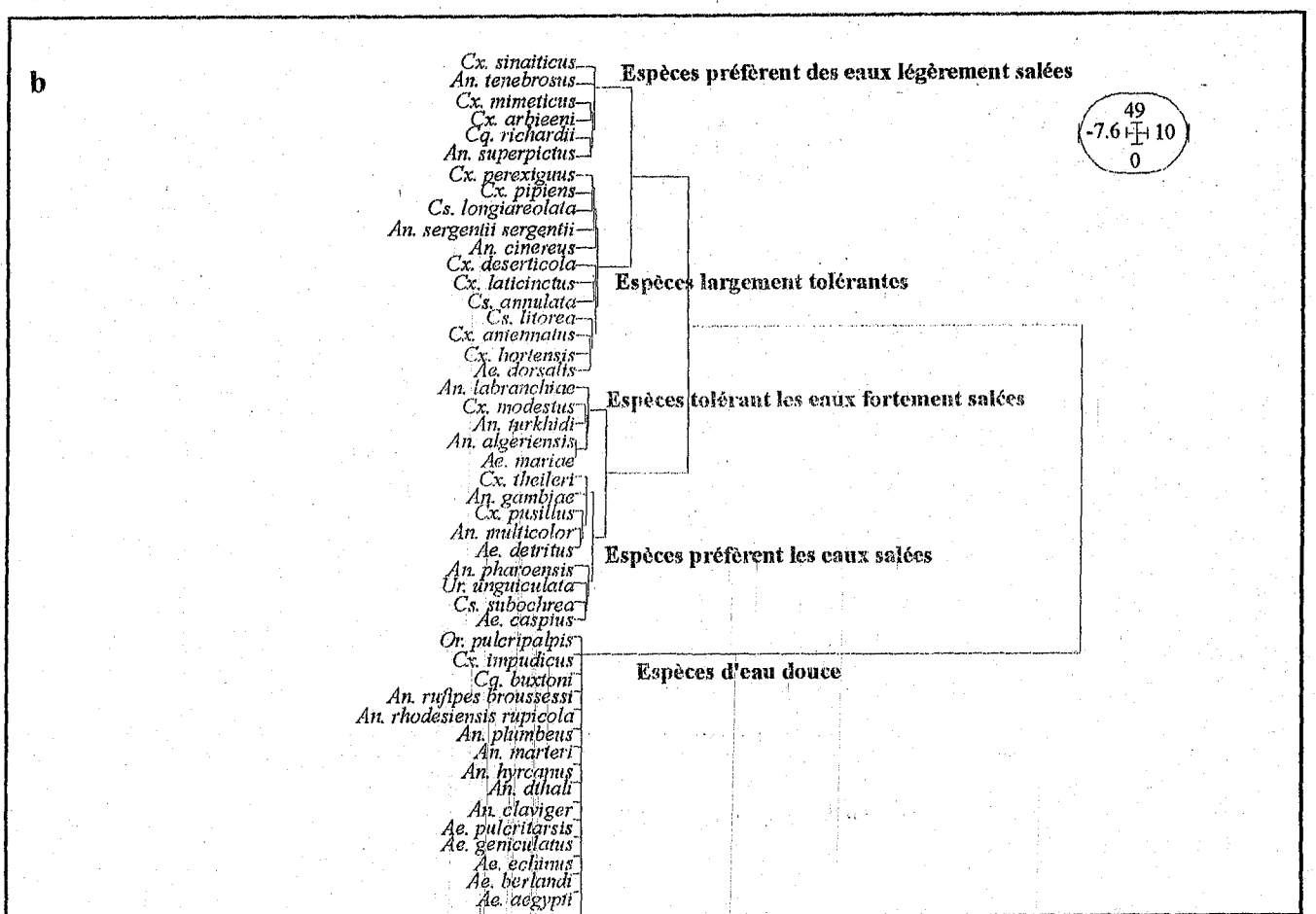
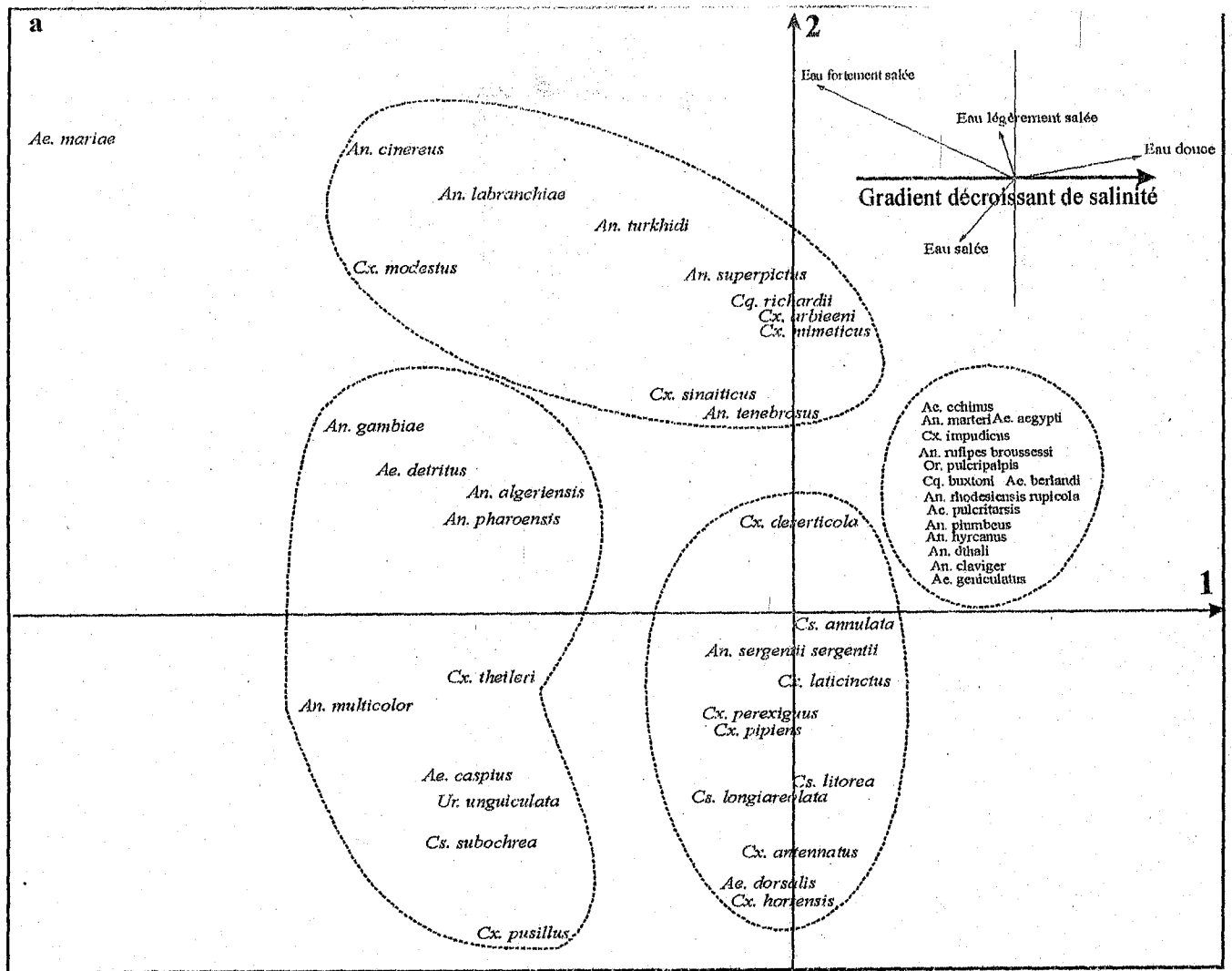


Figure 28 - Analyse factorielle de la répartition des espèces en fonction de la salinité (a : plan F1xF2 b : Dendrogramme de similitude)

Le groupement IV est caractérisé par la présence d'*An. superpictus*, *Cx. mimeticus*, *Cx. arbienii*, *Cx. sinaiticus*, *An. tenebrosus*, celles-ci semblent se rencontrer le plus souvent dans des eaux douces à moyennement ou légèrement salées. *An. labranchiae* préfère les eaux pauvres en sel, il est caractérisé par son biotope dulçaquicole au nord et semi-halophile au sud. *An. cinereus* montre un pouvoir d'adaptation aux eaux légèrement salées. Ces espèces de coordonnées positives contribuent à la formation de l'axe 2.

- Le groupe V regroupe toutes les espèces capables de supporter de grandes variations de la teneur en sel. Elles sont situées au centre du plan F1xF2. Ces espèces sont euryhalines et peuvent se développer aussi bien dans une eau douce que dans une eau fortement salée. Il s'agit principalement de *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata*, *Cs. annulata*, *Cs. subochrea* et bien d'autres (Fig. 28a) qui sont ainsi adaptées à ces conditions d'euryhalinité où la composition chimique de l'eau convient toujours à leur exigence et peut assurer leur développement larvaire.

III.1.3. Les associations dans les mêmes gîtes larvaires

En dehors de son caractère quelque peu spéculatif, l'étude des associations présente un intérêt pratique certain. Ainsi, au cours d'enquêtes rapides, la connaissance de la présence d'une espèce en compagnie d'autres espèces peut fournir la probabilité sur l'aptitude d'un gîte à héberger telle ou telle espèce momentanément absente ou rare dans les gîtes.

On peut établir les fréquences moyennes relatives des diverses espèces de Culicides d'Afrique méditerranéenne. Le nombre de mentions des associations larvaires permet un calcul de la fréquence relative théorique des diverses associations. Le tableau XVI réunit les fréquences théoriques pour les plus importantes. La matrice établie, après classement selon un ordre décroissant du nombre d'espèces associées, montre que n'importe quelle espèce ne s'associe pas indifféremment avec n'importe quelle autre espèce culicidienne.

Plusieurs associations ont une grande fréquence. D'autres associations ont au contraire une fréquence moindre. Les espèces qui présentent une grande fréquence d'associations sont à valence écologique large, elles présentent un grand opportunisme face aux variations des facteurs écologiques. *Cx. pipiens* est une espèce opportuniste dans tous ses aspects, une espèce écologiquement mobile. *Cs. longiareolata* se trouve en seconde position, elle s'associe à plus de 47 espèces. Les espèces dont la plasticité écologique est plus ou moins grande présentent les fréquences d'association les plus importantes, on reconnaît ainsi *Cx. theileri*, *Cx. perexiguus*, *Cx. hortensis* et bien d'autres. *An. labranchiae* semble s'associer à 17 espèces qui en dehors des plus communes sont *Cx. impudicus* et *Cs. annulata*.

Certaines associations sont bien connues, on retient particulièrement l'association *Ae. caspius*-*Ae. detritus* dans les milieux salés et humides ou encore l'association qu'on rencontre dans les trous d'arbres, les six espèces dendrolimniques n'ont jamais été signalées toutes à la fois dans un même biotope, le maximum est de quatre espèces en plus de *Cx. pipiens*.

Le nombre d'espèces associées est variable, on peut trouver jusqu'à sept espèces dans un même gîte. Plusieurs exemples peuvent être donnés : ANDARELLI & DUZER (1955) retrouvent dans un marais à Boufarik *An. labranchiae*, *Cx. pipiens*, *Cx. hortensis*, *Cx. theileri*, *Cx. impudicus*, *Cs. annulata* et *Ae. caspius*. GUY (1958) signale une association d'*An. ziemmani*, *An. sergentii sergentii*, *An. cinereus*, *An. labranchiae*, *Cx. mimeticus*, *Cx. pipiens*, *Cx. theileri* dans une source d'eau douce à Marrakech. Plus récemment METGE (1986) déterminent des larves prélevées dans une Daya à Sidi Bettache (Casablanca) correspondant à *An. algeriensis*, *An. labranchiae*, *Cx. pipiens*, *Cx. modestus*, *Cx. theileri*, *Cx. impudicus* et *Cs. longiareolata*. Dans un même bassin à Nag'Tingar (Egypte) HARBACH et al. (1988) rencontrent *Ae. caspius*, *Cx. pipiens*, *Cx. perexiguus*, *Cx. theileri*, *Cx. impudicus*, *Cs. subochrea* et *Ur. unguiculata*. Par contre *Ae. mariaae* est seule dans les rock-pools mais peut être accompagné de *Cx. pipiens* et de *Cs. longiareolata*.

Les associations *Anopheles* / *Aedes* sont rares mis à part *An. multicolor* - *Ae. caspius* présentes dans des eaux relativement salées.

Certains de ces écarts peuvent tenir à des conditions géographiques qui influent sur la biologie de l'espèce, cas d'associations *An. claviger* / *Cs. annulata* / *Cx. hortensis* / *Cx. impudicus* espèces européennes qui sont fréquentes en altitude en Afrique du Nord. D'autres écarts semblent liés uniquement au biotope larvaire.

La cohabitation dans un même gîte, de façon constante et permanente peut s'expliquer par des exigences écologiques communes mais n'entraînant pas une compétition interspécifique plus grande que la compétition intraspécifique. Les femelles des espèces associées sont sans doute attirées par des facteurs du milieu suffisamment généraux pour satisfaire l'ensemble des espèces ou encore possède une grande capacité à peupler les milieux les plus divers soumis à des fluctuations plus ou moins importantes des facteurs écologiques.

Ces espèces écologiquement très voisines par la taille, la forme, le mode de nutrition et donc à fort chevauchement trophique, coexistent dans un même gîte. Cette cohabitation est grandement facilitée par les multiples petites différences qui existent néanmoins entre ces espèces et qui les séparent. Il y a toujours de petites mais significatives différences d'occupation de l'espace ou de régime qui doivent traduire de légères différences dans les stratégies de chasse (notamment dans le "quand" ils se nourrissent).

Les associations très fréquentes au sein du peuplement culicidien, se caractérisent le plus souvent par la présence donc d'espèces à grand pouvoir d'adaptation tels : *Cx. pipiens*, *Cs.*

longiareolata, *Cx. theileri*... et d'espèces dont la capacité à peupler les biotopes est moindre. La matrice établie (Tab. XVI) a pour but de servir lors des éventuelles prospections et pour faciliter les déterminations des espèces.

III.2. Les caractéristiques éthologiques retenues

L'ensemble des caractéristiques éthologiques suivantes concerne l'imago et plus précisément la femelle. Cette phase de vie du Culicide se déroule en milieu aérien et semble être conditionnée par certains facteurs du milieu. Les stades immatures (larves et nymphes) représentent la phase vulnérable pour le Culicide, la plupart des études sont portées sur les biotopes et les conditions écologiques où ils vivent car ils sont plus stables et de ce fait plus facilement retrouvés. Les études portant directement sur les stades matures sont complètement délaissées, la lutte étant beaucoup plus efficace contre les stades immatures. Toutefois, certaines caractéristiques ont été mentionnées pour la plupart par d'anciens auteurs, nous retenons les plus fréquemment citées en littérature.

III.2.1. Lieux de repos

Les gîtes d'hibernation de nombreuses espèces restent inconnus. Sur les 66 espèces signalées en Afrique méditerranéenne, nous n'avons retenu que trente-sept espèces dont l'information est fiable. Ces résultats restent peu significatifs à cause d'un manque de données fiables et suffisantes. Comme nous avons recensé 17 lieux de repos différents dans la littérature, nous en avons regroupés certains pour une meilleure illustration (Fig. 29). Pour mieux apprécier la relation qui existe entre les différentes espèces culicidiennes et les lieux de repos, nous avons établi le dendrogramme de moment d'ordre 2 sur matrice de similitude (Fig. 30) à partir de la matrice des données portées dans le tableau XVII.

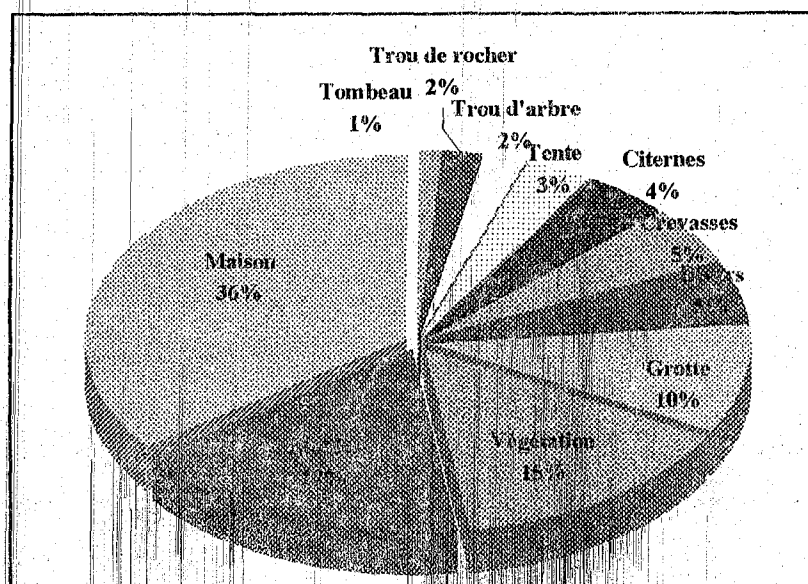


Figure 29- Importance relative des lieux de repos pour les Culicides (exprimée en pourcentage).

Ainsi, les Culicides adultes s'accablent soit dans les habitations, les étables, les reposoirs d'animaux et elles sont dites endophiles, soit à l'extérieur et elles sont dites exophiles. Nous pouvons remarquer que les habitations humaines et les reposoirs d'animaux domestiques sont les plus recherchés (Fig. 29). La présence des Culicides dans les maisons et dans les étables est le plus souvent signalée. Sur les trente-sept retenues, trente-trois espèces ont été retrouvées (Tab. XVII) à l'intérieur d'abris nourriciers. Ceux-ci correspondent ainsi aux lieux de repos pour la plupart des Culicides adultes. Les femelles de moustiques se reposent généralement là où elles trouvent la possibilité de se nourrir, c'est à dire près de l'hôte.

Pendant la belle saison c'est à dire les mois de mai à septembre, les femelles les plus abondantes sont souvent domestiques. Elles entrent dans les différents abris, qui sont soit des abris nourriciers où elles peuvent s'alimenter, ou simplement des abris protecteurs où elles ne rencontrent pas d'hôte à piquer mais où la température est plus faible qu'à l'extérieur. A l'intérieur de ces abris, elles se retrouvent toujours dans les recoins les plus sombres. Les abris protecteurs abriteraient plutôt des femelles gorgées de sang (ROMAN 1971). Elles s'en échappent lorsqu'elles sont affamées et vont aller à la recherche de l'hôte ou dans les abris nourriciers ou à l'extérieur.

Pendant la période défavorable, les Culicides se réfugient dans les abris d'hibernation qui peuvent être les mêmes lieux de repos pendant la belle saison. Ils se tiennent surtout dans les habitations et les abris pour animaux (écuries, étables, clapiers). Ils continuent à se nourrir en hiver en cas d'une semi-hibernation. Souvent les ovaires n'évoluent pas et restent aux stades I et II de Christophers ou encore évoluent jusqu'à leur stade terminal sans que pour autant il y ait ponte. Selon RAGEAU et MOUCHET (1967), la plupart des femelles en hibernation sont des nullipares mais fécondées.

La végétation naturelle constitue un abri pour certains Culicides «à mœurs exophiles» qui recherchent les arbres, les buissons voire une végétation herbacée dense pour s'y cacher pendant le jour, cas d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus* des marais salés. D'autres ne s'observent jamais en plein soleil ; ils recherchent l'ombre et un certain degré d'humidité qu'offrent les lieux boisés (ROMAN 1971) ; ainsi le caractère exophile d'*An. hyrcanus*, *Cs. annulata*, *Cs. subochrea*, *Cx. impudicus*, *Cx. modestus* et *Ur. unguiculata* est bien établi étant donné qu'ils ont été capturés à l'état adulte dans ces milieux et sur appât humain. Seuls *An. hyrcanus* et *An. marteri* sont connus uniquement des gîtes naturels.

Les abris non nourriciers, servant de lieux de refuge à l'insecte durant une période défavorable plus ou moins courte, sont probablement les moins sollicités. En milieu naturel, les grottes et les crevasses dans la roche sont les plus recherchées, alors que les abris créés par l'homme semblent sporadiques ou accidentels.

Tableau XVII : Les lieux de repos de trente-sept espèces culicidiennes.

Nom de l'espèce	Lieu de repos naturels					Lieu de repos artificiels						
	Crevasse	Trou de rocher	Grotte	Végétation	Trou d'arbre	Maison	Etable Ecurie	Habitat mixte	Tente	Tombe	Citerne	Divers
<i>Ae. aegypti</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. berlandi</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1
<i>Ae. detritus</i>	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. geniculatus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. mariae</i>	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. vexans</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>An. cinereus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>An. claviger</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>An. gambiae</i>	1	0	0	1	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>An. hyrcanus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>An. labranchiae</i>	0	0	1	0	1	4	0	0	0	0	0	1
<i>An. marteri</i>	0	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
<i>An. multicolor</i>	0	0	1	0	0	10	0	2	0	0	0	0
<i>An. pharoensis</i>	0	0	0	2	0	7	0	0	2	0	0	0
<i>An. plumbeus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	0	0	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0
<i>An. superpictus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>An. tenebrosus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cq. richardii</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cs. annulata</i>	0	0	2	2	0	3	0	0	0	0	0	1
<i>Cs. fannipennis</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Cs. longiareolata</i>	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2
<i>Cs. subochrea</i>	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. antennatus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. inopidicus</i>	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cx. latifinctus</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0
<i>Cx. mimeticus</i>	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. modestus</i>	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. pipiens</i>	1	0	2	1	0	11	0	0	0	0	2	2
<i>Cx. poecilipes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. pusillus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. theileri</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ur. unguiculata</i>	0	0	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0
Nombre d'espèces	5	2	9	14	2	33	14	2	3	1	4	5

La figure 30 permet de classer les espèces selon leur "préférence" pour les gîtes de repos, on peut ainsi identifier :

- Un groupe de onze espèces signalées jusqu'à présent uniquement dans les habitations humaines.
- Un groupe d'espèces capables de peupler d'autres lieux mais avec une forte préférence pour les abris nourriciers. Il renferme en majorité des espèces à grand pouvoir de dispersion qui sont *Cx. pipiens*, *An. sergentii sergentii*, *An. multicolor* et bien d'autres espèces.
- un groupe d'espèces qui peuvent s'abriter dans des lieux plus diversifiés. En plus des lieux de repos communs, elles ont été signalées dans des abris protecteurs très particuliers aussi bien des abris artificiels tels les citernes, les tombes que des habitats naturels à savoir des crevasses, des trous d'arbres ou des trous de rocher.

Toute recherche des adultes essentiellement les femelles doit être orientée vers les abris nourriciers et la végétation dense qui constituent les principaux refuges pour les Culicides.

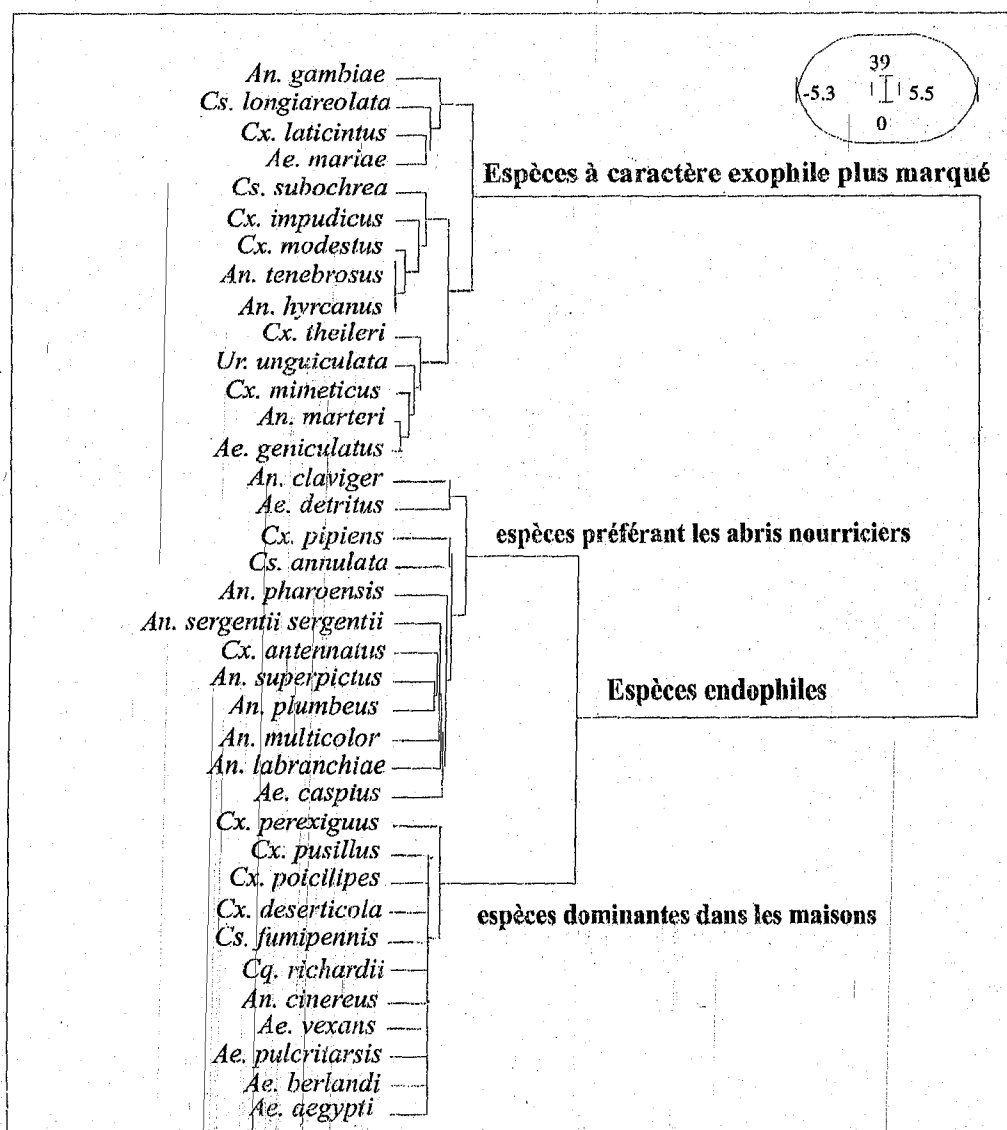


Figure 30- Classification hiérarchique des espèces en fonction des lieux de repos.

III.2.2. Les rythmes d'éclairement et l'activité biologique

Des nombreux auteurs (SINEGRE 1969, GABINAUD 1975, COLUZZI et al. 1964...) ont recherché l'influence de ce facteur sur le comportement et la physiologie des Culicides. Ces insectes pour assurer leur survie disposent de plusieurs stratagèmes. Pour les Culicides, résister aux conditions climatiques externes implique une entrée en vie ralentie assurant un minimum vital, il s'agit de la diapause et / ou l'hibernation.

L'activité des Culicides à l'égard de l'intensité de la lumière obéit à des rythmes particuliers. On distingue deux catégories de rythmes selon la durée des cycles biologiques :

A- Les rythmes journaliers les plus courts qui correspondent à l'alternance de l'activité et du repos. On distingue alors des organismes qui ont un rythme circadien, qui obéissent à une périodicité de 24 h sans tenir compte de l'influence de la photopériode. On ne connaît pas d'espèces dans cette catégorie chez les Culicides. La majorité des espèces culicidiennes présente des rythmes nycthéméraux, leur activité est dans ce cas liée à l'alternance du jour et de la nuit.

B- Les rythmes saisonniers qui se caractérisent par une diapause. Ils correspondent à une détection des variations climatiques et une préparation des individus aux changements. Ceux-ci détectent des changements qui déterminent leur comportement. Ils disposent en quelque sorte d'horloge interne qui instaurent de véritables calendriers de repos et remise en activité.

III.2.2.1. Les rythmes journaliers d'activité

L'information relative à l'anthropophilie et les périodes d'activité ne concerne pas toutes les espèces. Selon les données recueillies en littérature (Tab. XVIII), nous retenons neuf périodes d'activité pour vingt-sept espèces seulement. Les Culicides sont connus généralement pour une activité nocturne, toutefois cette règle ne semble pas s'appliquer à toutes les espèces. Comme on peut constater après un classement des données, la période d'activité journalière semble différente :

- Les espèces à activité principalement diurne, elles peuvent être assaillantes en plein soleil, il s'agit d'*Ae. vittatus*, *Ae. vexans*, *An. claviger*. Les espèces dendrolimniques *Ae. echinus*, *Ae. geniculatus*, *An. pulcritarsis* et *Or. pulcipalpis* piquent à l'ombre, pendant toute la journée en sous-bois, et intensifient le plus souvent leur activité au début et à la fin de la journée. L'activité d'*An. plumbeus*, *Cx. modestus*, *Cs. fumipennis*, *An. hyrcanus*, *Cs. subochrea* semble se dérouler dans la journée puis s'arrêter au début de la nuit.
- les espèces à activité nocturne : quatre espèces ont leur activité maxima entre la chute du jour et le milieu de la nuit : *Cx. pipiens*, *Cx. perexiguus*, *An. sergentii sergentii* et *An. algeriensis*. *Cx. pipiens* est capable de piquer aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations. Pendant le jour, les femelles restent au repos dans les divers abris, le plus souvent dans les coins sombres des maisons.

- Les espèces à activité continue, dix espèces sont reconnues aptes à piquer aussi bien la nuit que le jour. *Ae. caspius*, *Ae. mariae* sont agressifs à l'ombre pendant le jour et la nuit avec des maxima au moment du levé et du couché du soleil. Nous ne pouvons oublier les piqûres voraces entre 9h et 2h de l'après-midi d'*Ae. caspius* des marais salés de la grande sebkha d'Oran. Selon SENEVET ET ANDARELLI (1959), *Ae. berlandi* se manifeste la nuit comme le jour dans les sous-bois.

En plus de l'intensité lumineuse, la température et le degré d'humidité interviennent et prennent de l'importance dans le rythme d'activité des Culicides. A températures atténuées et à des degrés d'humidité supérieures à 80°, le Culicide peut augmenter son rythme d'activité.

Tableau XVIII : Rythme journalier d'activité des imagos de vingt-sept espèces.

Nom de l'espèce	JOUR					NUIT			
	Aube	Matin	Après-midi	Crépuscule	Total	Début	Milieu	Fin	Totale
<i>Ae. echinus</i>					■				
<i>Ae. geniculatus</i>					■				
<i>Or. pulcripalpis</i>			■						
<i>Ae. pulcristarsis</i>	■		■						
<i>Ae. vexans</i>		■	■						
<i>Ae. vittatus</i>				■					
<i>An. claviger</i>			■		■				
<i>Cs. fumipennis</i>					■	■			
<i>An. plumbeus</i>				■		■			
<i>Cs. subochrea</i>				■		■			
<i>Cx. modestus</i>			■			■			
<i>An. hircanus</i>	■			■		■			
<i>Ae. berlandi</i>				■					■
<i>Cs. annulata</i>					■				■
<i>Ae. aegypti</i>		■			■				■
<i>Cx. theileri</i>			■						■
<i>Cq. buxtoni</i>				■		■			■
<i>Ae. mariae</i>	■			■		■			■
<i>Ae. caspius</i>		■		■		■			■
<i>An. labbranchiae</i>	■			■		■			■
<i>Cq. richardii</i>				■		■		■	■
<i>Ae. detritus</i>	■			■			■	■	■
<i>Cx. pipiens</i>						■	■		■
<i>An. algeriensis</i>						■			■
<i>An. dthali</i>									■
<i>Cx. perexiguus</i>									■
<i>An. sergentii sergentii</i>							■		■

III.2.2.2. Rythmes saisonniers

Il y a alternance activité / repos sur le rythme d'une année. Cette alternance dépend des paramètres du milieu eux-mêmes à caractère saisonnier. L'adaptation biologique au rythme saisonnier est fondée uniquement sur les variations climatiques directement ressenties par les populations. Ces variations ne correspondent pas à un changement graduel et régulier, mais plutôt à des alternances rapides, imprévisibles et instables.

Le rythme lumineux ou photopériode est au contraire extrêmement stable puisqu'il a pour origine des phénomènes astronomiques. Les variations de la lumière servent souvent de déclencheurs d'adaptations aux variations du climat. La diapause chez les Culicides est dirigée par la photopériode (SINEGRE 1975 COLUZZI et al. 1974). Il arrive d'observer pour une même espèce des adaptations régionales : la diapause ne se déclenche par la durée du jour plus longue à une latitude de 35°N car la diminution de durée du jour est rapportée à la longueur minimale des jours d'hiver qui est plus importante quand on se dirige vers le Nord.

Les Culicides peuvent se récolter pendant toute l'année, mais la plupart présentent un maximum d'abondance au printemps et en été (Fig. 31b). Pour obtenir une classification des données, nous avons retenu le coefficient de distance de Jaccard. Le dendrogramme (Fig. 31a) est édité à partir de la matrice des données par méthode ascendante (méthode standard de Ward).

La période d'activité maximale diffère selon les espèces, on note un décalage dans les périodes d'activité principalement des espèces proches écologiquement. Pour les espèces coexistantes dans les mêmes gîtes, une débute son activité plus tardivement que l'autre (RIOUX et ARNOLD 1955).

En tenant compte des correspondances qui ont contribué significativement à la construction de l'axe 1, on retient principalement les points *Ae. aegypti*, *An. antennatus*, *Cx. impudicus*, *Cx. modestus*, *Ae. geniculatus* de coordonnées négatives, leur activité est maximale en été et en automne. *An. turkhidi*, *Cs. longiareolata*, *An. cinereus*, *Ae. mariae*, de coordonnées positives sur cet axe, déclenchent leur activité à la fin de l'hiver et la cesse plus précocement en automne. Les premiers débute leur activité plus tardivement.

An. labranchiae, *Cx. hortensis*, *An. plumbeus*, *Ae. detritus*, *Ae. caspius* pullulent dès le printemps et ce jusqu'en automne. *Cx. pipiens* présente une activité maximale au printemps, début de l'été et jusqu'en automne. Les coordonnées d'*An. claviger*, *Cs. annulata*, *Cs. litorea*, contribuent à la formation de l'axe 2. Ces points s'isolent sur le côté négatif de l'axe 2 et se caractérisent par des périodes de pullulation en automne et en hiver. Ces espèces des régions holarctiques trouvent leur conditions optimales de développement au cours des saisons les plus fraîches.

Le décalage dans le temps de l'activité maximale des différentes espèces peut expliquer la cohabitation de certaines espèces dans les mêmes lieux de repos et le partage des ressources alimentaires.

Tableau XIX : Dynamique saisonnière

Nom de l'espèce	Période d'activité											
	AHPE	AHP	HPE	PEA	PE	EA	AH	PA	P	E	A	H
<i>Ae. aegypti</i>	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. caspius</i>	5	1	0	4	2	2	1	0	8	10	1	7
<i>Ae. detritus</i>	3	1	0	0	0	0	1	0	7	3	1	4
<i>Ae. geniculatus</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ae. mariaae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0
<i>Ae. pulcritarsis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	0
<i>Ae. vexans</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	3	4	0	4
<i>An. algeriensis</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	6	6	0	3
<i>Cs. annulata</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	5
<i>An. cinereus</i>	0	0	0	2	0	1	0	0	25	17	2	0
<i>An. claviger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	4
<i>An. dthali</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	1
<i>An. labranchiae</i>	2	0	0	0	3	0	0	0	20	14	0	0
<i>An. marteri</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	6	5	1	1
<i>An. multicolor</i>	1	1	0	2	0	2	0	0	16	11	4	2
<i>An. pharoensis</i>	1	0	0	1	0	1	0	0	2	8	2	0
<i>An. plumbeus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
<i>An. rufipes broussessi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0
<i>An. sergentii sergentii</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	22	27	10	7
<i>An. superpictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	3	2
<i>An. turkhidi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
<i>An. ziemanni</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	2	0
<i>Cs. fumipennis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Cs. litorea</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	6
<i>Cs. longiareolata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	17	16	4	4
<i>Cs. subochrea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1
<i>Cx. antennatus</i>	0	0	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Cx. arbieeni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0
<i>Cx. deserticola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	3	2	2
<i>Cx. hortensis</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1	5	0	1
<i>Cx. impudicus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Cx. laticinctus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	6	10	3	0
<i>Cx. mimeticus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	6	1	0	0
<i>Cx. modestus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Cx. perexiguus</i>	0	0	0	1	0	3	0	0	8	4	2	0
<i>Cx. pipiens</i>	1	0	0	2	0	6	0	0	13	6	2	0
<i>Cx. pusillus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	3	2	2	0
<i>Cx. sinaiticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	2
<i>Cx. theileri</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	11	5	0	2
<i>Or. pulcripalpis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1
<i>Ur. unguiculata</i>	0	0	0	2	0	0	0	1	3	4	0	0

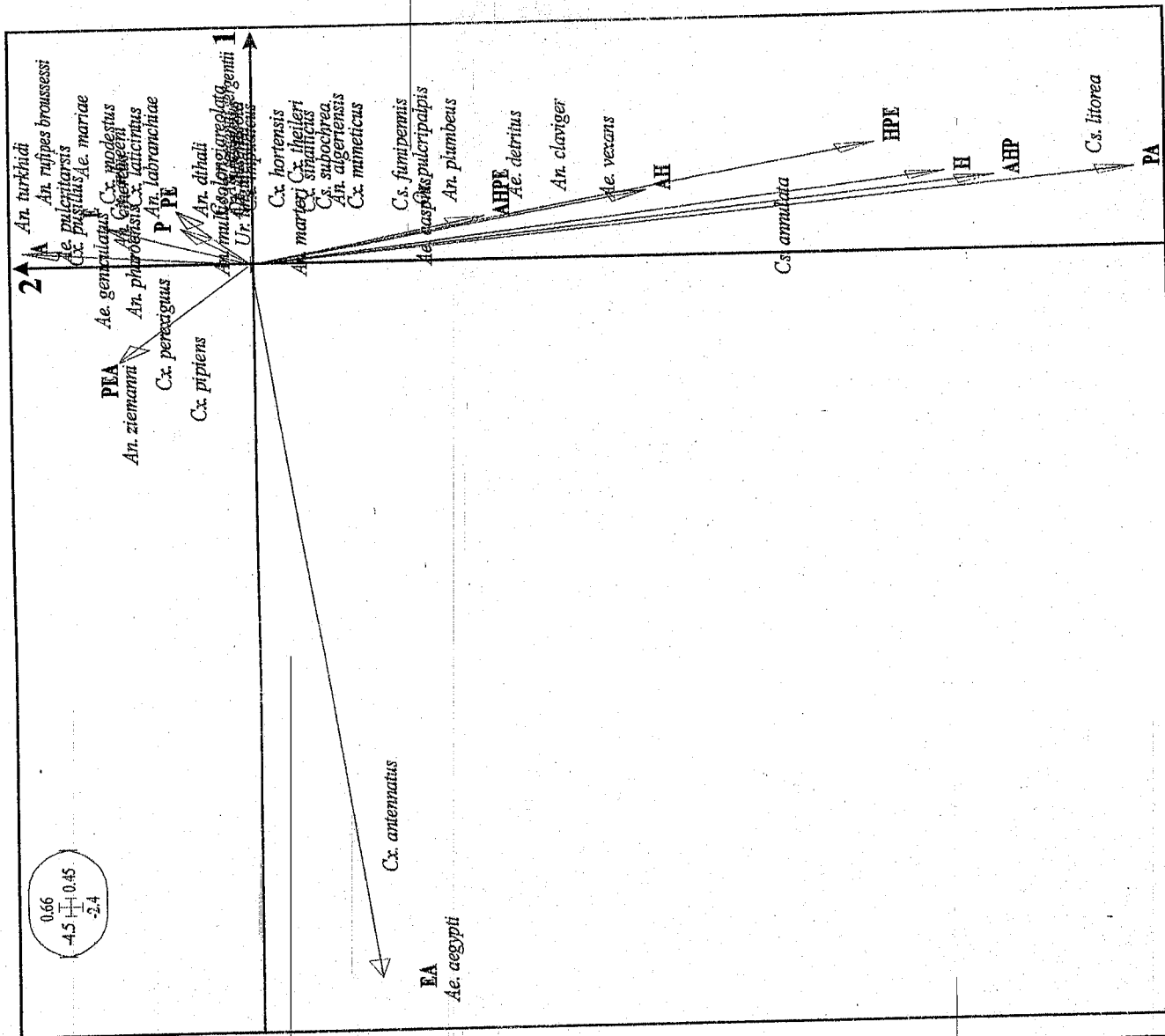


Figure 31b- Plan factorielle F1xF2 l'activité saisonnière des espèces

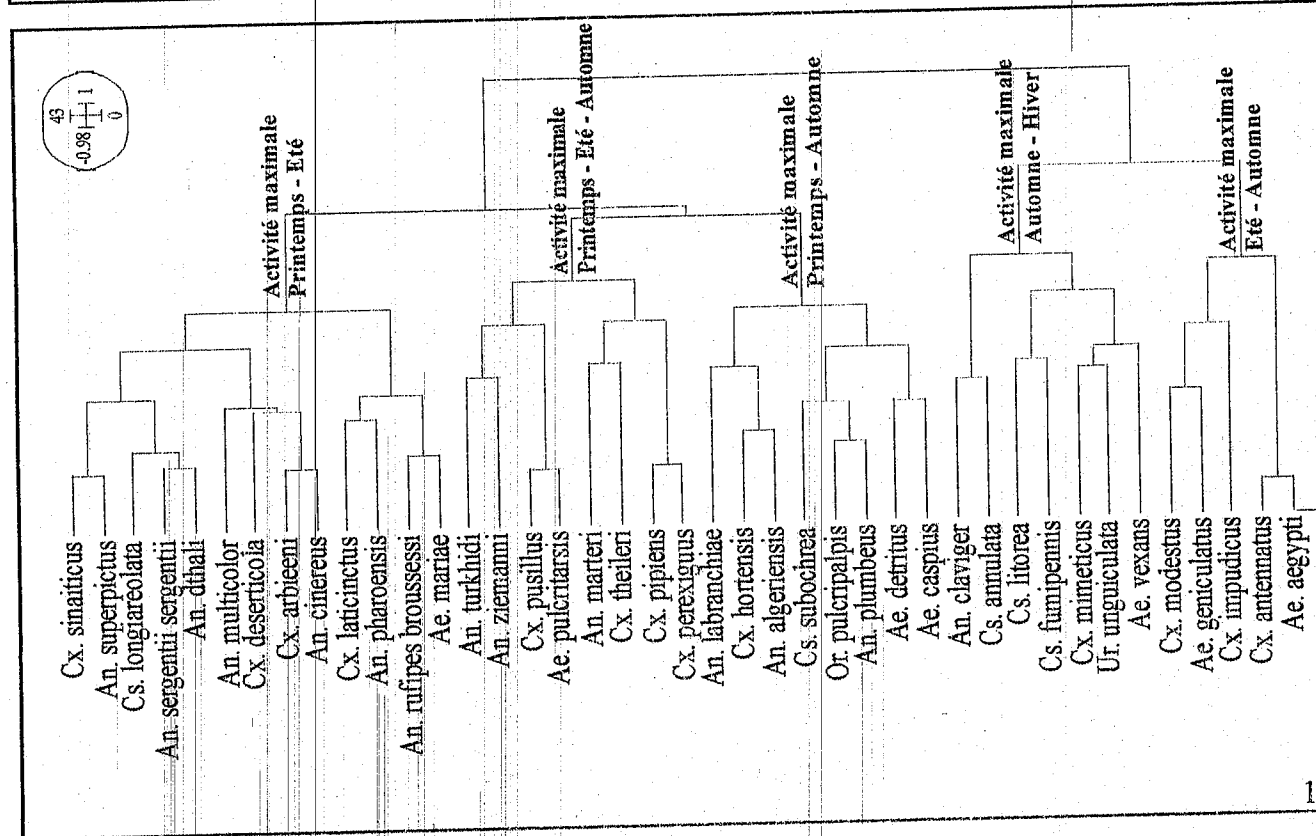


Figure 31a- Classification des espèces selon la période d'activité maximale

III.2.3. L'Hôte

Les femelles des Culicides sont bien connues pour leur piqure, le repas sanguin était supposé indispensable pour que le développement des œufs ait lieu, jusqu'à ce que ROUBAUD (1933) découvre le phénomène d'autogénèse chez *Culex pipiens*. Un grand nombre d'espèces présentent des formes autogènes : *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Aedes detritus*. Quarante-deux espèces réparties sur l'ensemble du globe, sont actuellement reconnues porteuses du caractère.

Pour les autogènes, un seul repas sanguin est parfois suffisant pour permettre l'évolution complète des ovocytes jusqu'à maturité, sauf au début de la vie imaginaire où le premier cycle gonotrophique peut exiger deux repas sanguin. D'autres espèces sont anautogènes.

Les hôtes sont divers, en plus de l'homme, ils peuvent être des animaux à sang chaud (mammifères) ou des animaux à sang froid (reptiles, oiseaux ou batraciens). Nous avons recensé treize hôtes pour 41 espèces sur les 66 espèces signalées en Afrique méditerranéenne. Le classement (Tab. XX) effectué permet de tirer les observations suivantes :

- Le tropisme net pour l'homme est établi pour la plupart des espèces culicidiennes, *An. labranchiae*, *An. algeriensis*, *Cs. annulata*, *Cx. hyrcanus*, *Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. mariae*, *Cx. modestus*, *Cq. buxtoni*, *Cq. richardii* et bien d'autres (Tab. XX) sont des espèces qui se gorgent préférentiellement sur l'homme. Bien que certaines d'entre elles présentent des préférences alimentaires beaucoup plus larges qui vont de l'homme aux bovins et ovins : cas de *Cs. annulata*, *Cs. subochrea*, *An. tenebrosus*, *Cx. theileri* ou encore des oiseaux sauvages ou domestiques, ce qui explique leur présence fréquente dans les poulaillers et les nids.
- *Cs. longiareolata* ne pique jamais l'homme, il se nourrit préférentiellement sur les oiseaux.
- De nombreux *Neoculex*, *Cx. impudicus*, *Cx. hortensis* sont vraisemblablement batracophiles et demeurent de ce fait dépourvus de tout pouvoir agressif vis à vis de l'homme et des animaux à sang chaud ; ces espèces ne se sont jamais montrées anthropophages que ce soit de jour ou de nuit.
- *Ur. unguiculata*, est inscrit dans la liste des espèces autogènes. Son hématophagie n'est pas encore confirmée. Ses hôtes potentiels sont des animaux à sang froid, des oiseaux, on soupçonne même les batraciens et les reptiles, mais ne pique jamais l'homme.

Ainsi, les espèces semblent présenter des pouvoirs d'hématophagie très différents. Nous pouvons qualifier certaines de sténophages, leur source d'alimentation est rétreinte se limitant à un ou deux hôtes. D'autres par contre sont euryphages, capables de s'alimenter sur plusieurs hôtes. *Cx. antennatus*, *Cx. modestus*, *Cx. pipiens*, *Cx. perexiguus* et *Ae. caspius* retrouvent leur besoin alimentaire dans plus de huit hôtes différents. Cinq à sept hôtes pour *An. multicolor*, *An. sergentii* *sergentii* et *Ae. detritus*. L'hôte principal d'*An. labranchiae* est essentiellement l'homme, toutefois des hôtes probablement occasionnels ont été signalés.

La qualité du repas joue un rôle assez important dans les phénomènes de vitellogénèse et du développement post-embryonnaire. Les animaux, à sang chaud, offrent des protéines et des triglycérides indispensables à la synthèse de la vitellogénine et aux hormones de mues et de croissance.

Tableau XX : Les principaux hôtes des Culicides

Nom de l'espèce	HÔTE												
	Homme	Bovin	Ovin	Caprin	Cheval	Âne	Dromadaire	Lapin	Chien	Oiseau sauvage	Oiseau domestique	Batracien	Reptile
<i>Ae. aegypti</i>	2												
<i>Ae. berlandi</i>	2												
<i>Ae. dorsalis</i>	2												
<i>Ae. geniculatus</i>	2												
<i>Ae. pulcritarsis</i>	3												
<i>Ae. quasirusticus</i>	1												
<i>Ae. vexans</i>	3												
<i>Ae. vittatus</i>	3												
<i>An. algeriensis</i>	9												
<i>An. cinereus</i>	1												
<i>An. claviger</i>	5												
<i>An. dthali</i>	1												
<i>An. plumbeus</i>	5												
<i>Cs. fumipennis</i>	1												
<i>Cx. latitinctus</i>	1												
<i>Cx. mimeticus</i>	1												
<i>Cx. poecilipes</i>	1												
<i>Or. pulcripalpis</i>	2								1				
<i>Ae. mariae</i>	4								1				
<i>An. tenebrosus</i>	1	1											
<i>An. gambiae</i>	4	1											
<i>Cs. annulata</i>	4	1	1										
<i>Cs. subochrea</i>	7	1	1										
<i>Cx. theileri</i>	7	1	1										
<i>An. hyrcanus</i>	2				1			1	1				
<i>Cq. richardii</i>	6	1			1		1			1			
<i>An. labranchiae</i>	8	2	3		3						1		
<i>An. pharoensis</i>	3	1	2		1	1			1				
<i>Ae. detritus</i>	11	1	1		1		1			2			
<i>An. sergentii sergentii</i>	9	4	4	3	2	2	1						
<i>An. multicolor</i>	7	1	3	1	2	1	1						
<i>Cx. antennatus</i>	8	4	5	4	4	5		2	2				
<i>Ae. caspius</i>	21	3	1	1	2	2	1	1		1			
<i>Cx. pipiens</i>	15	2	2	2	3	3	1	1	6	4			
<i>Cx. modestus</i>	8	1	1		2		2	2	2	2			1
<i>Cx. perexiguus</i>	8	2	3	1	2	2	1	3	4	1			
<i>Cx. hortensis</i>	2								1			5	
<i>Cs. longiareolata</i>									3	1		1	
<i>Cx. impudicus</i>												4	
<i>Ur. unguiculata</i>		1			1				1			1	1

III.2.4. Le stade de survie

La diapause ou phases d'arrêt physiologique peuvent se manifester à tous les stades de leur cycle : œuf, larves, nymphe et adulte. Le déterminisme des diapauses est complexe et varié. Généralement, il coïncide avec des périodes d'éclairement trop courtes, une baisse de température et (ou) un assèchement des gîtes larvaires. Le comportement de l'espèce est variable, l'analyse bibliographique permet de préciser le stade de survie pour vingt-quatre espèces seulement (Tab. XXI). Aucune espèce culicidienne n'a été retrouvée hibernant à l'état nymphal. Le tableau analysé comporte ainsi 25 lignes et trois colonnes. Les deux paramètres : femelles nullipares et pares sont regroupés pour éviter les correspondances pointues.

Les deux premiers facteurs de l'analyse extraient 79,4% (respectivement 49,58 % et 29,82%) de l'inertie totale. Le dendrogramme (Fig. 32) résultant de la CHA définit quatre groupes d'espèces :

- Les espèces qui passent la période défavorable sous forme d'œufs. Ce phénomène est bien connu chez la plupart des *Aedes*. Chez *Ae. berlandi*, *Ae. caspius*, *Ae. dorsalis*, *Ae. echinus*, c'est l'œuf qui entre en diapause et passe l'hiver. Le signal est donc donné aux œufs par le jour long. Les températures trop basses inhibent l'éclosion des œufs pondus trop tard l'automne, ils ne peuvent éclore qu'au printemps suivant dans des conditions favorables. Il y a arrêt d'embryogenèse. Les œufs résistent à la dessiccation. Par ailleurs, selon HARANT et al. (1955), les œufs peuvent subir avant leur éclosion, une période de sub-dessiccation relativement longue.
- Celles qui passent la période défavorable sous forme larvaire. Après un délai variable, la larve est capable de se transformer en nymphe et donner l'imago. Chez les larves, la température du milieu ambiant détermine la durée de chaque stade larvaire. Au cours de la mauvaise saison, *An. algeriensis*, *Cs. litorea*, *Cq. richardii*, *Cq. buxtoni* se retrouvent dans leur gîte de prédilection à l'état larvaire.
- Celles qui passent la période défavorable sous forme imaginaire. Elles s'engourdissent et cessent de bouger, elles ne s'endorment pas totalement et si on les dérange, elles changent de refuge. Les *Anopheles* sont bien connus pour hiberner à l'état adulte. Selon ROMAN (1971), chez tous les moustiques hibernant à l'état adulte, les mâles meurent au début de la mauvaise saison. Un état de semi-hibernation peut être observé chez certains *Anopheles* qui doivent à plusieurs reprises sucer du sang. En cas de diapause vraie, elles ne se nourrissent pas au cours de cette saison, elles utilisent des réserves adipeuses. *Culex pipiens*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus* et *Cx. adairi* sont également des hibernants à l'état d'adulte. *Ur. unguiculata* a des œufs dont la structure se rapproche de celle des *Culex*, interdit par conséquent la quiescence de longue durée. La saison défavorable doit donc être franchie par l'adulte.

Tableau XXI : Stade de survie de vingt-cinq espèces culicidiennes

Nom de l'espèce	Œuf	Larve	Adulte	Femelle nullipare
<i>Ae. berlandi</i>	1			
<i>Ae. caspius</i>	2			
<i>Ae. dorsalis</i>	1			
<i>Ae. echinus</i>	1			
<i>An. algeriensis</i>		1		
<i>Cq. buxtoni</i>		1		
<i>Cq. richardii</i>		2		
<i>Cs. litorea</i>		2		
<i>An. cinereus</i>			1	
<i>An. marteri</i>			1	
<i>Cx. adairi</i>			1	
<i>Cx. hortensis</i>			1	
<i>Cx. impudicus</i>			1	
<i>Cx. pipiens</i>			1	4
<i>Ae. geniculatus</i>		3		
<i>Or. pulcricarpis</i>		3		
<i>An. labranchiae</i>		1		
<i>Cs. fumipennis</i>		1		
<i>Cs. longiareolata</i>		2		
<i>An. claviger</i>		3		
<i>An. plumbeus</i>		4		
<i>Cx. modestus</i>			3	
<i>An. multicolor</i>			1	2
<i>Ae. pulcricarpis</i>	1	1	1	3
<i>Ae. detritus</i>	1	4	2	

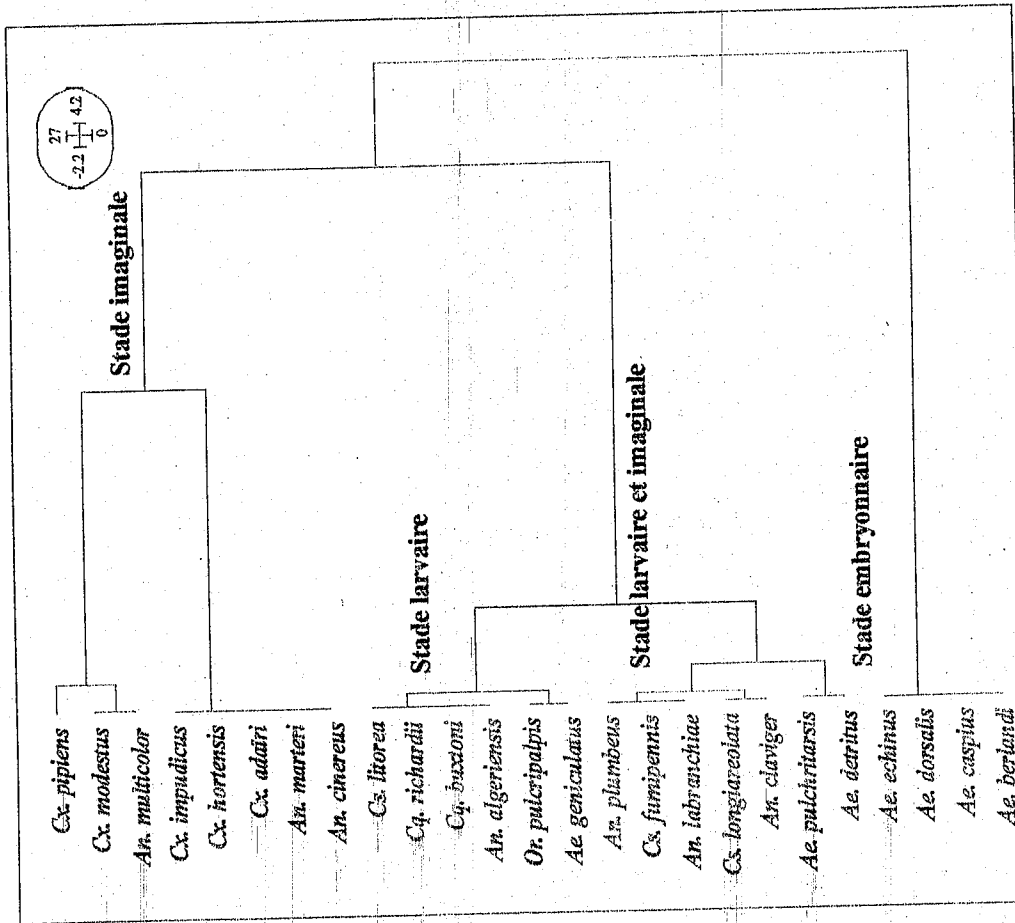


Figure 32- Dendrogramme de classification des espèces en fonction du stade de survie.

- Celles qui passent la période défavorable sous forme de différents stades. Des espèces peuvent se conserver à l'état de larve et d'œuf, selon les régions. Au cours de certaines années, avec des conditions thermiques favorables, le développement peut être continu et l'absence d'hibernation est possible (ELKAÏM 1972, RAGEAU et MOUCHET 1967). Les espèces dendrolimniques *Ae. geniculatus*, *Ae. pulcritarsis*, *Or. pulcritarsis* sont dotées d'un cycle évolutif accéléré, avec cependant des possibilités de diapause hivernale larvaire combinée à une diapause embryonnaire. *Cs. longiareolata*, *An. claviger*, *An. labranchiae*, *An. plumbeus* se rencontrent à l'état de larve ou d'adulte.
- *Ae. pulcritarsis* et *Ae. detritus* sont les deux espèces signalées par différents auteurs sous les trois formes. Ce comportement peut être expliqué par l'observation effectuée à différentes altitudes. Selon les conditions climatiques locales, une espèce peut adopter différentes stratégies de survie (HASSAINE et al 2000). Il est à noter que l'information relative à ce facteur est manquant pour un grand nombre d'espèces.

III.2.5. Le rôle pathogène

Les agents pathogènes se caractérisent notamment par une extrême spécialisation dans l'exploitation des ressources. Beaucoup d'espèces parasites, en effet, dépendent d'une seule espèce - hôte. La spécialisation n'implique pas seulement, lorsqu'elle est extrême, une dépendance totale du parasite vis à vis de son hôte. Elle signifie aussi que l'espèce parasite a développé des adaptations morphologiques, biochimiques, physiologiques, éthologiques et démographiques qui interviennent de manière essentielle dans la dynamique et l'évolution de la relation parasite - hôte.

L'agent pathogène ne peut s'installer que si l'hôte présente un état physiologique dégradé. Ainsi, les épidémies peuvent éclater dans les localités offrant des conditions écologiques optimales.

L'impact des agents pathogènes dépend de leur nombre, et la charge parasitaire peut affecter la croissance, la fécondité mais aussi la longévité des hôtes directement ou indirectement (vulnérabilité accrue à d'autres parasites, à des maladies, aux prédateurs, aux rigueurs du climat...). L'implantation, la gravité et la permanence des maladies à transmission vectorielle restent conditionnées par les facteurs climatiques et la disponibilité des gîtes larvaires.

Les Culicides sont des vecteurs d'agents pathogènes les plus divers, il s'agit de microparasites (virus, bactéries, protozoaires). Certains de ces parasites ont une faible probabilité de colonisation et de prolifération et une haute probabilité d'extinction, ils exploitent leur hôte sans le rendre malade. D'autres ont des actions plus marquées et causent des maladies et des infections pouvant entraîner la mort de leur hôte. Il est évident que la responsabilité de certains Culicides dans la transmission d'agents pathogènes réside dans leur contact avec leur hôte.

La figure (Fig. 33) illustre cette relation vecteur – agent pathogène. On connaît quatorze agents pathogènes potentiellement transmissibles. La maladie la plus redoutable qui présente actuellement un risque majeur pour plus de deux milliards d'habitants et provoquent chaque année entre 700 000 et 2,5 millions de décès, est le paludisme. Les agents pathogènes sont des parasites sporozoaires diphasiques, ce sont les *Plasmodiums* représentés par quatre espèces. 90 % des décès sont dus à *Plasmodium falciparum*. Il y a plus de 400 *Anopheles* dans le monde mais moins de 50 espèces sont des vecteurs de paludisme. Chacune présente ses caractéristiques géographiques et écologiques propres qui déterminent localement l'épidémiologie de la maladie. L'Afrique méditerranéenne et plus particulièrement le sud connaissent des cas chaque année ; ne sachant pas trop s'il s'agit d'un paludisme autochtone ou d'importation. La transmission en Afrique du Nord est liée à la présence d'*Anopheles* compétents qui sont représentés par *An. labranchiae* et *An. sergentii sergentii* dans les oasis du Sahara (MOUCHET1999). Deux autres espèces semblent jouer un rôle épidémiologique mineur : *An. cinereus* et *An. multicolor*.

Les africains ont la faculté de développer une prémunition, dans un continent surinfecté. Cette prémunition n'exclut pas la présence de parasites chez des sujets qui deviennent alors d'excellent réservoir asymptomatique de parasites. On estime en Afrique tropicale que sur 450 millions d'habitants, il y a 300 millions de porteurs de parasites, la plupart asymptomatiques.

On peut également isoler d'un lot de Culicides deux virus, le virus West Nile et le virus Tahyna. Le premier est pathogène pour l'homme, le cheval et autres animaux mais le second est apathogène et transmis par *Ae. caspius*.

Aedes aegypti est bien connu comme vecteur de la fièvre jaune, principalement dans la partie Est de notre zone d'étude (Egypte). Extrêmement rare dans la partie Ouest, son rôle épidémiologique reste improbable (GAUD et al 1956). Mentionnons encore *Wuchereria bancrofti* qui a pour principal vecteur *Cx. pipiens*. Les filarioses canines (*Dirofilaria immitis* et *D. repens*) présentes dans les régions méditerranéennes sont transmises par de nombreux Culicidae. *Ae. detritus* serait un excellent vecteur de *D. immitis* et vraisemblablement *An. plumbeus*, *Cx. pipiens* et *Culex theileri* le transmettent aussi. *D. repens* serait plutôt transmis par *Ae. aegypti*. L'espèce *An. labranchiae* est bien connue pour son rôle propagateur de myxomatose qui a décimé les lapins domestiques et de garenne (RAGEAU et MOUCHET 1967).

De nombreuses espèces, même si elles ne sont pas pathogènes, restent très gênantes par leurs piqûres douloureuses, soit diurnes soit nocturnes. De plus en plus fréquentes dans les zones urbanisées, elles sont également présentes dans les zones littorales balnéaires. Elles nuisent gravement au tourisme et font fuir les estivants. Leur incidence économique est telle qu'il est temps de créer des services spécialisés en démoustication, pour mieux valoriser les potentialités touristiques de nos régions.

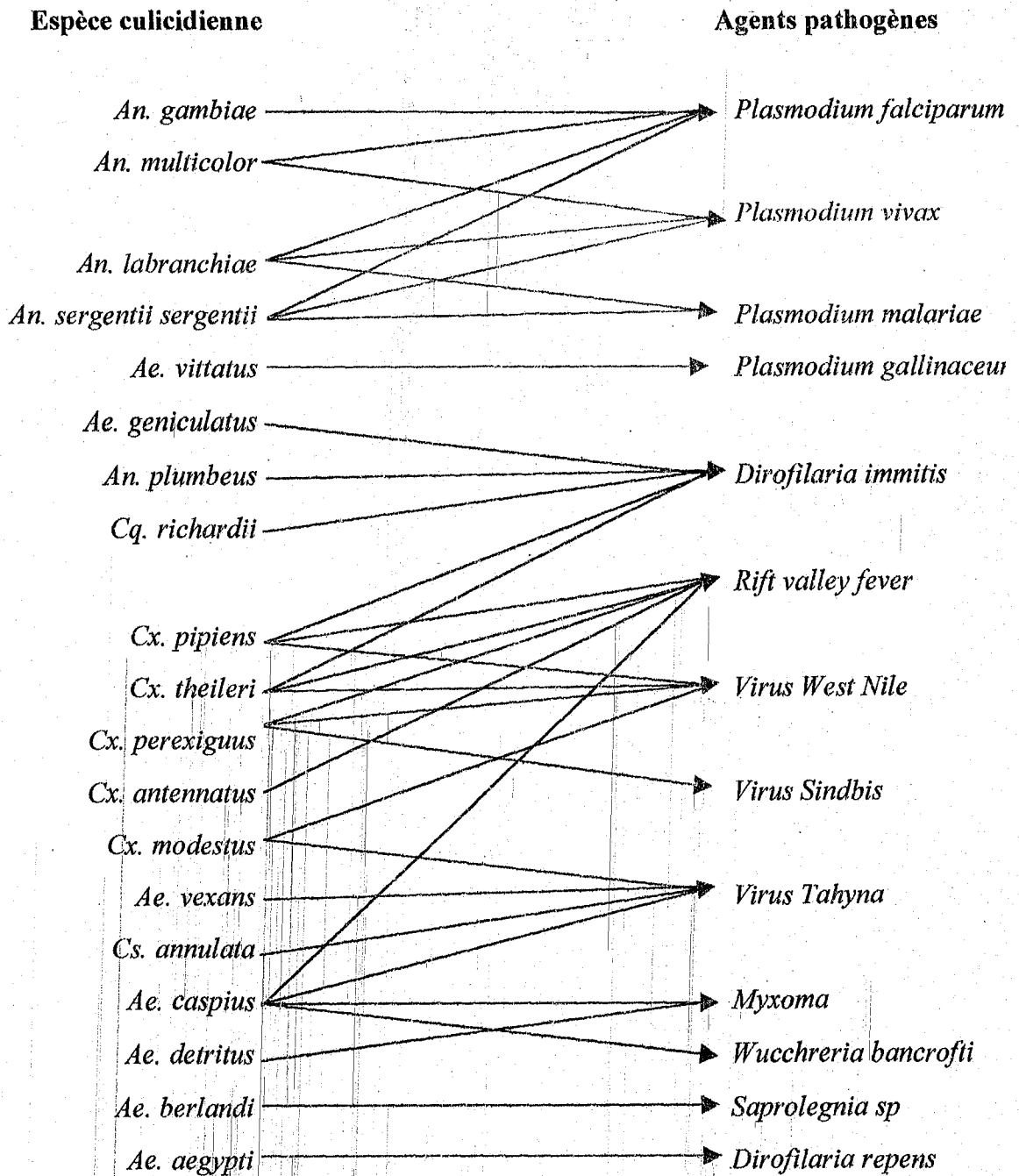


Figure 33 - Les principaux agents pathogènes et leurs vecteurs

CONCLUSION

Ce travail a porté sur le groupe d'insectes qui revêt la plus grande importance sur le plan économique et sanitaire. Il nous a permis de réaliser une synthèse d'informations sur un grand nombre de travaux originaux. En dépit de ces nombreux travaux, la biologie de nombreuses espèces culicidiennes reste encore très peu connue en Afrique du Nord. L'étude réalisée nous a permis donc, d'établir en premier lieu un bilan des connaissances et de mettre en évidence le reste à réaliser sur les caractéristiques écologiques et éthologiques de plusieurs espèces.

Loin d'être terminé, cette première partie de l'étude ne constitue qu'une exploitation des données bibliographiques des Culicides de cette région. Nous y avons éprouvé des difficultés à réunir des informations relatives à plusieurs espèces. En conséquence, ce travail doit être complété par des travaux de terrain qui devraient permettre de vérifier *in situ* un grand nombre de données et de résoudre quelques problèmes relatifs à la morphotaxonomie et à l'écologie de certaines espèces.

La liste et la répartition des espèces sont les premiers résultats de cette synthèse écologique. La présence de soixante-six espèces est alors confirmée. Toutefois, des réserves ont été faites sur certaines espèces qui ont été décrites sous le nom d'*Ae. punctor*, *Ae. flavescens*, *Aedes pullatus*, *Cs. morsitans*, *Culex quinquefasciatus*, *Cx. territans* et *Anopheles stephensi* et dont la présence en Afrique du Nord reste peu probable.

Les informations, acquises au cours de ce travail, devraient servir à organiser des prospections méthodiques sur le terrain. Elles nous permettraient par ailleurs de détecter les gîtes et d'y prévoir l'existence d'espèces y compris celles non signalées par la littérature. Des études ponctuelles, plus précises de certains biotopes devraient permettre de compléter des données biologiques sur un grand nombre d'espèces très mal connues dans cette région. Nous pouvons citer à ce titre *Ae. coluzzi*, *An. petragnanii*, les espèces dendrolimniques des régions boisées, et bien d'autres.

Les études sur l'écologie et le comportement des Culicides ont longtemps été négligées, au cours de ces dernières décennies et plus particulièrement en Algérie. Il serait intéressant dans ce contexte de relancer les recherches dans cette voie à la lumière des informations fournies par la génétique (RIOUX et al. 1998). Des études basées sur des données récoltées d'une façon systématique, et appuyées par les enseignements tirés de cette étude préliminaire sont envisagées dans un proche avenir. Dans ce cas, seuls des protocoles standards, mis en œuvre de façon régulière, contribueront plus efficacement à l'établissement d'une typologie fonctionnelle fiable de la faune culicidienne de l'Afrique méditerranéenne.

Chapitre IV

RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIES A LA DISTRIBUTION

DES LIEUX DE PONTE DE DEUX ESPECES HALOPHILES

Aedes caspius ET *Aedes detritus*

2^{ème} Partie : Rôle du milieu physique dans la dynamique de quatre populations de Culicides de l'Ouest algérien.

CHAPITRE IV : RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIES A LA DISTRIBUTION DES LIEUX DE

PONTE DE DEUX ESPECES HALOPHILES *Ae. caspius* ET *Ae. detritus*.

IV.1. Introduction

Pour tous les insectes, le déroulement du cycle biologique dépend du lieu où la ponte se produit et plus particulièrement pour *Aedes* chez lesquels s'observe une quiescence de l'œuf fort longue. La ponte représente pour les populations d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus* une étape cruciale qui assure leur pérennité. L'étude de la distribution des œufs d'*Aedes* présente, à l'inverse de tous les autres stades, de réels avantages, ils sont toujours présents dans le sol, ce qui rend possible un inventaire écologique à des fins pratiques et théoriques.

En Algérie, la topographie synclinale et le climat à saisons contrastées ont favorisé l'installation de cuvettes fermées littorales et continentales. Ces dépressions à submersion temporaire, de taille variable sont caractérisées par des sols humides et salés portant une végétation d'halophytes hautement spécialisée.

Les deux Culicidae *Ae. caspius* et *Ae. detritus* se développent préférentiellement dans ces milieux salés à submersion irrégulière. La ponte de ces deux espèces a lieu sur des espaces humides bien localisés (SERGENT et SERGENT 1903, RIOUX 1958, SENEVET et ANDARELLI 1954, 1963, 1964, SINEGRE 1974, GABINAUD 1975, METGE et HASSAINE 1998).

Cette partie de la thèse fait suite à des recherches réalisées précédemment (HASSAINE 1991, METGE et HASSAINE 1998). Les résultats obtenus font l'objet d'une nouvelle analyse, dans un but d'établir directement et d'une façon plus précise, les relations étroites qui existent entre des facteurs écologiques majeurs et les sites de ponte le long d'un transect effectué dans un marais littoral de l'Ouest algérien. Les facteurs clés retenus sont le taux de recouvrement végétal, le taux de matière organique et la salinité et dont la relation directe avec la présence des œufs d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus* a déjà été démontrée (METGE et HASSAINE 1998). Associée à deux autres facteurs à savoir le degré de minéralisation et la conductivité, l'action ionique de ces deux derniers pourrait avoir une influence sur le phénomène d'éclosion des œufs.

La connaissance de ces conditions et du tactisme de ponte chez les femelles peut apporter à la lutte contre ces facteurs de nuisance des zones balnéaires, des appuis solides qui peuvent rendre la lutte encore moins onéreuse et plus efficace.

La connaissance précise des sites de ponte impose d'effectuer un zonage écologique à partir des groupements végétaux indicateurs de la variabilité d'effectifs des œufs. Sur la base de nombreux travaux (RIOUX 1958, RIOUX et al 1967, SIMMONEAU 1968, COUSSERANS et al 1969, GABINAUD 1969, 1975, 1987, METGE 1977, BABINOT 1982, METGE et HASSAINE 1998) qui utilisent la végétation comme indicateur des habitats larvaires, nous avons effectué notre zonage. La représentation cartographique est établie sur une base physionomique associée à une analyse phytosociologique (abondance - dominance des espèces).

IV.2. Méthodes d'études

IV.2.1. Situation géographique de la zone d'étude

Pour mettre en évidence les facteurs associés à la distribution spatio-temporelle des œufs, nous avons retenu le marais salé de l'embouchure de la Tafna, principal cours d'eau des Monts de Tlemcen, situé dans la région de Rechgoun. Cet écosystème halomorphe constitue un milieu sélectif que l'on retrouve surtout en Afrique du Nord, là où prédominent les conditions climatiques arides et semi-arides, caractérisées par des pertes par évaporation excédant les apports en eau. Il s'intègre dans les dépressions salées littorales de l'Oranie.

Cette dépression littorale est caractérisée par un relief plat, légèrement incliné du sud vers le nord. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par les bourrelets alluviaux de la basse Tafna et elle trouve ses limites Sud et Ouest dans la plaine de la Tafna, située au pied des monts de Tlemcen. Cette station est comprise entre les coordonnées géographiques 35° 18' et 35°30' Latitude Nord et à 1°27' et 1°28' longitude Ouest.

IV.2.2. Etude du milieu physique

1. Hydrologie de surface

Cette étude porte sur l'origine de la mise en eau (naturelle et artificielle) et la durée de submersion. Elle est définie à l'aide d'observation *in situ*.

2. Analyse des facteurs édaphiques

Suivant un transect linéaire traversant l'ensemble des ceintures de végétation, nous avons procédé à un échantillonnage systématique linéaire. Le long de transect, les prélèvements de sols sont effectués tous les cinq mètres, à l'intérieur d'une surface de 1 m² et sur les quinze premiers

centimètres où sont généralement enfouis les œufs. Chaque échantillon a fait l'objet des analyses édaphiques suivantes :

1. Analyse granulométrique

La méthode utilisée est celle préconisée par DEMOLON et reprise par CASAGRANDE. Elle est basée sur la vitesse de sédimentation d'après la loi de Stokes. On détermine la texture du sol par l'obtention du pourcentage de chacune des fractions argileuse, limoneuse et sableuse.

2. Dosage du carbone

Pour évaluer quantitativement le taux de carbone, nous avons retenu la méthode de TJURIN dont le principe consiste à définir la quantité de bichromate de potassium ($K_2 Cr_2 O_7$) qui oxyde le carbone de la matière organique présente dans le sol. Le titrage direct de l'excédent de bichromate de potassium est réalisé par une solution de Mohr ($Fe (NH_4)_2 (SO_4)_2$). Elle est exprimée en grammes par kilogrammes de terre sèche.

3. Dosage de l'azote total

L'analyse est effectuée selon la méthode Kjeldahl. L'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal sous l'action de l'acide sulfurique concentré qui, porté à ébullition, se comporte comme un oxydant. Les substances organiques ainsi décomposées, libèrent le carbone sous la forme gazeuse, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote d'ammonium. Ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammonium. Pour accroître l'action oxydante de l'acide sulfurique, on élève sa température d'ébullition en ajoutant du K_2SO_4 et du HgO qui joue un rôle de catalyseur. Après oxydation totale de la matière organique, la solution contenant le sulfate d'ammonium est récupérée, on procède au dosage de l'azote ammoniacal par distillation, après l'avoir déplacé de sa combinaison par une solution de soude en excès.

4. Mesure de la salinité et de la conductivité du sol

La salinité ainsi que la conductivité sont mesurées directement grâce à un appareil type WTW multiline P4. Le dosage porte sur une solution dont le rapport sol/eau est de 1/5. La salinité est exprimée en gramme par kilogrammes de terre sèche et la conductivité en $milliSiemens.cm^{-1}$.

IV.2.3. Etude des composantes biotiques

1/ La végétation

La végétation est analysée à partir des relevés effectués sur des surfaces identiques par la définition de l'aire minimale sur laquelle on évalue l'abondance des différentes espèces végétales présentes. Selon la méthode de BRAUN-BLANQUET et al (1952), les relevés sont effectués tous les cinq mètres, dans des surfaces de $2m^2$, le long d'un transect traversant les différentes ceintures de végétation définies phytosociologiquement. Dans le but d'établir un inventaire floristique et de mieux

comprendre la répartition spatiale des espèces végétales, les coefficients d'abondance - dominance et sociabilité sont accompagnés du taux de recouvrement exprimé en pourcentage.

2/ Etude des effectifs des œufs

a) Morphotaxonomie des œufs

La distinction des œufs des deux espèces est basée sur l'examen de la morphologie générale de l'œuf et des réticulations apparentes sur l'exochorion (Fig. 34). Sous microscope optique, la différenciation entre les œufs des deux *Aedes* est rendue possible à l'aide de clés de détermination établies par GABINAUD et al (1975).

Les œufs d'*Ae. caspius* présentent une forme allongée subconique (Fig. 34a) de 0.596 mm de long sur 0.2mm de large (moyennes établies sur 100 œufs), les réticulations (Fig. 34b) de forme polygonales de cinq à six côtés se présentent :

- Sur la face ventrale, sous forme régulière et allongée, parallèles à l'axe longitudinal de l'œuf.
- Sur la face dorsale, de forme très allongée, ils sont perpendiculaires à l'axe longitudinal.
- Sur les faces latérales, sous forme sub-losangique.

Les œufs d'*Ae. detritus* se différencient des précédents par leur forme sub-losangiques dans la partie médiane, leur longueur moyenne plus importante (0.602 / 0.19 mm), les réticulations (Fig.34c) sont les suivantes :

- triangulaires ou quadrangulaires sur la face ventrale;
- Sub-losangiques sur la face dorsale;
- Piriformes sur les faces latérales.

b) Méthodes de prélèvement des œufs

Les effectifs des œufs ont été suivis mensuellement de 1996 à 1997. La technique (SERVICE 1958 b) consiste à dénombrer les œufs présents dans un volume de terre de 1 dm² de surface et de 3 cm d'épaisseur (METGE et HASSAINE 1998), recueilli à l'aide d'un carré métallique. En effet, le plus fort pourcentage d'œufs viables se localise sur les trois premiers centimètres du sol, le degré d'enfouissement est lié aux caractéristiques physiques des substrats (texture, structure). L'étude de la distribution des œufs par rapport aux touffes de végétation, nous a également orienté sur les points de prélèvements. Les halophytes se présentent sous forme de touffes et de coussinets de tailles variables. La densité d'œufs à l'intérieur des touffes, là où la litière est la plus importante, est nettement supérieure à celle des secteurs périphériques. Ces derniers ne sont pas significatifs.

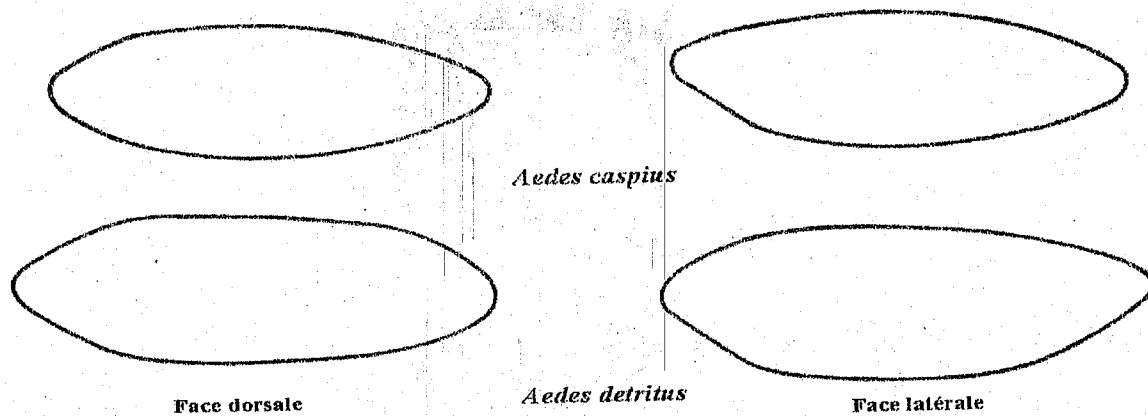


Figure 34a- Allure générale des œufs d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus*.

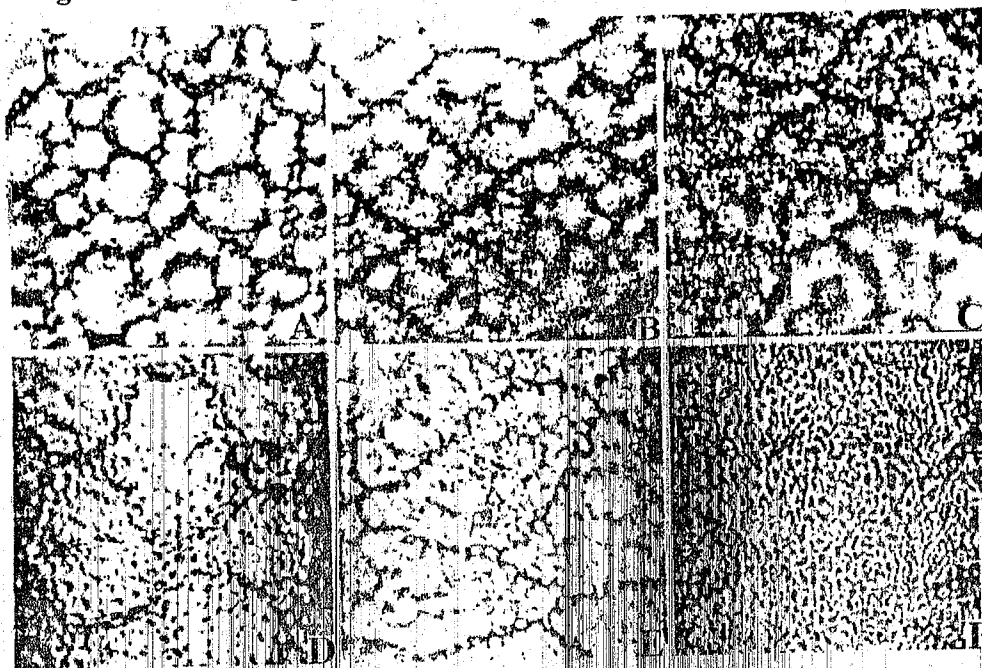


Figure 34b- Ornementation chorionique des œufs d'*Ae. caspius*

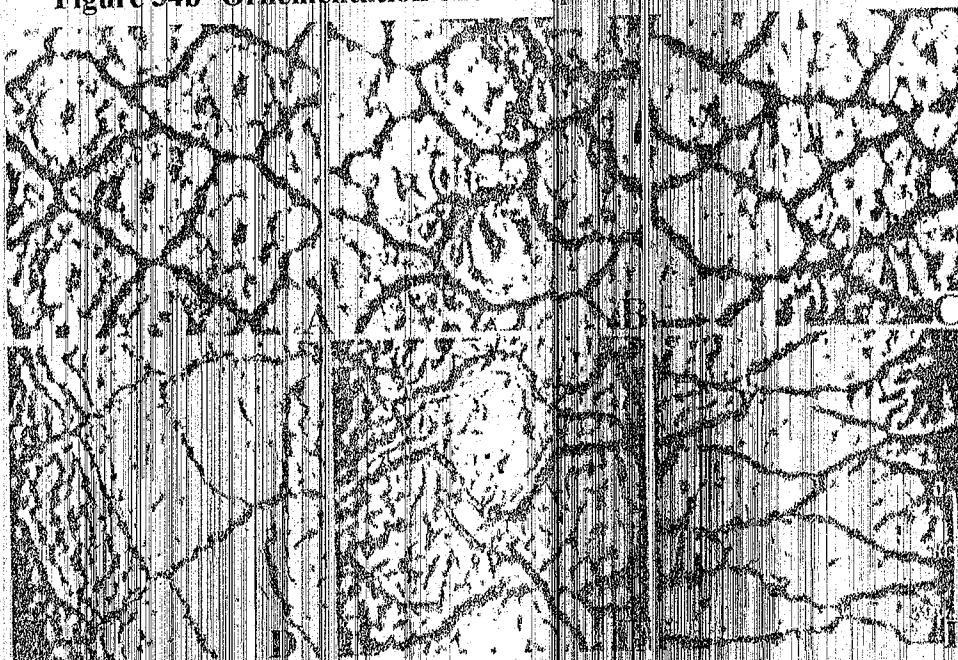


Figure 34c- Ornementation chorionique des œufs d'*Ae. detritus*.
(A & D : face ventrale B & E : face latérale C & F : face dorsale, vues en contraste de phase)

Le recouvrement et la matière organique piégée offrent un milieu propice à la conservation des œufs, ce microclimat favorable permet le maintien de l'humidité et s'oppose à l'insolation directe desséchante. Ces conditions semblent convenir le mieux au choix du lieu de ponte opéré par l'imago femelle (METGE et HASSAINE 1998).

IV.3. Résultats et discussion

IV.3.1. L'hydrologie de surface

Les conditions climatiques locales déterminent des milieux hydromorphes qui occupent une position intermédiaire entre les milieux terrestres et les milieux d'eau peu profonde et que l'on désigne sous le terme d'annexes pluviales qui correspondent au sens de LEVEQUE (1996) à une zone d'inondation et constitue un milieu favorable à l'infiltration des eaux de surface et à la recharge de la nappe phréatique.

Ainsi, dans sa plaine alluviale, l'oued Tafna (Fig. 35) s'accompagne d'une zone d'inondation dont la surface est restreinte, atteignant 26 ha. Pour cette zone soumise à des inondations fréquentes, deux unités de mise en eau différentes sont individualisées.

➤ **Unité de mise en eau naturelle**, soumise exclusivement aux eaux météoriques, la durée de submersion et la hauteur d'eau résultent de la combinaison du modelé et de la texture des sols. En fonction de la durée de stagnation des eaux à la surface, trois secteurs sont définis :

- les secteurs submersibles semi-permanents, situés aux points les plus bas, la submersion est d'environ six mois, l'humidité des sols persiste jusqu'à huit mois ; ils sont alimentés en grande partie par les eaux des crues des ravins du micro-bassin versant mais également par une masse d'eau considérable résultant du débordement de l'estuaire ;
- les secteurs temporaires à submersion intermittente, elle dure entre trois et quatre mois, ils se localisent au niveau des zones soumises aux battements de la nappe phréatique peu profonde (-0 à -60 cm) ; les eaux proviennent des ravins en plus des apports en eaux souterraines ;
- les milieux éphémères se mettent en eau suite à d'importantes averses sur les parties les plus hautes du site, la submersion brève est de huit à dix jours.

La durée de submersion de cette unité est sous l'entière dépendance des conditions climatiques régionales. Lors des crues, les eaux s'étaient transversalement dans la zone d'inondation, en noyant temporairement les secteurs les plus bas et mettant ainsi en liaison l'oued Tafna et la zone d'inondation, ces mouvements développent des échanges de substances nutritives et de matières organiques. Quand le niveau baisse, ces secteurs s'isolent de l'estuaire de la Tafna, l'alternance, basses eaux et hautes eaux, provoque alors une transition entre milieu aquatique et milieu terrestre.

Cette caractéristique hydrologique rend ces secteurs propices au développement d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus*.

Le fonctionnement hydrologique, du système de cette zone d'inondation et principalement dans les secteurs les plus bas, est lié à celui de l'estuaire de la Tafna. Il fonctionne par des pulsations dont le rythme est réglé par les oscillations du régime hydrologique de l'estuaire et dont l'impact dépend de l'amplitude, la durée, la fréquence et la régularité des crues. Son bilan hydrologique est donc fonction des conditions climatiques et édaphiques d'une part et du régime hydrologique de la basse Tafna d'autre part. Aussi dans la partie moyenne et supérieure, le bilan est régi uniquement par le couple précipitations – évaporation. Il caractérise essentiellement les secteurs temporaires et éphémères.

➤ Unité de mise en eau artificielle

Les terrains avoisinants très fertiles sont utilisés pour les cultures maraîchères (Tomates, betteraves...). L'eau d'irrigation est prélevée directement de l'oued Tafna. Les eaux provenant des fuites des canaux d'irrigation traversant la zone dépressionnaire, compensent durant les périodes sèches le déficit hydrique naturel. L'écoulement, relativement constant, contribue à submerger d'une façon semi-permanente une grande partie du secteur ouest de la station d'étude.

IV.3.2. Définition des groupements végétaux et de leurs caractéristiques édaphiques.

La végétation dans notre cas joue le rôle d'indicateur biotique et physique, compte tenu de ses relations avec l'hydromorphie et la salinité mais également ses liens avec la distribution des stocks d'œufs chez les *Aedes* (BABINOT 1982, METGE et HASSAINE 1998).

Dans sa totalité, le marais de Rechgoun est couvert d'une végétation qui se distingue aisément, représentée par des halophytes et des hydrophytes, des espèces vivaces le plus souvent, capables de tolérer des teneurs en sel élevées et un engorgement temporaire du profil, ce qui n'exclut guère la présence d'espèces annuelles mais très peu nombreuses. Il correspond à une prairie de salicornes et de soudes, associés à des peuplements de *Juncus acutus*, *Typha angustifolia* et *Tamarix gallica*, avec des plages de sol nu dans la limite Nord du marais, caractérisées par l'apparition d'efflorescence salines en surface.

L'incidence des conditions extrêmes qui règnent dans ce milieu se traduit par le petit nombre d'espèces présentes (Tab. XXII), ainsi que par une distribution très rigoureuse des individus dans l'espace (Fig. 35).

Tableau XXII : Relevés phytosociologiques effectués en avril 1996

Numéro du relevé	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R30		
	Hauteur de la végétation		30	50	30	30	45	30	40	30	40	25	30	35	30	20	30	30	35	30	35	25	20	20	20	50	45	30	55	70	50	45	
Taux de recouvrement		100	100	100	80	75	50	100	100	100	70	100	100	75	50	25	100	100	90	80	75	50	45	25	100	80	25	50	50	40	50		
<i>Salicornia radicans</i>	5.5	4.4	5.5	2.3	1.2	2.2																											
<i>Artrocnesum glaucum</i>	2.3	2.1	1.1																														
<i>Lepturus incurvatus</i>	+																																
<i>Salicornia arabica</i>			2.2	1.2	4.3	3.3	5.5	2.3																									
<i>Atriplex hamilis</i>							2.1	1.1				+																					
<i>Linonibum vulgare</i>							+	+																									
<i>Atropis distans</i>							+	+																									
<i>Salsola tetrandra</i>							4.4	4.4	3.2	1.1																							
<i>Salsola soda</i>							2.3	1.1	1.1	1.1																							
<i>Bromus rubens</i>							+	+	1.1																								
<i>Daucus aureus</i>							+	+	+																								
<i>Aeluropus litoralis</i>							+	+	1.1																								
<i>Suaeda fruticosa</i>							5.5	4.4	4.4	3.2	3.3	2.1	2.2																				
<i>Spergularia marginata</i>							+	1.1	1.1	1.1	2.3	2.2	+																				
<i>Spergularia salina</i>											1.1	+																					
<i>Hordeum maritimum</i>											+																						
<i>Sphenopus divaricatus</i>																																	
<i>Inula crithmoides</i>																																	
<i>Polygouon maritimum</i>																																	
<i>Polygouon monspeltensis</i>																																	
<i>Juncus maritimus</i>																																	
<i>Typha angustifolia</i>																																	
<i>Maieria aurea</i>																																	
<i>Salsola sieberi</i>																																	

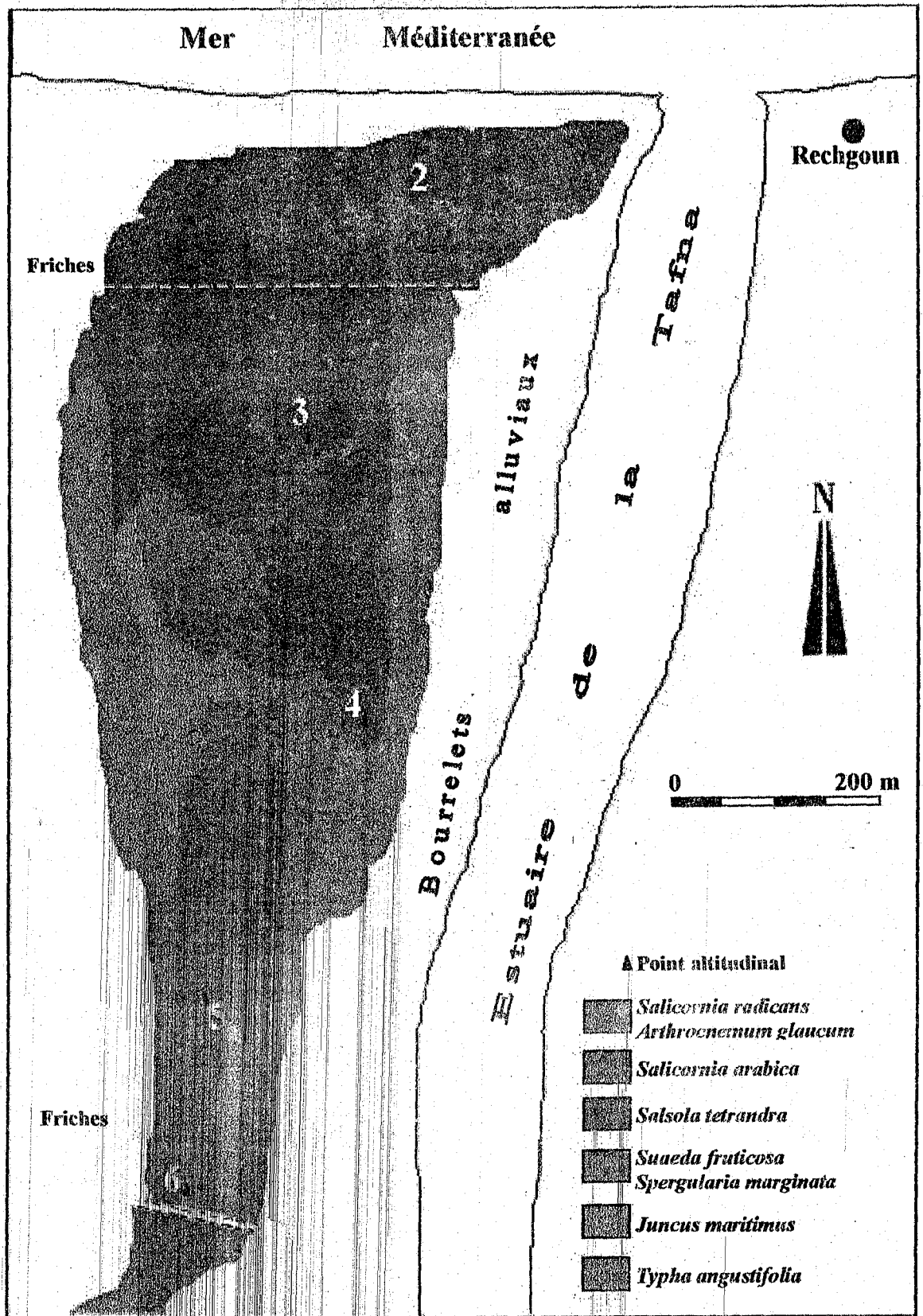


Figure 35- Cartographie des groupements végétaux du marais salé de la région de Rechgoun.

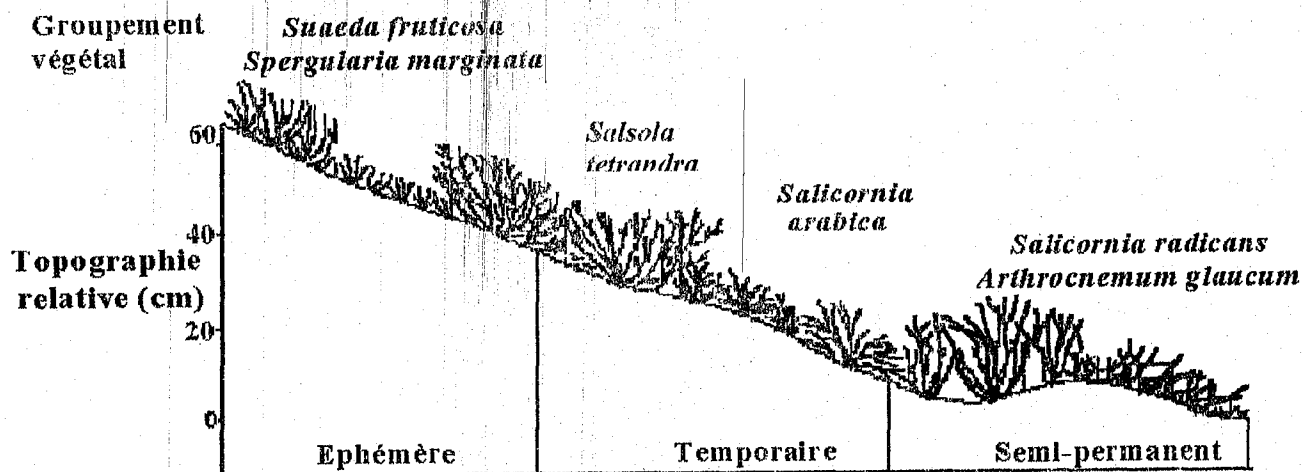


Figure 36- Succession spatiale des groupements végétaux de l'unité de mise en eau naturelle.

Six groupements végétaux sont identifiés à partir de l'espèce différentielle la plus représentative. Ils sont répartis du nord vers le sud selon un gradient décroissant d'hydromorphie et de salinité depuis *Salicornia radicans* jusqu'à *Suaeda fruticosa* passant successivement par *Salicornia arabica* et *Salsola tetrandra* (Fig. 36). L'extension des groupements à *Typha angustifolia* et à *Juncus maritimus* marquent des conditions plus particulières, liées aux submersions plus durables dues à une action anthropique, le taux de sel reste relativement élevé.

➤ **Le groupement à *Salicornia radicans* et *Arthrocnemum glaucum***

Ce groupement est constitué essentiellement par *Salicornia radicans*, une chénopodiacée vivace qui s'installe dans les points les plus bas. Elle est associée à *Arthrocnemum glaucum* dans sa forme érigée lorsqu'elle est localisée à proximité de l'estuaire et de la mer et à *Salicornia arabica* alors qu'elle est située plus au retrait au contact du sable dunaire.

Arthrocnemum glaucum n'est pas très fréquent dans ce marais littoral, contrairement à ce que nous avons noté dans la grande Sebkhah d'Oran où il occupe des surfaces bien plus vastes (METGE et HASSAINE 1998). Ce groupement se localise dans les secteurs les plus submersibles, là où on enregistre les plus fortes valeurs de salinité, à cause des remontées capillaires.

Sur le plan floristique, ce groupement réunit les espèces caractéristiques du groupement à taux de recouvrement très élevés de 100%. La matière organique s'accumule préférentiellement dans les secteurs les plus bas et les plus humides, à forte production végétale.

➤ **Le groupement à *Salicornia arabica***

Salicornia arabica est connu depuis longtemps en Afrique du Nord, où il constitue une vicariante très précise de *Salicornia fruticosa*. Cette espèce prend de l'ampleur sur une faible superficie relativement surélevée par rapport au groupement à *Salicornia radicans*, occupant ainsi une position intermédiaire entre les milieux les plus submersibles et les secteurs les plus secs, sur

sol argilo-limoneux, d'une hauteur moyenne de 50 cm et d'un taux de recouvrement de 50%. La litière est très importante et les teneurs en sel sont très élevées. Le cortège floristique de ce groupement est bien réduit mais présente des espèces caractéristiques, dont l'importance n'est pas négligeable et deux annuelles *Polypogon monspelliensis* et *limonium vulgare*, très faiblement présentes.

➤ **Le groupement à *Salsola tetrandra***

Selon AIME (1991), *Salsola tetrandra* occupe généralement les bordures des Chotts des hautes plaines ainsi que les parties sèches des zones d'épandage des oueds. *Salsola tetrandra* est le principal constituant de ce groupement, il est associé à *Salsola soda* moins fréquent, dont la présence met en évidence des transformations plus profondes dans le fonctionnement de l'écosystème car c'est une halophyte annuelle nitrophile (CORRE 1979). *Salicornia arabica*, *Atriplex halimus* et *Hordeum maritimum* semblent accidentelles, à la limite de leurs aires d'extension. ce groupement, au recouvrement moyennement faible, occupe une surface limitée en périphérie ouest, au contact des terres défrichées, là où la texture du sol est limoneuse à limono-sableuse et où la percolation des eaux de pluies durant les périodes pluvieuses est importante, en outre ce sol se caractérise par une salinité moyenne et une quantité d'azote relativement plus élevée.

➤ **le groupement *Suaeda fruticosa* - *Spergularia marginata***

Suaeda fruticosa est qualifié par QUEZEL et SIMONNEAU (1960) de Salsolacée sous-frutescente la plus abondante dans l'Oranie. C'est un groupement des milieux émergés qui occupe les parties les plus hautes et sur plus de 50% de la zone dépressionnaire, avec un taux de recouvrement de 80 à 90%. La salinité du sol et de la nappe phréatique constituent des facteurs limitants pour son développement. Une humidité limitée du profil semble convenir à l'extension de cette espèce au profit d'autres espèces telles *Arthrocnemum glaucum* et *Salicornia fruticosa* (METGE 1977). *Spergularia marginata* est une Salsolacée annuelle présente dans le littoral oranais (QUEZEL et SIMONNEAU 1960). Parmi les autres espèces constituant le cortège floristique de ce groupement figurent des halophytes *Spergularia salina*, *Sphenopus divaricatus* et des sub-halophytes *Hordeum maritimum* et *Polypogon maritimum*.

➤ **Le groupement à *Typha angustifolia***

Ce groupement couvre une grande superficie du marais, il gagne la partie moyennement élevée de l'ouest. Le recouvrement est en moyenne de 60%. L'installation de ces espèces faiblement halotolérantes dues à des phénomènes de submersions par les eaux d'irrigation de l'oued. Des fuites dans un canal d'irrigation sont à l'origine d'une submersion semi-permanente permettant ainsi une humidité prolongée. Toute accumulation de sel dans l'horizon superficiel traduit une modification

de la circulation des eaux et par conséquent l'élimination de la typhaie. L'horizon superficiel sablo-limoneux est peu salé, avec un maximum de 2.23g/kg de terre sèche. Le faible recouvrement et la hauteur de la végétation (55 cm) dénote une certaine déficience. Cette espèce ne semble pas en effet trouver les conditions optimales pour son développement. En plus de *Typha angustifolia* largement dominante, ce groupement se caractérise par la présence par ordre de fréquence de *Juncus maritimus*, *Inula crithmoïdes*, *Aeluropus littoralis*, *Atropis distans* qui marquent un substrat humide pendant une bonne partie de l'année. *Matricaria aurea*, *Dacus aureus*, *Salsola sieberi* et *Spergularia marginata* sont plus faiblement représentés et marquent plutôt le caractère halophile de ce groupement.

➤ Le groupement *Juncus maritimus*

La présence de ce groupement est indicatrice d'une nappe phréatique peu profonde (BABINOT 1982). Les espèces sont caractéristiques des milieux humides pouvant atteindre la saturation, mais adaptées aux submersions temporaires (BENDA'ANOUN 1982). Son extension est fortement favorisée par un substrat longtemps gorgé d'eau, situé dans des secteurs plus élevés à texture équilibrée et soumis à une mise en eau artificielle. Les taux de chlorures sont nettement plus faibles, comprises entre 10 à 20 g/kg de terre sèche. Ce groupement, très faiblement diversifié, se singularise par l'abondance de *Juncus maritimus* et dont la dominance physiologique autorise de retenir son nom pour le désigner. Seuls *Inula crithmoïdes*, *Polypogon monspelliensis* et *Spergularia marginata* sont témoins d'une salinité antérieure.

IV.3.3. Distribution horizontale des pontes

Des prélèvements mensuels ont été effectués au cours de la période allant de Septembre 1996 à juin 1997, dans les différents groupements. Deux aspects de la distribution des pontes sont abordés :

- La délimitation des aires de pontes dans le temps et l'espace à l'échelle du groupement végétal retenu comme indicateur,
- La distribution des pontes dans l'espace à une micro-échelle, en utilisant l'espèce végétale comme intégrateur des facteurs fondamentaux suivants : le recouvrement végétal, la salinité, la conductivité, la matière organique, l'azote et plus exactement le rapport C/N qui exprime le degré de minéralisation de la matière organique.

IV.3.3.1. Délimitation spatio-temporelle des aires de pontes

L'examen des tableaux XXIII a et b montre qu'*Ae. caspius* et *Ae. detritus* pondent de préférence dans les groupements à *Salicornia radicans* et à *Salicornia arabica*. D'une manière générale *Ae. caspius* se localise préférentiellement dans les groupements végétaux les plus bas et où l'humidité

Tableau XXIII a : Variations temporelle des densités des œufs d'*Ae. caspius* dans les différents groupements végétaux

Groupement végétaux	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Total	Fréquence
G1 <i>Salicornia radicans</i>	145	344	544	623	1671	1332	5452	1467	4432	2694	16010	1,00
<i>Arthrocnemum glaucum</i>												
G2 <i>Salicornia arabica</i>	150	162	150	197	268	275	207	199	252	624	1860	1,00
G3 <i>Salsola tetrandra</i>	92	22	353	0	0	0	88	17	173	0	745	0,60
G4 <i>Suaeda fruticosa</i>	0	0	0	0	0	46	0	0	23	0	69	0,20
<i>Spergularia marginata</i>												
G5 <i>Juncus maritimus</i>	203	52	146	90	0	63	0	0	0	0	554	0,50
G6 <i>Typha angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00

Tableau XXIII b : Variations temporelle des densités des œufs d'*Ae. detritus* dans les différents groupements végétaux

Groupement végétaux	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Total	Fréquence
G1 <i>Salicornia radicans</i>	263	237	867	823	1073	518	356	361	1250	2694	5748	1,00
<i>Arthrocnemum glaucum</i>												
G2 <i>Salicornia arabica</i>	755	855	745	633	1088	1549	446	2599	763	622	10055	1,00
G3 <i>Salsola tetrandra</i>	64	55	617	0	0	0	70	52	102	63	1023	0,70
G4 <i>Suaeda fruticosa</i>	0	0	271	0	92	146	77	0	0	0	586	0,40
<i>Spergularia marginata</i>												
G5 <i>Juncus maritimus</i>	0	25	146	0	0	0	72	123	135	178	679	0,60
G6 <i>Typha angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00

est la plus fréquente. Dans l'ensemble de la station, les conditions d'hydromorphie et de salinité semblent convenir beaucoup plus à *Ae. detritus* qu'à *Ae. caspius*. La dominance de groupements végétaux plus xériques et plus salés où les taux de salinité enregistrés sont compris entre 17,32 et 41,28 g/kg de terre sèche favorisent la ponte d'*Ae. detritus*. Les taux de salinité plus faibles, compris entre 6,5 et 7,68g/kg de terre sèche permettent plutôt la ponte des œufs d'*Ae. caspius*.

Les variations du plan d'eau superficiel et le choix des lieux de ponte par les femelles sont responsables de la dynamique des effectifs dans le temps. Aux basses eaux, situation la plus fréquente sous le climat à tendance semi-aride, la frange la plus humide est définie par les groupements à *Salicornia radicans* et *Salicornia arabica* où l'on enregistre les plus fortes quantités d'œufs pour les deux espèces, avec une nette dominance d' *Ae. caspius* pour le groupement le plus bas et d'*Ae. detritus* pour les groupements plus élevés.

Ainsi, en période d'assèchement, les parties les plus basses restent humides, les femelles des deux espèces pondent sur les aires occupées par *Salicornia radicans* mais les effectifs d'*Ae. caspius* sont nettement plus élevés.

En période des hautes eaux, les groupements végétaux à *Salicornia arabica*, *Salsola tetrandra*, *Spergularia marginata* et *Suaeda fruticosa* sont les aires les plus favorables aux pontes d'*Ae. detritus*. Ces surfaces enregistrent une forte salinité liée aux remontées capillaires.

D'une manière générale, ces deux espèces pondent sur la frange d'humectation en se référant au niveau de l'eau ; *Ae. detritus* a un tactisme de ponte plus prononcé pour les groupements végétaux topographiquement plus hauts et plus salés.

Le groupement à *Juncus maritimus* par ces conditions d'humidité et de salinité particulières est favorable aux pontes d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus* avec un décalage dans le temps. Les pontes d'*Ae. caspius* enregistrées sont plus élevées, en période des hautes eaux, alors que ce sont les pontes d'*Ae. detritus* qui sont nettement plus importantes en période des basses eaux.

Dans le groupement à *Typha angustifolia* aucune ponte n'a été enregistrée. Les conditions d'humidité et le taux de recouvrement de la végétation sont vraisemblablement à l'origine de cette stérilité.

Ces résultats corroborent parfaitement ceux obtenus dans les groupements halophiles de la grande Sebkhia d'Oran (METGE et HASSAINE 1998), toutefois par ces caractéristiques édaphiques, le marais salé de l'embouchure de la Tafna semble offrir des conditions de salinité et d'humidité nettement plus favorables aux pontes d'*Ae. detritus*.

Cette échelle d'observation ne rend pas compte de la micro-hétérogénéité spatiale, souvent responsable de la présence conjointe des deux espèces au sein du même groupement végétal.

IV.3.3.2. Distribution des œufs à une micro-échelle

Vingt-six prélèvements permettent d'établir clairement les relations entre les facteurs écologiques et la présence des œufs (Tab. XXIV). Pour mieux mettre en évidence ces relations, le facteur taux de recouvrement de la végétation est pris isolément et les facteurs édaphiques sont regroupés dans une même matrice. Une analyse en composante principale (THIOULOUSE & CUESSEL 1997) de cette matrice est alors réalisée pour définir les facteurs les plus déterminants.

A/ Le taux de recouvrement végétal

Le recouvrement végétal revêt une importance capitale dans le choix des lieux de ponte, pour les deux *Aedes* (Fig. 37). Lorsque le recouvrement de l'espèce végétale est supérieur à 50%, 100% des prélèvements sont positifs. Les plus forts effectifs d'œufs d'*Ae. caspius* s'observe lorsque le taux de recouvrement est compris entre 75 et 100%. Ces résultats confirment largement les observations faites précédemment (METGE & HASSAINE 1998). Sur l'ensemble des observations dont le recouvrement est inférieur à 50 %, les prélèvements généralement sont stériles en œufs.

Ae. detritus semble plus tolérant vis à vis des faibles recouvrements, bien qu'on enregistre les plus forts effectifs dans des situations où le recouvrement varie de 100 à 50% (Fig. 37).

Dans les secteurs les plus bas, le taux de recouvrement est toujours supérieur à 70%, la probabilité de ponte est très élevée. Par ailleurs, le groupement à *Typha angustifolia*, bien qu'il présente un taux d'humidité favorable, ne remplit pas les conditions nécessaires sur le plan floristique. Le recouvrement élevé apparaît donc comme facteur fondamental favorable aux pontes des deux espèces.

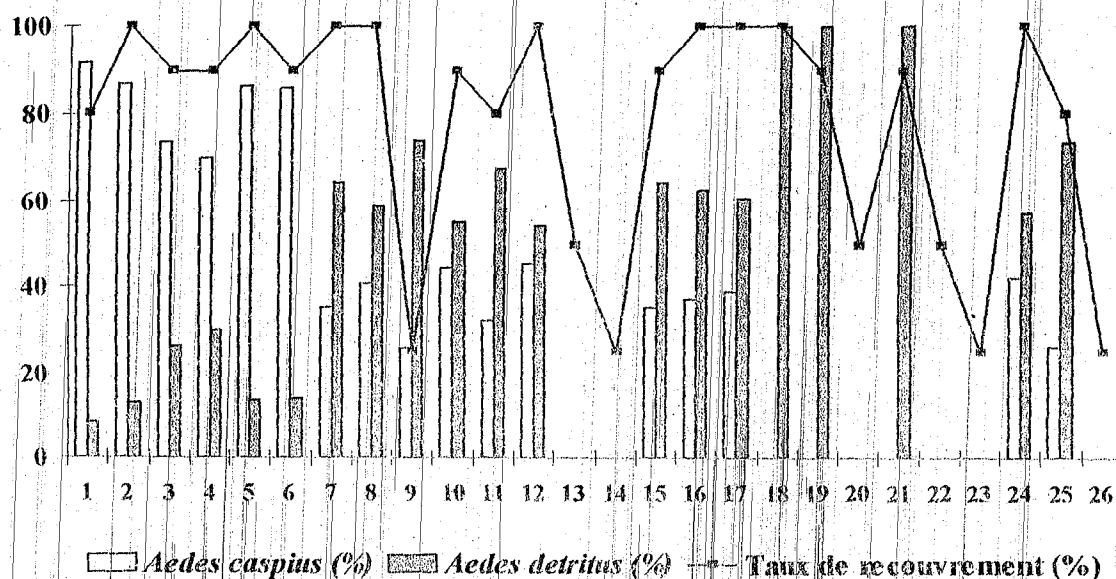


Figure 37- Relation entre le taux de recouvrement végétal et le nombre d'œufs d'*Aedes*

Tableau XXIV : Influence des facteurs physicochimiques sur la densité des œufs.

Groupement végétal	Espèce végétale	Taux de recouvrement (%)	Argiles limoneuses Sables Texture Conductivité Salinité Carbone Azote C/N				Œufs viables								
			(%)	(%)	g/kg	g/kg	g/kg	g/kg	Aedes caspius	Aedes detritus	Nombre total	%			
<i>Salicornia radicans</i>	<i>A. glaucum</i>	70	33,46	42,14	24,4	la	2,7	52,6	20	0,61	33	356	32	588	8,39
	<i>S. radicans</i>	100	33,46	44,14	22,4	la	2,56	49,7	17,5	0,62	28	797	117	914	19,78
	<i>S. radicans</i>	90	33,67	53,54	12,79	laf	0,3	5,8	15,1	0,31	49	255	91	346	7,49
	<i>S. radicans</i>	90	31,27	55,04	13,69	laf	0,39	5,8	15,7	0,38	41	172	74	246	5,33
	<i>S. radicans</i>	100	32,07	54,23	13,7	Laf	1,95	37,7	12,8	0,07	18	663	102	765	16,56
<i>Salicornia fruticosa</i>	<i>A. glaucum</i>	90	33,67	53,54	12,79	laf	0,32	6,5	15,5	0,35	44	552	87	639	13,84
	<i>S. fruticosa</i>	100	32,65	25,04	42,31	Las	0,28	5,2	18,4	0,6	37	122	220	342	7,40
	<i>S. fruticosa</i>	100	32,65	24,03	43,32	las	0,31	6,9	15,9	0,51	31	58	83	141	3,06
	<i>S. fruticosa</i>	25	17,84	33,36	48,8	las	0,52	10,1	16,9	0,54	30	10	29	39	0,84
	<i>S. fruticosa</i>	90	11,07	70,9	18,03	lf	1,25	24,55	12,5	0,41	30	77	95	172	3,72
<i>Salsola tetrandra</i>	<i>S. fruticosa</i>	80	7,7	73,2	19,1	lf	1,28	24,54	17,2	0,55	31	38	79	117	2,53
	<i>S. fruticosa</i>	100	9,07	72,9	18,03	lf	1,19	23,18	17,8	0,56	32	49	58	107	2,31
	<i>S. tetrandra</i>	50	9,81	32,36	57,83	ls	0,28	5,31	18,4	0,62	28	0	0	0	0
	<i>S. tetrandra</i>	25	19,01	8,59	72,4	ls	0,33	6,4	12,9	0,18	72	0	0	0	0
	<i>S. tetrandra</i>	90	9,81	32,36	57,83	ls	0,35	6,8	19,9	0,59	34	15	27	42	0,91
<i>Suaeda fruticosa</i>	<i>S. tetrandra</i>	100	10,61	30,55	58,84	ls	7,82	15,23	16	0,21	76	36	60	96	2,08
	<i>S. tetrandra</i>	100	7,41	32,15	60,44	ls	7,84	15,83	15,8	0,27	59	11	17	29	0,63
	<i>Su. fruticosa</i>	100	8,94	7,56	83,5	sl	0,66	1,32	13,6	0,39	35	0	34	34	0,74
	<i>Su. fruticosa</i>	90	9,21	2,64	88,15	sl	0,9	1,74	12,8	0,52	25	0	69	69	1,49
	<i>S. marginata</i>	50	8,21	2,65	89,14	sl	1,6	2,33	15,2	0,71	21	0	0	0	0
<i>Spergularia marginata</i>	<i>Su. fruticosa</i>	90	11,32	7,53	81,15	sl	1	1,95	12,9	0,52	25	0	41	41	0,88
	<i>S. marginata</i>	50	8,94	7,56	83,5	sl	2,83	5,51	13,1	0,54	24	0	0	0	0
	<i>J. maritimus</i>	25	11,77	30,88	57,35	ls	0,55	1,07	16,1	0,31	52	0	0	0	0
	<i>J. maritimus</i>	100	7,94	33,4	58,66	ls	0,63	1,22	16,8	0,52	32	25	34	59	1,28
	<i>J. maritimus</i>	80	7,41	34,19	58,4	ls	0,6	1,67	16,6	0,52	32	9	25	34	0,74
<i>J. maritimus</i>	25	11,77	30,88	57,35	ls	2,3	4,48	11,5	0,42	27	0	0	0	0	

B/ La salinité et le rapport C/N

En Afrique du Nord, la séparation temporo-spatiale des sites de pontes des deux *Aedes* ne semble pas liée à des conditions saisonnières et climatiques, comme en Méditerranée septentrionale, mais à un phénomène de comportement.

Des travaux antérieurs (HASSAINE 1991, MEIGE & HASSAINE 1998) ont montré que sur les sols où on enregistre un rapport salinité/matière organique inférieure à 1, se localisent préférentiellement les densités d'œufs d'*Ae. caspius* les plus élevées. Sur les sols où la salinité est la plus importante et la matière organique faible (le rapport supérieur à 1), on enregistre la prédominance des effectifs d'*Ae. detritus*.

L'interprétation a permis alors d'affirmer que les œufs d'*Ae. caspius* sont déposés sur des sites où la matière organique présente les teneurs les plus élevées et une salinité faible, 96% des œufs sont pondus sur des substrats dont la teneur en matière organique est supérieure à 9g/kg de terre sèche. Les œufs d'*Ae. detritus* se localisent sur des sols dont le taux de matière organique est peu élevé, de l'ordre de 4g/kg et les teneurs sont les plus élevées, comprises entre 8 et 42,2g/kg de terre sèche.

Le choix des femelles pour ces sites de ponte peut être à l'origine d'une probable action ionique de ces deux composés, indispensable alors à l'éclosion des œufs. Pour mettre en évidence cette hypothèse, nous avons retenu la salinité (NaCl) et le rapport Carbone organique / azote.

Le rapport C/N ou degré de minéralisation indique la proportion du carbone organique par rapport à l'azote mais également la proportion de l'azote organique par rapport à l'azote minéral. Si ce rapport est élevé, l'azote se trouve alors sous forme organique donc pas très disponible à l'état minéral, l'activité biologique est alors très réduite à cause d'un nombre limité de décomposeurs et conséquence des conditions spécifiques de salinité et d'humidité.

L'examen de la figure 38 traduit la variation de deux facteurs selon un gradient d'humidité et de texture à travers les différents groupements végétaux précédemment définis. Le rapport C/N varie avec la texture du sol, il est d'autant plus élevé que la texture est plus fine. Ce rapport est supérieur à 25 sur plus de 92% des échantillons. La vitesse de décomposition est très lente dans ce type de sol, l'humidité relativement importante et les teneurs en sel élevées jouent un rôle défavorable à l'égard des organismes de la décomposition. Seul le groupement à *Suaeda fruticosa* présentant une texture moins fine (sablo-limoneuse), se caractérise par un rapport C/N inférieur ou égale à 25.

L'accumulation des sels dans la couche superficielle du sol est toujours plus forte que le lessivage en raison de sa texture fine à très fine qui rend le lessivage difficile. Les plus fortes teneurs sont enregistrées dans les secteurs les plus bas puis elles diminuent progressivement en allant vers les points les plus hauts (Fig. 38).

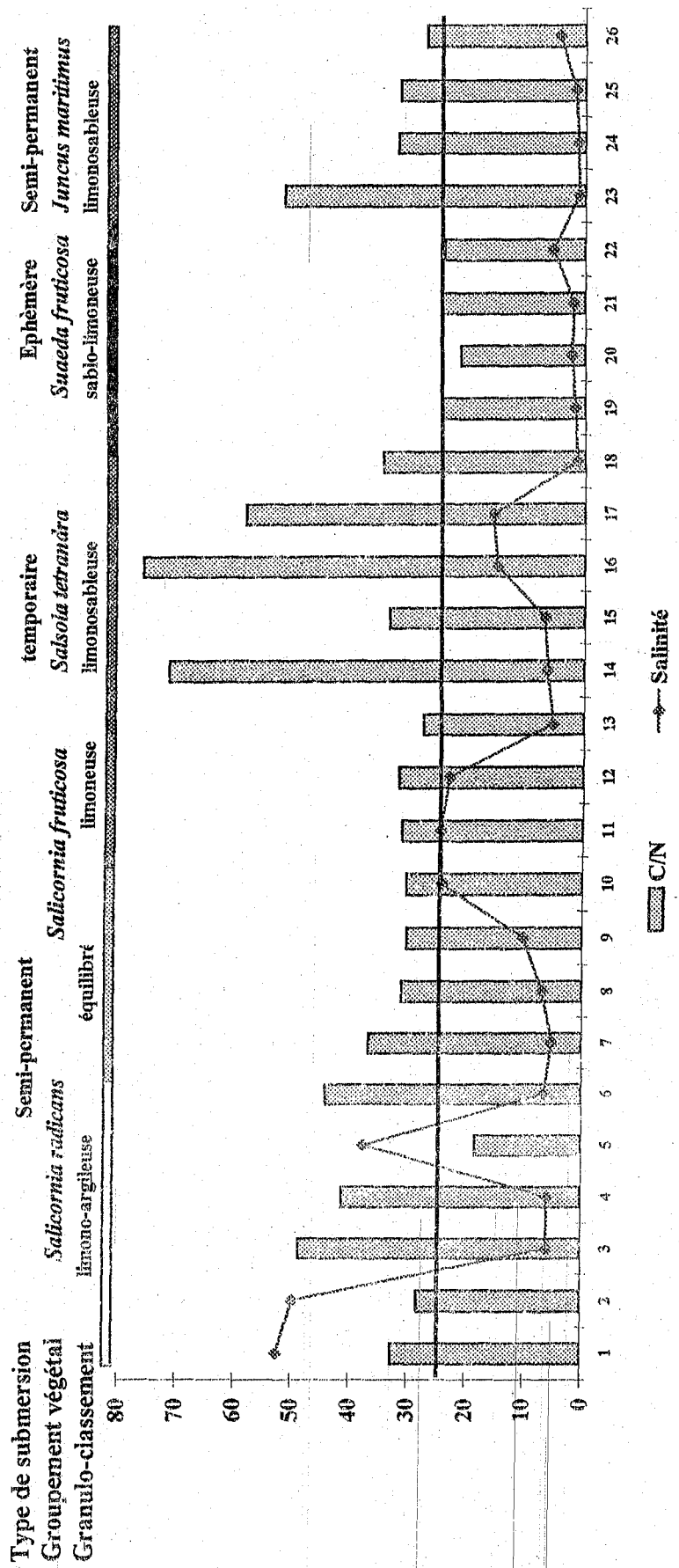


Figure 38 - Relation entre le rapport C/N, la salinité et la texture du sol

Pour mieux apprécier les relations directes entre ces deux facteurs fondamentaux et les effectifs des œufs, le résultat de l'analyse factorielle des correspondances de la matrice de 26 relevés retenus et de quatre paramètres reproduits sur les deux axes dont la contribution à l'inertie totale est de 54,04 % pour le premier et de 24,18 % pour le second, est représenté par la figure 39.

L'examen de celle-ci montre que les valeurs des effectifs se distribuent, selon un gradient décroissant, le long de l'axe 1. Les effectifs d'œufs où *Ae. caspius* prédominent se situent du côté négatif de l'axe 1, les relevés dont les effectifs d'œufs d'*Ae. detritus* sont les plus élevés, se trouvent du côté positif. Les valeurs occupant les positions médianes représentent les relevés où les effectifs d'œufs sont importants pour les deux espèces. Les valeurs extrêmes se caractérisent par la présence des œufs d'*Ae. detritus* uniquement.

Trois groupes s'individualisent :

- Un groupe où les effectifs des œufs sont nuls, les taux de recouvrement végétal sont inférieurs à 25%.
- Un groupe où seuls les effectifs d'*Ae. caspius* prédominent et le rapport C/N est compris entre 76.2 et 33.7 alors que le rapport salinité / matière organique est toujours inférieur à 1.
- Un dernier groupe où les effectifs d'*Ae. detritus* prédominent et où le rapport C/N est compris entre 44.3 et 18.3. Les teneurs en sels y sont relativement faibles et déterminent un rapport salinité / matière organique supérieur à 1.

Dans un premier lieu, l'analyse du rapport salinité / matière organique permet clairement de séparer sur l'axe 1 les relevés où les densités d'œufs d'*Ae. detritus* sont prédominants, avec un rapport supérieur à 1, des relevés où les effectifs d'*Ae. caspius* sont les plus élevés, avec un rapport inférieur à 1.

Dans un second lieu, l'analyse du rapport C/N permet de définir les relevés où les densités d'œufs d'*Ae. detritus* prédominent seuls avec un rapport C/N toujours inférieur à 25. Les relevés où *Ae. caspius* sont présentes, ont tous un rapport C/N supérieur à 25. La dominance de celle-ci se manifeste pour les rapports C/N les plus élevés.

Les œufs d'*Ae. caspius* sont déposés dans les sites où la matière organique est importante, à un taux toujours supérieur à celui de la salinité et principalement à celui de l'azote. Dans ce cas, les œufs se localisent sur des substrats dont la teneur en matière organique excède 15g/kg de terre sèche. En effet, dans les secteurs les plus bas à *Salicornia radicans* et *Arthrocnemum glaucum* où prédominent *Ae. caspius*, le substrat est couvert d'une litière importante, là où sont déposés les œufs. Le nombre des œufs augmente donc avec la quantité de matière organique.

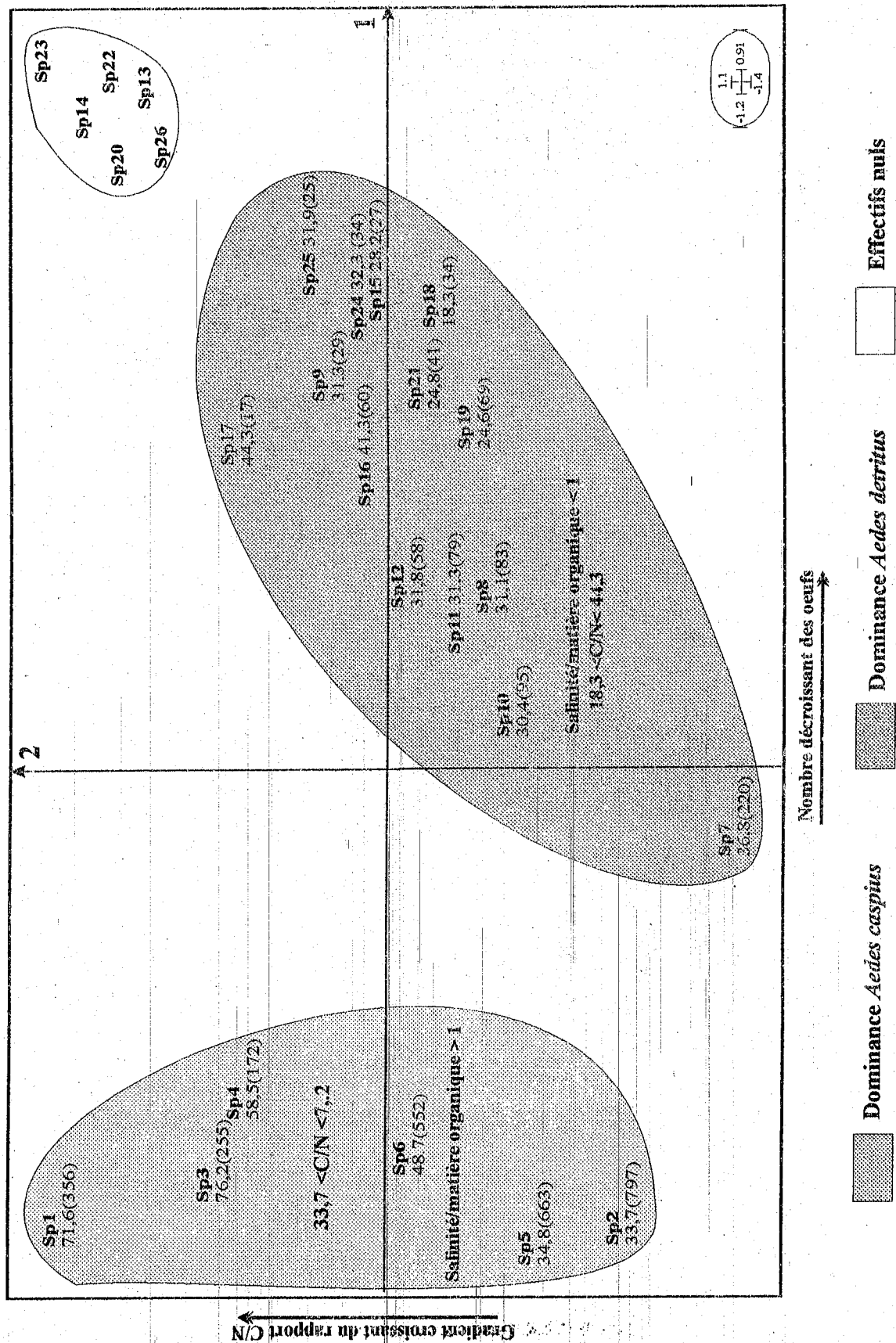


Figure 39 - Plan factoriel (F1xF2) de la répartition des oeufs d'*Aedes caspius* et d'*Aedes detritus* en fonction du rapport C/N et la salinité.
 (Chaque point de prélèvement est représenté par le rapport C/N et l'effectif des oeufs de l'espèce dominante).

Les œufs d'*Ae. detritus* sont pondus sur des sols où le taux de matière organique est moins élevé, de l'ordre de 15g/kg de terre sèche et de teneurs en sel plus faibles comprises entre 35,2 et 1,22g/kg de terre sèche. Les femelles de cette espèce présentent une gamme plus large pour la nature et la richesse en matière organique et de salinité des sites de ponte.

Conclusion

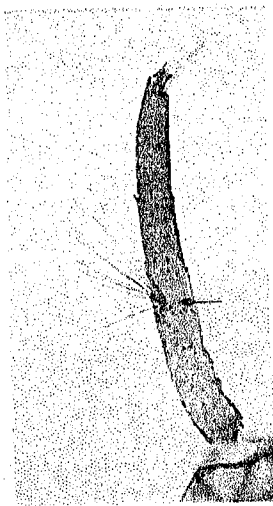
Ae. caspius et *Ae. detritus*, très proches morphologiquement et écologiquement, cohabitent dans les mêmes gîtes, la submersion est certes indispensable mais non suffisante. L'étude de l'écologie de ponte de ces deux halophiles des milieux salés et humides de l'ouest algérien, permet de mettre en évidence le rôle joué par trois facteurs écologiques bien précis :

Ae. caspius pond dans les sites où le taux de recouvrement végétal est toujours supérieur à 50%, alors qu'*Ae. detritus* semble plus tolérant vis à vis des faibles recouvrements. Aucune ponte n'est enregistrée pour des taux de recouvrement inférieur à 25%.

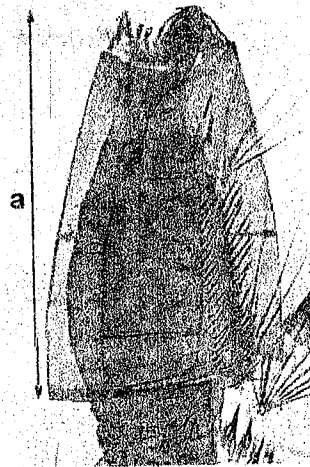
Les sites où le rapport C/N est supérieur à 25, constituent des sites de ponte potentiels pour *Ae. caspius*. La ponte se déroule dans les sites où la minéralisation est très lente. *Ae. detritus* est capable de pondre dans des secteurs où la minéralisation est moins lente c'est à dire pour un rapport C/N inférieur à 25. Il supporte une variation plus large vis à vis de ce facteur écologique.

Ae. detritus semble également plus tolérant vis à vis du facteur salinité qu'*Ae. caspius*. Les fortes teneurs en sel dans le substrat ne constituent pas un facteur limitant pour que la ponte ait lieu, contrairement à *Ae. caspius* qui exige des substrats riches en matière organique qui atténue considérablement l'effet du sel sur les œufs. Pour des fortes valeurs de salinité, la ponte se déroule dans les sites où la quantité de matière organique doit être importante.

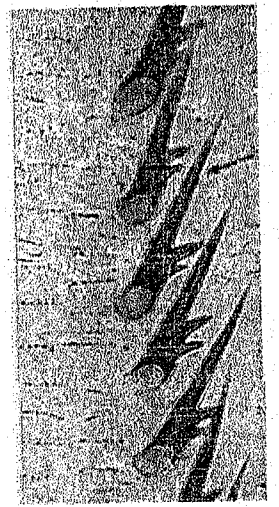
Au terme de cette étude, nous pouvons constater qu'*Ae. caspius* est moins tolérant vis à vis des ces trois facteurs qui lui imposent des conditions de ponte limitées. En revanche, *Ae. detritus* manifeste une aptitude à pondre dans des sites où ces trois facteurs varient plus largement.



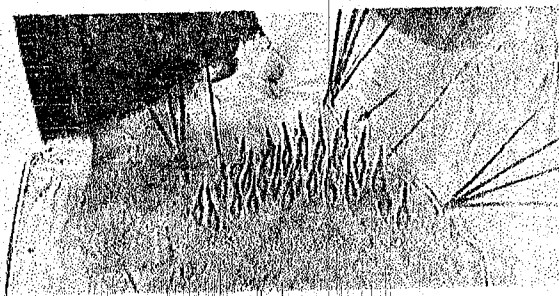
a- Antenne spiculé
Soie apicale en plumets



b- Siphon court
Epine siphonale



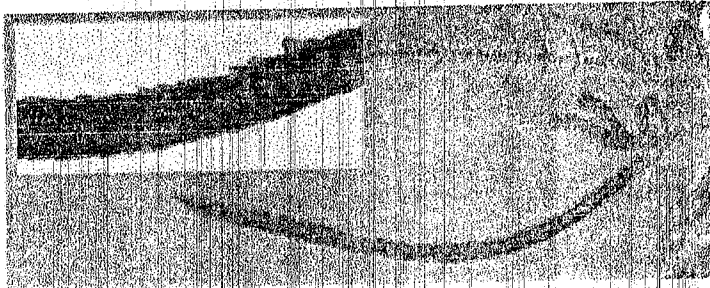
c- Epines siphonales



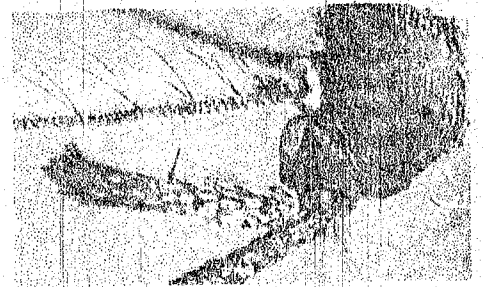
d- Les dents du peigne en désordre



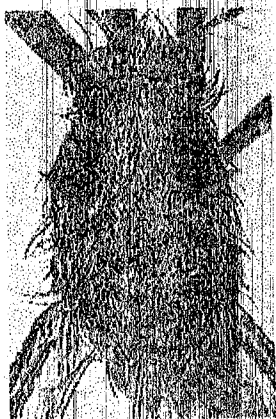
e- La selle



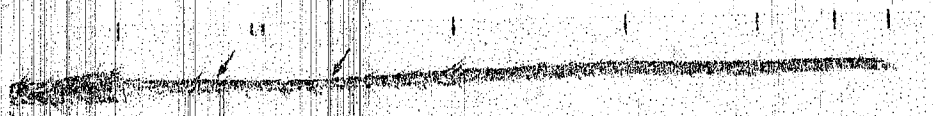
f- Ecailles des palpes



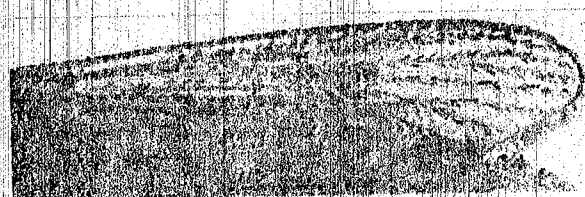
g- Ecailles du scutum



h- Proboscis sombre



i- Tarsomère 1



j- Les écailles sombres et claires mêlées



Figure 42- Principaux caractères morphologiques d'*Aedes mariae*.

Chapitre V

CINETIQUE DEMOGRAPHIQUE DES POPULATIONS PRE-
IMAGINALES D'*Aedes mariae* DES COTES OCCIDENTALES

ALGERIENNES

V. CINÉTIQUE DÉMOGRAPHIQUE DES POPULATIONS PRÉ-IMAGINALES

D'*Aedes mariaae* (DIPTERA ; CULICIDAE) DES CÔTES OCCIDENTALES ALGÉRIENNES.

V.1. Introduction

Aedes mariaae Sergent et Sergent, 1903 est le moustique le plus redouté dans les zones littorales, sa forte nuisance nous amène à nous intéresser tout particulièrement à ce moustique. L'étude de la cinétique démographique des populations et la recherche des facteurs qui règlent leur densité et la stratégie adoptée par l'espèce pour assurer sa pérennité constitue notre objectif majeur.

La présence d'*Aedes mariaae*, sur les côtes algériennes est confirmée par les premiers travaux de SEGUY (1924), SENEVET & ANDARELLI (1954, 1963, 1964) et RIOUX (1958). Cette espèce des rock-pools du littoral méditerranéen correspondait à une seule et même espèce pour ces auteurs qui écartaient toute possibilité d'une subdivision biogéographique.

La bioécologie d'*Ae. mariaae* sur les côtes méditerranéennes occidentales a fait l'objet de peu de publications : MESSERLIN (1938), VACELET (1959), RIOUX & NICOLI (1960). Afin d'apporter de nouvelles informations sur cette espèce, nous avons abordé l'étude dynamique des populations de la localité de Honaïne (Ouest algérien). La taille réduite des gîtes et la spécificité de leur habitat présentent de grands avantages pour une telle étude. Nous avons effectué :

- une analyse démographique tenant compte de la structure de la population et de sa dynamique spatio-temporelle ;
- une recherche des facteurs écologiques clés de la cinétique démographique.

V.2. Matériels et méthodes

V.2.1. Nomenclature

En 1903, les frères Sergent décrivent sous le nom de *Culex (Acartomyia) mariaae* un Culicidae récolté dans les trous de rocher du littoral algérois. Au cours de la même année Theobald (1903) nomme *Acartomyia mariaae* un Culicidae récolté à Malte. Ces deux espèces tombent en synonymie *Ae. mariaae*, avec la priorité à Sergent et Sergent 1903.

Edwards (1921, 1926) conteste cette synonymie et sépare les deux espèces sur le caractère des épines des antennes des larves et la présence de deux lignes longitudinales sur le mésonotum des stades imaginaux.

Seguy (1923 et 1924) signale un troisième Culicidae qu'il désigne par le nom d'*Aedes (Ochlerotatus) desbansi* (1924), très proche morphologiquement des deux premiers.

Edwards (1932) inclut *Ae. mariaae* dans le groupe E ou groupe *dorsalis* qu'il subdivise en deux sous-groupes :

- un premier sous-groupe qui comprend les espèces à siphon respiratoire étroit et dont les larves évoluent dans les zones palustres saumâtres et les eaux plates, à caractère eurytope, de distribution holarctique septentrionale ;

- un second sous-groupe qui regroupe les espèces à siphon large et dont les larves se développent dans les cavités rocheuses ou des creux d'arbres, plutôt à caractère sténotope et à distribution paléarctique centro-méridionale. A ce second sous-groupe appartient *Ae. mariaae*. Malgré les grandes différences morphologiques, sur la seule base du caractère sténotope des larves, il est associé systématiquement au complexe *Ae. pulcritarsis*.

Ae. mariaae présente d'étroites affinités morphologiques avec un grand nombre d'espèces du sous genre *Ochlerotatus* des régions holarctiques et palustres c'est à dire avec les espèces du premier sous-groupe. La distinction entre *Ae. mariaae* et *Ae. caspius* a longtemps été bien difficile, les ressemblances morphologiques à tous les stades rendaient la diagnose difficile.

Les travaux entrepris par la suite (MARTINI 1931, EDWARDS 1932, CLAVERO 1946, SICART 1952, SENEVET & ANDARELLI 1954) considèrent *Ae. zammitii* comme une simple forme d'*Ae. mariaae* et que seules des études génétiques apporteraient plus de précision à cette systématique.

RIOUX (1958) et SENEVET & ANDARELLI (1963) proposent un sous-groupe distinct pour *Ae. mariaae*. La seule distinction entre ces deux espèces est de nature écotypique. Présentes toutes les deux sur les côtes méditerranéennes, les larves d'*Ae. mariaae* n'évoluent que dans les rock-pools, alors que les larves d'*Ae. caspius* occuperaient les zones palustres post-dunaires.

Les résultats d'études cytotaxonomiques et morphotaxonomiques obtenus par BULLINI & COLUZZI (1973), COLUZZI et al. (1974b), obtenus sur un grand nombre d'échantillons provenant de plusieurs localités des côtes méditerranéennes, permettent d'identifier *Ae. mariaae* comme un complexe de trois espèces jumelles réparties selon trois zones biogéographiques bien distinctes :

- une espèce tyrrhénienne : *Aedes mariaae* Sergent et Sergent, 1903 ;
- une espèce adriatique : *Aedes zammitii* Theobald, 1903 ;
- une espèce méridionale : *Aedes phoeniciae* Coluzzi et Sabatini, 1968.

Les essais de croisement montrent l'existence d'une barrière de stérilité complète entre la forme méridionale et les deux autres (COLUZZI et al 1970), alors qu'elle est partielle entre la forme tyrrhénienne et la forme adriatique. Les expériences effectuées au laboratoire (COLUZZI et SABATINI

1968) ont mis en évidence une stérilité ne concernant que les mâles, les femelles hybrides ayant une fécondité élevée. Les résultats de ces études génétiques ont permis à COLUZZI et al. (1974) d'établir une carte de distribution des trois espèces du complexe *mariae* (Fig.40). La forme de la Méditerranée occidentale (France, Espagne, Maroc, Algérie, Tunisie) correspond à l'aire de répartition de l'espèce tyrrhénienne *Aedes mariae* (Fig.40).

Ces sous-espèces ont été relevées au rang d'espèce à part entière, ce qui autorise l'utilisation de la nomenclature binomiale.

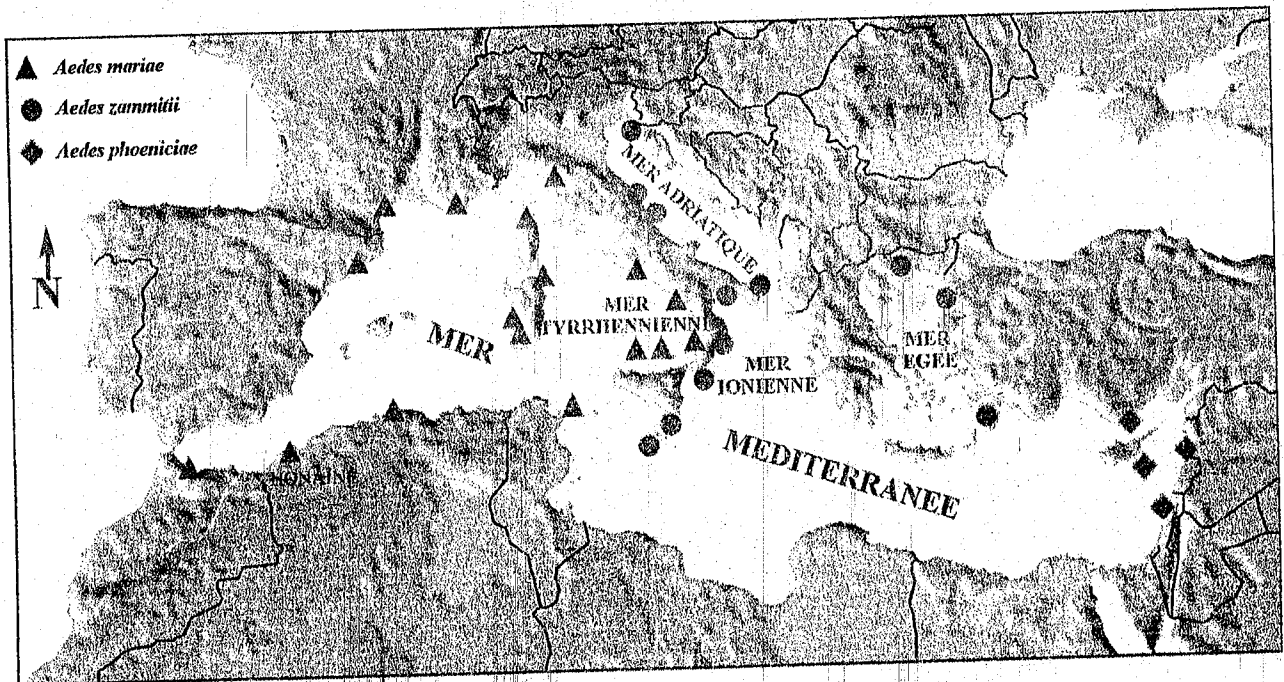


Figure 40 – Répartition du complexe *mariae* dans le bassin méditerranéen.

V.2.2. Morphologie et systématique

V.2.2.1. Etude microscopique de l'exochorion

La microscopie électronique fournit la meilleure vue à trois dimensions de la structure de la surface chorionique de ce type de matériel biologique. Plusieurs travaux ont déjà été publiés sur l'ultrastructure de l'exochorion de nombreuses espèces et principalement du genre *Aedes* (MATSUO et al. 1972, 1974, LINLEY et al. 1993, LINLEY et TURELL 1994).

Pour contribuer à l'enrichissement des connaissances sur la systématique des Culicides, nous avons étudié l'ultrastructure des œufs d'*Ae. mariae*. Une description de l'ultrastructure de l'exochorion d'œufs provenant de la localité de Honaïne (station d'étude) et d'œufs prélevés dans les rock-pools du sud de la France est établie en vue de définir les éventuelles différences taxonomiques au sein du complexe *mariae*.

Les œufs sont maintenus dans la solution de Bouin, puis déshydratés graduellement par une gamme de concentration d'éthanol et finalement soumis à une pression très importante. Les œufs ainsi comprimés sont observés et scannés au microscopique électronique (les images de la figure 41 sont réalisées par le laboratoire de la faculté des sciences St Jérôme d'Aix-Marseille III). La description des cellules chorioniques des trois faces (dorsale, ventrale et latérale) de l'œuf est réalisée à partir de l'examen de trente œufs viables.

Les œufs d'*Ae. mariae* de l'Ouest algérien se rapprochent sensiblement de ceux d'*Ae. caspius*, par leur couleur noire satinée. Ils présentent une forme allongée subconique, de $697,0 \pm 5,9 \mu\text{m}$ de long sur $203,6 \pm 8,6 \mu\text{m}$ de large (moyennes établies sur 100 œufs).

Ils se caractérisent en outre par des bourrelets généralement bien distincts et lisses formant des polygones quadrilatéraux, pentagonaux ou hexagonaux constitués de quatre à six côtés et des formes de réticulations irrégulières sur l'ensemble de la surface (Fig. 42A,B,C). Ces polygones sont parallèles à l'axe longitudinal sur la face ventrale et latérale et obliques sur la face dorsale.

Au centre de chaque polygone se positionnent plusieurs papilles chorioniques. Dans certaines parties, elles apparaissent généralement de petites tailles et de forme sphérique alors que dans d'autres parties elles sont plus grosses, avec une forme moins bien définie. A un plus faible grossissement, ces papilles donnent un aspect rugueux à la surface du chorion.

Les œufs du Sud de la France, présentent une surface très différente. Les polygones sur les deux faces (Fig. 42 D et E) ne sont pas bien apparents et seules les papilles chorioniques de petites tailles sont éparpillées sur l'ensemble de la surface. Les plus petites semblent entourer les plus grosses délimitant ainsi des polygones difformes.

Une étude plus approfondie des réticulations chorioniques à l'échelle ultra-microscopique (de l'ordre du micron) d'œufs provenant de différentes localités du bassin méditerranéen peut être envisagée afin de fournir des clés de détermination fiables des œufs du genre *Aedes*.

V.2.2.2. Critères taxonomiques

Le complexe *Ae. mariae* s'identifie le plus souvent par son écotype mais il présente tout de même des caractères morphologiques de détermination (Fig.42). Les différences morphologiques entre ces trois espèces ne sont pas clairement établies. Le logiciel d'identification des Culicides afro-méditerranéens réalisé récemment (BRUNHES et al. 2000) n'indique aucune distinction possible à partir des caractères morphologiques. De ce fait, les critères taxonomiques décrits sont ceux du complexe *mariae*. Les principaux caractères morphologiques utilisés sont, selon les différents stades de l'évolution de ce Culicide :

- Une antenne nettement spiculée présentant une soie formée de plusieurs branches, située dans la partie médiane (Fig. 42a).

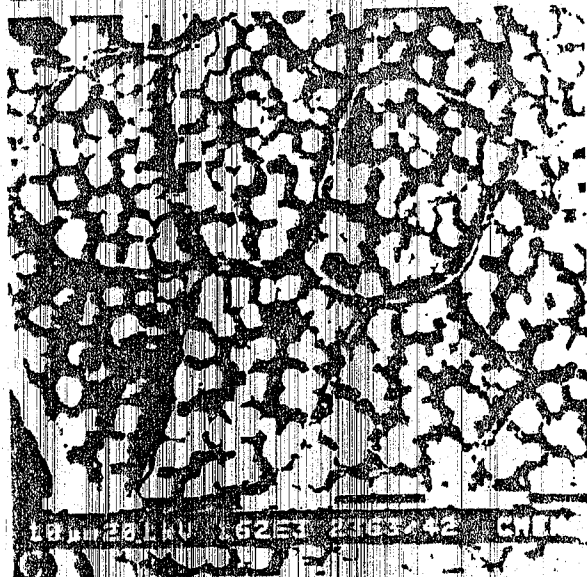
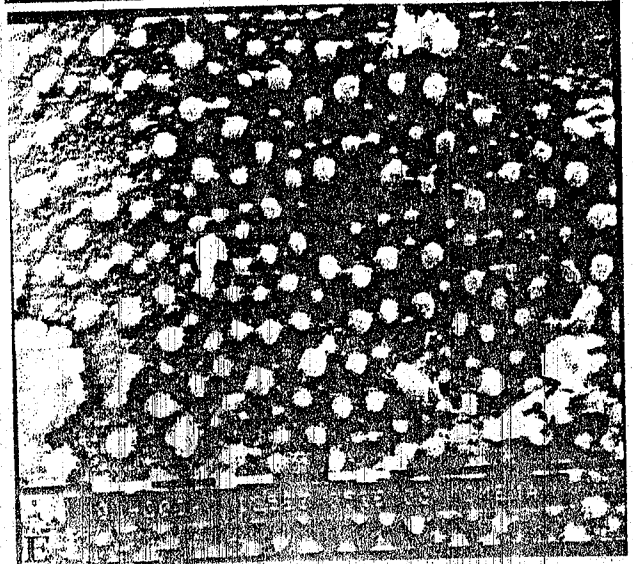
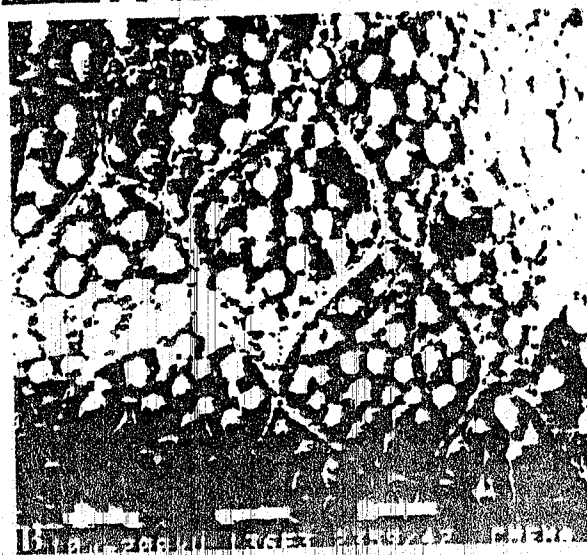
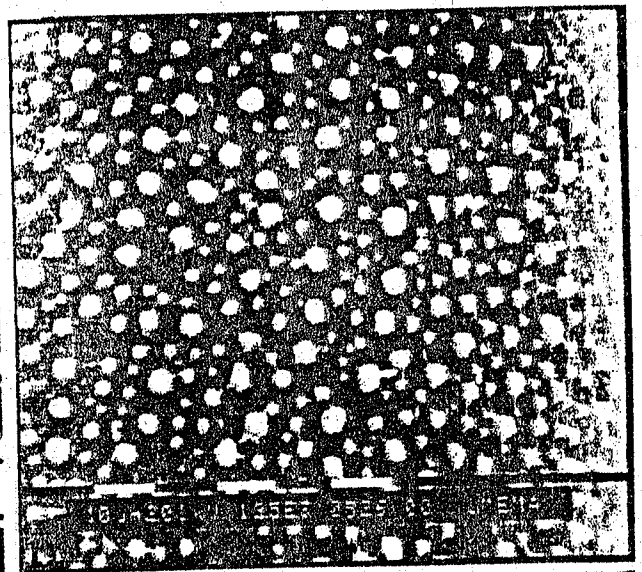
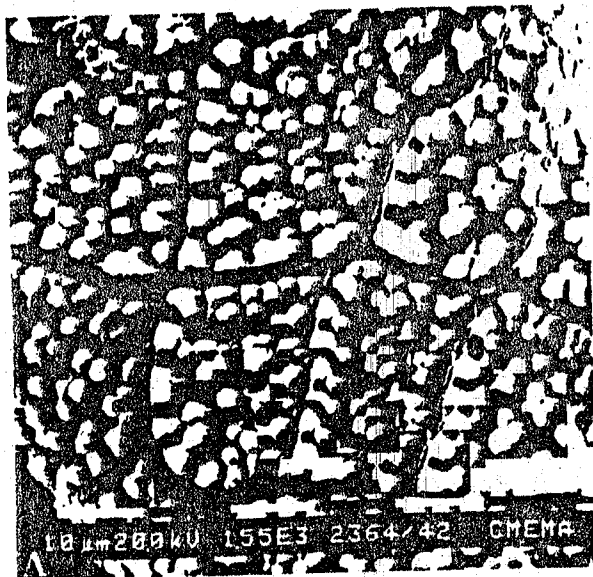


Fig. 41- Ultrastructure des oeufs d'*Aedes mariaefabae*
 1. Détail de la structure cellulaire de l'exochorion des oeufs de l'Ouest algérien A : Face dorsale B : Face ventrale, C : Face latérale.
 2. Détail de la structure des oeufs provenant du Sud de la France, D : Face ventrale, E : Face latérale).

- Un siphon court caractérisé par l'absence de soie dorsale et de dent isolée (Fig. 42b).
- Le peigne siphonique est composé de 20 à 22 dents en forme d'épine (Fig. 42c).
- Les dents du peigne sont en désordre (Fig. 42d).
- Les dents du peigne du VIII^{ème} segment abdominal caractérisées par une pointe médiane peu prononcée, avec un nombre supérieure à 16.
- La selle est incomplète, à bord apicodistal non spiculé et les papilles anales sont courtes et subsphériques (Fig. 42e).
- Chez l'adulte, le proboscis est entièrement sombre (Fig. 42h).
- Les écailles du scutum sont jaunes et crèmes ou blanches (Fig. 42bf).
- Les palpes présentent des écailles claires et sombres mêlées (Fig. 42g).
- Le tarsomère 1 est moucheté au moins sur la partie médiane (Fig. 42i).
- Les écailles portées sur les nervures des ailes (Fig. 42j) sont sombres et claires mêlées.
- Une bande basale claire du tergite IV.
- Le lobe apicodorsal du gonocoxite peu développé ou absent.

V.2.3. Méthodologie adoptée sur le terrain

Cette espèce thalassophile est bien connue dans les rock-pools du littoral rocheux méditerranéen. Les recherches réalisées précédemment (GOURMALA 1991) ont permis de retenir les rock-pools du littoral de la région de Honaïne (35°11'N, 1°40'W) situés sur les côtes occidentales algériennes (Fig. 40) comme station d'étude. La diversité physiographique des platiers rocheux délimite deux stations situées à quelques centaines de mètres l'une de l'autre. La première (S1) se situe entre un et deux mètres au-dessus des plus hautes eaux et présente treize gîtes de différentes dimensions (Tableau XXV). La seconde (S2) entre trois et quatre mètres et compte sept gîtes. Vingt gîtes ont été prospectés du 11 mars au 16 octobre 1995, avec une fréquence de 7 à 15 jours.

L'évaluation de l'abondance des œufs fut réalisée mensuellement à l'aide d'un filet Langeron (maille de 80 µm) ; compte tenu de la localisation des œufs dans les anfractuosités (COLUZZI et al. 1975), il fut procédé à des raclages, à l'aide d'une brosse, sur un carré de 20 cm de côté, puis les œufs furent récoltés dans le filet. Le nombre de prélèvements (répartis au hasard) sur chaque site représente une surface échantillonnée d'environ 10 % de la surface des gîtes. Les œufs collectés furent mis dans une cuvette, triés et comptés manuellement à l'aide de pipette puis remis dans le gîte. En période estivale, les œufs pondus à la surface de l'eau furent récoltés à l'aide du filet Langeron.

Les effectifs des stades immatures (larves et nymphes) correspondent au nombre total d'individus récoltés dans chaque site à l'aide du filet Langeron. Les individus comptés *in situ* furent réintroduits dans le gîte.

Les paramètres physiques des creux de rocher retenus sont : la taille, la profondeur et la distance par rapport à la mer (Tableau XXV).

Les paramètres physico-chimiques pris en compte sont : la conductivité, la salinité et le pH, (mesurés à l'aide d'un appareil de type SOLOMAT 2000), la température, la hauteur de l'eau. Ces mesures ont été faites régulièrement dans les gîtes S1G1 et S2G1, sites les plus représentatifs des deux stations d'étude. Ces variables écologiques sont associées au nombre total d'individus des stades immatures, regroupés dans un seul tableau.

Les données, traitées en Analyse en Composantes Principales ACP (THIOULOUSE & CHESSEL 1997), permettent de mettre en évidence les variables susceptibles d'influencer la dynamique des stades immatures des populations d'*Ae. mariaae*.

Les observations de terrain ont permis de déceler la présence de femelles en période hivernale, capturées à l'aide d'un aspirateur dans les crevasses et les petites cavités creusées dans la roche, à proximité des lieux de ponte. Quelques femelles furent capturées sur appât humain. Pour des raisons matérielles, le suivi des variations des effectifs des femelles fortement agressives, n'a pas été réalisé.

V.3. Résultats

V.3.1. Variations des effectifs des stades matures

Nos premiers déplacements révélèrent la présence de quatre femelles actives le 14 janvier, capturées sur appât humain. Les prospections des gîtes de repos permirent la récolte de femelles dans les crevasses situées à proximité des gîtes de ponte S1G1, S2G3 et S1G3 et d'une petite grotte située à proximité du gîte S2G1. Le nombre d'adultes capturés ne fut jamais important : un à deux individus dans quelques crevasses et deux à cinq individus dans de petites cavités rocheuses. Ainsi, au total, 35 femelles ont été recensées dans ces gîtes de repos durant les mois de janvier et février. Le nombre de femelles actives augmente au cours des mois d'avril et mai : où 56 et 138 individus sur appât humain respectivement furent capturés. Leur nombre s'accroît considérablement au début juin et leur évaluation précise devient alors impossible faute de matériel adéquat.

V.3.2. Variation des effectifs d'œufs

La plupart des gîtes (Tab. XXV) sont dépourvus d'œufs durant la période défavorable allant du mois de janvier au mois d'avril à l'exception du gîte S1G2 dans lequel 28 œufs furent récoltés dans les amas d'algues filamenteuses. Les premières pontes eurent lieu le 17 mars dans ce même site. Les pontes au cours du mois d'avril concernent, aussi bien le gîte S2G1 que le gîte S1G1. Les autres creux de rocher sont colonisés progressivement à partir du

Tableau XXV : Variation mensuelle de la densité des œufs dans les différents gîtes

Gîte	Distance par rapport à la mer												Total	Fréquence	
	(m)	Superficie (m ²)	Profondeur (cm)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre			Octobre
SIG1	4	2,20	0,75	0	0	0	136	601	1893	4688	2104	5789	2181	17392	0,70
SIG2	4,5	2,00	0,35	0	0	0	0	52	1064	304	4767	5998	4297	16482	0,60
SIG3	4,8	1,80	0,40	0	0	0	0	2763	2183	1074	5456	3071	1088	15635	0,60
SIG4	3,0	0,80	0,96	0	0	0	0	731	1247	6580	1137	983	97	10775	0,60
SIG5	4,2	0,44	0,45	0	0	0	0	50	170	2665	707	303	92	3987	0,60
SIG6	3,2	0,64	0,40	0	0	0	0	122	735	4344	1847	697	401	8146	0,60
SIG7	2,0	0,42	0,25	0	0	0	0	0	64	103	0	0	0	167	0,20
SIG8	1,5	0,47	0,20	0	0	0	0	0	25	21	0	30	0	76	0,30
SIG9	1,8	0,52	0,35	0	0	0	0	0	52	553	0	76	0	681	0,30
SIG10	2,6	0,58	0,38	0	0	0	0	32	468	403	828	50	0	1781	0,40
SIG11	1,0	0,72	0,25	0	0	0	0	28	0	4205	0	0	0	4233	0,20
SIG12	1,0	0,22	0,20	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	42	0,10
SIG13	2,0	0,52	0,30	0	0	0	0	0	0	703	81	0	0	784	0,10
S2G1	3,0	2,90	1,30	26	28	52	342	1447	19798	27039	12764	8792	1283	71571	1,00
S2G2	1,2	0,82	0,20	0	0	0	0	39	0	63	87	204	6	399	0,50
S2G3	2,5	0,64	0,35	0	0	0	0	223	12436	482	4127	1887	589	19744	0,60
S2G4	1,5	0,43	0,25	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	23	0,10
S2G5	1,0	0,46	0,30	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	25	0,10
S2G6	2,8	0,50	0,45	0	0	0	0	0	0	58	13	0	0	71	0,20
S2G7	2,8	0,28	0,45	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	27	0,10

début du mois de mai. Durant le mois de juillet, les effectifs des œufs augmentent considérablement et concernent alors l'ensemble des lieux de ponte. Celles-ci sont importantes dans les creux situés à plus de 3 m du front de mer pour la station 1 et 2,5 m pour la station 2. Les gîtes les plus proches de la mer sont généralement très peu productifs ; l'abondance des œufs et la fréquence des pontes sont alors faibles (Tab. XXV).

V.3.3. Variations spatio-temporelles des effectifs des larves et nymphes

La première génération larvaire est apparue le 11 mars dans le gîte S2G1. Des éclosions à faible effectif se succèdent sur ce même site jusqu'au début du mois de mai où se manifeste la productivité de quatre autres gîtes G1, G3 et G6 au niveau de la station 1 ; ils sont ainsi colonisés en second (Tab. XXVI). Le 26 mai, douze gîtes c'est à dire plus de la moitié des gîtes, présentent des larves de différents stades. Les effectifs sont relativement faibles durant cette période printanière, et deviennent très importants en juin. Des éclosions sont enregistrées dans les creux situés à proximité de la mer (Tab. XXV) principalement au cours du mois de juillet. Les conditions climatiques déterminent une période d'assèchement qui se traduit par l'absence des stades larvaires et nymphals. Sur l'ensemble des gîtes, un coup de mer survenu le 04 août a contribué à l'apparition de nouvelles générations d'août à septembre. Le premier octobre, les éclosions nombreuses concernent 17 gîtes différents. Ensuite, les effectifs diminuent progressivement ; seules douze larves de stade 4 sont dénombrées dans le gîte S2G1 le 30 octobre. En période estivale (de juillet à août), nous avons noté l'absence de stades larvaires et nymphals dans les gîtes les plus productifs (Fig. 43).

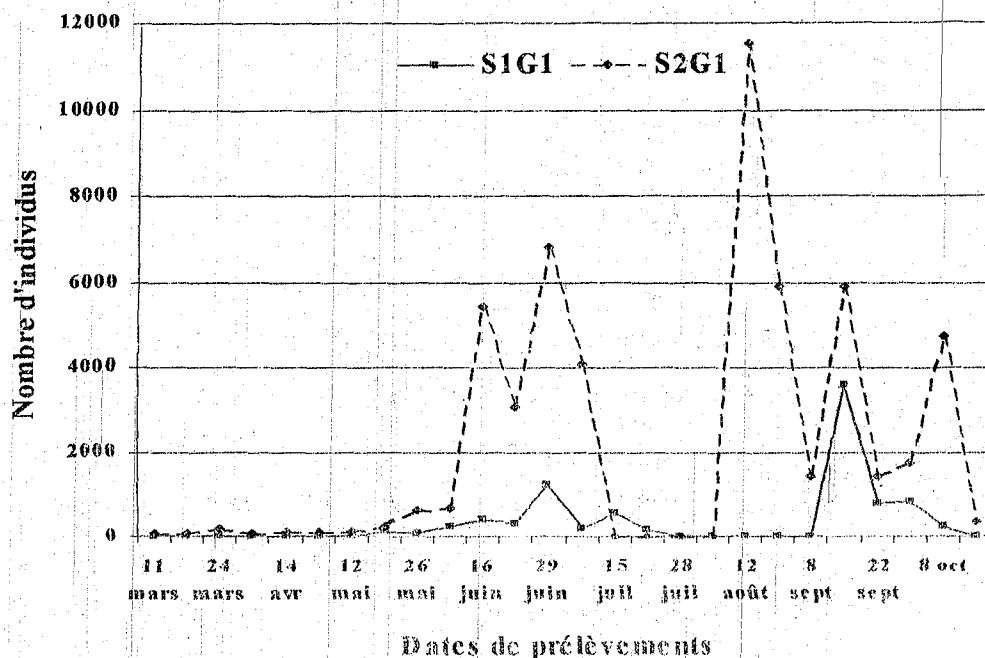


Figure 43- Variation mensuelle des effectifs des stades immatures des gîtes fonctionnels S1G1 et S2G1.

Tableau XXVI : Variation spatio-temporelle des effectifs des stades immatures (larves et nymphes).

Gîte	Dates de prélèvements																	Total	Fré- quence										
	11-mars	17-mars	24-mars	01-avr	14-avr	21-avr	12-mai	19-mai	26-mai	02-juin	16-juin	23-juin	07-juil	15-juil	21-juil	28-juil	04-août			12-août	26-août	08-sept	15-sept	22-sept	02-oct	08-oct	16-oct		
SIG1	0	0	0	0	0	0	2	134	94	241	402	307	1230	215	563	176	0	0	0	0	0	0	3592	810	822	86	0	8674	0,53
SIG2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	31	744	194	3	/	/	/	0	2674	220	300	954	1308	1211	625	0	8277	0,50	
SIG3	0	0	0	0	0	0	0	0	177	201	315	83	674	17	/	/	/	0	2475	0	0	27	1237	990	274	0	6470	0,42	
SIG4	0	0	0	0	0	0	0	283	273	0	65	633	0	28	1882	3763	1008	0	48	352	0	0	83	629	135	0	9182	0,50	
SIG5	0	0	0	0	0	0	0	7	25	0	17	72	0	285	1206	726	0	0	124	112	0	9	43	173	78	0	2877	0,50	
SIG6	0	0	0	0	0	0	2	314	138	0	188	94	842	347	612	0	0	0	363	1457	503	44	825	196	39	0	5964	0,53	
SIG7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	4	9	76	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0,19	
SIG8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	11	17	3	0	54	0,19	
SIG9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	42	186	294	0	0	0	0	0	0	17	7	0	557	0,23	
SIG10	0	0	0	0	0	0	0	8	6	0	0	304	0	0	36	260	101	0	405	0	0	0	0	10	0	0	1130	0,30	
SIG11	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	512	2053	1519	0	0	0	0	0	45	11	0	0	4150	0,23	
SIG12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	40	0	0	0	0	0	0	3	0	0	71	0,11	
SIG13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	329	0	82	0	0	0	0	9	0	0	467	0,15	
S2G1	21	24	141	64	42	68	52	153	644	687	5437	3077	6810	4084	0	0	0	0	11539	5908	1449	5908	1449	1766	4775	362	54460	0,80	
S2G2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	9	4	0	0	18	0	0	0	0	136	0,23	0	665	124	140	36	0	1133	0,38	
S2G3	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	88	3153	4192	1057	284	35	0	0	1593	1458	225	595	268	106	12	0	13083	0,30	
S2G4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0,07	
S2G5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	2	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	30	0,15	
S2G6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	20	0	0	0	0	4	19	0	0	163	0,15	
S2G7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0,07	

() Période d'assèchement

Les résultats de l'analyse en composantes principales (S1G1 et S2G1), réalisée à partir de la matrice des données constituée par les six facteurs retenus et les 48 dates de prélèvements (Tab. XXVII), sont représentés sur la figure 44. Pour faciliter la représentation, les plans F1xF2 lignes et colonnes ont été superposés. Les axes 1 et 2 ont des inerties respectives de 31,54 % et 29,02 % de la variation totale. Sur l'axe 1, la conductivité et la salinité s'opposent à la température et la hauteur de l'eau, qui varie inversement à la conductivité et à la salinité ; ces deux facteurs s'opposent aux effectifs sur l'axe 2. Les points « dates » (plan F1xF2) se répartissent sur l'axe 1 selon un gradient croissant d'effectifs et sur l'axe 2 selon un gradient croissant de conductivité. L'axe 1 oppose la période printanière (côté négatif) à la période estivale (côté positif). Ainsi, les points « dates » dont les effectifs sont nuls ou faibles et les valeurs de conductivité de l'ordre de 50.000 $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ s'opposent aux points représentés par les effectifs les plus élevés et les valeurs de conductivité moins importantes. Alors que ces points s'opposent, sur l'axe 2, aux points situés sur le côté positif de cet axe et traduisant des effectifs nuls et des valeurs de conductivité supérieures à 100000 $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$. Les points situés près de l'origine se caractérisent par des valeurs d'effectifs et de conductivité moyennes.

V.4. Discussion

V.4.1. Les différents types de gîtes à *Ae. mariaae*

La variation de la hauteur du plan d'eau, liée à l'origine de la mise en eau marine ou pluviale, à la taille du gîte, à la porosité et à l'évaporation, constitue un premier facteur dans la dynamique de la population d'*Ae. mariaae*. En s'éloignant du front de la mer, on peut définir trois types de gîtes.

➤ Les gîtes à submersion permanente mais fortement instables

La proximité de la mer provoque des mouvements de la masse d'eau sans cesse renouvelée, donnant ainsi un caractère rhéophile à ses gîtes. Cette dynamique du plan d'eau interdit la ponte et le développement larvaires durant de longues périodes ; à l'exception des périodes de calme relativement courtes et très vite interrompues par les coups de mer.

➤ Les gîtes à submersion temporaire

Ils se caractérisent par des périodes de submersion et d'assec, compte tenu de leur situation l'apport d'eau de mer est moins fréquent et les pertes par évaporation et infiltration sont importantes. Dans ce type de gîte, deux périodes de fonctionnement alternées à deux autres périodes de non-fonctionnement déterminent la présence des individus. La première période de fonctionnement se caractérise par de faibles effectifs au cours du mois de mai et

Tableau XXVII : Variation temporelle des facteurs physico-chimiques et des effectifs des stades immatures.

Gîte	Date de prélèvement	Code	Conductivité (µS)	Salinité (g/l)	pH	Température (°C)	Hauteur (cm)	Nombre d'individus immatures					Total
								Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Nymphe	
S2G1	11-mars	T1	53470	37	7	17	55	10	11	0	0	0	21
	17-mars	T2	50390	31	7	20	62	0	3	21	0	0	24
	24-mars	T3	52060	35	8,55	14,5	58	140	0	1	0	0	141
	01-avr	T4	51330	34,9	6,8	14,5	62	56	8	0	0	0	64
	14-avr	T5	50900	37,2	6,8	16	70	22	20	0	0	0	42
	21-avr	T6	54540	38,9	6,8	16,5	60	10	35	16	7	0	68
	12-mai	T7	71110	45,5	7,5	20	55	0	14	7	30	1	52
	19-mai	T8	67300	52,2	7,5	20	59	40	38	46	28	1	153
	26-mai	T9	77640	54,2	8,55	20	56	403	77	55	82	27	644
	02-juin	T10	52630	36,14	7,2	20	66,5	270	71	5	323	18	687
	08-juin	T11	67350	48,1	8,5	24	43,5	4862	344	158	15	58	5437
	16-juin	T12	56440	55,8	7	26	54	2403	387	215	43	29	3077
	23-juin	T13	61190	63,1	7,5	25	54,5	5130	1313	29	248	90	6810
	29-juin	T14	80880	69,3	7,5	25	45	1622	1227	336	630	269	4084
	07-juil	T15	105880	76,58	7,5	27	40	0	0	0	0	0	0
	15-juil	T16	124500	74,3	7	29	32,5	0	0	0	0	0	0
	21-juil	T17	118000	71,3	6,2	26	28,5	0	0	0	0	0	0
	28-juil	T18	49500	28,4	6,55	25	70	0	0	0	0	0	0
	04-aout	T19	60600	37	8,55	25	63,5	6683	3647	33	627	549	11539
	12-aout	T20	65150	59,2	7,5	27	53	3795	413	396	660	644	5908
	19-aout	T21	49500	28,4	7	23	71	531	0	9	135	774	1449
	26-aout	T22	53200	35,2	7,5	22	66,5	831	580	251	52	52	1766
	08-sept	T23	62500	40,5	8,2	23,5	58	830	680	768	2205	292	4775
	02-oct	T24	64800	43,5	7,2	23	56	1412	405	247	318	142	2525
S1G1	11-mars	T25	50990	30	7	18	100	0	0	0	0	0	0
	17-mars	T26	51070	30,34	6,5	18,5	110,5	0	0	0	0	0	0
	24-mars	T27	51170	32,24	7,95	19	87	0	0	0	0	0	0
	01-avr	T28	50840	36,9	7,5	22	82,5	0	0	0	0	0	0
	14-avr	T29	50900	29,9	7,2	21	110	0	0	0	0	0	0
	21-avr	T30	55030	38,1	7	21,5	90	0	0	0	0	0	0
	12-mai	T31	60900	42,5	7,5	24	79	0	0	2	0	0	2
	19-mai	T32	65560	45,3	7	25	74	28	8	13	18	67	134
	26-mai	T33	73440	51,5	8,5	26	77	0	18	13	29	34	94
	02-juin	T34	77520	67,3	8,9	34	48	54	4	6	97	86	241
	08-juin	T35	58060	49,3	7,9	30	69	327	29	0	15	29	400
	16-juin	T36	67690	54,03	7,5	28	67	216	31	0	5	58	310
	23-juin	T37	71410	61,6	7	32	60,5	315	270	105	75	465	1230
	29-juin	T38	76370	73,26	8,5	36	56	0	0	17	33	165	215
	07-juil	T39	80410	76,81	7,5	37	52	1	50	99	314	99	563
	15-juil	T40	108000	72,9	7	36	47,5	0	0	0	0	0	0
	21-juil	T41	120030	79,7	7	24	43	0	0	0	0	0	0
	28-juil	T42	132560	86,5	7	27	39,5	0	0	0	0	0	0
	04-aout	T43	119000	85,4	7	26	34,5	0	0	0	0	0	0
	12-aout	T44	161000	88	6,5	27	27	0	0	0	0	0	0
	19-aout	T45	51000	32,3	6,8	29	76	0	0	0	0	0	0
	26-aout	T46	47800	41,1	7,3	29	71	1534	866	617	53	3017	810
	08-sept	T47	74330	61,35	8,9	26,8	65,5	330	18	247	71	159	533
	02-oct	T48	67920	58,26	7	26,5	74	383	194	124	71	53	877

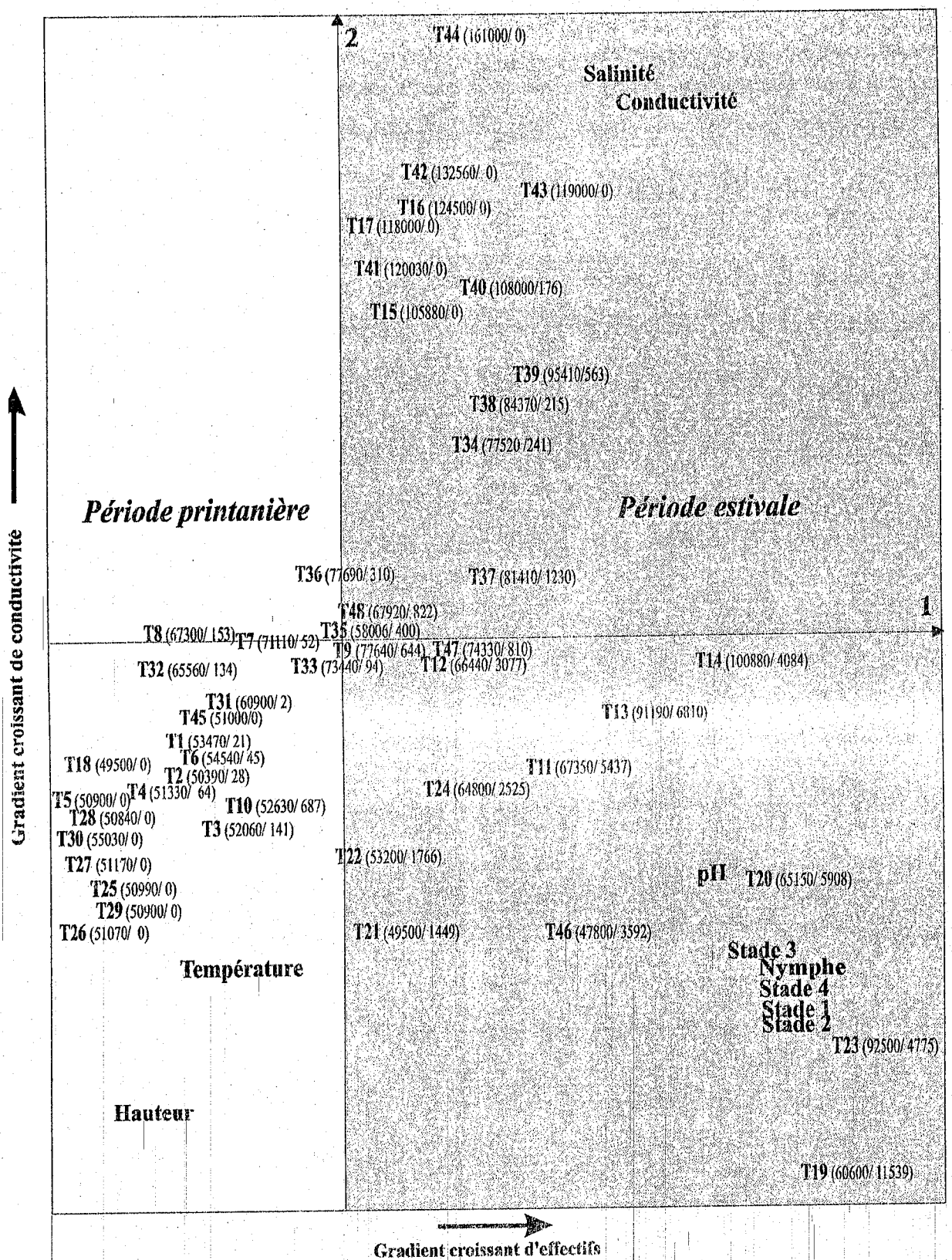


Figure 44 -- Analyse en composante principale des effectifs des stades immatures et de la conductivité (Plan F1xF2 superposés des lignes et des colonnes).

juin ; la remise en eau estivale provoque une réactivation des œufs et l'apparition de nouvelles génération de Août à septembre.

➤ Les gîtes à submersion permanente

La dynamique du plan d'eau dans ce type de gîte est le résultat d'un apport d'eau de mer important mais peu fréquent et de pertes par évaporation et infiltrations beaucoup plus faibles. Les biotopes fonctionnels de ce type de gîte se caractérisent par une faible superficie, leur éloignement du front de la mer –ce qui assure une protection contre les coups de mer -, leur localisation au pied des lieux de repos de femelles (crevasses dans les rochers) et leur richesse en algues filamenteuses. Les gîtes de ce type sont les premiers à être colonisés.

V.4.2. La stratégie de développement

Les expériences réalisées en laboratoire par COLUZZI et al. (1974a, 1975), montrent que les femelles issues de larves élevées en jours longs (ce qui sur le terrain correspond aux générations estivales) pondent préférentiellement sur des surfaces d'eau libre. Les œufs ont un développement immédiat. Par contre, celles issues de larves élevées en jours courts, que l'on peut assimiler aux générations prévernales, pondent sur des surfaces humides et leurs œufs subissent une période de quiescence. Ainsi, le stock hivernal d'œufs quiescents, incrusté dans les cavités et les petites anfractuosités du littoral rocheux, bénéficie d'une protection contre les grosses vagues, en attendant des conditions favorables à l'éclosion.

Nos résultats mettent en relief trois points fondamentaux pour la période hivernale :

- 1) la présence de femelles actives aux mois de janvier et février ;
- 1) l'absence d'œufs dans les anfractuosités : les raclages successifs à cette période n'ont pas révélé la présence d'œufs sur l'ensemble des gîtes, par contre les mêmes techniques de prélèvements ont permis de récolter des effectifs importants au printemps et en été ;
- 2) la présence d'une faible quantité d'œufs (une vingtaine) piégés par les amas d'algues filamenteuses du creux S2G1.

La présence d'adultes femelles en cette période montre qu'*Ae. mariae* des côtes occidentales algériennes a une activité semi-continue interrompue durant les périodes froides par un repos hivernal des imagos femelles. Ceci s'explique par les valeurs relativement élevées des moyennes des minima du mois le plus froid (m) égales ou supérieures à 9°C. Ces températures sont compatibles avec la vie active des imagos femelles ; la photopériode peut réduire leur activité en période défavorable et contribuer au repos hivernal qui s'effectue dans les creux de rocher sous abri, à proximité des sites de ponte.

La première génération, observée le 11 mars, résulte probablement des œufs, recensés en période hivernale dans le gîte S2G1, qui ont été pondus sur les algues et sortis de la quiescence. Le stock initial d'œufs est ainsi épuisé. Les générations suivantes du 24 mars et du 21 avril proviennent d'œufs pondus par les femelles sorties de repos hivernal et que l'on a trouvées dans les lieux de repos. Ce gîte, particulier par son fonctionnement, se caractérise par une faible superficie, une profondeur relativement importante et un éloignement du front de la mer qui lui assure une protection contre les coups de mer. Ces caractéristiques en font un milieu confiné, contrairement aux autres gîtes plus ouverts. Les autres sites deviennent fertiles au début du mois de mai grâce aux pontes récentes des femelles et non à un stock d'œufs ayant subi une diapause hivernale. À la lumière des travaux de SINEGRE (1974), GUILVARD & RIOUX (1986) et METGE & HASSAÏNE (1998) sur *Aedes caspius* et *Aedes detritus* et de nos observations sur le terrain, il semblerait que la population d'*Ae. mariae* des côtes occidentales algériennes adopte une double stratégie (Fig. 45) :

- a) le repos hivernal des femelles pouvant être interrompu par des conditions de photopériode et de températures favorables ;
- b) un nombre réduit d'œufs quiescents (COLUZZI et al. 1974a) pouvant être réactivés principalement par la longueur du jour, compte tenu des températures moyennes minimales hivernales comprises entre 12°C et 16 °C.

Ce cycle biologique particulier est sensiblement différent de celui observé en Méditerranée septentrionale (RIOUX 1958, COLUZZI et al. 1975) où seuls les œufs pondus en période automnale constituent le stock nécessaire à une nouvelle colonisation du milieu, lorsque les conditions deviennent favorables. Cette différence comportementale semble induite par les températures hivernales (moyennes des minima) nettement inférieures à 9°C sur les côtes italiennes et françaises.

En période estivale, l'absence de larve et de nymphe dans certains gîtes est liée au caractère temporaire de ces biotopes. Compte tenu de leur situation (Tab. XXV), l'apport d'eau de mer est peu fréquent eu égard aux pertes importantes par évaporation et infiltration.

Ces gîtes se caractérisent par des périodes d'assèchement de deux à quatre mois ; la remise en eau provoque une réactivation des œufs et l'apparition de nouvelles générations (Tab. XXVII).

Dans les lieux de ponte situés à proximité de la mer, la dynamique du plan d'eau interdit la ponte et le développement larvaire durant de longues périodes à l'exception des périodes de calme relativement courtes de 3 à 4 semaines et très vite interrompues par les coups de mer estivaux. Ces derniers provoquent des mouvements de la masse d'eau sans cesse renouvelée, donnant ainsi un caractère rhéophile à ces gîtes à submersion permanente mais fortement instables.

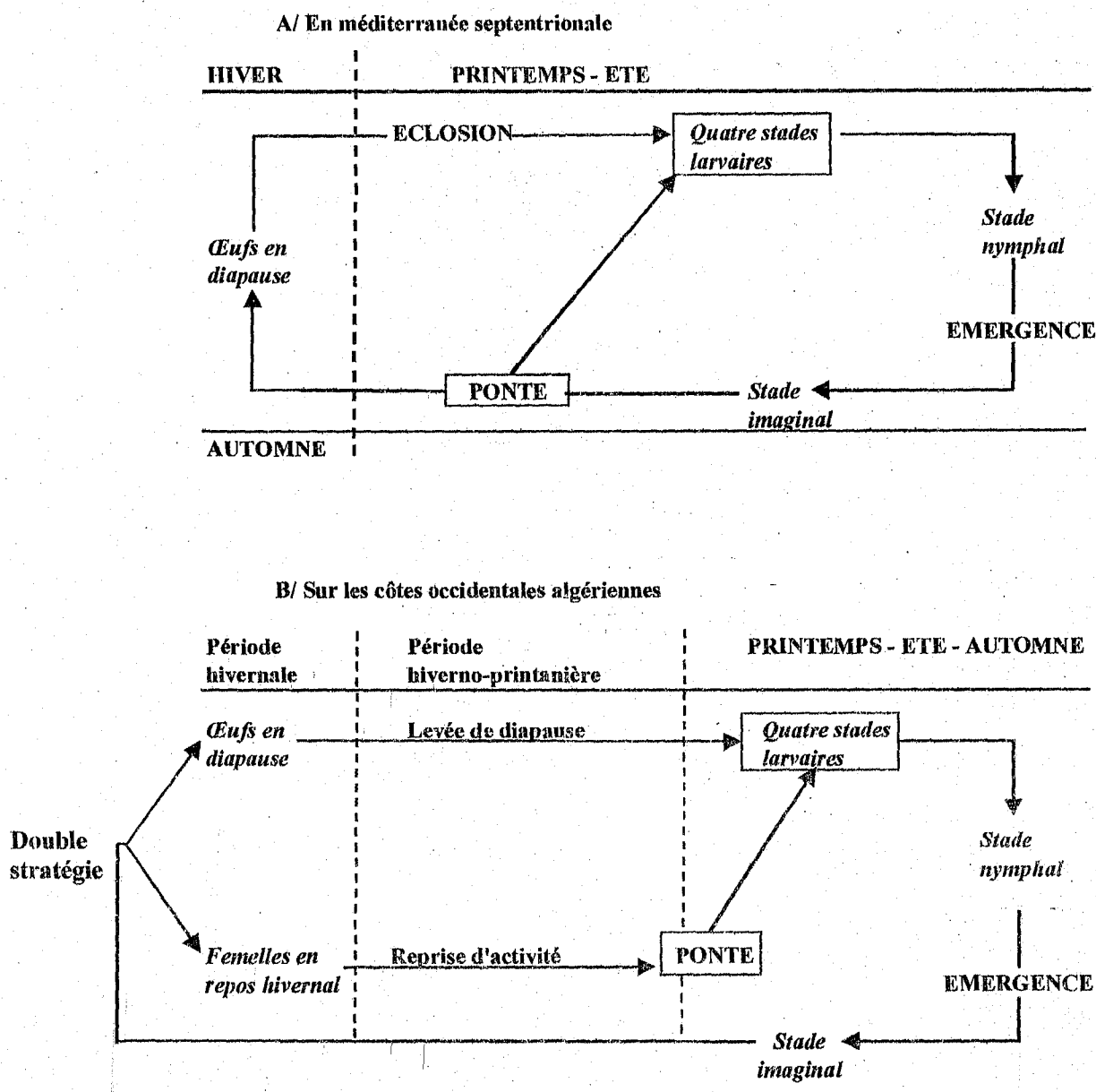


Figure 45 – Cycle de vie d'*Aedes mariae*.

Dans les gîtes les plus stables et à submersion permanente, les fortes mortalités d'été des stades immatures sont consécutives à une diminution trop rapide du volume d'eau qui engendre de fortes teneurs en sel se traduisant par une conductivité élevée. Les apports en eau (pluies et / ou coups de mer) diluent les sels et favorisent d'autres éclosions ainsi que le développement des larves « rescapées ». Les éclosions sont enregistrées pour des valeurs de conductivité comprises entre 50.000 et 100.000 $\mu\text{S.m}^{-1}$. Les conductivités supérieures à 100.000 $\mu\text{S.m}^{-1}$ traduisent une forte teneur en sel qui provoque une importante mortalité des stades immatures et inhibent l'éclosion des œufs. Toutefois, ces teneurs n'interdisent pas les pontes sur les plans d'eau. À la remise en eau, se produisent de nombreuses éclosions après dilution des sels.

Cette stase du développement des œufs est due aux fortes teneurs en sel qui bouleversent l'équilibre osmotique. En effet, la teneur en NaCl des œufs correspond à environ 30 g/l, ce qui favorise la déperdition de l'eau contenue dans l'œuf lorsque le milieu extérieur est sursaturé. La dessiccation induite par ce processus se répercute alors sur l'éclosion des œufs. Ce phénomène similaire à la mise à sec nécessaire à l'éclosion des œufs d'*Ae. caspius* et d'*Ae. detritus*, décrite par SINEGRE (1979), contribue à leur réactivation alors synchrone, ce qui explique les explosions démographiques « enregistrées » après les dilutions.

Ainsi, en période estivale, l'élévation sensible de la teneur en sel que traduit une conductivité élevée provoque une forte mortalité des populations pré-imaginales et inhibe l'éclosion des œufs, ce qui ensuite contribue à la réactivation d'une manière significative et synchrone.

Conclusion

Comme précédemment, la salinité, exprimée par la conductivité dans ces biotopes particuliers, peut jouer le rôle de facteur limitant pour l'éclosion des œufs d'*Ae. mariae*, les teneurs trop élevées sont inhibiteurs de l'éclosion. Cette espèce halophile bien qu'elle soit capable de supporter des teneurs relativement importantes semble présenter un seuil supérieur au-delà duquel son développement est interrompu. Une pression osmotique provoquée par ces concentrations en sel importantes empêche le déroulement de l'éclosion des œufs.

Chapitre VI

LES FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES REGISSANT LA DYNAMIQUE

DES STADES IMMATURES DES POPULATIONS *Culex pipiens* DE LA

VILLE DE TLEMCCEN

**CHAPITRE VI : DYNAMIQUE DEMO-ECOLOGIQUE DES STADES PREIMAGINAUX DE LA
POPULATION DE *CULEX PIFIENS* (DIPTERA-CULICIDAE) DANS LES SECTEURS LES
PLUS INFESTES DE LA VILLE DE TLEMCCN (ALGERIE).**

VI.1. Introduction

Culex pipiens connu plus communément sous le nom de moustique commun ou moustique de la ville est le mieux étudié jusqu'à présent. La nuisance, engendrée par ce petit insecte et fortement ressentie en zones urbaines, a poussé plusieurs auteurs à s'intéresser à l'amélioration des connaissances sur sa biologie et son écologie, dans l'unique but d'établir une lutte de plus en plus efficace. L'analyse des travaux bibliographiques réalisée précédemment (cf. 1^{ère} partie) permet de mettre clairement en évidence la plasticité écologique de cette espèce. Les nombreux et divers travaux dépouillés nous ont permis de constater que dans la plupart des études entreprises sur les Culicidés de façon générale, *Cx. pipiens* est la première espèce à être signalée, sa probabilité de rencontre dans les gîtes larvaires étant la plus élevée. Sa plasticité écologique très importante lui permet de se développer dans les gîtes les plus divers et de supporter les variations les plus larges des facteurs écologiques. Cette espèce que l'on a qualifiée d'eurytope et euryèce, est une espèce ubiquiste à répartition circummondiale. Elle semble s'adapter à des conditions physico-chimiques très variables. Le rôle joué par ces derniers sur la dynamique de certaines populations culicidiennes a été recherché par plusieurs auteurs (METGE 1986, HANDAQ 1995, LOUAH 1995, HASSAINE et al 2001).

Les préférences écologiques de *Cx. pipiens* sont souvent peu précises. Les travaux réalisés indiquent qu'il fréquente les milieux les plus divers avec cependant une prédilection pour les gîtes pollués. Face à la multitude des travaux déjà réalisés qui montre clairement le rôle de certains facteurs physiques ou physico-chimiques sur la variation de la densité des populations de cette espèce, nous avons voulu, à travers une étude très ciblée, mettre en évidence le rôle de la conductivité, la salinité et la matière organique dans la dynamique des populations des stades immatures de cette espèce. Cette étude se veut un complément des travaux déjà effectués par de nombreux auteurs (RIOUX 1958, TRARI 1991, LOUAH 1995, BERCHI 2000). Par ailleurs, nous nous sommes basés sur l'étude réalisée par BENKALFAT-ELHASSAR (1991) pour le choix d'une partie des gîtes étudiés.

VI.2. Méthode d'étude

VI.2.1. Position systématique et morphologique de *Cx. pipiens*.

L'espèce *Cx. pipiens* a été décrite pour la première fois par Linné en 1758. Il représente également un complexe d'espèces et de sous-espèces étroitement proches morphologiquement mais génotypiquement distinguables. Il comprend une endémique d'Australie *Cx. globocoxitus* Dobrotworsky, 1953 et *Cx. pipiens* Linné, 1758 à répartition circummondiale.

Deux sous-espèces sont identifiées selon leur répartition, *Cx. pipiens pipiens* des régions tempérées de l'hémisphère Nord et de l'Afrique du Sud et *Cx. pipiens quinquefasciatus* Say, 1823 des régions tropicales seulement, ce dernier tombe en synonymie avec *Culex fatigans* Wiedmann, 1928.

ROUBAUD (1927) définit deux biotypes ou deux types de populations de *Culex pipiens* :

- un *Culex* autogène, homodyname, sténogame qui se développe dans des eaux riches en matière organique, et qui peut de ce fait pondre une première fois sans repas sanguin,
- un *Culex* anautogène ayant besoin d'un repas sanguin avant la première ponte.

L'autogénie peut se manifester pendant plusieurs générations d'une même souche, mais ce caractère n'est pas absolu. Dans une même ponte, 80 à 70% sont des formes autogènes. Il est donc difficile de parler de souches pures d'espèces autogènes ou anautogènes et surtout dans les régions où les deux biotypes peuvent cohabiter. Ces caractères ne sont pas stricts, les populations de *Cx. pipiens* sont autogènes et (ou) anautogènes selon la richesse en matière nutritive du gîte qu'elles colonisent.

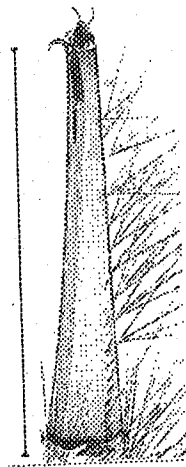
Cx. pipiens présente des variétés secondaires. RIOUX et PECH (1958) proposent trois variétés selon leurs caractéristiques éthologiques :

- *Cx. pipiens pipiens* se développe dans des biotopes d'eau douce riches en matière organique, situés en milieu rural. Cette espèce est anautogène, hétérodynamique, eurygame et ornithophile.
- *Cx. pipiens autogenicus* colonise les biotopes dans les zones urbaines, il est homodyname, sténogame et anthropophile.
- *Cx. pipiens berbericus* est le nom donné à la population d'Afrique du Nord. Présentant des caractères morphologiques intermédiaires entre les formes autogènes et les formes anautogènes stricts, il correspond à une hybridation des deux formes (PASTEUR et al. 1977 et URBANELLI et al. 1980). Il est alors anautogène, sténogame et anthropophile.

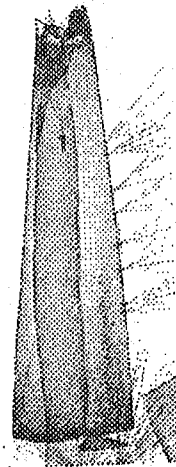
Ce sont trois formes biotypiques certes, mais le complexe *Cx. pipiens* ne peut être considéré que comme une seule espèce dans la mesure où les croisements sont toujours possibles et principalement en Afrique du Nord.

Les principaux caractères morphologiques qui permettent d'identifier les larves de *Cx. pipiens* sont :

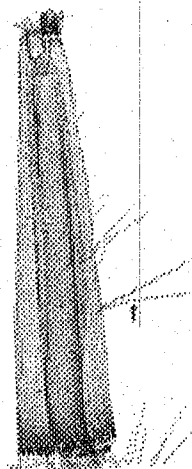
1. le thorax sans épines fines ;
2. la longueur supérieure au double de la largeur (Fig. 46a) ;
3. les bords convexes ou droits du siphon (Fig. 46b) ;
4. la position apicale de la soie siphonique sL (Fig. 46b) ;
5. le nombre de paires de soies siphoniques est limité à quatre ou cinq (Fig. 46c) ;
6. les dents frangées du VIII^e segment (Fig. 46d).



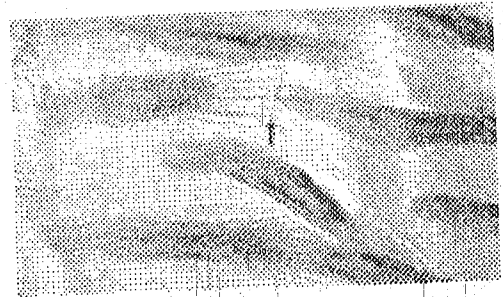
a- Le rapport longueur – largeur du siphon



b- Position de la soie siphonique



c- Nombre de branches des soies siphoniques



d-Dents du VIII^e segment

Figure 46- Les caractères morphologiques d'identification des larves de *Cx. pipiens*

VI.2.2. Station d'étude et choix des gîtes

Cx. pipiens, principale espèce urbaine, est capable de coloniser des biotopes extrêmement variés allant de l'étendue marécageuse faiblement halophile aux petits gîtes anthropiques. L'ampleur de la nuisance engendrée par chacun de ces gîtes dépend des effectifs de femelles produits et de leur comportement trophique. Les gîtes urbains sont généralement monospécifique et se prêtent aisément à un suivi éco-démographique de la population à *Cx. pipiens*. Pour réaliser ce suivi, nous avons retenu des gîtes représentatifs des deux quartiers "kiffane et Imama" les plus infestés de la ville de Tlemcen (ELHASSAR-BENKALFAT 1991), soumis à une nuisance particulièrement aiguë. La création de l'ensemble de ces gîtes reste néanmoins le résultat de la négligence de l'homme. L'extension difficilement contrôlée de l'urbanisme et du secteur industriel polluants et les systèmes d'évacuations des eaux usées et d'assainissement sont des générateurs de gîtes à *Cx. pipiens*.

Six gîtes, tous localisés dans la zone urbaine de Tlemcen et typologiquement différents (position par rapport à la lumière, artificiel ou naturel) font l'objet d'un suivi d'avril à novembre 1996, période la plus favorable au développement des stades immatures de cette espèce. Notre ville occupe actuellement une superficie d'environ 12246 km², elle est située entre 34° et 35° latitudes Nord et 2° 30' longitudes ouest et représente le chef lieu de la wilaya de l'extrême ouest algérien.

Il s'agit de trois gîtes hypogés et de trois gîtes épigés dont l'origine de mise en eau est naturelle et (ou) artificielle (Tab. XXVIII) :

- **Gîte 1** : un vide sanitaire inondé de façon permanente, permettant à la population de *Cx. pipiens* de s'y abriter toute l'année. Il est alimenté exclusivement par des eaux usées provenant des fuites dans la canalisation défectueuse. Situé à deux mètres au-dessous du niveau du sol et d'une superficie d'environ 4 m², il est occupé par un plan d'eau d'une hauteur très faible. L'eau est putride et nauséabonde. L'eau de ce gîte est la plus polluée.
- **Gîte 2** : une cave d'un immeuble en construction dont la profondeur est supérieure à six mètres. La lame d'eau de quelques centimètres se forme suite à d'importantes pluies. L'eau est alors moins polluée.
- **Gîte 3** : un puits situé dans un jardin mal entretenu. L'eau y est impropre à la consommation à cause de son goût salé. La profondeur de l'eau est supérieure à huit mètres. Bien que le gîte soit lui-même un résultat de l'action de l'homme, sa dynamique est essentiellement liée aux fluctuations de la nappe phréatique.
- **Gîte 4** : une mare temporaire de 2 m² environ, créée par les débordements des eaux d'un réservoir d'une unité de production laitière. L'eau est généralement peu ou pas polluée. Cette mare résiduelle offre un caractère relativement temporaire, une phase d'assec généralement très courte et une phase de mise en eau plus longue se succèdent en hiver et au printemps, alors que la phase d'assèchement l'emporte en période estivale.

- **Gîte 5** : un bassin d'ornement délaissé au fond d'un jardin, plein d'eau stagnante riche en débris organiques. Cette eau provient essentiellement des eaux pluviales, elle reste de ce fait une eau très peu polluée.
- **Gîte 6** : une piscine pour enfants, d'environ un mètre de profondeur et servant d'élément de stockage lors des coupures d'eau. Elle est destinée à l'arrosage du jardin. L'eau stagnante est d'origine beaucoup plus anthropique que pluviale, elle peut stagner plusieurs jours voire des mois ; transformant ainsi ce milieu en un véritable gîte à *Cx. pipiens*.

Le choix de ces gîtes tient compte de la représentativité des gîtes à *Cx. pipiens* (BENKALFAT-ELHASSAR 1991), de leur productivité, de leur accessibilité et de leur non-traitement par des insecticides.

VI.2.3. Méthodes de prélèvements

A/ Les populations pré-imaginales de *Cx. pipiens*

Les prélèvements ont été effectués d'une manière régulière tous les dix à quinze jours d'intervalle vu la diversité des biotopes colonisés. Le procédé d'échantillonnage n'est pas le même, nous avons utilisé différentes méthodes de prélèvement selon la profondeur du gîte. Dans les gîtes hypogés à faible hauteur d'eau (Gîtes 1 et 2), nous avons utilisé un filet Langeron de 20 cm de diamètre et maillage 80 μ que nous avons promené cinq fois sur une longueur de 1 m. Dans le puits (Gîte 3), l'eau est prélevée à l'aide d'un seau de dix litres, le contenu est ensuite filtré à travers un filet Langeron de 80 μ de maille. Dans les gîtes épigés (Gîtes 4,5 et 6), nous avons adopté la méthode de la louche ou "Dipping" (PAPIEROK, 1972) qui consiste à filtrer à l'aide du filet Langeron un même volume d'eau égale à cinq litres, prélevé dans différents endroits par une louche de 125 cl de volume. Après comptage *in situ*, les larves sont remises dans les gîtes. Pour avoir une même unité de référence, nous avons amené toutes les valeurs à la même unité de 1 dm³.

Pour s'assurer de la monospécificité des populations pré-imaginales, nous avons effectué des prélèvements de larves puis leur identification ; seules les larves du quatrième stade sont montées entre lame et lamelle pour identification.

B/ Caractères physico-chimiques de l'eau

A chaque prélèvement de la faune est associée une analyse physico-chimique de l'eau où vivent les populations de *Cx. pipiens*. Les mesures des paramètres physico-chimiques ont été faites au moyen d'un appareillage approprié type WTW multiline P4 et ont porté sur :

- la température de l'eau exprimée en degré Celsius,
- le pH,
- la conductivité exprimée en $\mu\text{S.cm}^{-1}$,
- la salinité exprimée en mg/l,
- la quantité d'oxygène dissous dont les valeurs sont exprimées en mg/l,
- la quantité de matière organique en suspension est mesurée selon la méthode par filtration puis pesage après séchage à 105°C. les valeurs enregistrées sont données en mg/l,
- le dosage de l'azote est effectué par la méthode acidimétrique après distillation, les valeurs sont exprimées en mg/l.

Nous avons retenu également la luminosité dans les gîtes, les mesures sont effectuées grâce à un luxmètre et les valeurs sont alors exprimées en lux.

L'exploitation des résultats est basée sur la méthode statistique la plus synthétique : l'analyse des composantes principales qui a pour but de mettre en évidence les corrélations entre l'ensemble des données biotiques et abiotiques. Comme précédemment, nous avons retenu le programme d'analyse multivariée ADE (THIOULOUSE et CHESSEL 1997).

VI.3. Résultats

VI.3.1. Variations spatio-temporelles des effectifs stades immatures

La plupart des gîtes sont dépourvus de larves durant la période défavorable allant du mois de décembre au mois de mars, à l'exception des gîtes 1 "cave" et 3 "puits" dans lesquels 9 et 16 larves du stade 4 furent respectivement récoltées le 15 mars. Ces larves, à mouvement très lent, semblaient hiberner dans ces gîtes de repos.

Les premières générations larvaires sont apparues dans les gîtes hypogés "cave et puits" le 21 avril. Les éclosions dans le gîte hypogé "vide sanitaire" ne sont notées qu'à partir du 21 mai, les trois gîtes épigés deviennent fonctionnels beaucoup plus tard. Les éclosions se succèdent dans le temps, le 21 mai l'ensemble des gîtes sont productifs et abritent des larves de différents stades à l'exception du gîte "piscine" qui ne devient fertile que le 09 juillet.

Au cours de cette période d'étude, les effectifs des stades immatures fluctuent (Fig. 47), ils croissent puis décroissent. Dans les gîtes hypogés, les densités larvaires subissent des fluctuations mais restent relativement importantes, contrairement aux gîtes épigés où les stades immatures disparaissent suite à l'assèchement du gîte durant la période estivale puis croissent à nouveau, suite à une remise en eau pour disparaître en novembre. Les effectifs sont relativement faibles en période printanière, pour atteindre des valeurs élevées dès le mois de juin. La charge maximale

Tableau XXVIII : Variation spatio-temporelle de la densité moyenne des populations pré-imaginales de *Culex pipiens*.

Gîtes	Type de gîte	Obscurité	Origine de la mise en eau	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Hauteur moyenne de l'eau (cm)	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Total	Moyenne	Fréquence	
Gîte 1 Cave	hypogé	totale	artificielle : eaux usées domestiques	2	1	1,50	30-50	32	57	345	706	815	732	384	217	3288	411	1	0,86
Gîte 2 Vide sanitaire	hypogé	partielle	naturelle : eaux pluviales	1,5	1	6	60	0	94	334	482	604	500	298	79	2391	299	1	0,55
Gîte 3 Puits	hypogé	totale	naturelle : eaux pluviales et piscatiques	1,5	1,5	12	/	93	123	102	89	75	125	71	72	1492	94	1	0,65
Gîte 4 Mare résiduelle	épigé	nulle	artificielle : eaux d'un réservoir	6	7	0,5	30	0	55	198	28	0	22	21	0	864	64	0,65	0,65
Gîte 5 Bassin d'amenagement	épigé	nulle	naturelle : eaux pluviales	3	3	1,20	30	0	176	265	6	0	109	621	262	3708	285	0,60	0,60
Gîte 6 Piscine	épigé	nulle	artificielle : eaux potables domestiques	5	3	1	30	0	0	0	113	171	241	178	33	1473	163		

pour les gîtes hypogés s'observe au cours des mois d'été juillet, août et septembre, la population évolue dans le temps d'une façon quasi-logistique (Fig. 47) avec une charge maximale qui atteint 815 individus.dm⁻³ dans le gîte 1. Durant l'été, les éclosions sont nombreuses jusqu'au mois de novembre, un mois durant lequel les larves du premier stade sont de moins en moins nombreuses.

La densité de la population d'un gîte à un autre fluctue autour d'une moyenne de 204 individus.dm⁻³, elle est relative à la taille de l'habitat (Tab. XXVIII) et de la quantité de nourriture disponible. La croissance de la population est plus importante au niveau des gîtes hypogés que les gîtes épigés. Les gîtes hypogés présentent les densités les plus élevées avec en moyenne 411 individus.dm⁻³ dans la cave et 299 individus.dm⁻³ dans le vide sanitaire. Dans le bassin d'ornementation, la moyenne reste importante de l'ordre 285 individus.dm⁻³. Les autres gîtes sont moins productifs, ainsi la charge maximale ne dépasse pas 158 individus.dm⁻³ dans la mare temporaire au cours du mois le plus favorable (juin) où on enregistre des valeurs de température de 30°C. Le gîte 3 "puits" à caractère moins hypogé que les précédents, présente un pic d'abondance légèrement décalé dans le temps, on y remarque généralement de faibles effectifs, la charge moyenne étant d'environ 163 individus.dm⁻³.

Le plan d'eau permanent des gîtes hypogés permet le développement continue des populations pré-imaginales, contrairement aux gîtes épigés soumis à une période d'assèchement allant du 15 août au 22 septembre et que caractérisent principalement la mare temporaire et le bassin d'ornementation (Fig. 47).

L'effectif élevé des stades 1 témoigne d'éclosions récentes (Fig. 47). Au cours de la période printanière, les éclosions se multiplient, les stades jeunes sont les plus nombreux jusqu'au 30 juin, où les effectifs des larves des stades 3 et 4 sont les plus dominants. Ainsi les larves des stades avancés constituent plus de 71 % de la population larvaire dans le premier gîte, 65,8 % dans le vide sanitaire. Dans le puits, on enregistre un effectif global important des premiers stades, le nombre des larves des stades 1 et 2 est supérieur aux stades plus avancés durant toute la période d'étude, les stades 1 et 2 constituent près de 68 % de la population pré-imaginale.

Dans les gîtes épigés, les densités des stades jeunes sont également supérieures aux densités des stades avancés, principalement au cours de la période printanière. Le nombre de larves qui atteignent le stade 4 est relativement faible dans ces gîtes sporadiques ou accidentels. Ainsi, dans le bassin d'ornement, les éclosions sont nombreuses confirmées par des densités de larves du stade 1 et 2, trois fois plus important que les densités des stades plus avancés. Seul le gîte "piscine" se caractérise par des éclosions très fréquentes durant la période allant du 22 août au 21 octobre. Les larves du 4^{ème} stade sont également présentes en grand nombre et les stades de transition 2 et 3 sont les moins denses, l'insecte réalise alors son cycle de développement en un temps très court,

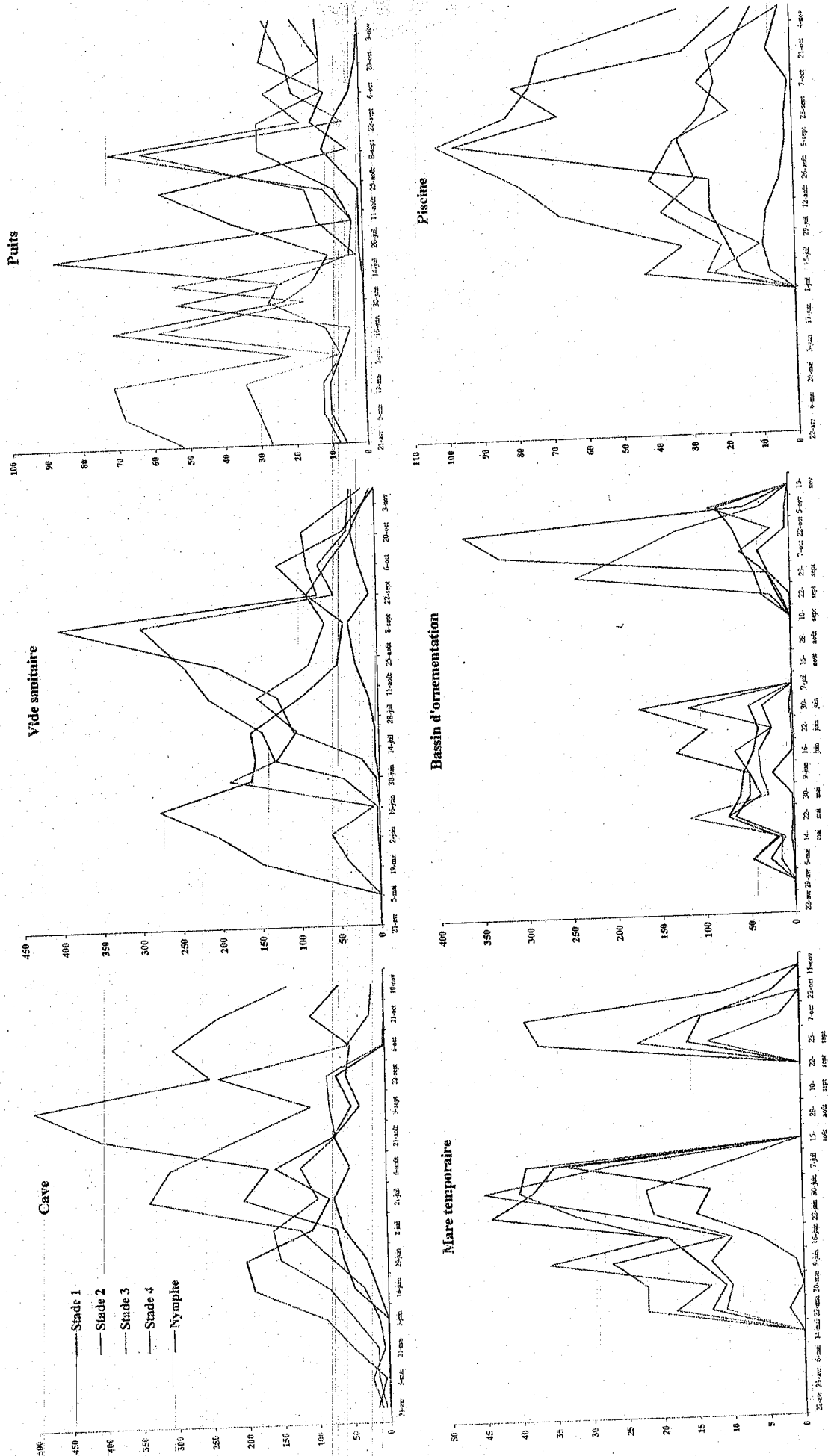


Figure 47- Variation temporelle des effectifs des stades immatures dans les differents gîtes

accéléral par des températures et une intensité lumineuse favorable. Du reste, le nombre d'exuvies dans ce gîte était très élevé.

Les stades immatures sont essentiellement représentés par les larves de différents stades, les nymphes sont relativement peu présentes. Le nombre de nymphe est généralement très réduit dans tous les gîtes et plus particulièrement dans les gîtes hypogés. La nymphose est très rapide permettant ainsi à la larve du 4^{ème} stade de se transformer en imago en l'espace de quelques jours. La densité maximale des larves du 4^{ème} stade dans la mare résiduelle est de 57 individus.dm⁻³, proportionnelle au volume d'eau global. Notons que dans ce gîte *Cx. pipiens* était associé à *Culiseta longiareolata* qui était beaucoup plus présente en nombre. Au cours de la période estivale, les populations des stades avancés sont plus denses que les populations des stades jeunes, les éclosions semblent se dérouler essentiellement en période printanière et début de l'été, il y a accumulation de plusieurs générations.

VI.3.2. Relations facteurs écologiques et effectifs des stades immatures

Pour mettre clairement en évidence le rôle de certains facteurs physiques et chimiques de l'eau sur le développement des stades immatures, nous avons pris certains facteurs isolément, d'autres de façon combinée.

VI.3.2.1. Effet de la lumière et de la température sur la variation des effectifs des larves et des nymphes

Les gîtes hypogés se caractérisent par une luminosité très faible qui ne dépasse pas les 10 lux, seul le gîte 1 "cave" présente une obscurité totale durant toute l'année, dans le puits et le vide sanitaire l'obscurité bien qu'importante n'est pas totale.

Les grandes variations de l'intensité de la lumière sont enregistrées dans les gîtes épigés, avec un maximum de 900 lux dans la mare résiduelle (Fig. 48). Les effectifs sont inversement corrélés à l'intensité lumineuse, le maximum de lumière détermine un minimum d'effectif des stades immatures. Cette intensité lumineuse augmente progressivement au cours du temps, de la même façon qu'augmente les effectifs des larves du stade 1 (Tab. XXIX).

Le facteur lumière semble avoir une relation plus évidente avec les stades jeunes 1 et 2, c'est à dire les éclosions. 77 % des éclosions se produisent à des intensités de lumière inférieures à 20 lux, les gîtes les plus sombres présentent les densités les plus élevées, ceux qui sont plus exposés à la lumière sont les moins productifs. *Cx. pipiens* semble rechercher beaucoup plus des gîtes sombres que des gîtes ensoleillés.

Tableau XXIX : Variation temporelle de la luminosité

Date \ Gîte	Mare temporaire	Bassin d'ornement	Piscine	Vide sanitaire
22-avr	135	160	120	10
06-mai	200	100	130	10
22-mai	400	85	135	15
04-juin	600	100	140	20
17-juin	400	500	140	25
30-juin	65	80	120	30
09-juil	800	400	300	30
22-juil	600	700	400	35
07-août	700	500	300	45
22-août	650	150	500	45
10-sept	900	550	180	50
23-sept	130	120	300	55
07-oct	155	120	600	55
22-oct	150	130	500	20
11-nov	165	135	145	10

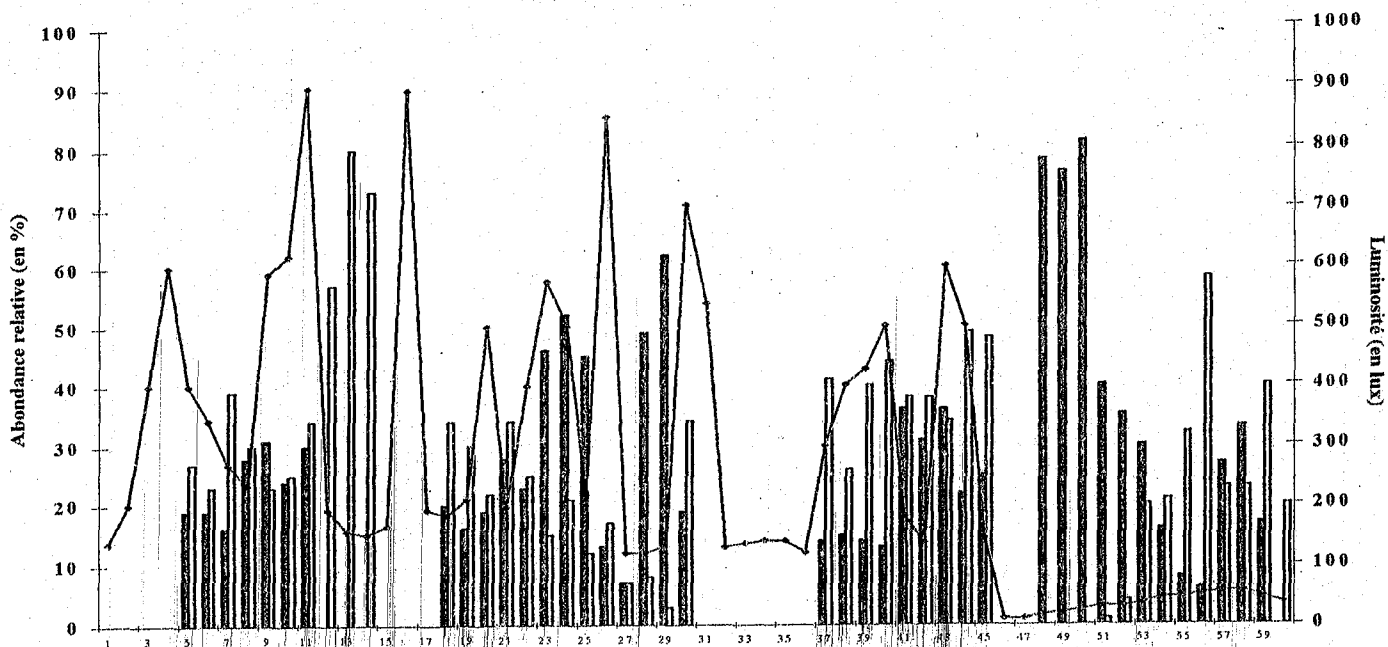


Figure 48- Variations des densités larvaires des stades 1 et 4 en fonction de la luminosité.

La luminosité augmente en même temps que la température de l'eau, ce qui favorise ainsi un développement larvaire plus rapide. Ce phénomène est à l'origine d'une densité des stades jeunes équivalente ou inférieure à celle des stades avancés au cours de la période thermique la plus favorable. L'optimum thermique pour les larves de *Cx. pipiens* se situe entre 25°C et 30°C, alors qu'un minimum de 13°C est enregistré pour les mois les plus froids de l'année. Cette espèce euritherme peut ainsi, grâce à sa valence écologique, coloniser les gîtes hypogés où la température la plus élevée est de l'ordre de 28°C mais également les gîtes épigés soumis à une insolation plus longue et où la température peut atteindre 31°C. Toutefois, ces plus fortes densités coïncident avec les valeurs de températures certes élevées mais des valeurs de luminosité relativement faibles.

V.3.2.2. Paramètres physico-chimiques et variations des densités des larves et des nymphes.

Soixante-quinze prélèvements permettent d'établir clairement les relations entre les facteurs physico-chimiques et les densités des différents stades préimaginaux. Pour mieux mettre en évidence le rôle de la matière organique qui représente dans ce cas une ressource alimentaire, nous avons établi la figure 49.

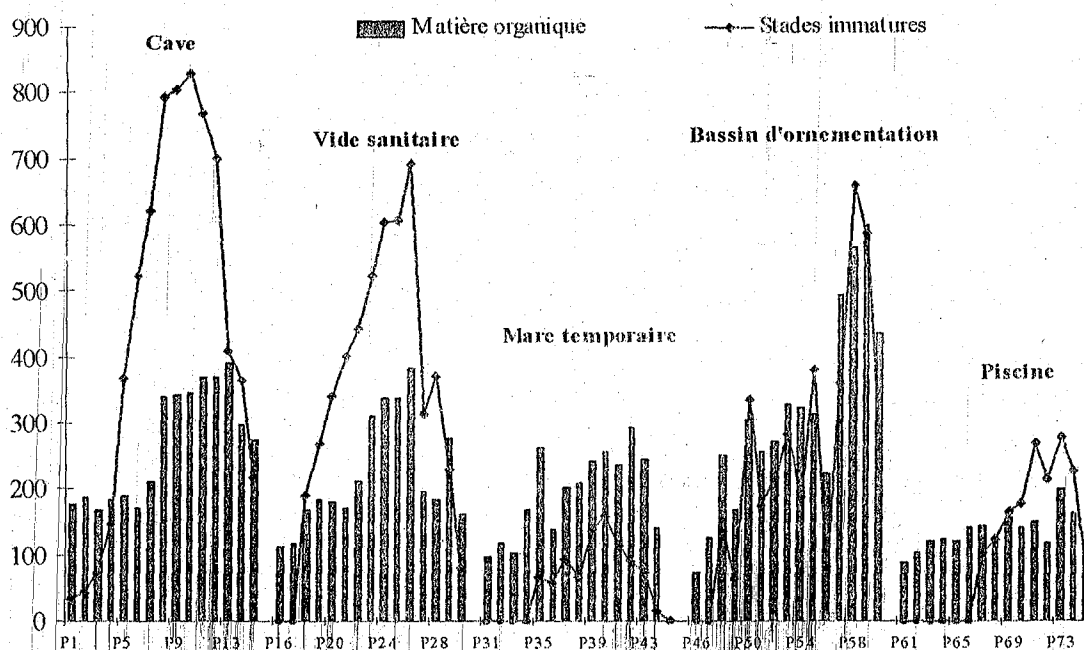


Figure 49 - Variation de la densité des stades immatures en fonction de la quantité de matière organique.

La matière organique revêt une importance capitale dans le développement larvaire chez *Cx. pipiens*. Lorsque la quantité de matière organique est supérieure à 124 mg/l, 100% des prélèvements sont positifs. Les plus fortes densités de *Cx. pipiens* s'observent lorsque la quantité de matière organique est comprise entre 250 et 596 mg/l. *Cx. pipiens* semble tolérant vis à vis des faibles taux

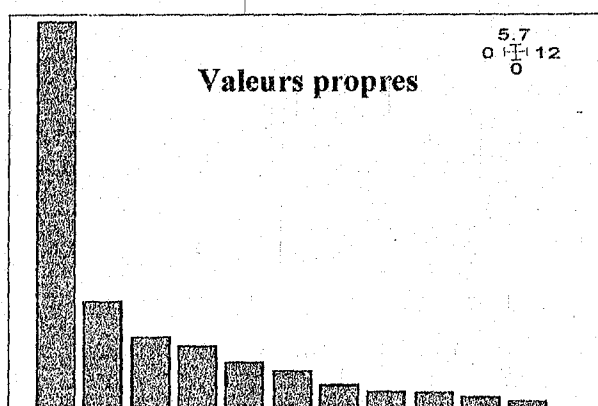
de matière organique, bien qu'on enregistre les plus fortes densités dans les gîtes où la matière organique est la plus abondante (Fig. 49).

Dans les gîtes les plus riches en matière organique, là où la quantité est toujours supérieure à 124 mg/l, la probabilité de colonisation par *Cx. pipiens* est très élevée. Par ailleurs, bien que le puits présente un taux de matière organique favorable, il ne remplit pas toutes les conditions nécessaires à une forte colonisation. La quantité de matière organique élevée apparaît donc comme facteur fondamental favorable au développement larvaire de *Cx. pipiens*.

Pour interpréter les variations des paramètres physico-chimiques et leur relation avec les densités des stades immatures, notre choix s'est porté sur l'analyse en composantes principales, établie à partir de la matrice des données de 75 lignes et de 12 colonnes mettant en relation les sept paramètres physico-chimiques de l'eau et les effectifs des stades immatures dans les cinq gîtes étudiés (Tab. XXIX et Tab. XXX). Les données relatives au gîte "puits" n'ont pas été prises en compte, les valeurs de conductivité et de salinité trop élevées provoquent des correspondances pointues et minimisent ainsi l'information apportée par d'autres points. Les deux premiers axes retenus ont pour valeurs propres respectivement 49,64 % et 13,45 % soit une inertie totale de 63,09 %.

Contributions relatives des facteurs colonnes

Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	Cont.
1	4423	221	5354	10000	833
2	3537	1454	5008	10000	833
3	7940	329	1729	10000	833
4	7756	123	2120	10000	833
5	4989	710	4299	10000	833
6	499	331	9169	10000	833
7	6515	1040	2443	10000	833
8	2315	4807	2877	10000	833
9	4667	2474	2858	10000	833
10	7150	194	2655	10000	833
11	5682	2115	2201	10000	833
12	4085	2340	3574	10000	833



Les plans (F1xF2) ont été superposés pour donner une meilleure représentation de la relation entre les différents facteurs et leur distribution dans le temps. Les principaux caractères actifs qui participent à la définition de l'axe 1 sont essentiellement la conductivité à 79,40%, la salinité à 77,56 %, l'oxygène dissous à 65,15 % et les densités des stades les plus avancés (L3, L4) dont les contributions relatives respectives sont égales à 71,50 % et 56,82 %.

Sur la partie négative de l'axe 1, les points représentent les effectifs les plus élevés pour des valeurs de conductivité supérieures à $1400\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ opposés aux plus faibles densités des stades immatures représentés par les points situés sur le côté positif de l'axe et pour des valeurs de

Tableau XXX : Relations entre les facteurs physico-chimiques et les densités des stades immatures dans les gîtes hypogés.

Gîte	Date de prélèvement	Code	Température de l'eau (°C)	pH	Conductivité (µS.cm ⁻¹)	Salinité (g/l)	Matière organique (mg/l)	Azote (mg/l)	O ₂ (mg/l)	Stade	Stade	Stade	Stade	Stade	Total des stades immatures
										1	2	3	4	nymphal	
Cave	21-avr	P1	14	9,7	1256	0,4	177	1,9	1,67	17	5	10	0	0	32
	05-mai	P2	14,5	9,3	1173	0,3	186	3,4	1,78	5	14	24	0	0	43
	21-mai	P3	15	9,6	1210	0,5	167	1,95	2,23	50	15	6	0	0	71
	03-juin	P4	20	9,1	1530	0,5	184	0,82	3,39	87	47	13	0	0	147
	16-juin	P5	25,5	9	1680	0,6	190	0,85	3,46	189	82	33	47	15	366
	29-juin	P6	25,5	9,2	1600	0,6	172	1,6	5,51	201	151	78	62	30	522
	08-juil	P7	27,5	9,6	1663	0,6	210	1,01	3,59	106	161	123	71	61	622
	21-juil	P8	26,5	9,1	1365	0,4	340	1,2	3,66	81	97	336	203	74	791
	06-août	P9	28	9,7	1756	0,7	343	1,2	5,22	157	121	307	167	51	803
	21-août	P10	27	9,2	2065	0,9	344	0,66	6,01	74	71	206	403	73	827
	09-sept	P11	28	9,3	1936	0,8	370	0,52	5,57	48	79	107	497	36	767
	22-sept	P12	26	9,9	1884	0,7	369	0,98	5,43	70	82	236	248	56	698
	06-oct	P13	16	10	1110	0,3	389	0,92	4,64	0	3	54	301	49	407
	21-oct	P14	21	10,2	1198	0,4	296	1	4,37	0	0	21	236	105	362
	10-nov	P15	14	10,3	1100	0,3	274	1,35	3,26	0	0	17	137	63	217
Vide sanitaire	21-avr	P16	11,5	8,9	1152	0,4	110	1,98	1,49	0	0	0	0	0	0
	05-mai	P17	14	8,7	1170	0,4	116	1,89	1,79	0	0	0	0	0	0
	21-mai	P18	14,5	9	1520	0,5	169	1,79	1,8	148	39	1	0	0	188
	03-juin	P19	17	9,3	1530	0,5	184	1,64	2,23	203	61	3	0	0	267
	16-juin	P20	18,5	9	1590	0,5	180	1,65	2,48	277	8	3	0	0	338
	29-juin	P21	20	9	1610	0,5	172	1,35	2,98	161	188	45	4	0	398
	08-juil	P22	23	9	1660	0,6	210	1	3,95	156	129	131	22	4	442
	21-juil	P23	25	9	1850	0,7	310	1,31	4,82	161	103	147	107	4	522
	06-août	P24	30	10,1	2047	1,1	335	1,7	4,91	97	153	213	127	12	602
	21-août	P25	30,5	10	2447	1,2	337	0,99	5,19	51	87	242	200	27	607
	09-sept	P26	30	9	2900	1,4	380	0,74	5,99	42	66	298	401	36	689
	22-sept	P27	27,5	9	1720	0,6	196	0,63	6,1	87	88	54	74	9	312
	06-oct	P28	23,5	9	1510	0,5	182	1	5,31	125	61	73	87	22	368
	21-oct	P29	22,5	9	1370	0,4	277	1,2	2,52	41	29	36	92	31	229
	10-nov	P30	13,5	8,5	1250	0,4	161	1,3	3,17	0	27	31	16	5	79
Puits	21-avr		14	7,3	3490	1,7	1187	0,2	1,2	52	27	8	6	0	93
	05-mai		15	7,4	3550	1,8	1190	1,2	2,3	68	30	12	10	0	120
	21-mai		15	7,1	3490	1,8	1192	1,3	2,9	71	34	12	10	0	127
	03-juin		13	6,5	3244	1,5	1200	1,3	3,1	21	8	7	7	0	43
	16-juin		13	7,5	3170	1,5	1364	1,5	3,2	71	58	11	4	0	144
	29-juin		16	6,8	3140	1,5	1669	1,6	3,6	23	17	27	53	0	120
	08-juil		20	7,1	2977	1,4	999	1,5	3,7	15	54	24	23	0	116
	21-juil		21	7,4	3060	1,3	1600	1,8	2,6	10	2	4	87	1	104
	06-août		22	7,2	3126	1,4	1147	2	2,3	37	13	3	3	1	57
	21-août		23	7,9	3260	1,5	1144	2,1	2,2	57	16	11	8	1	93
	09-sept		22	7,7	3621	1,8	1145	2	2,1	4	62	71	29	11	177
	22-sept		22	7,5	3593	1,8	1556	1,6	1,8	14	5	17	29	8	73
	06-oct		21	7,1	3543	1,8	1306	1,5	1,7	10	19	27	11	3	70
	21-oct		16	7,2	3482	1,7	1100	1,2	1,8	28	21	11	11	1	72
	10-nov		14	7,3	3261	1,5	1035	1,2	1,5	25	27	19	12	0	83

Tableau XXXI : Relations entre les facteurs physico-chimiques et les densités des stades immatures dans les gîtes épigés.

Gîte	Date de prélèvement	Code	Température de l'eau (°C)	pH	Conductivité ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Salinité (g/l)	Matière organique			O ₂ (mg/l)	Stade	Stade	Stade	Stade	Stade	Total des stades immatures
							1	2	3		4	nymphal				
Mare résiduelle	22-avr	P31	15	7,4	925	0,2	96	0,2	1,2	0	0	0	0	0	0	
	29-avr	P32	16	7,5	730	0,2	117	1,2	2,3	0	0	0	0	0	0	
	06-mai	P33	20	7,2	1110	0,1	103	1,3	2,9	0	0	0	0	0	0	
	14-mai	P34	22	6,2	897	0,1	168	1,3	3,1	0	0	0	0	0	0	
	22-mai	P35	19	7,1	1203	0,3	260	1,5	3,2	13	11	22	18	2	66	
	30-mai	P36	23	7,2	1157	0,3	138	1,6	2,6	11	10	22	13	0	56	
	09-juin	P37	27	7,3	1279	0,2	202	1,7	3,7	15	13	27	36	1	92	
	16-juin	P38	28	7,5	1296	0,3	206	1,7	2,6	19	10	11	20	6	66	
	22-juin	P39	30	7,5	1236	0,4	240	2,2	2,3	44	21	26	32	15	138	
	30-juin	P40	30	7,4	1279	0,4	255	2,1	2,2	38	22	45	40	13	158	
	07-juil	P41	28	7,5	1084	0,3	233	2,1	2,1	35	11	27	39	33	113	
	23-sept	P42	24	6,5	866	0,3	291	1,7	1,8	0	0	2	51	36	89	
	07-oct	P43	21	7	1069	0,3	243	1,5	1,7	0	0	0	57	14	71	
	22-oct	P44	17	7	1001	0,3	141	1,2	1,8	0	0	0	11	4	15	
	11-nov	P45	14	7,2	987	0,3	17	1,2	1,5	0	0	0	0	0	0	
Bassin d'ornement	22-avr	P46	13,5	7,1	750	0,1	71	2,1	1,8	0	0	0	0	0	0	
	06-mai	P47	13	7,1	1050	0,2	125	1,2	1,5	0	0	0	0	0	0	
	22-mai	P48	12	7,4	1301	0,2	250	5,8	1,8	27	15	46	47	0	135	
	04-juin	P49	12,5	7,2	940	0,2	167	1,9	1	10	13	17	19	3	62	
	17-juin	P50	12	7,3	1373	0,3	303	4,2	1,6	66	117	74	74	1	332	
	30-juin	P51	14	6,5	1310	0,4	255	1,7	1,4	49	28	37	60	1	175	
	09-juil	P52	16	7	1467	0,5	270	1,6	1,9	50	37	50	56	24	217	
	22-juil	P53	21	6,8	1414	0,5	326	0,5	1,2	132	39	66	45	1	283	
	07-août	P54	23	7	1152	0,3	321	2,2	1,6	97	24	24	39	1	185	
	22-août	P55	14	7	1421	0,5	311	0,5	1,5	173	117	34	49	4	377	
	10-sept	P56	22	7,2	1123	0,4	222	1,2	2,4	11	23	32	14	0	80	
	23-sept	P57	23	7,2	1674	0,6	492	0,3	2,5	26	242	40	26	24	358	
	07-oct	P58	26	7,5	1600	0,6	565	0,21	2,3	327	183	53	57	36	656	
	22-oct	P59	27	7,4	1773	0,6	596	0,16	1,4	368	128	64	21	5	586	
	11-nov	P60	24	7,2	2140	0,9	432	0,26	1,8	52	33	82	91	4	262	
Piscine	22-avr	P61	10,5	7,8	679	0,1	86	0,1	1,8	0	0	0	0	0	0	
	06-mai	P62	11,5	8	781	0,1	103	0,12	1,5	0	0	0	0	0	0	
	22-mai	P63	13	7,9	899	0,2	120	11	1,6	0	0	0	0	0	0	
	04-juin	P64	14	7,8	871	0,2	123	0,1	1	0	0	0	0	0	0	
	17-juin	P65	16	7,4	932	0,2	121	0,4	1,3	0	0	0	0	0	0	
	30-juin	P66	18	7,4	1064	0,3	141	0,3	1,4	0	0	0	0	0	0	
	09-juil	P67	21	7,2	1261	0,3	143	0,2	1,3	15	23	25	43	7	103	
	22-juil	P68	24,5	7	1223	0,4	124	0,6	1,2	19	10	21	32	9	123	
	07-août	P69	25	7,5	1243	0,4	156	0,6	1,6	24	29	38	67	8	166	
	22-août	P70	26	7,4	1132	0,3	142	0,5	1,6	24	41	28	79	4	176	
	10-sept	P71	28	7,4	1132	0,3	151	0,4	1,8	97	34	33	102	2	268	
	23-sept	P72	28	7,5	1198	0,3	116	0,3	2,5	67	18	25	82	2	214	
	07-oct	P73	27	7,5	1361	0,4	197	0,2	2,3	102	47	32	95	1	277	
	22-oct	P74	23	8	1405	0,3	161	0,16	1,4	51	38	24	112	1	226	
	11-nov	P75	22	8,3	1114	0,3	96	0,13	1,5	17	11	3	32	3	66	

conductivité inférieures à $1200\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Les points se répartissent selon un classement par ordre d'importance allant des valeurs de conductivité les plus fortes depuis le côté négatif jusqu'au côté positif de l'axe 1. Ce dernier représente alors un gradient décroissant de conductivité mais également de salinité, d'oxygène dissous et des effectifs des stades immatures, ce dernier facteur étant fortement corrélé à ces trois paramètres physicochimiques (Tab. XXXI).

Sur l'axe 2 (13.46 %) apparaît un classement par ordre d'importance selon les effectifs du stade 1 depuis le côté négatif vers le côté positif de l'axe (Fig. 50). Les stades jeunes (L1 et L2) sont dominants dans la partie négative et s'opposent aux stades les plus avancés (L3 et L4) qui présentent des valeurs maximales de conductivité.

Cette analyse statistique montre une corrélation entre la conductivité et les effectifs larvaires du stade 2 et du stade 4 d'une part et entre la matière organique et les effectifs larvaires des stades avancés 3 et 4 et du stade 2 d'autre part. 96% de l'effectif total des stades jeunes (1 et 2) est enregistré pour des valeurs de conductivité supérieures à $1200\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et des teneurs en matière organique inférieures à 117 g/l. Ainsi lorsque la conductivité est supérieure à $17400\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, l'effectif des jeunes stades est d'une manière générale plus réduit. En outre, les larves de stade 1 sont absentes au-deçà d'un seuil minimal de $1200\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, l'éclosion semble inhiber.

Il apparaît que les conductivités trop élevées peuvent aussi avoir des effets néfastes sur les premiers stades larvaires ; en revanche, les valeurs intermédiaires entre 1200 et $2400\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ semblent avoir un effet positif sur l'éclosion.

Tableau XXXII : Matrice de corrélation

	T°C	PH	C. E.	Salinité	M. O	Azote	O ₂	Stade1	Stade2	Stade3	Stade4	Nymphe
T°C	100											
PH	12,8	100										
C. E.	56,8	47,0	100									
Salinité	54,2	50,5	94,9	100								
M. O	43,0	16,1	61,2	58,2	100							
Azote	-29,0	-7,0	-16,1	-18,1	-10,7	100						
O ₂ dissous	52,2	64,6	65,2	64,0	35,5	-10,8	100					
Stade 1	32,3	21,2	48,8	41,4	47,6	-14,5	20,5	100				
Stade 2	41,4	28,9	62,5	57,9	57,9	-14,6	42,7	63,4	100			
Stade 3	52,4	46,7	72,6	73,0	52,3	-9,0	68,0	25,8	52,2	100		
Stade 4	44,5	45,5	59,2	59,7	50,2	-16,4	68,5	29,0	22,6	66,8	100	
Nymphe	36,0	51,0	32,4	35,7	48,0	-11,9	57,5	5,9	26,6	55,0	68,6	100

La conductivité, la salinité, la matière organique et les températures varient de la même façon que les effectifs des stades immatures. Les variations des effectifs des stades les plus jeunes (1 et 2) semblent être liées directement à ces facteurs alors que le facteur oxygène agit beaucoup plus sur les stades les plus avancés.

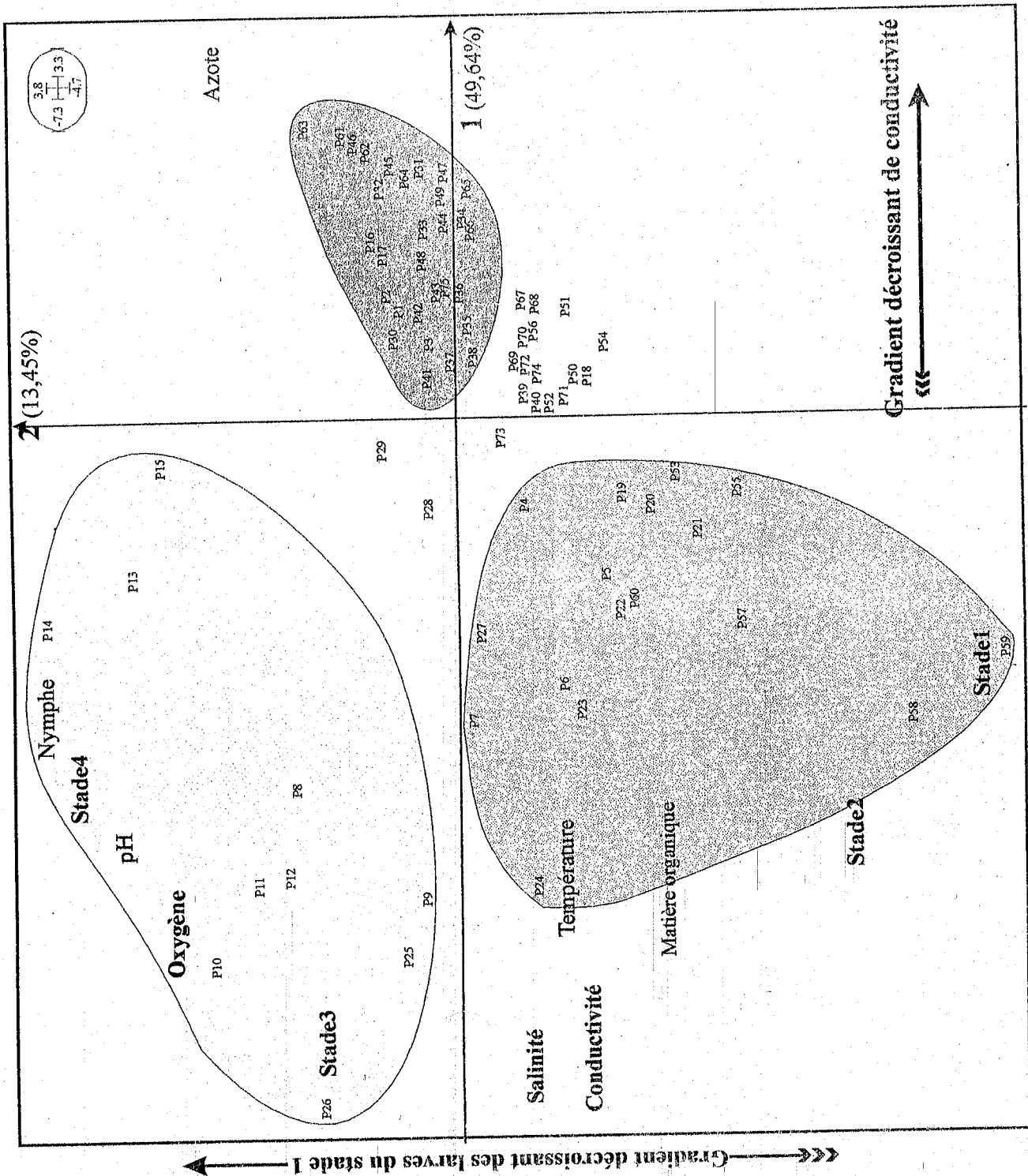


Figure 50 - Plan (F1xF2) de l'analyse en composantes principales de la densité des stades immatures en fonction de la conductivité.

VI. 4. Discussion et conclusions

Les cinq gîtes larvaires étudiés, tous situés en zone urbaine, sont productifs durant une bonne période de l'année qui peut s'étaler du mois de mars au mois de novembre. Le choix du gîte optimal conduit les femelles à rechercher les milieux de la façon la plus efficace possible en concentrant leur recherche là où la nourriture est la plus abondante. Les conditions offertes par ces gîtes sont favorables à un développement continue ou semi-continue des populations pré-imaginale. La charge en individus est en premier lieu due à l'action de la température. Dans les gîtes hypogés "cave et vide sanitaire", la densité augmente d'avril jusqu'au mois de septembre pour atteindre des valeurs maximales supérieures à $500 \text{ individus.dm}^{-3}$; celle-ci décroît à partir du mois de novembre. Les conditions optimales sont atteints plus tardivement dans les gîtes épigés "mare temporaire et piscine" qui ne deviennent fonctionnels qu'à partir de la mi-mai. Accidentelles ou sporadiques, ils déterminent une charge maximale de $251 \text{ individus.dm}^{-3}$ qui traduit tout le potentiel d'accroissement des individus.

Le gîte hypogé semble offrir des conditions plus favorables à l'accroissement de la population de *Cx. pipiens* durant une grande période de l'année. Seuls les gîtes hypogés sont fonctionnels en période pré-printanière, les femelles hibernantes commencent par pondre dans ces gîtes de repos pendant la période printanière, alors que les gîtes épigés ne deviennent fonctionnels qu'à partir du 15 mai, lorsque les conditions extérieures de lumière et de température deviennent favorables et permettent ainsi la sortie des femelles qui vont pondre dans des gîtes épigés. On constate alors une nette progression des effectifs au cours des mois les plus chauds.

Les populations de *Cx. pipiens* montrent vis à vis du milieu dans lequel elles évoluent une stratégie démographique qui repose sur :

- Un nombre important de ponte dans les gîtes hypogés pendant la période prévernale et printanière.
- Une colonisation des gîtes épigés à partir d'une explosion démographique dans les gîtes hypogés, lorsque les conditions climatiques externes sont plus favorables.
- Une durée du cycle de développement beaucoup plus courte réalisée dans les gîtes épigés les plus ensoleillés.
- Un retour vers les gîtes hypogés lorsque les gîtes épigés subissent une perturbation (assèchement dans la mare temporaire, renouvellement de l'eau de la piscine...), cette instabilité du milieu oblige *Culex pipiens* à se replier vers les gîtes hypogés et les gîtes intermédiaires (puits) qui constituent ainsi des gîtes relais qui assurent la présence semi-continue de cette espèce.

Les gîtes épigés ne peuvent être considérés comme milieux stables que si une espèce a le temps d'y développer au moins une génération. Or ces gîtes accidentels pauvres en matière organique et soumis à une dynamique du plan d'eau instable ne permettent toujours pas aux stades jeunes de s'y développer, voire aux stades avancés de se "nymphoser" puis de se métamorphoser.

Les sept facteurs physico-chimiques pris en compte sont susceptibles d'agir directement sur la distribution dans les différents biotopes et sur les densités des populations dans le temps.

Le premier facteur dont l'action a été très rapidement définie est la température de l'eau (KIRKPATRICK 1925, SEGUY 1924, GAUD 1953, ELKAÏM 1972 et bien d'autres). La température élevée favorise le développement larvaire de l'espèce, elle agit ainsi sur la vitesse de développement des larves et contrôle la ponte et l'éclosion des œufs (MAS 1977, METGE et ELALAOUÏ 1987), mais également la levée et l'entrée en diapause qui sont régies par les valeurs extrêmes de ce facteur. Les populations, qui colonisent les gîtes hypogés où les écarts saisonniers sont généralement faibles, sont souvent en activité (RIOUX 1965) et les femelles sont alors homodynames. Ce sont les écarts thermiques très peu importants qui permettent la prolifération des larves dans ces zones fortement urbanisées.

La cinétique démographique des populations de *Cx. pipiens* dépend essentiellement de la conductivité et de la quantité de matière organique. La densité augmente pour atteindre la valeur maximale, puis décroît quand les ressources deviennent insuffisantes. La décomposition de la matière organique favorise la minéralisation en augmentant la conductivité. La matière organique est donc un facteur déterminant, essentiellement dans le développement des stades jeunes.

La disponibilité alimentaire incertaine représente pour cet insecte un élément imprévisible du milieu. Lorsque la nourriture est abondante, *Cx. pipiens* multiplie ses pontes et quelques jours après les mois froids de l'hiver se succèdent de nombreuses éclosions. Les larves réalisent leur cycle de développement dans des délais plus ou moins courts, contrairement aux gîtes pauvres en matière organique, où les éclosions sont plus faibles et où le taux de mortalité des stades jeunes est élevé.

L'utilisation du chétogramme de MARSHALL et al. par ELHASSAR-BENKALFAT (1991) a bien mis en évidence l'appartenance des individus des gîtes hypogés à la forme autogène et des individus des gîtes épigés à la forme anautogène. Entre ces deux populations, il semble qu'il y ait un flux génique remarquablement élevé car les conditions climatiques favorisent le contact entre la forme urbaine homodyname et la forme périurbaine hétérodynamique d'où une différenciation moins nette que dans les régions de la Méditerranée septentrionale où les conditions climatiques sont plus rigoureuses. Du croisement des individus des deux formes résulte des individus anautogènes ; ce qui nous permet de déduire que cette dernière forme est la plus dominante et la plus fréquente dans cette zone urbaine.

La conductivité, comme la salinité, jouent un rôle sur la densité et la répartition dans les différents biotopes (VERMEIL 1967, TRARI 1991, LOUAH 1995), elles agissent comme facteur limitant de l'éclosion chez de nombreuses espèces (GAUD 1953, SERVICE 1968, SINEGRE 1974, METGE et HASSAINE 1998, HASSAINE et al. 2001).

Le développement est d'autant plus rapide que la quantité de nourriture disponible pour les larves est plus adaptée et abondante (SINEGRE 1974). Cependant, il y aurait un phénomène d'autorégulation empêchant les populations pré-imaginales de *Cx. pipiens* de croître indéfiniment même si la nourriture est abondante et les conditions physiques externes favorables. On peut admettre la contrainte externe exercée par la conductivité sur le cycle de vie de *Cx. pipiens* principalement lors de l'éclosion des œufs. Les éclosions ne sont enregistrées que pour des valeurs de conductivité supérieures $1200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, une diminution du volume d'eau engendre une élévation de la conductivité qui provoque un choc ionique favorable à l'éclosion (SINEGRE 1974), alors que toute dilution des sels l'inhibe. Les explosions démographiques sont enregistrées pour des valeurs de conductivité de l'ordre de $2200 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Ainsi, en période printanière qui correspond à la réactivation des populations pré-imaginales de *Cx. pipiens*, la concentration de la charge en sel ioniques que traduit une conductivité plus élevée provoque des éclosions et favorisent le développement larvaire.

La pullulation des formes pré-imaginales de *Cx. pipiens* est associée à une conductivité élevée et / ou à des milieux riches en matière organique. Une dilution par les fortes pluies est responsable de la mort de nombreuses populations.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

La première partie de cette thèse a porté sur les Culicides de l'Afrique méditerranéenne (du Maroc à l'Egypte), le groupe d'insectes qui revêt la plus grande importance sur le plan économique et sanitaire dans une région géographique de transition entre les zones tempérées et les zones tropicales. Un travail de compilation et une gestion de données rendue possible par la mise au point d'un système informatisé et un mode de traitement statistique précis des informations obtenues. La synthèse bibliographique repose en effet sur une multitude de sources d'informations.

Les informations recueillies permettent de faire le point d'une manière très précise, sur la systématique des Culicides dans la région et une mise à jour finement documentée sur les connaissances de l'écologie et l'éthologie des Culicides de cette région. Ainsi, soixante-six espèces sont reconnues et recensées en Afrique du Nord. Toutefois des réserves sont formulées sur un certain nombre d'espèces qui ont été décrites sous le nom d'*Ae. punctor*, *Cs. morsitans*, *Ae. dorsalis*, *Ae. albineus*, *Ae. dzeta*, *Cx. quinquefasciatus* et *An. stephensi* et motivées par des considérations géographiques. En effet, l'extension de certaines espèces nordiques, connues des pays scandinaves, d'Amérique du Nord (Canada - Alaska) et de Russie reste peu probable. D'autre part, les espèces signalées par un seul auteur et dont les spécimens n'ont pas été révisés ont également été écartées de la liste des espèces.

Les études biogéographique et biotypologique ont permis de préciser l'état actuel des connaissances de la distribution des Culicides de l'Afrique méditerranéenne et le positionnement géographique des différentes espèces. Par ailleurs, les données ont contribué d'une manière significative à positionner les différents taxons selon des conditions physiographiques bien définies : bioclimatiques, géomorphologiques, altitudinales et floristiques.

La synthèse écologique réalisée repose sur une classification classique basée sur une biotypologie des paramètres écologiques et éthologiques. Elle a permis de préciser l'information sur les habitats, les caractéristiques et le comportement des adultes d'un grand nombre d'espèces mais également de mesurer l'originalité de certaines données pouvant servir d'indicateur écologique. Cependant, la masse des données permet de mettre en évidence les différences dans les approches de la problématique qui ne nous ont malheureusement pas permis de disposer de toute l'information requise pour notre synthèse. Malgré les nombreuses études réalisées jusqu'à présent, l'information bioécologique reste manquante pour un grand nombre d'espèces. En effet, les résultats obtenus suscitent des questions génératrices de nouvelles recherches. Le présent travail bibliographique

devrait être complété par des études aussi bien morpho-taxonomiques qu'écologiques plus poussées et selon des protocoles standards. Il constitue un outil de base pour une meilleure orientation des recherches et des méthodes d'échantillonnage des populations de Culicides. Les études ponctuelles devraient, à l'avenir, être menées à la lumière des informations fournies par la génétique. En effet, le lien entre le milieu et les espèces déterminées récemment par méthodes génétiquement reste encore très mal connu.

Sur les soixante-six espèces signalées en Afrique du Nord, les quatre populations, les plus répandues dans l'Ouest algérien et qui sont à l'origine de la plus grande nuisance, sont : *Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*.

Les trois recherches ponctuelles réalisées sur les populations pré-imaginale, reposaient sur le suivi de la variation dans le temps et dans l'espace des stades immatures et leur relation avec les facteurs physiques. Elles ont permis de mettre clairement en évidence le rôle principal de la conductivité, la salinité et de la matière organique dans les processus de reproduction, notamment la ponte et l'éclosion.

Ainsi, *Ae. caspius* et *Ae. detritus* pondent leurs œufs dans les sites qui offrent des conditions écologiques particulières : un taux de recouvrement végétal supérieur à 50%, une quantité de matière organique et une teneur en sel élevées. La cohabitation des deux espèces est rendue possible grâce à un décalage dans l'espace. En effet, *Ae. detritus* qui pond dans les niveaux les plus élevés, semble plus tolérant vis-à-vis des fortes salinités et des faibles quantités de matière organique alors que *Ae. caspius* se localise préférentiellement dans les secteurs les plus bas où les taux d'humidité et de matière organique sont les plus importants et la teneur en sel est la plus faible.

La population d'*Aedes mariaae* des côtes occidentales algériennes adopte une double stratégie qui repose sur des femelles pouvant interrompre leur état d'hibernation lorsque les conditions de lumière et de température deviennent favorables d'une part et un nombre réduit d'œufs quiescents pouvant être réactivés par la longueur du jour et un seuil thermique supérieur à 12°C d'autre part. Cette population manifeste des modalités de comportement et de reproduction différentes de celles des populations euro-méditerranéennes.

En période estivale, l'absence de larves d'*Ae. mariaae* serait due au caractère temporaire ou rhéophile des gîtes. En outre, la remise en eau des gîtes temporaires provoque une réactivation des œufs et l'apparition de nouvelles générations larvaires. Dans les gîtes les plus stables et à submersion permanente, les éclosions sont observées pour une conductivité comprise entre 50 000 et 100 000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Cependant, son augmentation entraîne une forte mortalité des stades immatures et

inhibe l'éclosion des œufs tout en favorisant, par choc ionique, leur réactivation lorsque survient une importante dilution de l'eau.

Pour *Cx. pipiens*, l'éclosion des œufs a été observée à une conductivité supérieure à $1200 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Cette condition est possible lorsqu'une diminution du volume d'eau permettant une élévation de la concentration ionique, qui a alors pour conséquence l'éclosion des œufs grâce à un choc ionique.

Cette espèce trouve, dans les zones urbaines, les gîtes les plus favorables, notamment pour la conductivité dont les valeurs, dans certains gîtes, se situent entre 1600 et $3600 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$.

Pour les Culicidés, cette stase du développement des œufs est due à un changement inverse des teneurs en sel qui bouleversent l'équilibre osmotique.

En plus de la conductivité, le taux de matière organique semble influencer la cinétique démographique des populations culicidiennes. En effet, la densité des stades immatures de *Cx. pipiens* fluctue sensiblement en fonction de la quantité de matière organique disponible, des densités importantes atteintes pour des quantités de matière organique élevées.

L'explosion démographique dans les gîtes hypogés, provoquée par des conditions climatiques favorables, permet à *Cx. pipiens* de coloniser des gîtes épigés. L'instabilité de ces derniers, provoque un repli de cette espèce vers les gîtes hypogés et intermédiaires qui assurent ainsi la pérennité des populations locales.

La lutte contre ces espèces nuisantes repose sur une lutte intégrée appliquée selon une méthodologie bien établie qui comprendrait :

- Une éducation et une information qui puissent sensibiliser le public sur les problèmes que constituent le stockage et le rejet anarchique des eaux responsables de la création des gîtes.
- Une action physique pour la suppression des gîtes de relais (orientation des immeubles par rapport aux lignes de pendage des eaux, une couche épaisse de graviers).
- Le développement de moyens de lutte biologique par *Bacillus thuringensis* et / ou de lutte chimique au moyen d'organochlorés peu toxiques.

Les luttes biologique et chimique peuvent donner des résultats satisfaisants si elles sont menées dans les secteurs de réactivation des œufs et dans des délais compatibles avec le développement des premières générations printanières.

Sachant que l'écologie des Culicidés leur permet de s'adapter à des nouvelles conditions notamment par des modifications de comportement, il est important de reprendre les études sur la

taxonomie et l'écologie de ces organismes. Ceci devrait nous permettre de mettre en place, de manière permanente, les moyens appropriés de lutte et / ou de contrôle de leurs populations.

Ce projet devrait se concrétiser par la formation d'une équipe pluridisciplinaire qui aurait pour mission à court et moyen terme de :

- Réaliser une collection de références.
- Etablir et actualiser la base de données bibliographiques informatisée.
- Réaliser des études sur l'écologie et la biologie des espèces peu connues et principalement les espèces à haut risque de transmission ou à l'origine d'une intense nuisance.
- Elaborer un programme de lutte efficace et peu onéreux, en zone urbaine et balnéaire.
- Contribuer à la mise en place d'une agence de démostication à l'échelle régionale voire nationale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELMALEK A. A., 1956.** - Mosquitoes of north-eastern Sinai (Diptera : Culicidae). Bull. Soc. Entomo. Egypte, LX : 98-107.
- ABDELMALEK A. A., 1964.** - Study of the feeding habits of male *Anopheles sergentii* Theo. at Siwa oasis using radiophorus. Bull. Org. Mond. Santé, 30 : 137-139.
- ABDELMALEK A. A. & ADHAM F. K., 1978.**- Effect of diet, temperature, relative humidity, sex association on the longevity of *Aedes caspius* adults. Acta Ent. 75 : 357-361.
- AIMÉ S., 1991.**- Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell oranais (Algérie occidentale). Thèse Doc. Univ. AIX-MARSEILLE III : 245p.
- ANDARELLI L., 1954.**- Les Anophélinés et Culicinés de l'Aurès. Direction de la santé : 133-141.
- ANDARELLI L. & DUZER A., 1955.**- La lutte antipaludique dans les rizières algériennes en 1954. Rapport Dir. Santé Publ. Fam., 40p.
- BABINOT M., 1982.**- Promoteur orientale du grand Rhône (embouchure). Etude de la végétation et cartographie écologique des aires culicidogènes à *Aedes (O.) caspius* en milieu instable. Thèse Doc. Univ. AIX-MARSEILLE III : 226 p.
- BAILLY-CHOUMARA H., 1965 a.**- Présence au Maroc d'*Orthopodomyia pulchripalpis* Rondani 1822 (Diptera, Culicidae). Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc : 39-41.
- BAILLY-CHOUMARA H., 1965 b.**- Présence de *Mansonia richardii* et de *Mansonia buxtoni* au Maroc, première récolte d'espèce du genre *Mansonia* en Afrique du Nord. Bull. Soc. Path. exot. 58 (4) : 676-679.
- BAILLY-CHOUMARA H., 1968.**- Contribution à l'étude des Culicides du Maroc (Diptera, Culicidae). Six espèces nouvelles pour le pays. Cah. ORSTOM, Ent. méd., Vol. VI, N°2 : 139-144.
- BAILLY-CHOUMARA H., 1973.**- Etude comparative de différentes techniques de récolte de Culicides adultes (Diptera, Culicidae) faite au Maroc, en zone rurale. Bull. Soc. Sci. Phys. Maroc, 53 :135-187.
- BEIER J. C., ZIMMERMAN J. H., KENAWY M. A., EL SAID S. & ABBASSY M. M., 1987.**- Host-feeding patterns of the mosquito community (Diptera : Culicidae) in two Faiyum governorate villages, Egypt. J. Med. Ent., 24 (1) : 28-34.
- BENABADJI M. & LARROUY G., 1967.**- Observations concernant la faune culicidienne du massif du Hoggar. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Tome 58 (1-2) : 15-21.
- BENABADJI M. & LARROUY G., 1969 a.**- Evolution de la faune culicidienne d'une nouvelle oasis du Sahara (Zelfana) (Sahara septentrional). Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. Tome 60 (1-2) : 7-9.

- BENABADJI M. & LARROUY G., 1969 b.**- Récolte de Culicides dans l'oasis de Ghardaïa. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. Tome 60 (1-2) : 1-5.
- BENDA'ANOUN M., 1982.**- Etude synécologique et syndynamique de la végétation halophile et hydrohalophile de l'estuaire de Bou Regreg (littoral atlantique du Maroc). Application et perspective d'aménagement. Thèse Doc. Ing. Univ. AIX-MARSEILLE III : 623p.
- BENJABER M., 1985.**- Contribution à l'étude de la faune culicidienne dendrolimnique de la Suberaie en pays Zaer (Maroc) (Aspects systématiques). Thèse DEAN. Univ. Paul-Sabatier, Toulouse : 111p.
- BENKALFAT-ELHASSAR C., 1991.**- Cartographie de *Culex pipiens* (Diptera-Culicidae) en milieu urbain (ville de Tlemcen). Recherche des causalités de la dynamique démographique des stades préimaginaux. Thèse de Magister. Univ. Tlemcen, 143p.
- BENTLEY M. D., MAC DANIEL L. N., YATAGAI H. P., LEE H. P. & MAYNARD R., 1981.**- Oviposition attractants and stimulants of *Aedes triseriatus* (Say) (Diptera : Culicidae). Environmental Entomol., 10 (2) : 186-189.
- BERCHI S., 2000.**- Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera-Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse Doc es. Scien. Univ. Constantine, 133p.
- BERNER L., 1974.**- Liste des Culicides provençaux. Bull. Mus. Hist. Nat., Marseille, 34 : 285-296.
- BOUISSET L., SICART M. & RUFFIE J., 1961.**- Les Culicinés de l'agglomération toulousaine. Bull. Soc. Hist. Nat., 96 (1/2) : 33-39.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N. & NEGRE R., 1952.**- les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Edition CNRS, Maison la Romaine.
- BRUMPT E., 1942.**- Notes parasitologiques concernant l'aménagement agricole de la Crau. I. Enquête sur les Culicides de la Crau et de la Camargue. Ann. Parasit. 19 (1-2-3) : 16 p.
- BRUNHES J., 1999.**- Culicidae (Diptera, Nematocera) du Maghreb. I- Description d'*Aedes (Ochlerotatus) biskraensis* n. sp d'Algérie. Bull. Ent. France, 104 (1) : 25-30.
- BRUNHES J., HASSAINE K., RHAÏM A. & HERVY J. P., 2000.**- Les Culicides de l'Afrique méditerranéenne : espèces présentes et répartition (Diptera-Nematocera). Bull. Ent. France, 105 (2) : 195-204.
- BULLINI L. & COLUZZI M., 1973.**- Electrophoretic studies on gene-enzymes systems in mosquitoes (Diptera, Culicidae). Parasitologia. 15 : 223-248.
- CALLOT J., 1938.**- Contribution à l'étude des Culicides de Tunisie et en particulier du sud de la régence. Arch. Inst. Pasteur, Tunis, : 133-183.
- CALLOT J., 1939.**- Notes et informations sur quelques gîtes et associations larvaires de Culicides. Annal. Parasit. Tome 17 (1) : 86-87.
- CALLOT J., 1944.**- Sur un nouveau moustique arboricole : *Aedes heracleensis* sp berlandi. Bull. Soc. nat. 37 (1/2) : 56-59.
- CALLOT J., 1962.**- Nouvelle localisation continentale française d'*Ae. vittatus* Bigot. Annal. Parasit., 37 : 174.

- CALLOT J. & KREMER M., 1970.**- A propos de la vie larvaire d'*Or. pulchripalpis* Rondani (Diptera : Culicidae). Ann. Parasit. t. 45 (3) : 385-386.
- CAMBEFORT Y., 1970.**- Les Culicides de la région toulousaine. Présence de *Mansonia (C.) richardii* et de *Mansonia (C.) buxtoni*. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 106 (1/2) : 186-190.
- CAPELA R. A., 1981.**- Contribution of the study of mosquitoes (Diptera Culicidae) from the archipelagos of Madeira and the Salvages. I- Madeira. Pub. Museu. Lab. Zool. Antropo., Faculd. Cienc. Lisboa, Série A, 1 (4) : 45-66.
- CHARRIER H., 1924 a.**- *Stegomyia fasciata* dans la région de Tanger (Maroc). Bull. Soc. Path. Exot., 17 : 137-142.
- CHARRIER H., 1924 b.**- Les Culicides de la région de Tanger (Maroc). Bull. Soc. Path. Exot., 17 : 570-572.
- CLASTRIER J. & SENEVET G., 1961.**- Les Culicides du Sahara central. Arch. Inst. Pasteur, Algérie : 241-253.
- CLASTRIER J., 1940.**- Sur la présence d'*Anopheles plumbeus* Stephens en Algérie. Arch. Inst. Pasteur, Alger (18) : p299.
- CLASTRIER J., 1941.**- Sur la Présence en Algérie d'*Orthopodomyia pulchripalpis* Rondani. Arch. Inst. Pasteur, Alger, 19 (4) : 443-446.
- CLASTRIER J., 1955.**- Nouvelles stations de Culicides arboricoles en Algérie. Arch. Inst. Pasteur, 33 (3) : 273-278.
- CLAVERO G., 1946.**- Aedinos de Espana. Rev. San. Hig. Publ., 20 : 1205-1232.
- COLLIGNON E., 1939.**- Observation sur les *Anopheles* et sur certains Culicides d'Algérie. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 17 (1) : 135-138.
- COLUZZI M., 1962.**- Su alcuni Culicini poco noti o non segnalati in Italia (Diptera, Culicidae). Parasito., 4 (1) : 13-22.
- COLUZZI M., SACCA G., FELICIANGELI E. D., 1964.**- Complesso *Anopheles claviger* nella sottoregione mediterranea. Comm. 1° Congr. Intern. Rome : 97-102.
- COLUZZI M. & SABATINI A., 1968.**- Divergenze morfologiche e barriere di sterilità nel complesso *Aedes mariaae* (Diptera, Culicidae). Rivist. Ann. Parasit. 29 (1) : 49-70.
- COLUZZI M., GIRONI A. M. & MUIR D. A. 1970.**- Ulteriori esperimenti d'incrocio tra le forme del complesso *mariaae* del genere *Aedes*. Parasitologia. 12 (2/3) : 119-123.
- COLUZZI M., DIDECO M. & GIRONI A. M., 1974 a.**- Embryonic diapause in *Aedes mariaae* and changes in the oviposition behaviour induced by photoperiod. In 3rd International Congress of Parasitology. Munich. Vol. II, Facta. Publ., : 902-903.
- COLUZZI M., SABATINI A., BULLINI L. & RAMSDALE C., 1974 b.**- Nuovi dati distribuzione delle specie del complesso *mariaae* del genere *Aedes*. Rivis. paras. 35 (4) : 321-330.
- COLUZZI M., DIDECO M. & GIRONI A. M., 1975.**- Influenza del fotoperiodo sulla scelta del luogo di ovideposizione in *Aedes mariaae* (Diptera, Culicidae). Parasitologia. 17 (3) : 121-130.

- COPE S. E., GAD A. M. & PRESLEY S. M., 1995.**- New record of the malaria vector *Anopheles sergentii* in southern Nile valley of Egypt. J; AMCA, USA, 11 (1) : 145-146.
- CORRE J., 1979.**- Caractéristiques du milieu salé. Vie et milieu, 26 (2C) : 179-245.
- COUSSERANS J., GABINAUD A., SIMMONEAU P. & SINEGRE G., 1969.**- Les bases écologiques de la démoustication. Méthode de réalisation et d'utilisation de la carte phyto-écologique. Vie et milieu, Série C, 20 (1) : 1-20.
- COUSSERANS J., GABINAUD A., GUILLE G. & SINEGRE G., 1973.**- A propos d'une méthode de lutte antilarvaire contre le genre *Coquillettia*. Cah. ORSTOM, ser. Ent. Méd. parasito., 11 (4) : 233-236.
- DAGET P., 1977.**- Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. Vegetatio, 34, 1-15.
- DAJOZ R., 1996.**- Précis d'écologie. 6^e édition DUNOD, Paris, 550p.
- DE ZULUETA J., RAMSDALE C., CIANCHI R., BULLINI L. & COLUZZI M., 1983.**- Observation on the taxonomic status of *Anopheles sicaulti*. Parasitologia 25 : 73-92.
- DOBY (J.M.), 1955.**- Les Culicidés des Pyrénées orientales. I. Etude faunistique. Vie et Milieu, Tome 6 (3) 365-382.
- DOBY J.M. & VERMEIL C., 1952.**- Gîtes tunisiens à *Anopheles multicolor* et prophylaxie antipaludique. Ann. Parasit. 27 (4), p 481.
- DOBY J.M. & DOBY-DUBOIS M., 1960.**- Les Culicidés des Pyrénées-Orientales. II.- Observations sur A.- L'écologie des stades larvaires des espèces les plus fréquemment rencontrées ; B.- Les heures d'activité de leurs stades adultes. Vie et Milieu : 383-392.
- DOBY J.M., RAULT B. & DAVID F., 1960.**- *Theobaldia (C.) litorea* (Shute 1928) et *Anopheles (AN.) algeriensis* Theobald 1903, dans l'ouest de la France. Contribution à l'étude écologique de ces deux espèces. Ann. Parasit. Hum. Comp., 35 (1/2) : 174-187.
- EDWARDS F. W., 1921.**- A revision of the mosquitoes of the palaearctic region. Bull. ent. Res., 12 : 236-351.
- EDWARDS F. W., 1926.**- Una revisione delle zanzare delle regioni paleartiche. Riv. Malariol., 5 : 253-285.
- EDWARDS F. W., 1932.**- Diptera fam. Culicidae. In Wytsman, Genera Insectorum. Desmet, Bruxelles, 258p.
- ELKAIM B., 1972.**- Contribution à l'étude écologique et biologique des Culicidés *Aedes detritus* et *Aedes caspius*. Bull. Soc. Scien. Nat. Phys., Maroc, 40 (3/4) : 197-206.
- EMBERGER L., 1959.**- Une classification biogéographique des climats. Rev. Trav. Lab. Bot. Et Zool. Fac. Sci. Montpellier, série Bot., 7 : 3-43.
- FRONTIER S., 1983.**- Stratégies d'échantillonnage en Ecologie. Masson, Paris, 494p.
- GABINAUD A., 1967.**- Contribution à l'étude des gîtes larvaires du département de l'Aude. Vers une utilisation plus rationnelle de la carte écologique. Doc. E.I.D. Montpellier, 3 : 1-8.

- GABINAUD A., 1969.-** La carte écologique. Méthodes de réalisation et d'utilisation. Doc. E.I.D. Montpellier, 13 : 1-18.
- GABINAUD A., 1975.-** Ecologie de deux *Aedes* halophiles du littoral français : *Aedes (O.) detritus* et *Aedes (O.) caspius*. Utilisation de la végétation comme indicateur biotique pour l'établissement d'une carte écologique. Application en dynamique des populations. PhD. Thèse. Université de Montpellier : 474p.
- GABINAUD A., CROSET H., COUSSERANS J. & RIOUX A. J., 1975.-** Ecologie de deux *Aedes* halophiles, *Aedes (O.) detritus* et *Aedes (O.) caspius* dans le midi de la France. I. Structure et critères d'identification de deux espèces au stade œufs. Ann. Parasit. Hum. Comp., 50 : 123-130.
- GAD A. M., 1956.-** Mosquitoes of the oases of the libyan desert of Egypt. Bull. Soc. Ent. Egypte, XL : 131-136.
- GAD A. M., RAAFAT O. & DARWICH D., 1957.-** Mosquitoes collected in southern Sinai. Bull. Soc. Ent. Egypte, XLI : 525-538.
- GAD A. M., KAMEL M., ABDELHAFEEZ M. B. & MOHARRAM A., 1964.-** A survey of malaria in Sinai. J. Egypt. Publ. Heal. Asso. 39 (3) : 146-163.
- GAD A. M., 1967.-** *Anopheles stephensi* Liston in Egypt, UAR. Mosq. news, 27 (2) : 171-174.
- GAD A. M., FARID H. A., SOLIMAN B. A., MORSY Z. S. & BEIER J. C., 1995.-** Identification of endemic foci of filariasis by examination of mosquitoes for microfilariae. J. AMCA, USA, 11 (4) : 434-437.
- GAD A. M., HASSAN M. M., EL SAID S., MOUSSA M. I. & WOOD O. L., 1987.-** Rift Valley fever virus transmission by different Egyptian mosquito species. Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 81 : 694-698.
- GAD A. M., RIAD I.B. & FARID HAN., 1995.-** Host feeding patterns of *Culex pipiens* and *Culex antennatus* (Diptera : Culicidae) from a village in sharqiya governorate, Egypt. J. Med. Ent. USA, 32 (5) : 573-577.
- GAUD J., 1947.-** Contribution à l'étude des Culicides au Maroc. Quatre espèces nouvelles pour la faune locale. Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc, Tome 25, 26, 27 : 204-206.
- GAUD J., 1952.-** Données sur la biocénose culicidienne de quelques gîtes du Gharb en 1952. : Bull. Inst. Hyg. Maroc, 12 (1/2) : 55- 82.
- GAUD J., 1953.-** Notes biogéographiques sur les Culicides du Maroc. Arch. Inst. Pasteur, Maroc, 4 (7) : 443-490.
- GAUD J., 1957.-** Présence au Maroc de *Theobaldia subochrea* Edwards 1921. Arch. Inst. Pasteur, Algérie : 268-269.
- GAUD J., FAURE J. & MAURICE A., 1949.-** Biogéographie des espèces anophéliennes au Maroc. Bull. Inst. Hyg. Maroc (N.S.) 9 (3/4) : 145-165.
- GAUD J., LAURENT J. & FAURE P., 1956.-** Arthropodes vecteurs possibles de maladies au Maroc. Maroc médical, 35 : 1259-1266.

- GIUDINI G. M., 1934.-** Contributo alla conoscenza dei Culicidi della Libia. Bull. Soc. ent. Italie, LXVI : 31-34.
- GILOT B., AIN G., PAUTOU G. & DORGELOT Y., 1973.-** Données nouvelles sur la répartition et l'écologie de quelques Culicides dans le Sud-Est de la France. Ann. Stat. Biol. Besse-en-chandesse, 7 : 295-307.
- GILOT B., AIN G., PAUTOU G. & GRUFFAZ R., 1976.-** Les Culicides de la région Rhône-Alpes, bilan de dix années d'observation. Bull. Soc. Ent. France, 81 : 235-244.
- GLICK J.I., 1992.-** Illustrated key to the female *Anopheles* of southern Asia and Egypt (Diptera : Culicidae). J. Mosq. Syst. USA, 24 (2) : 125-153.
- GOODWIN W.J., 1961.-** A list of Mosquitoes of Libya. Mosq. News, 21 (2) : 106-109.
- GOURMALA S., 1991.-** Principe et élaboration d'une carte écologique du peuplement à Culicides (*Aedes*, *Culex*, *Culiseta*) sur la wilaya de Tlemcen (Algérie). Etude démo-écologique d'*Aedes zammitii* à finalité appliquée. Thèse de Magister. Univ. Tlemcen, 170p.
- GUILLE G., 1976.-** Recherches éco-éthologiques sur *Coquillettidia (Coquillettidia) richardii* (Ficalbi), 1889 (Diptera-Culicidae) du littoral méditerranéen français. I- Milieu et comportement. Ann. Sci. Nat. Zool. 18 (12) : 5-112.
- GUILVARD E. & RIOUX J. A., 1986.-** Dynamique de l'autogène dans les populations naturelles d'*Aedes (O.) detritus* Haliday, 1833 espèce jumelle A (Diptera, Culicidae) en Camargue
- GUY Y., 1958.-** Extension vers le Nord de l'aire de *Anopheles (Anopheles) coustani* Laveron 1900. Bull. Soc. Sci. Nat. Phys., Maroc, 38 : 207-212.
- GUY Y., 1959 a.-** Les *Anopheles* du Maroc. Mem. Soc. Sci. Nat. Phys., Maroc, 7 : 235p. GUY (Y.), 1963.- Bilan épidémiologique du paludisme au Maroc (données recueillies en 1960, 1961, 1962). Ann. Parasit., Paris, 38 (5) : 923-857.
- GUY Y., 1959 b.-** Les rapports entre l'anophélisme et le paludisme au Maroc. Bull. Soc. Sci. Nat. Phys. Maroc, 39 : 83-90.
- GUY Y. & HOLSTEIN M., 1968.-** Données récentes sur les Anopheles du Maghreb. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, Tome 46 : 142-150.
- HADJINICOLAOU J., 1935.-** Observations on *Anopheles marteri* (Diptera, Culicidae). Rivis. Malariol. Rome, 17 (1) : 43-49.
- HALAWANI A. & SHAWARBI A., 1957.-** Malaria in Egypt (History, Epidemiology, control, traitement). J. Egypt. Med. Assoc., 40 (11) : 753-792.
- HAMON J., 1959.-** Données récentes sur la distribution et les caractéristiques écologiques des vecteurs du paludisme dans le monde. Proc. 6th Int. Congr. Trop. Med. and Mal., 7 (5-13) : 292-302.
- HAMON J. & REMMERT H., 1952.-** Capture dans les Pyrénées orientales d'*Aedes (S.) vittatus* Bigot et d'*Aedes (O.) pullatus* Coquillet. Vie et Milieu, Tome III (4) : 441-443.
- HAMON J., CHAUVET G. & MOUCHET J., 1964.-** Quelques aspects de l'écologie des vecteurs du paludisme humain en Afrique.

- HANDAQ N., 1995.-** Les *Aedes* de la Tunisie. Contribution à l'étude bio-écologique de deux espèces halophiles : *Aedes detritus* et *Aedes caspius* (Nematocera- Culicidae). Thèse de DEA; Univ. Tunis II : 112P.
- HARANT H., RIOUX J. A. & UZAC S., 1951.-** Culicidisme et rizières camarguaises : aspect actuel du problème (*Ur. unguiculata*, espèce nouvelle pour la faune française), Soc. Scien. méd. bio. Montpellier 21 :
- HARANT H., RIOUX J. A. & UZAC S., 1952.-** Un Culicide nouveau pour la France : *Uranotaenia unguiculata* Edw. Etude écologique. Ann. Parasit. 27 (4) : 407-418.
- HARANT H. & RIOUX J.A., 1954.-** Note sur l'écologie des Diptères Culicides. II. - Biotopes des *Aedes* halophiles. Ann. Ecol. Nat. Agri., 39 (3/4) : 71-76.
- HARANT H., ATTISSO M. & RIOUX J. A., 1955.-** Sur l'écologie des diptères Culicides. III. Les espèces limno-dendrophiles et leur biotope. Bull. Soc. Bio. Tome CXLIX : 1626-1631.
- HARANT H., RIOUX J. A. & JARRY D., 1955.-** Les Culicides autochtones et anémochores de la ville de Montpellier.
- HARBACH R. E., 1985.-** Pictorial keys to the genera of mosquitoes, subgenera of *Culex* and the species of *Culex* Cx. occurring in southwestern Asia and Egypt, with a note on the subgeneric placement of *Culex deserticola* (Diptera : Culicidae). Mosq. Syst. 17 (2) : 83-107.
- HARBACH R. E., 1988.-** The mosquitoes of the Subgenus *Culex* in southwestern Asia and Egypt (Diptera: Culicidae). Contrib. Amer. Ent. Inst., 24 (1) : 240 P.
- HARBACH R. E., HARRISON B. A., GAD A. M., KENAWY M. A. & EL SAID S., 1988.-** Records and notes on mosquitoes (Diptera : Culicidae) collected in Egypt. J. Mosq. Syst. 20 (3) : 317-341.
- HASSAINE K. 1991.-** Recherche d'une méthode cartographique applicable aux gîtes de pontes d'*Aedes caspius* et d'*Aedes detritus* (Culicidae- Diptera) dans la grande Sebkhha d'Oran. Thèse de Magister. Univ. Tlemcen, 157p.
- HASSAINE K., GOURMALA S. & METGE G. 2001.-** Cinétique démographique des populations pré-imaginales d'*Aedes mariaae* (Diptera-Culicidae) des côtes occidentales algériennes. Ann. Limnol. 37 (1) : 59-69.
- HIMMI O., 1991.-** Culicidae (Diptera) du Maroc : Clé de détermination actualisée et étude de la dynamique et des cycles biologiques de quelques populations de la région de Rabat - Kénitra. Thèse 3ème Cycle. Univ. Med V, Rabat : 185p.
- HOGONOT R., 1950.-** Une épidémie de paludisme au Sahara. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 28 (4) : 469-508.
- HOLSTEIN M., LECOROLLER Y., ADDADI K. & GUY Y., 1969.-** Contribution à la connaissance des *Anopheles* du Sahara. Arch. Inst. Pasteur, Algérie : 9-16.
- HOPCKINS D., 1952.-** Mosquitoes of the Ethiopian Region. Part 1, British Mus. Hist. Nat. Gromwell Road SW 7, London, 355p.
- HURLBUT H. S. & WEITZ B., 1956.-** Some observations on the bionomics of the common mosquitoes of the Nile Delta. Amer. J. Trop. Med. Hyg., 5 : 901-917.

- HUSSON A. D., 1907.- Rapport sur la campagne antipaludique en Tunisie pendant l'année 1907. Ces archives, II : 347-382.
- HUSSON A. D., 1908.- Rapport sur la campagne antipaludique en Tunisie pendant l'année 1907. Arch. Inst. Pasteur, Tunis, 3 : 85-89.
- JUMINER B., 1959.- Note sur l'Anophelisme en Tunisie. Arch. Inst. Pasteur, Tunis, 36 (1) : 37-42.
- JUMINER B., KCHOUK M., RIOUX J. A. & BEN OSMAN F., 1964.- A propos des Culicides vulnérants de la banlieue littorale de Tunis. Arch. Inst. Pasteur, Tunisie : 23-32.
- KENAWY M., BEIER J. C., ASIAGO C. M. & EL SAID S., 1990.- Factors affecting the human-feeding behavior of Anopheline mosquitoes in Egyptian oases. J. AMCA, 6 (5) : 446-451.
- KENNETH L. & KNIGHT M. C., 1951.- A review of the *Culex pipiens* complex in the mediterranean suregion (Diptera, Culicidae). Trans. Rev. Ebt. Soc. Lond. 102 (7) : 354-364.
- KHALIL G., 1980.- A preliminary survey of mosquitoes in upper Egypt. J. Egypt. Publ. Heal. Assoc., 55 (5/6) : 355-362.
- KIRKPATRICK T. W., 1925.- The mosquitoes of Egypte. Government Press, Cairo : 224P.
- KNIGHT K.L. & STONE A., 1977.- A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera : Culicidae). The Thomas Say Fundation, Vol 6 : 611 P.
- KUPKA E. H. P., 1968.- Différenciation des races chez *Culex pipiens*. Arch. Inst. Pasteur, Tunis. : 195-201.
- LANGERON M., 1916.- Remarques sur les larves du *Culex geniculatus* (hortensis) et sur les larves de Culicinés pourvus d'un long siphon. Bull. Soc. Path. Exot. 9 (7) : 438-442.
- LANGERON M., 1921.- Deuxième mission parasitologique en Tunisie Tamerza (septembre-octobre 1919). Arch. Inst. Pasteur, Tunis; Tome I (4) : 347-387.
- LEFEVRE-WITIER P., 1968.- Sur le Paludisme au Tassili N'AJJER (Sahara central), Algérie. Bull. Soc. Path. Exot. 13 : 596-603.
- LEGENDRE M. J., 1934.- La longévité chez les larves d'un moustique arboricole. C. R. Acad. Sci., 198 (13) : 1263-1265.
- LEVEQUE C., 1996.- Ecosystèmes aquatiques. les fondamentaux. Ed. Hachette, paris : 160p.
- LINLEY J. R. & GRAIG G. B. 1993.- The egg of *Aedes hendersoni* and a comparison of its structure with the egg of *Aedes triseriatus* (Diptera : Culicidae). Mosquito Syst., 25 (2) : 65-76.
- LINLEY J. R. & TURELL M. J. 1994.- Ultrastructural description of the eggs of *Aedes mcintoshi* and *Aedes circumluteolus* (Diptera : Culicidae). Mosquito Syst., 26 (1) : 1-10.
- LOTADO G., 1935.- Campagne antimalarica del Fezzan : Ubari-Ederi. Bonifica del terreno e terapia endovenosAn. Arch. Ital. Di Scienz. Med. Colo. e di Parassito., 16 : p 299.
- LOUAH M. A., 1995 - Ecologie des Culicides (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger. Thèse Doc. Es Sciences, Faculté des Sciences Tetouan (Maroc), 266p.

- MAC GREGOR M., 1929.-** The significance of the pH in the development of mosquito larvae. *Parasitology*, 21 : 132-157.
- MAIRE A., 1980.-** Ecologie comparée des espèces de moustiques holarctiques (Diptera : Culicidae). *J. Can. Zool.*, 58(9) : 1582-1600.
- MAIRE A., GILOT B., PAUTOU G. & AIN G., 1972.-** Ecologie des biotopes larvaires à *Aedes (O.) rusticus* (Rossi, 1790) dans la région Rhône-Alpes. *Bull. Soc. Ecol. T. III* (4) : 421-434.
- MANDOUL R. & REJENET J., 1954.-** Quelques enseignements tirés de l'Assainissement de l'Oasis palustre de Ouargla (Sahara algérien). *Bull. Soc. Path. Exot.*, 47 (3) : 443-452.
- MANDOUL M., DUBOS M., MOULINIER C. & DE COURNUAUD M., 1968.-** Une enquête sur les Culicides de Charente-Maritime : Présence du genre *Mansonia* : *M. (C.) richardii* et *M. (C.) buxtoni*. *Bull. Soc. Path. Exot.* : 282-288.
- MARGALEF R., 1949.-** Sobre la ecologia de las larvas del mosquito *Aedes mariaae*. *P. Inst. Biol. Apl.*, Tome 4 : 83-102.
- MARGALIT J. & TAHORI S., 1973.-** The mosquito fauna of Sinai. *J. Med. Ent.*, 10 (1) : 89-96.
- MARTINI E., 1931.-** Culicidae In : Lindner E., *Die Fliegen der paearktischen region*. Stuttgart : 1-398.
- MATHIS M., 1940.-** Rythme biologique saisonnier d'un moustique d'eau de mer. *Aedes desbansi*. *Acad. Scie.*, 211 : 337-339.
- MATSUO K., YOCHIDA Y. & KUNOU I., 1972.-** The scanning electron microscopy of mosquitoes (Diptera : Culicidae) I. *J. Kyoto Pref. Univ. Med.*, 81 (7) : 358-363.
- MATSUO K., YOCHIDA Y. & LIEN J. C., 1974.-** Scanning electron microscopy of mosquitoes (Diptera : Culicidae) II- The egg surface structure of 13 species of *Aedes* from Taiwan. *J. Med. Ent.*, 11 (2) : 179-188.
- MATTINGLY P. F., 1954.-** The distribution of some African mosquitoes. *Proceeding of Linnean Society of London* 165 : 51-61.
- MATTINGLY P. F., 1955.-** Le sous-genre *NeoCulex* (Diptera, Culicidae) dans la sous région méditerranéenne. I- Espèce, sous-espèce et synonymie nouvelles. *Ann. Parasit.* 30 (4) : 374-388.
- MESSERLIN A., 1938.-** L'*Aedes mariaae* au Maroc occidental. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 31 (2) : 110-115.
- MESSERLIN A. & TREILLARD M., 1938.-** Sur une nouvelle station du groupe *Myzomyia* ss *Anopheline* en Afrique du Nord : *An. sergentii* au Maroc occidental. *Bull. Soc. Path. exot.* : 106-109.
- METGE G., 1977.-** Etude synécologique de la dépression du Viguiérat. Essai d'écologie quantitative en milieu hydromorphe et halophile. Thèse d'Univ. Univ. Aix-Marseille III : 463p.
- METGE G., 1986.-** Etude des écosystèmes hydromorphes (Daya et Merja) de la méséta occidentale marocaine. Typologie et synthèse cartographiques à objectif sanitaire, appliqué aux populations d'*Anopheles labranchiae* (Falleroni, 1926), (Diptera, Culicidae, Anophelinae). Thèse Doc., Marseille : 280p.

- METGE G. & BELAKOUB H., 1986.-** *Aedes echinus* (Diptera : Culicidae) : le creux d'arbre des suberaies en pays des Zaer, Maroc. *Annal. limnology*, 25 (1) : 73-80.
- METGE G. & EL ALAOUI M., 1987.-** Etude de la dynamique des populations d'*Aedes echinus* (Culicidae dendrolimnique) en écophase aquatique, au Maroc. *Annals de limnology*, 23 (2) : 129-134.
- METGE G. & BELAKOUL N., 1989.-** Colonisation d'un nouvel habitat par *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) : le creux d'arbre des suberaies en pays Zear, Maroc. *Annls. Limnol.* 25 (1) : 73-80.
- METGE G. & HASSAINE K., 1998.-** Study of the environmental factors associated with oviposition by *Aedes caspius* and *Aedes detritus* along a transect in Algeria. *J. AMCA*, 14 (3) : 283-288.
- MORSY T. A., 1995.-** Studies on the bionomics and vector competence of adults anopheline mosquitoes in El Fayum governorate, Egypt. *J. Egypt. Soc. Parasitol.*, 25 (1) : 213-244.
- MOUCHET J., 1999.-** Vecteurs et facteurs d'environnement du paludisme. *Transf. Clin. Biol.*, 6 : 35-43.
- MOUCHET J. & RAGEAU J., 1965.-** Observations sur les Culicides de la Camargue et du Bas-Rhône. I/ L'hibernation d'*Ur. Unguiculata* Edwards 1913 (Diptera : Culicidae). *Bull. Soc. Path. Exot.* 58 (2) : 246-250.
- MOUCHET J., RAGEAU J. & CHIPPAUX A., 1969.-** Hibernation de *Culex modestus* Ficalbi (Diptera, Culicidae) en Camargue. *Cah. ORSTOM, ser. Ent. méd. Paras.* 7 (1) : 35-37.
- MOUCHET J., RAGEAU J., LAUMOND C., HANNOUN C., BEYTOUT D., OUDAR J., CORNIOU B. & CHIPPAUX A., 1970.-** Epidémiologie du virus West Nile : étude d'un foyer en Camargue. *Ann. Inst. Pasteur*, 118 : 839-855.
- QUEZEL P. & SIMMONEAU P., 1960.-** Quelques aspects de la végétation des terrains salés de l'Oranie orientale. Essai sur les rapports entre les groupements végétaux et les teneurs en sels solubles. *Bull. Trav. Sec. Pédo. Agro.*, 6 : 11-28.
- RAGEAU J. & MOUCHET J., 1967.-** Les arthropodes hématophages de Camargue. *Cah. ORSTOM, ser. Ent. méd.*, 5 (4) : 263-281.
- RAMDANI M., 1986. -** Ecologie des Crustacées "Copépodes, Cladocères et Ostracodes" des mares temporaires "Dayas" marocaines. Thèse es. Sciences, Univ. AIX-MARSEILLE III, 217p.
- RAMSDALE C. D., 1990.-** *Anopheles* mosquitoes and imported malaria in Libya. *Mosq. Syst.*, 22 (1) : 34-40.
- PAPIEROK B., 1972.-** Dénombrement de populations larvaires de Culicides (Diptera - Culicidae). Estimations comparées de l'effectif de populations larvaires d'*Aedes cataphylla* Dyar et d'*Aedes detritus* haliday dans le sud de la France, à l'aide de la méthode "Capture-Marquage-Recapture" et de la méthode utilisant le coup de louche ou Dipping. Thèse 3^{ème} Cycle. Univ. Grenoble : 63p.
- PASTEUR N., RIOUX J. A., GUILVARD E. & PECH-PERIERES J., 1977.-** Nouvelle mention pour le midi méditerranéen, de populations naturelles anautogènes et sténogames de *Culex pipiens pipiens* L. *Ann. parasito. Hum. Comp.* 52 (2) : 205-210.

- PASTEUR N., VERDIER J. M., RIOUX J. A., GUILYARD E. & PERIERES J., 1978.- Le complexe *Aedes detritus* : existence des deux espèces jumelles en Afrique du Nord. *Annals. Parasito. Paris*, 53 (6) : 761-763.
- RIBEIRO H., DA CUNHA RAMOS H., PIRES C.A. & ANTUNES CAPELA R., 1988.- An annotated checklist of mosquitoes of continental Portugal (Diptera : Culicidae). *Actas III, Cong. Iber. Ent.* : 233-254.
- RIOUX J. A. & ARNOLD M., 1955.- Les Culicides de Camargue (étude systématique et écologique). *Terre et Vie*, 102 (4) : 242-286.
- RIOUX J. A., 1958.- Les Culicides du Midi méditerranéen. *Encyclopédie entomologique*. Ed. Paul LeChevalier, Paris : 303P.
- RIOUX J. A. & ROUX J., 1958.- *Aedes (S.) vittatus* Bigot 1861 dans les basses Cevennes. *Vie et Milieu*, tome 8 (3) : 336.
- RIOUX J. A. & MAISTRE O., 1960.- Une nouvelle station française d'*Aedes pulchritarsis* ? *Cah. Nat. Bull. N.P.*, 16 : 87-88.
- RIOUX J. A. & NICOLI M., 1960.- Sur l'écologie des Diptères Culicides. IV. Tolérance des larves d'*Aedes mariaae* Sergent aux variations de concentration saline. *Bull. Soc. Hist. Nat. Hérault*, : 21-25.
- RIOUX J. A., PECH J., 1961.- Apparition de l'autogénèse dans un élevage de *Culex pipiens berbericus* Roubaud *C.R. des séances de la biologie et de ses filiales*, 155 : 343-344.
- RIOUX J. A. & JUMINER B., 1963.- Contribution à l'étude des Culicides du Hoggar. *Arch. Inst. Pasteur, Tunis*, 40 : 217-228.
- RIOUX J. A., JUMINER B. & KCHOUK M., 1964.- *Anopheles (AN.) plumbeus*, *Aedes berlandi*, *Aedes geniculatus*, Culicides nouveaux pour la Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 41 : 5-22.
- RIOUX J. A., JUMINER B., KCHOUK M. & CROSET H., 1965.- Présence du caractère autogène chez *Culex pipiens* L. dans un biotope épigé de l'île de Djerba. *Arch. Inst. Pasteur, Tunis* : 1-7.
- RIOUX J. A., SINEGRE G. & CROSET H., 1965.- Un Culicide nouveau pour la France *Culex (Neoculex) martinii* Medschid, 1930 (Diptera-Culicidae), *Vie et milieu*, 16 (2) : 1007-1011.
- RIOUX J. A., CROSET H. & SINEGRE G., 1966.- Présence de *Mansonia (C.) richiardii* Ficalbi dans le midi méditerranéen (Diptera : Culicidae). *Cah. Nat. Bull. N.P.*, 22 : 94-96.
- RIOUX J. A., SINEGRE G., CROSET H. & GABINAUD A., 1966.- *Anopheles (AN.) algeriensis* Theobald 1903 en Languedoc méditerranéen. *Ann. Parasit.*, 41 (1) : 91-100.
- RIOUX J. A., DEDET P. & BENOSMAN F., 1968.- Présence de *Culiseta subochrea* et *Culex theileri* dans l'extrême sud de la Tunisie. *Arch. Inst. Pasteur, Tunis* : 419-421.
- RIOUX J. A. & MOUCHET J., 1971.- L'écologie des arthropodes hématophages. *Contraintes et perspectives. Annal. parasit. Hum. Comp. Tome XLVI n° 3bis* : 11-16.
- RIOUX J. A., CROSET H., GABINAUD A., PAPIEROK B. BELMONTE A., 1973.- Hérité monofactorielle de l'autogénèse chez *Aedes detritus* (Diptera : Culicidae). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 276 : 991-994.

- RIOUX J. A., KCHOUK M., CROSET IL. & BEN OSMAN F., 1974.-** Présence du caractère autogène dans les populations tunisiennes de *Culiseta (C.) subochrea* (Edw., 1921) (Diptera-Culicidae). Ann. Parasito., 49 (3) : 373-375.
- RIOUX J. A., COUSSERANS J., CROSET IL., BEN OSMAN F., GABINAUD A., SINEGRE G. & BELMONTE A., 1975.-** Présence du caractère autogène chez *Aedes pullatus* et nouvelles localisations géographiques pour *Aedes caspius*, *Aedes mariaae*, *Aedes detritus* et *Culiseta subochrea*. Ann. Paras. Tome 50 (1) : 131-142.
- RIOUX J. A., GUILVARD E. & PASTEUR N., 1998.-** Description d'*Aedes coluzzi* n.sp. (Diptera, culicidae) espèce jumelle A du complexe detritus. Parasitologia, 40 : 353-360.
- ROMAN E. & MOREL P., 1946.-** Culicides de l'ouest Savoyard. Bull. Soc. Path. Exot. 39 (9/10) : 372-376.
- ROMAN E., 1939.-** Culicides arboricoles de la région lyonnaise. La larve et la nymphe d'*Aedes pulchritarsis*. J. Med. Lyon : 153-160.
- ROMAN E., 1944.-** Un *Aedes* nouveau pour la France. Localités inédites de Culicides peu répandus. Bull. Soc. Ent. France, : 35-36.
- ROMAN E., 1955.-** Contribution à la répartition en France des Diptères de la famille des Culicidae. Ann. Paras. 33 (1/2) : 115-130.
- ROMAN E., 1971.-** Comportement de repos des adultes du moustique *Anopheles maculipennis messeae* en Dombes, au cours de la belle saison et de l'hibernation. Cahier des Naturalistes. Bull. N.P., ns. 27 (4) : 73-86.
- ROUBAUD E., 1933. -** Essai synthétique sur la vie du moustique commun *Culex pipiens*. Ann. Sci. Nat. Zool. 163p.
- ROUBAUD E., 1939.-** Le pouvoir autogène chez le biotype Nord-africain du moustique commun *Culex pipiens* L. Bull. Soc. path. Exot. 32 (2) : 172-175.
- ROUBAUD E. & TREILLARD M., 1943.-** Observations sur les Culicides de la Crau. II- L'*Aedes (O.) detritus*. Bull. Soc. Path. Exot. 36 : 94-101.
- ROUBAUD E. & TREILLARD M., 1944.-** Etudes sur les Culicides de la Crau. V.- L'*Aedes caspius*. Bull. Soc. Path. Exot. 5/6 : 159-169.
- SACCA G., 1960.-** Resistenza al Dieldrin di *An. labranchiae* Fall., in Marocco; Bull. O.M.S. : 154-156.
- SACCA G., 1961.-** Contruto alla conoscenza delle *Myzomyia* del Sud Marocchino. Ann. parasito. Rome : 575-580.
- SEGUY E., 1920.-** Remarques sur quelques larves de Culicides. Bull. Soc. Ento. France, 18 : 309-311.
- SEGUY E., 1924.-** Les Culicides de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de la Syrie. Encyclopédie entomologique I. Ed. Paul Lechevalier, Paris : 257P.
- SENEVET G. & PRUNNELLE M., 1928.-** Larves de Culicides recueillies en Algérie et en Tunisie par M.H. Gauthier. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, 19 : 94-99.

- SENEVET G., 1932.- Notes sur les Culicides I. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 10 (4) : 471-477.
- SENEVET G., 1936.- Notes sur les Culicides. IV. Quelques Culicides de la région de l'Aurès (Algérie). Arch. Inst. Pasteur, Tome 14 (4) : 432-448.
- SENEVET G. & COLLIGNON E., 1938.- *Aedes caspius* aux environs d'Alger. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, 29 : p528.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & MONPERE H., 1939.- *Aedes aegypti* à Alger. Arch. Inst. Pasteur, Algérie : 306-307.
- SENEVET G., 1947.- Le genre *Culex* en Afrique du Nord. 1. Les larves; Arch. Inst. Pasteur, Algérie, tome 25 (2) : 107-136.
- SENEVET G., GAUD J. & MILLET A., 1949.- Validité de l'espèce *Culex mauritanicus*. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 27 (1) : 442-47.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1954 a.- Présence d'*Ae. punctator* en Algérie. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 32 : 309.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1954 b.- Le genre *Aedes* en Afrique du Nord. I.- Les larves. Arch. Inst. Pasteur, Algérie. Tome 32 (4) : 310-351.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1954 c.- Présence près de Biskra (Algérie) de *Culex pussilus* Macquart, 1850. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, Tome 32 (1) : 33-35.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1955 a.- Races et variétés de *Anopheles claviger* Meigen, 1804. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 33 (2) : 130-136.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1955 b.- A propos de *Anopheles algeriensis*. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 33 : 269-272.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1956 a.- Présence de *Theobaldia subochrea* Edwards, 1926. Arch. Inst. Pasteur, Algérie. Tome 34 (2) : 223-226.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1956 b.- Présence en Algérie de *Theobaldia litorea* (Shute). Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 34 : 400-402.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1959.- Les Culicides de l'Afrique du nord et du bassin méditerranéen; Le genre *Culex*, *Uranoiaenia*, *Theobaldia*, *Orthopodomyia* et *Mansonia*. Ed. Paul LeChevalier, Paris : 383 P.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1960.- Contribution à l'étude de la biologie des Culicides en Algérie et dans le Sahara algérien. Arch. Inst. Pasteur, Tome 38 (2) : 305-326.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1961.- Contributions à l'étude de la biologie des *Anopheles algériens*. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 39 : 393-400.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1963.- Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III- les *Aedes*. Première partie : généralités. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 41 : 115-141.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1964a.- Les Culicides de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III les *Aedes* Groupe G. Arch. Inst. pasteur, Algérie, 42 : 145-192.

- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1964 b.- Les moustiques de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III- les *Aedes*. Deuxième partie : description des espèces : sous genre *Ochlerotatus*, groupe E. Arch. Inst. Pasteur. Algérie, 42 : 94-144.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & DUZER A., 1954.- Sur la présence en Algérie de *Aedes longitubus* et sur quelques espèces de Culicides peu communes en Afrique du Nord. Arch. Inst. Pasteur, Tome 32 (3) : 266-275.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & ADDA R., 1955.- Présence d'*Anopheles plumbeus* ST. sur le littoral algérien. Arch. Inst. Pasteur, Algérie : 138-139.
- SENEVET G., ANDARELLI L., BUFFART G. & DUZER A., 1955.- Quelle est la limite septentrionale de *Culex deserticola* Kirk, en Afrique du Nord. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, Tome 33 (1) : 51-53.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & DUZER A., 1956.- Etudes sur les stations à *Anopheles multicolor* des environs de Ténès (Algérie). Arch. Inst. Pasteur, Tome 37 (1) : 119-128.
- SENEVET G., ANDARELLI L., DUZER A. & LIEUTAUD A., 1956.- *Anopheles multicolor* dans le tell algérien; III. une station dans la plaine du Chellif. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 34 (4) : 551-552.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & LIEUTAUD A., 1957.- A propos de *Culex univittatus* Theob. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, Tome 35.
- SENEVET G., ANDARELLI L., DUZER A. & LIEUTAUD A., 1957.- Gîtes à *Anopheles multicolor* dans le Tell algérien; Arch. Inst. Pasteur, Algérie, tome 35 (3) : 296-30.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & GRAELLS R., 1958.- A propos de *Culex pipiens* en Algérie. Arch. Inst. Pasteur 34 (1) : 70-73.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & BUISSON R., 1959.- Une nouvelle station de *Anopheles plumbeus* en Algérie. Arch. Inst. Pasteur,
- SENEVET G., ANDARELLI L. & CLASTRIER J., 1959.- Présence dans le Sahara français de *Anopheles sergentii* SB. SP. *Mac mahoni* et de *An. rhodensiensis* var. *rupicolus*. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 37 (3) : 462-473.
- SENEVET G., CLASTRIER J. & ANDARELLI L., 1959.- Les Culicides du Tassili des Ajjers (V). Arch. Inst. Pasteur, Algérie. Tome 37 (4) : 598-602.
- SENEVET G., ANDARELLI L. & REHM G., 1960.- Présence d'*Anopheles sergentii* (Theobald, 1903) sur le littoral méditerranéen dans la région d'Oran. Arch. Inst. Pasteur, Algérie : 327-328.
- SENEVET G., BERNET J., CLASTRIER J. & ABONNENC E., 1960.- Présence de *Anopheles (Myzomyia) dthali* Patton en deux régions de l'Afrique voisines de l'Atlantique. sa répartition géographique sur le continent africain. Arch. Inst. Pasteur Algérie, 38 (1) : 106-111.
- SERGENT Ed. & SERGENT Et., 1903.- Observations sur les moustiques des environs d'Alger. Annal. Inst. Pasteur, Alger, 17 : 60-67.
- SERVICE M. W., 1968.- L'écologie des stades immatures d'*Aedes detritus*. J. Appl. Ecol. GB, 5 (3) : 613-630.

- SERVICE M. W., 1972.- An inland freshwater of salt marsh mosquito, *Aedes detritus* (Haliday). J. Ent. 64 (2) : 117-121.
- SHALABY A. M., 1972.- Survey of the mosquito fauna of Fezzan south-western Libya. Bull. Soc. ent. Egypte, 34 : 301-311.
- SHALABY A. M., 1973 a.- Preferential indoor resting places of *Anopheles culcifacies* Giles and *Anopheles multicolor* Camb. from different geographical areas. Bull. Soc. Ent. Egypte, 57 : 127-137.
- SHALABY A. M., 1973 b.- Ovarian tracheation as means of distinguishing nulliparous from parous females of *Anopheles multicolor* (Diptera : Culicidae). Bull. Soc. Ent. Egypte, 57 : 91-99.
- SHANNON R. C., 1933.- An Algerian Anopheline found in Greece (Diptera : Culicidae). Rivis. Malario. 12 (3) : 2-4.
- SICART M., 1940.- Note sur la présence de *Culex impudicus* FICALBI en Tunisie. : 471-747.
- SICART M., 1941.- Contribution à l'étude des *Anopheles* de Tunisie. Présence de *Anopheles (AN.) marteri*. Arch. Inst. Pasteur, Tunis, 3/4 : 132-134.
- SICART M., 1947.- Contribution à l'étude des *Anopheles* de Tunisie. Présence de *Anopheles (AN.) claviger* Meigen 1884. Arch. Inst. Pasteur, Tunis 1/2 : 287-290.
- SICART M., 1949.- Clef dichotomique et notes sur les *Anopheles* de Tunisie. 15p.
- SICART M., 1951.- Note sur des larves d'*Anopheles maculipennis* présentant un appendice thoracique. Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie, 4 (4/1) 45-50.
- SICART M., 1952 a.- Sur la présence de *Aedes zammitii* et *Aedes echinus* en Tunisie. Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie, 5 : 109-110.
- SICART M., 1952 b.- Description et étude d'*Aedes pulchritarsis* (Rondani, 1872) récolté en Tunisie. Bull. Soc. Scien. Nat. Tunisie. Tome V : 95-101.
- SICART M., 1954.- Sur la présence de *Theobaldia subochrea* en Tunisie. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 89 (3/4) : 236-238.
- SICART M. & SARDOU R., 1961.- Anomalies des gîtes et d'Associations larvaires chez des Culicides. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 96 (3-4) : 273-274.
- SICART M. & LARROUY G., 1968 a.- La faune culicidienne de la région de Toulouse, Présence d'*Aedes (O.) punctor* KIRPY 1837 dans la plaine de Toulouse. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 104 (1/2) : 101-103.
- SICART M. & LARROUY G., 1968 b.- La faune culicidienne de la région toulousaine, cycle annuel de l'*Aedes (O.) rusticus* (ROSSI 1790) dans un gîtes de la plaine de Toulouse. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 104 (1/2) : 96-100.
- SIMMONEAU P., 1968.- Les niveaux écologiques sur le littoral du Languedoc-Roussillon. E.I.D. Montpellier : 77p.
- SINEGRE G., 1974.- Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae). Ecllosion, dormance, développement, fertilité. Thèse d'état és sciences. Univ du Languedoc, 285p.

- SINEGRE G., 1979.-** La chute de la teneur en oxygène dissous à l'interface eau-sol des marais temporaires gouverne l'éclosion des œufs quiescents de moustiques. *Bull. Soc. Ecophysio.*, 4(1) : 53-56.
- SUZZONI-BLATGER J., SUZZONI J. A. & LARROUY G., 1978.-** Inventaire faunistique des Culicinae de Balagne (Corse). *Bull. Soc. Path. Exot.* 4/5 : 376-382.
- THEOBALD F.V., 1903.-** Amonograph of the Culicidae or mosquitoes. *Brit. Museum. Nat. Hist.*, London, 252p.
- THIOULOUSE J., 1990.-** Représentation graphique en analyse de données multivariées. URA.CNRS 243. Biométrie, génétique et biologie des populations. Université de Lyon I I.A.S.B.S.E.
- THIOULOUSE J., DOLEDEC S. & CHESSEL D., 1995.-** ADE software multivariate analysis and graphical display of environment data. *Software per ambiente*, : 57-62
- THIOULOUSE J., DOLEDEC S. & CHESSEL D., 1997.-** ADE 4 a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics Comput.* 7 (1) : 75-83.
- TRARI B., 1991.-** CULICIDAE (DIPTERA) : Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes du Gharb et de leurs communautés larvaires. Thèse 3eme Cycle. Univ. Mohammed V, Rabat : 209P.
- TURELL M. J., PRESLEY S. M., GAD A. M., COPE S. E., DOHM D. J., MORILL J. C. & ARTHUR R. R., 1996.-** Vector competence of Egyptian mosquitoes for Rift Valley. *Amer. J. Trop. Med. Hyg. USA*, 54 (2) : 136-139.
- URBANELLI S. COLUZZI M., PETRARCA V. & BULLINI L., 1980.-** Differenziamento genetico in popolazione italiana di *Cx. pipiens* (Diptera-Culicidae) *Arti, XII Cong. Ital. Entomo.*, Roma 2 : 273-280.
- VACELET E., 1979.-** Etude physico-chimique des flaques supra-littorales à salinité variable. Relations avec le peuplement. *Recueil Trav. Stat. Marit. Endoume*, 29 : 33-38.
- VAUGHAN J. A., NODEN B. H. & BEIER J. C., 1994.-** Prior blood feeding effects on susceptibility of *Anopheles gambiae* (Diptera : Culicidae) to infection with cultured *Plasmodium falciparum* (Haemoporida : Plasmodidae). *J. Med. Ent. USA*, 31 (3) : 445-449.
- VERMEIL C. & DOBY J. M., 1950.-** Présence d'*Anopheles dthali* Patton dans le sud tunisien. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 43 (7/8) : 443-444.
- VERMEIL C., 1953 a.-** Contribution à l'étude des Culicides du Fezzan (Libye). Présence d'*Anopheles brousses* E. à El Barka (territoire de Rhat). *Bull. Soc. Path. Exot. Tome XLVI* (3) : 445-454.
- VERMEIL C., 1953 b.-** De la reproduction par autogénèse chez *Aedes detritus*. *Bull. Soc. path. Exot.* : 971-973.
- VERMEIL C., 1953 c.-** *Aedes vittatus* Bigot 1861, Culicide nouveau pour la Tunisie. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 46 : 338-339.
- VERMEIL C., 1953 d.-** Nouvelle localité tunisienne pour *Uranotaenia unguiculata* Edw. 1913. *Ann. Paras. Hum. Comp.*, 28 : 240.

VERMEIL C., 1954.- Faune parasitologique des îles de Zembra et Zembretta. mem? Soc. Scien. Nat. Tunisie, 2 : 47-56.

VILAIN G., DUPOUX R. & MARINI C., 1935.- Contribution à l'étude de l'Anophelisme tunisien et aperçu de la lutte anti-anophélienne dans la régence. Arch. Inst. Pasteur, Tunis, 24 (2) : 309-342.

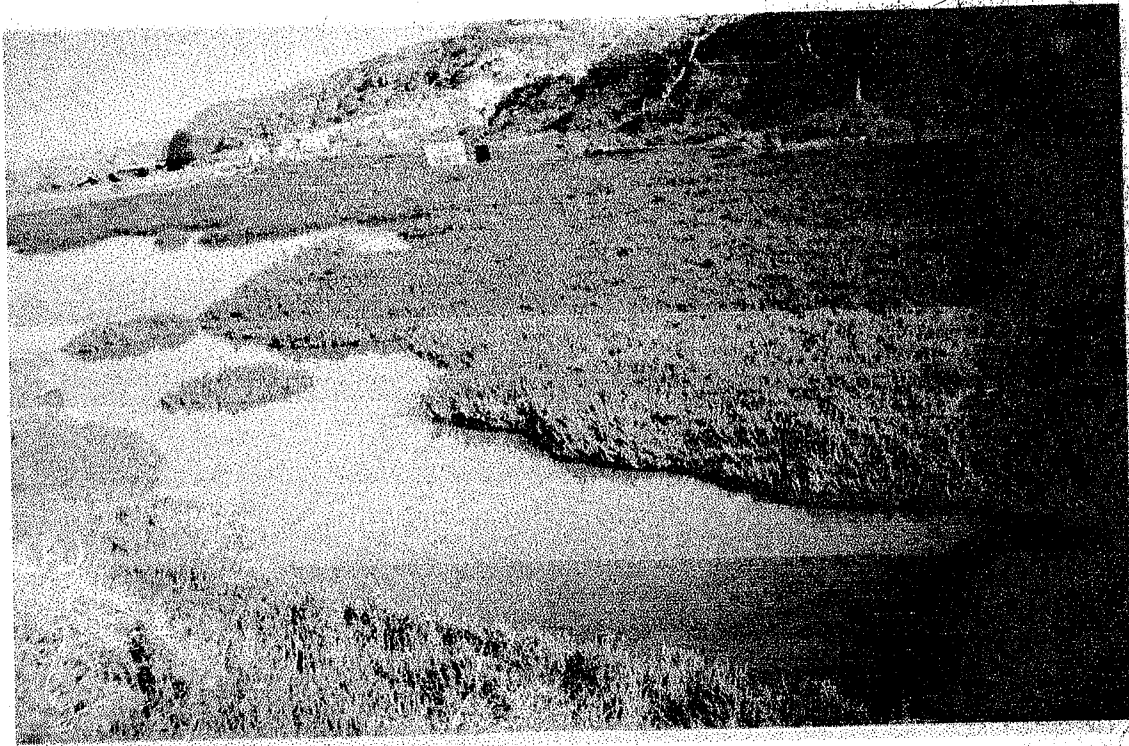
WASSILIEFF A., 1934.- Quelques remarques sur les Culicides de Tunisie. Ces archives, XXIII : 368-383.

WEISS A., 1911.- Catalogue et distribution des arthropodes piqueurs de l'île de Djerba. Ces archives, IV : 268-274.

ZAHAR A. R., 1974.- Review of the ecology of malaria vectors in the WHO Eastern Mediterranean Region. Bull.Org. mond. Santé, 50 : 427-440.

ZIMMERMAN J. H., HANAFI H. A. & ABBASSY M. M., 1985.- Host-feeding patterns of *Culex* mosquitoes (Diptera : Culicidae) on farms in Gharbyia governorate, Egypt. J. Med. Entomol. 22 (1) : 82-87.

ANNEXES



Le marais en période pluvieuse

Groupement à *Salicornia radicans* – *Arthrocnemum glaucum*



Le marais en période sèche

Groupement à *Suaeda fruticosa* – *Spergularia marginata*

RESULTATS DES ANALYSES MULTIVARIEES CLASSES SELON LE PLAN DE LA THESE

| WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon1 * JT & DC |

| DDUtil: Columns: inertia analysis 27/02/02 10/00 |

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\Pays\donn.fcta

Number of rows: 64, columns: 5

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis

Total inertia: 0.643062 - Number of axes: 2

File F:\Mes documents\Analyse statistique\Pays\donn.fccc contains the contribution of columns to the trace

Row inertia	All contributions are in 1/10000	Column inertia All contributions are in 1/10000
-----Absolute contributions-----		
[Num Fac 1 Fac 2	[Num Fac 1 Fac 2 Remains Weight Cont.]	[Num Fac 1 Fac 2
1 46 0	1 6635 7 3357 263 36	1 2691 4603
2 43 712	2 1159 8161 679 105 196	2 296 2404
3 163 49	3 8507 1121 370 157 100	3 334 2070
4 18 354	4 394 3195 6410 52 249	4 2045 19
5 46 0	5 6635 7 3357 263 36	5 4631 901
6 46 0	6 6635 7 3357 263 36	
7 163 49	7 8507 1121 370 157 100	-----Relative contributions-----
8 164 650	8 3627 6203 169 52 235	[Num Fac 1 Fac 2 Remains Weight Cont.]
9 163 49	9 8507 1121 370 157 100	1 5702 4206 90 2578 2458
10 163 49	10 8507 1121 370 157 100	2 1399 4887 3713 2473 1105
11 163 49	11 8507 1121 370 157 100	3 1706 4551 3741 2105 1022
12 163 49	12 8507 1121 370 157 100	4 4632 19 5348 1157 2299
13 147 22	13 4774 312 4912 105 160	5 7741 650 1608 1684 3115
14 163 49	14 8507 1121 370 157 100	
15 163 49	15 8507 1121 370 157 100	DiagoRC: General program for two diagonal inner product
16 46 0	16 6635 7 3357 263 36	analysis
17 46 0	17 6635 7 3357 263 36	Input file: C:\ADE4\Pays\don.fcta
18 163 49	18 8507 1121 370 157 100	--- Number of rows: 64, columns: 5
19 0 0	19 45 31 9923 210 53	
20 701 65	20 8439 341 1219 105 432	Total inertia: 0.675078
21 164 650	21 3627 6203 169 52 235	
22 7 54	22 361 1123 8515 210 108	Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum
23 163 49	23 8507 1121 370 157 100	01 +3.4159E-01+0.5060+0.5060 02 +1.4546E-01+0.2155+0.7215
24 46 0	24 6635 7 3357 263 36	03 +1.4263E-01+0.2113+0.9328 04 +4.5399E-02+0.0672+1.0000
25 163 49	25 8507 1121 370 157 100	05 +0.0000E+00+0.0000+1.0000
26 701 65	26 8439 341 1219 105 432	
27 163 49	27 8507 1121 370 157 100	
28 135 11	28 2877 108 7014 105 244	
29 75 227	29 1112 1435 7451 105 355	
30 46 0	30 6635 7 3357 263 36	
31 197 172	31 6822 2572 604 210 150	
32 701 65	32 8439 341 1219 105 432	
33 4 142	33 173 2408 7417 157 132	
34 96 81	34 3408 1241 5350 210 147	
35 164 650	35 3627 6203 169 52 235	
36 164 650	36 3627 6203 169 52 235	
37 163 49	37 8507 1121 370 157 100	
38 163 49	38 8507 1121 370 157 100	
39 147 22	39 4774 312 4912 105 160	
40 46 0	40 6635 7 3357 263 36	
41 0 0	41 45 31 9923 210 53	
42 432 195	42 5568 1084 3346 52 404	
43 43 188	43 1454 2709 5835 157 156	
44 135 11	44 2877 108 7014 105 244	
45 164 650	45 3627 6203 169 52 235	
46 46 0	46 6635 7 3357 263 36	
47 164 650	47 3627 6203 169 52 235	
48 163 49	48 8507 1121 370 157 100	
49 163 49	49 8507 1121 370 157 100	
50 46 0	50 6635 7 3357 263 36	
51 164 650	51 3627 6203 169 52 235	
52 0 0	52 45 31 9923 210 53	
53 4 142	53 73 2408 7417 157 132	
54 46 0	54 6635 7 3357 263 36	
55 46 0	55 6635 7 3357 263 36	
56 432 195	56 5568 1084 3346 52 404	
57 197 172	57 6822 2572 604 210 150	
58 164 650	58 3627 6203 169 52 235	
59 432 195	59 5568 1084 3346 52 404	
60 46 0	60 6635 7 3357 263 36	
61 432 195	61 5568 1084 3346 52 404	
62 163 49	62 8507 1121 370 157 100	
63 164 650	63 3627 6203 169 52 235	
64 46 0	64 6635 7 3357 263 36	

Input file: F:\Analyse statistique\Type de gîte\donnhin.fct
 Number of rows: 63, columns: 24

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 2.20784 - Number of axes: 2

Row inertia	All contributions are in 1/10000	Column inertia All contributions are in 1/10000
-----Absolute contributions-----		
[Num [Fac 1][Fac 2]	[Num [Fac 1][Fac 2][Remains] Weight Cont.]	[Num [Fac 1][Fac 2]
1 4 12	1 33 40 9926 77 446	1 43 41
2 1514 17	2 9527 45 427 77 563	2 1 1
3 70 106	3 1731 1073 7195 698 145	3 7 18
4 34 84	4 907 922 8170 324 134	4 0 49
5 5 7	5 452 265 9281 48 42	5 58 16
6 1419 16	6 9527 45 427 72 528	6 7 0
7 1243 17	7 9590 56 352 106 459	7 29 112
8 0 6949	8 0 9582 417 116 1064	8 1 4
9 1523 17	9 9614 46 338 77 562	9 17 26
10 5 16	10 140 176 9682 53 138	10 325 2
11 8 17	11 245 218 9535 87 116	11 41 14
12 13 31	12 191 183 9625 116 249	12 0 6
13 4 699	13 108 6921 2970 63 148	13 38 3
14 11 9	14 570 200 9228 116 71	14 14 1
15 34 0	15 505 0 9494 344 243	15 57 107
16 8 44	16 226 504 9268 106 128	16 1 0
17 0 8	17 12 64 9923 106 190	17 126 177
18 3 18	18 542 1109 8348 48 24	18 185 81
19 3 15	19 191 347 9461 33 66	19 6 1
20 33 55	20 971 663 8364 455 122	20 30 3
21 7 3	21 223 45 9731 72 122	21 1 1
22 59 25	22 2643 467 6889 620 79	22 34 0
23 5 15	23 479 563 8956 48 40	23 8968 42
24 1503 16	24 8437 37 524 135 632	24 0 9282
-----Relative contributions-----		
[Num [Fac 1][Fac 2]	[Num [Fac 1][Fac 2][Remains] Weight Cont.]	[Num [Fac 1][Fac 2][Remains] Weight Cont.]
1 4 12	1 16 1 9981 14 308	1 1467 586 7945 446 104
2 1514 17	2 38 3 9957 29 90	2 13 8 9977 198 321
3 70 106	27 1568 716 7714 339 82	3 63 69 9867 111 399
4 34 84	28 148 45 9806 48 51	4 9 451 9538 53 160
5 5 7	29 434 136 9429 53 47	5 11 11 131 8757 761 186
6 1419 16	30 352 394 9252 72 78	6 139 5 9854 261 186
7 1243 17	31 159 11 9829 29 76	7 288 453 9257 281 363
8 0 6949	32 864 732 8402 48 22	8 41 69 9889 38 97
9 1523 17	33 313 328 9357 14 19	9 284 180 9534 179 218
10 5 16	34 373 481 9145 53 54	10 4196 11 5792 19 275
11 8 17	35 810 3 9185 189 51	11 797 0 9083 518 182
12 13 31	36 386 187 9425 63 52	12 24 68 9906 14 141
13 4 699	37 1495 740 7763 29 14	13 30 9 9688 368 450
14 11 9	38 1031 2661 6307 717 117	14 442 13 9544 431 116
15 34 0	39 248 790 8960 33 36	15 962 742 8294 906 212
16 8 44	40 813 624 8561 160 71	16 17 2 9980 24 376
17 0 8	41 0 9666 332 9 106	17 1118 651 8229 1290 399
18 3 18	42 1685 1360 6953 164 36	18 2622 4761 6901 2289 250
19 3 15	43 62 994 8942 24 94	19 87 9 9902 58 269
20 33 55	44 133 28 9837 9 30	20 401 19 9578 354 270
21 7 3	45 363 940 8696 135 108	21 22 9 9968 19 219
22 59 25	46 1 1 9996 4 108	22 574 0 9425 387 214
23 5 15	47 7 4384 5607 354 98	23 9948 19 31 586 3196
24 1503 16	48 1502 72 7775 198 42	24 2 9848 149 397 1382
-----Total inertia: 0.675078-----		
Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum		
01 +3.4159E-01 +0.5060 +0.5060 02 +1.4546E-01 +0.2155 +0.7215		
03 +1.4263E-01 +0.2113 +0.9328 04 +4.5399E-02 +0.0672 +1.0000		
05 +0.0000E+00 +0.0000 +1.0000		

 [WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon1 * JT & DC]
 [DDU(tit: Rows: Inertia analysis27/02/0210/07)

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\éclairement\donbin.fcta
 Number of rows: 35, columns: 4

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 0.336184 - Number of axes: 3

File F:\Mes documents\Analyse statistique\éclairement\donbin.fcl contains the contribution of rows to the trace
 It has 35 rows and 1 column

Row inertia	All contributions are in 1/10000	Column inertia
-----Absolute contributions-----		
[Num][Fac1][Fac2][Fac 3]	[Num][Fac 1][Fac 2][Fac 3][Remains] Weight Cont.]	[Num [Fac 1][Fac 2][Fac 3]
[1] 1 108 254	[1] 1 12 4271 5615 0 1210 81	[1 402 8508 147
[2] 1 184 250 184	[2] 3384 1143 472 0 201 703	[2 5857 810 1012
[3] 367 589 46	[3] 4807 4972 220 0 84 381	[3 126 680 6218
[4] 5 698 26	[4] 114 9678 207 0 33 231	[4 3613 0 2621
[5] 507 108 241	[5] 7626 1055 1318 0 33 331	
[6] 419 178	[6] 9337 28 634 0 100 223	-----Relative contributions-----
[7] 1157 186 6	[7] 9043 937 18 0 252 637	[Num [Fac 1][Fac 2][Fac 3][Remains] Weight Cont.]
[8] 15 2095 79	[8] 114 9678 207 0 100 695	[1 676 9233 89 0 941 2962
[9] 579 14 22	[9] 9708 156 135 0 151 297	[2 8681 775 543 0 2319 3360
[10] 10 1396 53	[10] 114 9678 207 0 67 163	[3 448 1558 7993 0 2974 1403
[11] 58 179 3039	[11] 455 910 8633 0 689 635	[4 7918 0 2080 0 3764 2272
[12] 16 71 1140	[12] 356 974 8669 0 386 237	
[13] 96 88 85	[13] 5208 3113 1678 0 33 91	
[14] 979 36 989	[14] 7195 170 2634 0 268 677	
[15] 253 54 120	[15] 7626 1055 1318 0 16 165	
[16] 10 497 469	[16] 200 6402 3397 0 33 249	
[17] 0 1187 136	[17] 4 9389 605 0 67 406	
[18] 204 128 214	[18] 5601 2267 2131 0 67 181	
[19] 300 14 43	[19] 9225 285 488 0 100 162	
[20] 33 10 61	[20] 5355 1106 3538 0 1075 31	
[21] 47 9 116	[21] 4964 669 4365 0 352 47	
[22] 400 18 8	[22] 9631 294 73 0 369 206	
[23] 58 757 30	[23] 1052 8749 198 0 84 278	
[24] 576 366 3	[24] 7078 2908 13 0 100 405	
[25] 1 217 998	[25] 38 2789 7171 0 50 251	
[26] 70 18 51	[26] 6967 1179 1852 0 33 50	
[27] 161 73 429	[27] 4434 1303 4262 0 50 181	
[28] 253 54 120	[28] 7626 1055 1318 0 16 165	
[29] 253 54 120	[29] 7626 1055 1318 0 16 165	
[30] 203 136 0	[30] 6984 3009 5 0 1025 145	
[31] 1060 23 42	[31] 9715 141 142 0 1647 543	
[32] 150 116	[32] 2627 51 7321 0 369 28	
[33] 507 108 241	[33] 7626 1055 1318 0 33 331	
[34] 77 399 216	[34] 1874 6232 1893 0 554 206	
[35] 109 40 205	[35] 5203 1253 3542 0 319 104	

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\Qualité de Peau\donbin.fct
 Number of rows: 46, columns: 3

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 0.366479 - Number of axes: 2

File F:\Mes documents\Analyse statistique\Qualité de Peau\donbin.fct contains the contribution of rows to the trace
 It has 46 rows and 1 column

Row inertia			All contributions are in 1/10000						Column inertia		
-----Absolute contributions-----			-----Relative contributions-----						-----Absolute contributions-----		
Num	Fac 1	Fac 2	Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	Cont.	Num	Fac 1	Fac 2
1	261	1	1	9959	40	0	45	169	1	2256	4142
2	33	1441	2	410	9589	0	1559	532	2	2009	5834
3	111	199	3	504	4958	0	458	142	3	5733	23
4	261	1	4	9959	40	0	45	169			
5	392	2	5	9959	40	0	68	254			
6	392	2	6	9959	40	0	68	254			
7	58	22	7	8254	1745	0	114	45			
8	392	2	8	9959	40	0	68	254			
9	392	2	9	9959	40	0	68	254			
10	392	2	10	9959	40	0	68	254			
11	448	86	11	9040	959	0	137	320			
12	176	31	12	9096	903	0	91	124			
13	6	87	13	1212	8787	0	45	35			
14	11	24	14	4581	5418	0	68	16			
15	130	0	15	9959	40	0	22	84			
16	392	2	16	9959	40	0	68	254			
17	151	100	17	7336	2663	0	137	133			
18	121	406	18	3526	6473	0	45	222			
19	0	260	19	3	9996	0	527	92			
20	180	955	20	2562	7437	0	45	455			
21	392	2	21	9959	40	0	68	254			
22	261	1	22	9959	40	0	45	169			
23	261	1	23	9959	40	0	45	169			
24	629	44	24	9629	370	0	206	422			
25	0	0	25	0	0	10000	0	10000			
26	629	44	26	9629	370	0	206	422			
27	209	14	27	9629	370	0	68	140			
28	270	109	28	8185	1814	0	91	213			
29	75	50	29	7336	2663	0	68	66			
30	75	50	30	7336	2663	0	68	66			
31	180	955	31	2562	7437	0	45	455			
32	22	268	32	1349	8650	0	733	109			
33	22	1009	33	396	9603	0	275	372			
34	222	459	34	4694	5305	0	366	306			
35	392	2	35	9959	40	0	68	254			
36	75	50	36	7336	2663	0	68	66			
37	392	2	37	9959	40	0	68	254			
38	176	31	38	9096	903	0	91	124			
39	1	275	39	116	9883	0	963	98			
40	189	1115	40	2367	7632	0	1467	517			
41	180	955	41	2562	7437	0	45	455			
42	228	80	42	8390	1609	0	389	176			
43	299	57	43	9040	959	0	91	213			
44	70	118	44	5215	4784	0	366	87			
45	392	2	45	9959	40	0	68	254			
46	27	653	46	708	9291	0	252	249			

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\Aspect de l'eau\donbin.fct
 Number of rows: 47, columns: 7

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 0.573361 - Number of axes: 2

File F:\Mes documents\Analyse statistique\Aspect\donbin.fct contains the contribution of rows to the trace
 It has 47 rows and 1 column
 All contributions are in 1/10000

Row inertia ---Absolute contributions---			-----Relative contributions-----					Column inertia All contributions are in 1/10000			
Num	Fac 1	Fac 2	Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	Cont.	-----Absolute contributions-----		
1	4188	856	1	8442	574	983	113	2414	Num	Fac 1	Fac 2
2	1	155	2	94	3623	6281	988	69	1	205	2307
3	6	22	3	434	505	9060	68	72	2	3909	290
4	57	381	4	887	1971	7141	56	313	3	573	77
5	933	137	5	9219	450	329	215	492	4	53	649
6	17	4	6	2048	194	7756	22	40	5	3695	584
7	1364	92	7	8213	186	1600	79	808	6	241	2389
8	1	93	8	72	1454	8472	56	104	7	1320	370
9	9	335	9	224	2519	7256	11	215	-----Relative contributions-----		
10	9	335	10	224	2519	7256	11	215	Num	Fac 1	Fac 2
11	11	63	11	182	3360	4818	34	30	1	1111	4155
12	2	12	12	415	782	8802	90	26	2	8884	219
13	47	400	13	2410	6757	831	45	96	3	2193	98
14	21	142	14	2450	5333	2215	45	43	4	232	943
15	35	300	15	2410	6757	831	34	72	5	8238	433
16	29	59	16	1414	956	7629	602	100	6	1059	3483
17	40	71	17	4075	2375	3549	45	48	7	5029	4692
18	1668	152	18	9037	274	688	193	898	277	4522	1277
19	23	200	19	2410	6757	831	22	48			
20	2	76	20	67	819	9112	22	150			
21	16	64	21	1368	1752	6878	272	59			
22	13	62	22	1196	1802	7000	56	56			
23	143	554	23	4272	5510	217	227	162			
24	8	21	24	478	396	9125	68	89			
25	5	14	25	478	396	9125	45	59			
26	2	0	26	132	6	9860	56	107			
27	5	1000	27	98	5665	4236	113	286			
28	11	63	28	182	3360	4818	34	30			
29	17	63	29	1790	2163	6045	931	47			
30	14	191	30	537	2394	7067	272	129			
31	11	100	31	2410	6757	831	11	24			
32	0	125	32	0	4195	5804	465	48			
33	47	400	33	2410	6757	831	45	96			
34	17	0	34	4737	11	5251	45	17			
35	5	14	35	478	396	9125	45	59			
36	12	1838	36	107	5282	4610	102	563			
37	35	300	37	2410	6757	831	34	72			
38	0	0	38	0	0	10000	0	10000			
39	90	14	39	7995	415	1589	1068	55			
40	213	265	40	4071	686	4241	1977	255			
41	71	600	41	2410	6757	831	68	144			
42	1	125	42	18	391	9590	329	520			
43	17	4	43	2048	194	7756	22	40			
44	9	157	44	1061	5876	3062	68	43			
45	48	29	45	6159	1258	2581	443	38			
46	677	21	46	4893	50	5056	136	674			
47	25	68	47	2301	2055	5642	295	54			

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\pH\donbin.fct
 Number of rows: 31, columns: 6

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 1.14757 - Number of axes: 3

File F:\Mes documents\Analyse statistique\pH\donbin.fct contains the contribution of rows to the trace
 It has 31 rows and 1 column

Row inertia	All contributions are in 1/10000	Column inertia	
-----Absolute contributions-----			
[Num Fac 1 Fac 2 Fac 3	[Num Fac 1 Fac 2 Fac 3 Remains Weight Cont.]	[Num Fac 1 Fac 2 Fac 3	
1 5344 109 0	1 9940 55 0 3 277 3069	1 133 1644 2465	
2 10 89 327	2 644 1512 5291 2550 666 91	2 165 71 3196	
3 29 1386 180	3 593 7481 926 998 1055 288	3 461 604 4228	
4 14 813 49	4 401 5964 347 3286 222 212	4 22 5355 94	
5 14 813 49	5 401 5964 347 3286 222 212	5 1825 1524 9	
6 3565 214 1	6 9776 160 0 62 166 2081	6 7390 798 4	
7 8 40 296	7 866 1133 7929 71 55 55	-----Relative contributions-----	
8 28 393 435	8 1003 3844 4043 1108 166 159	[Num Fac 1 Fac 2 Fac 3 Remains Weight	
9 41 334 1299	9 761 1689 6259 1288 277 307	Cont.]	
10 14 46 12	10 1227 1027 269 7474 111 69	1 763 2555 3647 3033 833 1001	
11 8 40 296	11 866 1133 7929 71 55 55	2 1118 131 5605 3143 2111 844	
12 59 87 99	12 4351 1731 1871 2046 444 78	3 2672 953 6349 24 4666 986	
13 77 40 80	13 3859 548 1031 4560 611 115	4 122 8027 134 1715 1500 1038	
14 74 1701 0	14 970 6082 1 2946 388 435	5 6180 1407 8 2403 555 1686	
15 34 353 851	15 952 2662 6101 283 222 206	6 9498 279 1 220 333 4441	
16 16 80 592	16 866 1133 7929 71 111 110		
17 8 40 296	17 866 1133 7929 71 55 55		
18 40 163 434	18 1687 1880 4736 1694 277 135		
19 28 393 435	19 1003 3844 4043 1108 166 159		
20 8 158 370	20 260 1375 3060 5303 277 179		
21 92 23 0	21 2836 198 0 6964 444 186		
22 6 10 494	22 209 90 4051 5647 55 180		
23 64 251 50	23 2042 2179 418 5360 444 179		
24 14 46 12	24 1227 1027 269 7474 111 69		
25 26 0 413	25 1308 3 5301 3386 222 115		
26 50 241 1776	26 866 1133 7929 71 333 331		
27 155 435 676	27 3195 2445 3616 742 1111 277		
28 14 187 30	28 1130 3982 616 4271 166 73		
29 111 420 1	29 4767 4926 14 292 777 132		
30 25 700 35	30 772 5798 282 3147 222 188		
31 9 378 399	31 294 3210 3224 3270 277 183		

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\Salinité\donbin.fcta
 Number of rows: 47, columns: 4

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 0.484226 - Number of axes: 2

File F:\Mes documents\Analyse statistique\Salinité\donbin.fcta contains the contribution of rows to the trace
 It has 47 rows and 1 column

Row inertia			All contributions are in 1/10000					Column inertia				
-----Absolute contributions-----			-----Relative contributions-----					-----Absolute contributions-----				
Num	Fac 1	Fac 2	Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	Cont.	Num	Fac 1	Fac 2	Cont.
1	128	37	1	7923	829	1246	28	101	1	5003	524	
2	192	56	2	7923	829	1246	42	151	2	21	876	
3	74	426	3	2766	5643	1589	914	167	3	968	5153	
4	1450	52	4	9745	124	130	842	926	4	4006	3445	
5	10	40	5	3409	4654	1935	28	19				
6	192	56	6	7923	829	1246	42	151				
7	192	56	7	7923	829	1246	42	151				
8	1956	2838	8	6394	3302	303	371	1905				
9	192	56	9	7923	829	1246	42	151				
10	0	38	10	14	219	9765	99	391				
11	10	785	11	362	9500	136	199	183				
12	192	56	12	7923	829	1246	42	151				
13	385	113	13	7923	829	1246	85	303				
14	21	37	14	2918	1819	5262	42	45				
15	128	37	15	7923	829	1246	28	101				
16	2	953	16	44	6660	3295	199	317				
17	128	37	17	7923	829	1246	28	101				
18	1384	131	18	9611	324	64	1071	896				
19	3	21	19	2538	6150	1311	85	7				
20	128	37	20	7923	829	1246	28	101				
21	128	37	21	7923	829	1246	28	101				
22	128	37	22	7923	829	1246	28	101				
23	133	5	23	8288	120	1591	457	100				
24	152	225	24	4878	2566	2554	85	194				
25	315	151	25	8373	1435	191	157	234				
26	25	98	26	1576	2190	6232	28	99				
27	128	37	27	7923	829	1246	28	101				
28	133	129	28	6867	2359	773	57	121				
29	84	0	29	9727	1	270	99	53				
30	58	36	30	6382	1419	2197	71	57				
31	165	454	31	4825	4733	440	728	213				
32	16	130	32	1957	5667	2374	185	51				
33	117	266	33	4375	3545	2078	242	166				
34	194	146	34	7748	2083	167	71	156				
35	53	26	35	3994	719	5285	114	82				
36	31	120	36	3409	4654	1935	85	57				
37	128	37	37	7923	829	1246	28	101				
38	92	8	38	9696	299	4	128	59				
39	194	146	39	7748	2083	167	71	156				
40	1	276	40	34	3219	6745	99	190				
41	156	94	41	8010	1725	263	585	121				
42	160	167	42	6715	2500	784	1099	148				
43	117	1135	43	1978	6781	1240	414	371				
44	178	149	44	5403	1608	2987	128	206				
45	125	20	45	5243	308	4447	414	149				
46	192	56	46	7923	829	1246	42	151				
47	4	124	47	229	2180	7590	242	126				

DiagoRC: General program for two diagonal inner product analysis
 Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\salinité\donbin.fcta
 --- Number of rows: 47, columns: 4
 Total inertia: 0.484226
 Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum | Num. Eigenval. R.Iner. .Sum |
 01 +3.0149E-01 +0.6226 +0.6226 | 02 +1.0733E-01 +0.2216 +0.8443
 03 +7.5413E-02 +0.1557 +1.0000 | 04 +0.0000E+00 +0.0000 1.0000

Input file: F:\Mes documents\Analyse statistique\Dynamique saisonniere\donbin.fct
 Number of rows: 41, columns: 12

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 1.29651 - Number of axes: 2

File F:\Mes documents\Analyse statistique\Dynamique saisonniere\donbin.fct contains the contribution of rows to the trace
 It has 41 rows and 1 column

Row inertia			All contributions are in 1/10000						Column inertia		
-----Absolute contributions-----			-----Relative contributions-----						-----Absolute contributions-----		
Num	Fac 1	Fac 2	Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	Cont.	Num	Fac 1	Fac 2
1	4869	99	1	9675	97	226	107	1658	1	26	273
2	0	472	2	6	2328	7665	627	330	2	18	692
3	62	582	3	662	3076	6260	306	308	3	13	162
4	8	38	4	45	97	9857	45	645	4	123	85
5	9	110	5	870	5266	3862	91	34	5	17	13
6	0	106	6	10	2263	7725	76	76	6	9216	93
7	41	786	7	301	2815	6882	214	455	7	6	97
8	51	38	8	1010	379	8609	275	166	8	17	815
9	4	1286	9	49	7240	2710	153	289	9	182	254
10	12	511	10	267	5221	4511	719	159	10	165	933
11	38	409	11	780	4133	5085	153	161	11	6	545
12	20	24	12	1919	1125	6954	153	35	12	206	6033
13	78	272	13	991	1707	7301	597	259			
14	1	5	14	56	88	9854	229	103			
15	3	47	15	204	1541	8253	597	50			
16	12	163	16	412	2752	6834	229	96			
17	14	79	17	737	2013	7249	76	64			
18	7	110	18	504	3791	5704	76	47			
19	127	59	19	2127	495	7377	1056	196			
20	29	10	20	1387	256	8355	229	69			
21	3	91	21	177	2206	7615	45	67			
22	265	82	22	4738	726	4534	122	184			
23	8	33	23	82	158	9758	61	346			
24	63	3589	24	288	8063	1647	137	725			
25	85	53	25	3668	1140	5190	643	77			
26	19	14	26	1416	515	8067	122	45			
27	3056	35	27	9861	57	81	91	1021			
28	20	123	28	1058	3188	5753	168	63			
29	40	10	29	1170	146	8682	306	113			
30	23	0	30	597	1	9400	137	131			
31	9	0	31	142	6	9850	61	226			
32	33	216	32	947	2980	6072	321	118			
33	21	31	33	300	220	9479	137	235			
34	0	45	34	4	323	9672	61	229			
35	237	108	35	6790	1534	1675	275	115			
36	624	84	36	8246	550	1202	459	249			
37	0	169	37	1	1699	8299	137	162			
38	22	6	38	1228	187	8583	153	59			
39	51	11	39	645	73	9280	290	263			
40	16	67	40	580	1211	8207	91	90			
41	2	3	41	35	23	9941	153	260			

-----Relative contributions-----

Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	Cont.
1	154	798	9046	367	559
2	111	2087	7801	91	540
3	96	582	9321	30	454
4	418	142	9439	352	973
5	63	23	9913	168	918
6	9888	49	62	474	3072
7	119	822	9057	45	193
8	88	2041	7870	76	651
9	1210	838	7951	3629	495
10	1235	3455	5309	3093	440
11	40	1746	8212	750	509
12	572	8258	1169	918	1191

| WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon | * JT & DC |

| DDUtil: Columns: inertia analysis 19/04/02 20/42 |

Input file: E:\ADE4\acad\selbin.cnta
 Number of rows: 20, columns: 4

Inertia: Two diagonal norm inertia analysis
 Total inertia: 4 - Number of axes: 2

File E:\ADE4\acad\selbin.cnc contains the contribution of columns to the trace
 It has 4 rows and 1 column

Row inertia All contributions are in 1/10000	Column inertia All contributions are in 1/10000
-----Absolute contributions-----	
[Num Fac 1 Fac 2	[Num Fac 1 Fac 2
1 127 883	1 2013 3337
2 221 303	2 3490 310
3 854 0	3 3275 248
4 686 528	4 1221 6102
5 950 726	
6 133 2319	-----Relative contributions-----
7 86 3957	[Num Fac 1 Fac 2 Remains Weight Cont.]
8 0 197	1 4351 3227 2420 10000 2500
9 54 124	2 7544 300 2155 10000 2499
10 23 55	3 7079 240 2679 10000 2499
11 152 94	4 2640 5901 1458 10000 2500
12 191 15	DiagoRC: General program for two diagonal inner product analysis
13 60 0	Input file: E:\ADE4\acad\selbin.cnta
14 188 5	--- Number of rows: 20, columns: 4
15 529 10	
16 650 26	Total inertia: 4
17 338 93	
18 749 62	-----
19 673 18	Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum
20 327 576	01 +2.1616E+00 +0.5404 +0.5404 02 +9.6700E-01 +0.2418 +0.7822
	03 +5.5415E-01 +0.1385 +0.9207 04 +3.1720E-01 +0.0793 +1.0000
-----Relative contributions-----	
[Num Fac 1 Fac 2 Remains Weight	
Cont.]	
1 5395 1891 2713 500 1129	
2 6980 776 2242 500 945	
3 8852 0 1146 500 521	
4 5921 2039 2038 500 626	
5 5328 1821 2849 500 963	
6 5209 4768 21 500 1175	
7 316 6502 3180 500 1471	
8 12 3991 5996 500 119	
9 4157 4211 1630 500 71	
10 1727 1851 6421 500 72	
11 5011 1389 3598 500 164	
12 5446 195 4358 500 190	
13 5501 13 4485 500 59	
14 4792 58 5148 500 212	
15 7513 65 2421 500 381	
16 9136 165 698 500 384	
17 8570 1060 369 500 213	
18 8389 313 1297 500 482	
19 8204 100 1695 500 443	
20 4773 3761 1465 500 370	

-----Absolute contributions-----			-----Relative contributions-----					Column inertia	
Num	Fac 1	Fac 2	Num	Fac 1	Fac 2	Remains	Weight	All contributions are in 1/10000	
Cont.			Cont.						
1	40	32	1	2820	617	6561	133	71	
2	57	48	2	3586	813	5600	133	79	
3	22	11	3	1926	278	7794	133	57	
4	0	12	4	30	513	9456	133	32	
5	50	101	5	3569	1953	4476	133	70	
6	160	46	6	4899	381	4719	133	162	
7	204	0	7	5934	2	4062	133	171	
8	320	201	8	5112	870	4017	133	311	
9	551	16	9	8425	67	1506	133	324	
10	724	427	10	8131	1300	568	133	442	
11	523	299	11	6727	1041	2231	133	386	
12	502	219	12	8672	1028	299	133	287	
13	51	725	13	1277	4837	3885	133	201	
14	91	1131	14	1469	4913	3616	133	309	
15	2	606	15	69	5372	4558	133	151	
16	96	44	16	5500	692	3807	133	86	
17	80	35	17	6081	731	3187	133	65	
18	8	59	18	685	1345	7969	133	59	
19	0	144	19	0	2558	7441	133	76	
20	0	196	20	0	2192	7807	133	120	
21	24	302	21	1020	3349	5630	133	121	
22	82	126	22	4452	1857	3689	133	91	
23	201	66	23	7637	683	1679	133	130	
24	531	20	24	8083	85	1831	133	326	
25	701	32	25	8426	104	1468	133	413	
26	1174	150	26	7975	276	1747	133	731	
27	104	0	27	4470	0	5528	133	116	
28	59	8	28	4491	167	5340	133	65	
29	4	40	29	1118	2538	6343	133	21	
30	23	38	30	3038	1366	5594	133	38	
31	169	3	31	8393	44	1561	133	100	
32	152	23	32	8656	364	979	133	87	
33	107	14	33	7184	257	2558	133	74	
34	119	0	34	5772	8	4218	133	102	
35	29	0	35	4214	5	5779	133	34	
36	49	0	36	6143	31	3824	133	40	
37	13	3	37	1334	84	8580	133	49	
38	15	0	38	1963	0	8035	133	38	
39	2	2	39	280	78	9640	133	41	
40	0	3	40	116	124	9759	133	41	
41	7	13	41	806	370	8823	133	48	
42	37	17	42	2116	275	7608	133	87	
43	51	6	43	5643	188	4167	133	45	
44	113	3	44	8890	83	1026	133	63	
45	185	15	45	7951	183	1864	133	115	
46	235	28	46	9042	297	659	133	129	
47	164	3	47	9028	53	917	133	90	
48	76	15	48	2393	133	7473	133	159	
49	151	2	49	8590	36	373	133	87	
50	8	52	50	373	615	9010	133	114	
51	40	30	51	3587	734	5677	133	56	
52	2	3	52	357	172	9470	133	30	
53	0	237	53	40	5640	4318	133	56	
54	20	82	54	2096	2314	5588	133	47	
55	0	417	55	0	6099	3900	133	92	
56	27	3	56	5033	172	4794	133	27	
57	94	429	57	1893	2337	5769	133	247	
58	214	1157	58	3072	4493	2433	133	346	
59	144	1769	59	1892	6301	1806	133	377	
60	72	144	60	2362	1267	6369	133	153	
61	218	34	61	7474	317	2208	133	145	
62	197	25	62	7621	270	2107	133	128	
63	240	180	63	2066	421	7511	133	577	
64	166	5	64	8019	70	1910	133	103	
65	154	2	65	8737	36	1226	133	87	
66	106	0	66	8031	0	1968	133	65	
67	45	2	67	5230	63	4706	133	43	
68	42	3	68	4039	78	5881	133	52	
69	12	0	69	2320	35	7643	133	27	
70	22	2	70	2742	82	7174	133	41	
71	8	30	71	884	840	8274	133	48	
72	11	2	72	1188	77	8734	133	48	
73	0	62	73	0	2581	7418	133	32	
74	9	5	74	1384	225	8389	133	32	
75	55	4	75	5139	11	4748	133	53	

-----Absolute contributions-----		-----Relative contributions-----	
Num	Fac 1	Fac 2	Remains
Cont.			Weight
1	742	137	10000
2	593	901	833
3	1333	204	10000
4	1302	76	833
5	837	440	10000
6	83	205	833
7	1093	644	10000
8	388	2977	833
9	783	1532	10000
10	1200	120	833
11	954	1310	10000
12	685	1449	833

-----Absolute contributions-----		-----Relative contributions-----	
Num	Fac 1	Fac 2	Remains
Cont.			Weight
1	4423	221	5354
2	3537	1454	5008
3	7940	329	1729
4	7756	123	2120
5	4989	710	4299
6	499	331	9169
7	6515	1040	2443
8	2315	4807	2877
9	4667	2474	2858
10	7150	194	2655
11	5682	21	2201
12	4085	2340	3574

DiagoRC: General program for two diagonal inner product analysis
 Input file: E:\ADE4\acpexp\EE\bin.ent
 --- Number of rows: 75, columns: 12

Total inertia: 12

Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum	Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum
01	+5.9564E+00	+0.4964	+0.4964	02	+1.6143E+00	+0.1345	+0.6309
03	+1.0841E+00	+0.0903	+0.7212	04	+8.3502E-01	+0.0696	+0.7908
05	+7.3658E-01	+0.0614	+0.8522	06	+5.3992E-01	+0.0450	+0.8972
07	+3.8082E-01	+0.0317	+0.9289	08	+2.6116E-01	+0.0218	+0.9507
09	+2.4663E-01	+0.0206	+0.9712	10	+1.6849E-01	+0.0140	+0.9853
11	+1.3470E-01	+0.0112	+0.9965	12	+4.1839E-02	+0.0035	+1.0000

HASSAINE K., 2002.- Biogéographie et biotypologie des Culicides (Diptera-Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes [*Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. mariaae* et *Cx. pipiens*] de la région occidentale algérienne. Thèse Doc. D'état. Univ. Tlemcen : 203p.

La compilation des données bibliographiques sur les Culicides de l'Afrique méditerranéenne a permis d'effectuer une synthèse biogéographique et écologique. Ainsi, une liste définitive de soixante-six espèces a été retenue et a permis de réaliser une typologie des gîtes aussi une caractérisation fine des facteurs qui influencent la répartition de ces espèces. De ce point de vue, l'altitude, la végétation, la profondeur du gîte et son éclaircissement, la dynamique du plan d'eau et le caractère naturel ou artificiel du gîte constituent des facteurs déterminants dans le choix de ces derniers et la distribution géographique de ces organismes.

Par ailleurs, l'analyse de l'influence des facteurs physico-chimiques de l'eau sur les stades immatures de populations de quatre espèces vulnérantes de l'Ouest algérien a permis de mettre en évidence les résultats suivants :

- Dans les marais salés, *Aedes caspius* et *Aedes detritus* se partagent l'espace en fonction de la salinité et le taux de matière organique dans le sol. *Ae. detritus* tolère les gîtes à forte salinité et à faible quantité de matière organique, il se localise dans les points les plus hauts, alors que c'est l'inverse pour *Ae. caspius*.
- La population d'*Aedes mariaae* des côtes occidentales algériennes adopte une double stratégie qui repose sur des femelles hibernantes pouvant interrompre leur activité et un nombre réduit d'œufs quiescents pouvant être réactivés. Les pontes de cette espèce seraient sensibles à la durée de submersion des rock-pools littoraux et à la conductivité, dont les fortes valeurs ont tendance à bloquer l'éclosion tout en les préparant par, choc ionique, à une éclosion ultérieure en cas de dilution de l'eau.
- En zone urbaine, les conditions climatiques induisent chez *Culex pipiens* une exploitation différentielle des gîtes épigés et des gîtes hypogés. Ces derniers constituent des gîtes relais où celle-ci se replie lors de la période défavorable. En outre, cette espèce se développe préférentiellement dans des eaux où la conductivité est supérieure à $1200 \mu\text{s.cm}^{-1}$.

Les résultats obtenus constituent pour ces espèces vulnérantes un élément de réflexion pour un programme de lutte raisonnée.

Mots clés : Diptera — Culicidae — Afrique méditerranéenne — Biogéographie — Bioécologie — *Aedes caspius* — *Aedes detritus* — *Aedes mariaae* — *Culex pipiens* — Cinétique démographique — physico-chimie — marais salé — littorale — zone urbaine.