

# Mémoire

présenté en vue de l'obtention du

Diplôme de Magister en Biologie

Option: Ecologie animale

par

**BETTIQUI REDA ALI**

**Thème**

Etude démoécologique des Culicides dendrotelmes  
(Diptera, Culicidae) de la région de Tlemcen,  
extrême ouest algérien.

Présenté en mai 2008, devant le jury composé de:

<b>M. BENABADJI N.</b>	Président	Professeur
<b>Mme ABDELLAOUI K.</b>	Rapporteur	Maître de conférences
<b>M. KHELIL M.A.</b>	Examineur	Professeur
<b>M. BOUHRAOUA T.R.</b>	Examineur	Maître de conférences
<b>Melle DAMERDJI A.</b>	Examinatrice	Maître de conférences

## Remerciements

*Je tiens tout d'abord à remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce modeste travail.*

*Mes profondes gratitudes à notre professeur Mme ABDELLAOUI Karima., ses directives, sa compétence et ses critiques ont été pour moi un solide appui et un réconfort dans les moments difficiles. Je la remercie pour son soutien, sa sympathie, sa compréhension et surtout sa disponibilité, c'était un grand honneur et un privilège pour moi de travailler et de continuer à travailler avec elle.*

*Je remercie Monsieur BENABADJI N., Professeur à l'université de Tlemcen d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse.*

*Je remercie également Monsieur KHELIL M. A., Professeur à l'université de Tlemcen d'avoir accepté de juger ce travail.*

*De très vifs remerciements vont à Monsieur BOUHRAOUA T.R., Maitre de conférences à l'université de Tlemcen pour sa participation au Jury.*

*Je transmets également mes remerciements à Melle DAMERDJI A., Maitre de conférences à l'université de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
---------------------------	---

## **CHAPITRE I : Généralités sur la bioécologie des Culicides dendrotelmes**

<b>I-1- Systématique</b> .....	4
<b>I-2- Cycle de développement</b> .....	5
<b>a/ L'accouplement</b> .....	6
<b>b/ L'oviposition</b> .....	6
<b>c/ L'éclosion</b> .....	6
<b>d/ La nutrition et la croissance</b> .....	8
<b>e/ La nymphose</b> .....	8
<b>f/ L'émergence</b> .....	8
<b>I-3- Morphologie générale des Culicides</b> .....	9
<b>I-3-1- L'œuf</b> .....	9
<b>I-3-2- La larve</b> .....	9
<b>I-3-3- La nymphe</b> .....	14
<b>I-3-4- L'adulte</b> .....	14
<b>I-4- Caractères morphologiques des larves des espèces dendrotelmes</b> .....	15
<b>I-5- Caractères morphologiques des adultes</b> .....	18

## **CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude**

<b>II-1- Situation géographique</b> .....	20
<b>II-1-1- La commune de Tlemcen</b> .....	20
<b>II-1-2- la commune de Mansourah</b> .....	21
<b>II-2- Le climat de la région</b> .....	23
<b>II-2-1- Les précipitations</b> .....	23
<b>II-2-2- La température</b> .....	26
<b>II-2-3- Synthèse bioclimatique</b> .....	28

## **CHAPITRE III : Matériel et Méthodes**

<b>III-1-</b> Matériel utilisé.....	30
<b>III-2-</b> Prospection préliminaire et principe cartographique.....	30
<b>III-3-</b> Choix des gîtes pour le suivi démoécologique.....	32
<b>a/</b> Station 1 : Le grand jardin Hartoun.....	33
<b>b/</b> Station 2 : Canton de Mansourah.....	33
<b>c/</b> Gîtes larvaires retenus pour le suivi démoécologique.....	33
<b>III-4-</b> Echantillonnage et analyse des paramètres physico-chimiques.....	36
<b>III-4-1-</b> Travail sur le terrain.....	36
<b>III-4-2-</b> Travail au laboratoire.....	36
<b>a/</b> Préparation et identification des larves.....	36
<b>b/</b> Dosage de la matière organique.....	37
<b>III-4-3-</b> Analyses statistiques.....	37

## **CHAPITRE IV : Résultats et discussion**

<b>IV-1</b> Cartographie des aires potentielles à Culicides dendrotelmes.....	38
<b>IV-1-1</b> Etat sanitaire des essences forestières.....	38
<b>IV-1-1-1</b> Les essences forestières rencontrées.....	38
<b>IV-1-1-2</b> Caractéristiques des arbres.....	40
<b>a/</b> Taille des arbres.....	40
<b>b/</b> Diamètre du tronc des arbres.....	41
<b>c/</b> Largeur de la canopée.....	43
<b>d/</b> Densité du feuillage.....	44
<b>e/</b> Nombre de trou par arbre.....	45
<b>f/</b> Taille des excavations.....	47
<b>IV-1-2</b> Etablissement de la carte.....	49
<b>IV-2-</b> Composition de la faune culicidienne.....	56
<b>IV-3-</b> Caractéristiques des gîtes.....	58
<b>IV-3-1-</b> Caractéristiques physiques.....	58
<b>IV-3-1-1</b> Hauteur sur l'arbre.....	59
<b>IV-3-1-2</b> Exposition du gîte.....	59
<b>IV-3-1-3</b> Profondeur du gîte.....	60
<b>IV-3-1-4</b> Diamètre du gîte.....	61

<b>IV-3-1-5</b> Volume d'eau maximal.....	62
<b>IV-3-1-6</b> Morphologie du creux et éclairement.....	63
<b>IV-3-2-</b> Caractéristiques physico-chimique.....	64
<b>a/</b> Température de l'eau.....	64
<b>b/</b> PH.....	68
<b>c/</b> Conductivité électrique.....	68
<b>d/</b> Salinité.....	68
<b>e/</b> Oxygène dissous.....	69
<b>f/</b> Matière organique et aspect de l'eau.....	69
<b>IV-4-</b> Suivi démographique des populations préimmaginales.....	70
<b>IV-4-1-</b> Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 01.....	70
<b>IV-4-2-</b> Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 02.....	75
<b>IV-4-3-</b> Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 03.....	82
<b>IV-5-</b> Recherche des facteurs écologiques clés.....	88
<b>IV-5-1</b> Facteurs clés dans le gîte 01.....	88
<b>IV-5-2</b> Facteurs clés dans le gîte 02.....	91
<b>IV-5-3</b> Facteurs clés dans le gîte 03.....	94
<b>IV-5-4</b> Analyse globale avec effectifs totaux des stades.....	97
<b>IV-6</b> Détermination des niches écologiques et cycles de développement.....	102
<b>IV-7</b> Discussion.....	106
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	112
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	116
<b>ANNEXES</b> .....	121

# Introduction

## Introduction

L'importance de l'étude de la faune culicidienne n'échappe pas à de nombreux chercheurs (parasitologues, entomologistes médicaux et écologues). Le rôle des moustiques dans la transmission des maladies parasitaires et virales est une notion classique. Depuis 1880, il est bien connu que certains moustiques sont capables de transmettre de nombreux agents pathogènes aussi bien à l'homme qu'aux animaux.

En Algérie, contrairement à ce qui se passe dans les régions tropicales, les moustiques transmettent rarement des maladies virales. A l'heure actuelle, les moustiques ne sont donc pas un danger pour notre santé (OMS, 1997), ils ne font que nous nuire par leurs piqûres douloureuses ou leur bourdonnement!

L'initiative de démoustication est avant tout un engagement politique des élus communaux, guidés par le souci d'améliorer le cadre de vie des citoyens. Il s'agit d'une mission d'intérêt public qui s'inscrit dans la durée et qui répondrait aux doléances des populations.

Dans de nombreux pays, l'orientation vers le tourisme et les loisirs a amené, les responsables de divers secteurs d'aménagements, à s'intéresser aux moustiques comme agents d'inconfort et de nuisance. Certains voient la nuisance des moustiques comme une défense efficace contre une expansion (touristique, immobilière, etc.), d'autres comme une contrainte, particulièrement le "tourisme vert", qui est la grande orientation actuelle, se développe dans des zones à fortes valeurs écologiques, où peuvent pulluler des moustiques. Le problème de nuisance ne justifie pas, le recours à la démoustication à une grande échelle; cependant, il faut parfois contrôler la prolifération des moustiques dans des endroits où la situation devient insupportable. Dans les lieux d'habitations, de villégiature ou terrains de camping, il est toujours préférable d'avoir moins de moustiques.

Le changement climatique, l'abandon et la modification des milieux par l'agriculture et l'urbanisme, les moyens de transport (avions et bateaux) sont des causes qui font débarquer ces insectes sous de nouvelles latitudes et dans des régions où ils n'existaient pas mais où ils peuvent s'y adapter. Il y a plus d'échanges, de plus en plus de moustiques sont détectés loin de leur région natale (Brunhes et al, 2000). Le réchauffement de la planète déplace les populations de moustiques et modifient le comportement d'autres espèces. Il importe donc de continuer un contrôle constant et de définir des stratégies de lutte basées sur la connaissance scientifique.

Il existe 2500 à 3000 espèces de moustiques dans le monde. Soixante-six espèces sont actuellement reconnues présentes en Afrique du Nord dont 47 espèces en Algérie (HASSAINE, 2002).

Les Culicides sont capables de peupler les gîtes les plus variés. Ces gîtes sont définis par leur morphologie, leur hydrodynamisme et leur origine naturelle ou artificielle. Parmi les gîtes naturels, 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. Ces creux sont formés surtout dans les arbres représentées par des taxons tels que *Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Olea europea*, *Juniperus oxycedrus*, *Fraxinus excelsior* et *Celtis australis*.

Selon les récents travaux de HASSAINE (2002), le peuplement Culicidien dendrotelme, présent uniquement au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), est représenté par six espèces : *Aedes berlandi*, *Aedes pulcritarsis*, *Aedes echinus*, *Aedes geniculatus*, *Anopheles plumbeus*, et *Orthopodomyia pulcripalpis*.

Rien, à notre connaissance n'a été fait concernant l'écologie des Culicides dendrotelmes de l'Ouest algérien, les derniers travaux remontent à ceux de CLASTRIER (1941 ; 1955) et de SENEVET et ANDARELLI, 1954. L'information fournie provient essentiellement des travaux réalisés en France (LEGENDRE, 1934 ; HARANT et al, 1955, RIOUX et ARNOLD, 1955, DOBY ET DOBY-DUBOIS, 1960 ; COLUZZI, 1962 ; RIOUX et al 1964, BERNER, 1974 ; GILOT et al, 1976), au Maroc (METGE et BELAKOUB, 1986 ; METGE et EL ALAOU, 1987 ; METGE et BELAKOUL, 1989 ; BELAKOUL et al 1984, BENJABER, 1985) et en Tunisie (CALLOT, 1938 et 1939 ; HANDAQ, 1995).

A la fois à intérêt fondamental et pratique, le présent travail répond à deux problématiques :

- comment s'organise la guildes des Culicides dendrotelmes ?
- y a-t-il nuisance liée aux moustiques dendrotelmes dans la ville de Tlemcen ?

Pour répondre à ces interrogations, il nous a semblé intéressant de reprendre les recherches sur la bioécologie de la faune culicidienne dendrolimnique, dans le but de :

- définir la composition de ce peuplement et actualiser les données sur ces insectes fortement inféodés à des gîtes très particuliers, sous les latitudes et les conditions climatiques locales de la ville de Tlemcen ;
- déterminer l'état actuel de la situation de nuisance par l'établissement d'une carte des aires culicidogènes potentielles dans les deux communes de Tlemcen et de Mansourah qui connaissent des extensions urbaines de plus en plus importantes, sur la base de l'état sanitaire des arbres et des investigations sur le terrain ;
- réaliser un suivi démoécologique des populations préimmaginales dans les gîtes les plus fonctionnels et mettre en évidence les facteurs écologiques clés qui influent la variation des densités et expliquent la cohabitation d'espèces proches morphologiquement et écologiquement donc fortement compétitives dans un espace restreint.

Le mémoire est structuré en quatre chapitres et une conclusion générale :

- Une étude bibliographique portant sur la systématique, la taxonomie, la bio-écologie des Culicidae en général et des quatre Culicides dendrotelmes rencontrés dans la région en particulier, à savoir : *Aedes berlandi*, *Aedes pulcritarsis*, *Aedes geniculatus* et *Aedes echinus*.

- La présentation de la zone d'étude qui couvre une grande partie du groupement grand Tlemcen avec la commune de Tlemcen et la commune de Mansourah sur le plan géographique, climatique et biophysique.
- La présentation du matériel utilisé et la méthodologie de travail adoptée sur le terrain et au laboratoire, ainsi que l'outil statistique utilisé pour valider les résultats trouvés.
- L'établissement de la carte des aires potentielles à Culicides dendrotelmes, ainsi que les résultats du suivi démo-écologique de trois Culicides dendrotelmes réalisé dans deux stations sont regroupés dans un quatrième chapitre accompagnée d'une discussion.

# CHAPITRE I : Généralités sur la

bioécologie

des Guillemets dendroproctelmes

# CHAPITRE I : Généralités sur la bioécologie des Culicides dendrotelmes

## I-1- Systématique

Les Culicides appartiennent à l'embranchement des **Arthropodes** du Règne **Animal** qui inclut (entre autres) araignées, cafards, tiques, papillons, mouches domestiques... Ils peuvent être reconnus aux caractéristiques suivantes:

- \* Corps composé de parties ou segments dont certains peuvent être articulés;
- \* Corps recouvert d'une carapace épaisse appelée exosquelette;
- \* Corps garni de pattes et d'antennes articulées, en paires.

Les Arthropodes sont représentés par de nombreuses classes, parmi lesquelles, la classe des **Insectes** dont les Culicides font partie. Les caractéristiques morphologiques de la classe des insectes sont:

- \* Corps divisé en trois segments : tête, thorax, abdomen;
- \* Tête portant une paire d'antennes et une paire d'yeux composés;
- \* Thorax portant trois paires de pattes.

Les Culicides appartiennent à l'Ordre des **Diptères**, les insectes de ce groupe présentent les caractéristiques suivantes :

- \* Une paire d'ailes visibles;
- \* Des ailes postérieures vestigiales, ce sont de fins filaments mobiles connus sous le nom d'haltères ou balanciers, utilisées surtout pour maintenir l'équilibre en vol.

Les Culicides appartiennent au sous ordre des **Nématocères**, à la famille des **Culicidae** qui se divise en deux sous familles dans la région afro-méditerranéenne : les **Anophelinae**, et les **Culicinae**. La famille des Culicidae comprend environ 3000 espèces (KNIGHT et STONE, 1977).

Les Culicides des milieux dendrolimniques, qui font l'objet de notre étude, appartiennent à la sous famille des Culicinae, au genre *Aedes* et qui sont :

- *Aedes (Ochlerotatus) berlandi* Séguy, 1921.
- *Aedes (Ochlerotatus) pulcritarsis* Rondani, 1872.
- *Aedes (Finlaya) geniculatus* Olivier, 1791.
- *Aedes (Finlaya) echinus* Edwards, 1920

### ➤ *Aedes berlandi*

La première découverte de cette espèce revient à SEGUY (1921), au laboratoire d'entomologie du muséum de Paris. Plusieurs auteurs l'attribuent au complexe *pulcritarsis* en vue des ressemblances morphologiques.

Elle est décrite comme espèce associée à : *Aedes geniculatus*, *Aedes pulcritarsis*, *Aedes echinus*, *Aedes dorsalis*, *Anopheles plumbeus*, *Anopheles multicolor*, *Anopheles dthali*, *Orthopodomyia pulcripalpis*, et *Culex simpsoni*.

### ➤ *Aedes pulcritarsis*

Dite aussi *Aedes pulchritarsis*, c'est une espèce appartenant au complexe *pulcritarsis* puisqu'elle a été confondue pendant longtemps avec *Aedes berlandi*. Elle fut découverte et décrite par RONDANI en 1872. Les espèces associées à *Aedes pulcritarsis* décrites par plusieurs auteurs sont : *Aedes geniculatus*, *Aedes berlandi*, *Aedes echinus*, *Anopheles plumbeus*, *Orthopodomyia pulcripalpis*

### ➤ *Aedes geniculatus*

Décrite pour la première fois par OLIVIER en 1791, elle s'appelait aussi *Culex geniculatus* Olivier, 1791. *Aedes geniculatus* est mentionnée comme espèce qui peut être associée à : *Aedes berlandi*, *Aedes pulcritarsis*, *Aedes echinus*, *Anopheles plumbeus*, *Orthopodomyia pulcripalpis*, *Culiseta annulata* et *Culiseta morsitans*.

### ➤ *Aedes echinus*

En 1920, EDWARDS a décrit pour la première fois cette espèce, elle s'appelait aussi *Ochlerotatus echinus* Edwards, 1920. *Aedes echinus* est décrite par certains entomologistes comme espèce synonyme d'*Aedes geniculatus*. C'est une espèce qui peut vivre en association avec *Aedes berlandi*, *Aedes pulcritarsis*, *Aedes geniculatus*, *Anopheles plumbeus*, *Orthopodomyia pulcripalpis* et *Culex pipiens*.

## I-2- Cycle de développement

Le cycle vital des Culicidés présente de nombreuses variations selon les espèces. Tous sont des insectes à métamorphose complète, ou holométaboles, les stades immatures (oeuf, larve et puppe) sont aquatiques alors que l'adulte est aérien.

Le cycle s'effectue en plusieurs étapes allant de l'accouplement à l'émergence, passant par la ponte, l'éclosion, le développement post embryonnaire et la nymphose (Fig. 01).

### **a/ L'accouplement**

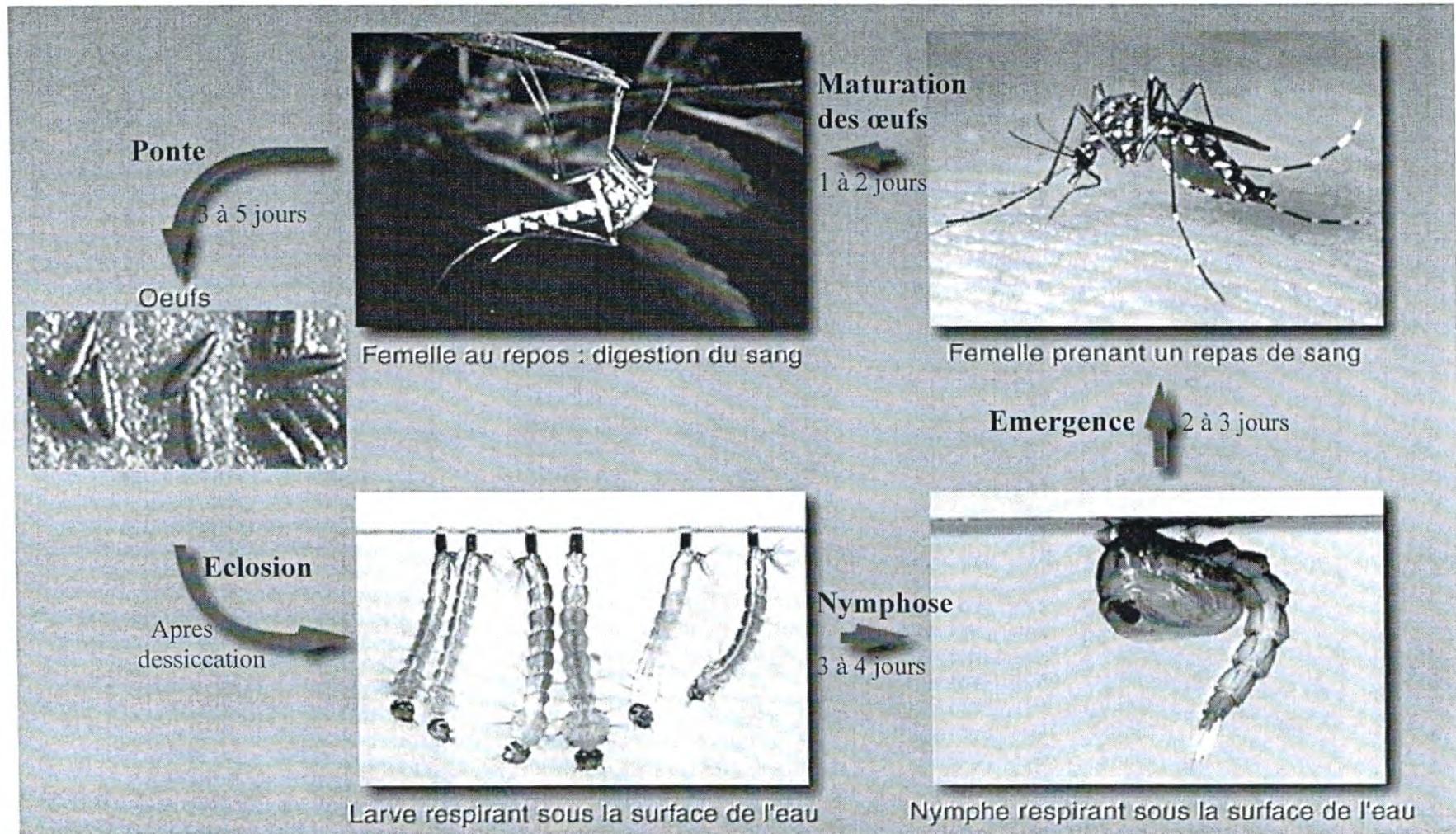
L'accouplement des Culicides a lieu en vol ou dans la végétation. Chez les Nématocères, il s'effectue la nuit chez les formes solitaires, les Culicides mâles s'appliquent contre les femelles ventre à ventre et les deux insectes continuent à voler ensemble. La fertilisation est rapide mais exige une température d'au moins 20°C. Un seul mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés (SEGUY, 1950). Les femelles gardent la semence du mâle dans leurs spermathèques, une petite poche située dans l'abdomen. Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (ANONYME, 2003).

### **b/ L'oviposition**

Après avoir absorbé du sang, la femelle se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. Quelques jours plus tard, selon l'espèce, elle pond dans différents milieux aquatiques ou sur le sol humide. Les œufs sont déposés sur substrat humide des creux d'arbre dans le cas des espèces dendrotelmes. De 50 à 300 œufs sont pondus en quelques heures ou en plusieurs jours, selon les espèces. Les œufs d'*Aedes* sont pondus isolément et doivent subir une période de dessiccation avant d'éclore (RIOUX, 1958).

### **c/ L'éclosion**

Selon l'espèce et la période de l'année, l'éclosion peut se produire après quelques heures ou bien elle est plus ou moins retardée, parfois de plusieurs mois. Certains œufs de Culicides peuvent résister à une période de sécheresse de trois à cinq ans (ANONYME, 2003). Les œufs des *Aedes*, pondus à la fin de l'été dans les cavités qui retiendront l'eau des pluies d'automne ou d'hiver, se maintiennent en état de vie latente. L'éclosion se produit brusquement au début du printemps au contact de l'eau (SEGUY, 1950).



**Figure 01 : Cycle de développement du Culicide (BRUNHES et al, 2000) à une température de 25° et une humidité de 80° (9 à 14 jours)**

#### **d/ La nutrition et la croissance**

Après sa sortie de l'œuf, la minuscule larve grandit en passant par quatre stades larvaires. Au cours de sa croissance, le corps adipeux est le plus développé. Il emmagasine les réserves énergétiques qui seront utilisées pendant la métamorphose (SEGUY, 1950). La richesse en matières organiques des eaux de creux d'arbres et les bactéries constituent la source majeure de la nutrition pour les larves (BELAKOUL et al, 1984).

La croissance des larves est soumise à la nature de l'alimentation, à l'humidité et à la température et aussi sous la dépendance de la composition de l'eau (SEGUY, 1950).

Au premier âge, la larve du Diptère est un petit ver agile à téguments opalins et transparents, ce premier âge est de courte durée. La larve au deuxième âge est fortement influencée par la nourriture, c'est à cet âge que la forte mortalité est signalée en général chez les populations de larve. Le quatrième âge, d'une durée plus étendue, termine la vie larvaire (SEGUY, 1950).

La larve des *Aedes* présente un tube respiratoire (siphon) qu'elle utilise aussi pour rester suspendue à une certaine distance de la surface de l'eau (ANONYME, 2003).

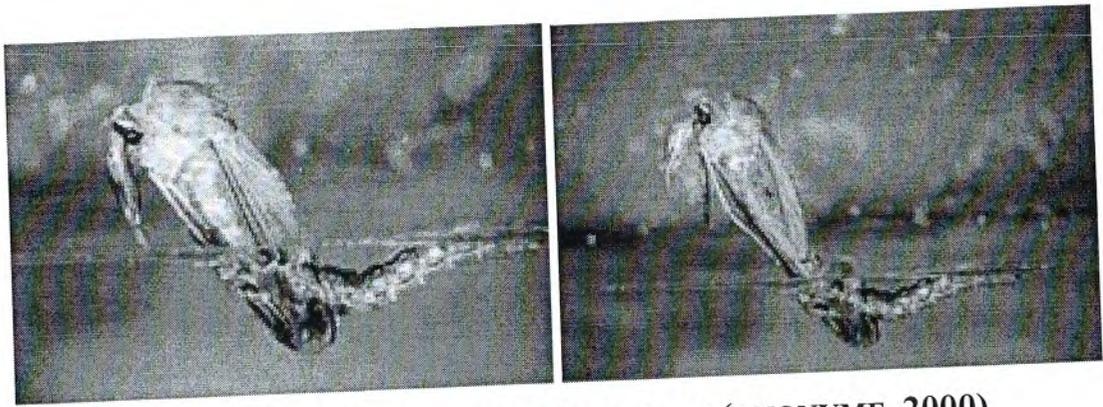
#### **e/ La nymphose**

Lorsqu'elle a terminé sa croissance, la larve devient moins active. Elle se transforme en nymphe ou puppe. Celle-ci, beaucoup plus trapue que la larve, a la forme d'une virgule. La nymphe est active mais il lui arrive de rester immobile juste sous la surface de l'eau, absorbant l'air par ses tubes respiratoires. Si elle est dérangée, elle plonge vers le fond pour échapper aux prédateurs. La nymphe des Culicidés, même si elle est active, ne se nourrit pas (PIHAN, 1986).

#### **f/ L'émergence**

L'émergence de l'insecte adulte a lieu à la surface de l'eau, elle dure environ 15 minutes (ROUBAUD, 1933). La nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement, et très lentement l'imago s'extirpe de l'exuvie (Fig. 02). L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou. En général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Souvent les mâles émergent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles (Anonyme, 2003).

Ils se rassemblent en essaims, souvent le soir, au-dessus des herbes hautes, des masses d'eau ou d'objets proéminents, ou encore dans des clairières. Les femelles viennent les y rejoindre. Les couples se forment et quittent l'essaim pour copuler (Anonyme, 2003). En général, la durée de vie des adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Certains individus ont vécu deux mois en élevage. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement (Anonyme, 2002)



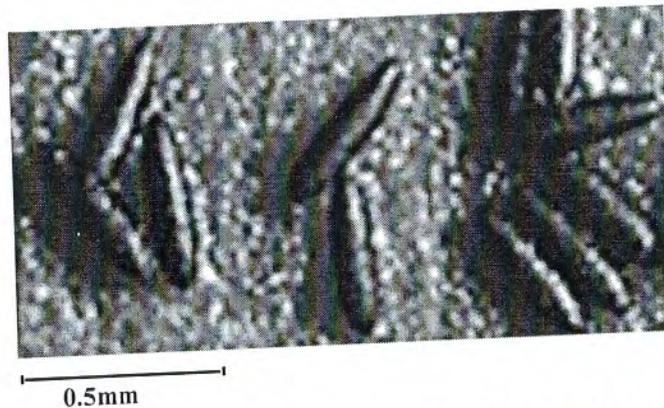
**Figure 02 : L'émergence d'une pupe (ANONYME, 2000)**

### **I-3- Morphologie générale des Culicides**

#### **I-3-1- L'œuf**

L'œuf des Culicides (Fig. 03) est généralement fusiforme et mesure environ  $0.5 \pm 0,02$  mm. Au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noire. Il comprend de l'intérieur vers l'extérieur : l'embryon, la membrane vitelline pellucide, l'endochorion épais, l'exochorion plus ou moins pigmenté, gaufre ou aréolé (BERCHI, 2000).

Les oeufs des *Aedes* sont pondus isolément sur substrat humide, et flottent à la surface de l'eau par l'intermédiaire d'un système de réticulation tensioactif (HASSAINE, 2002).

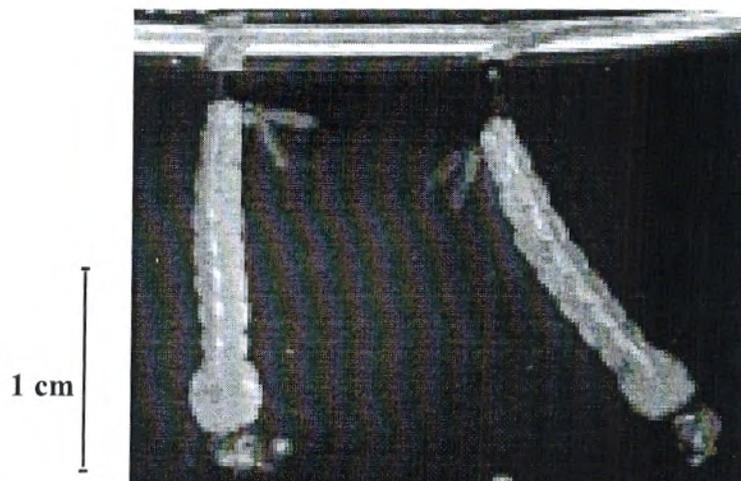


**Figure 03 : Les œufs du genre *Aedes* (BRUNHES et al, 2000)**

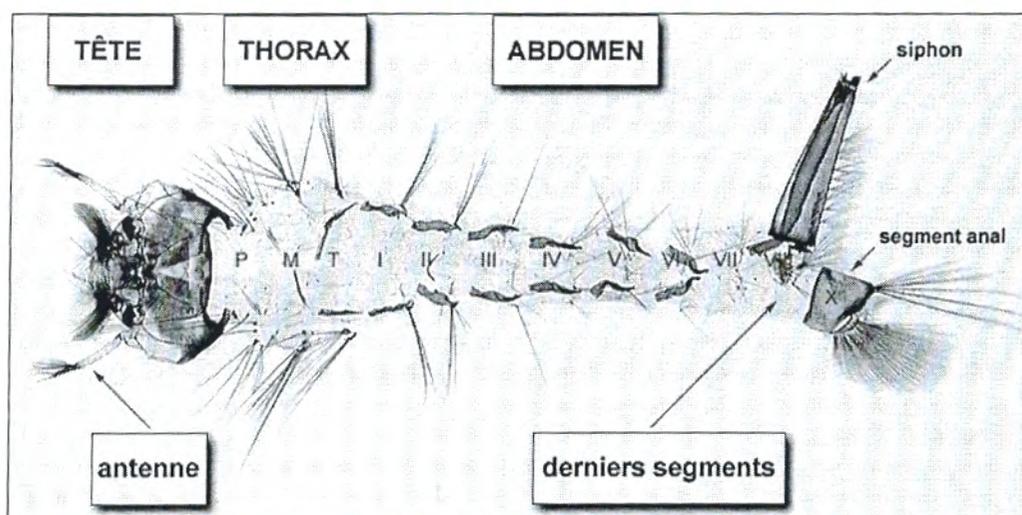
#### **I-3-2 La larve**

Le développement larvaire des Culicides se fait en quatre stades, dont les trois premiers stades ne présentent pas des caractères taxonomiques précis, seule la larve du 4<sup>ème</sup> stade (Fig. 04/a) rend la dichotomie facile. La larve se compose de trois parties (Fig. 04/b) : la tête, le thorax, et l'abdomen.

Les larves d'*Aedes* 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 médianes.

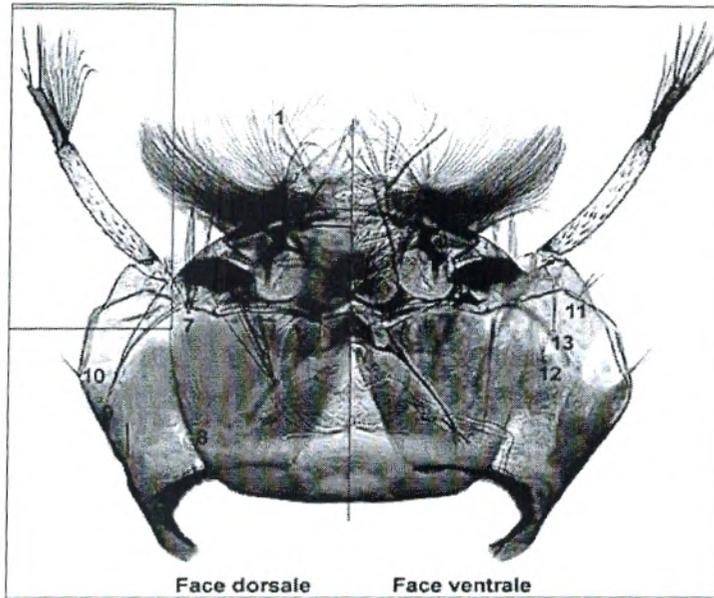


**Figure 04/a : Aspect général d'une larve du stade 4 de Culicide sous l'eau (Anonyme, 2000)**



**Figure 04/b : Vue générale d'une exuvie (Culicinae) (BRUNHES et al, 2000)**

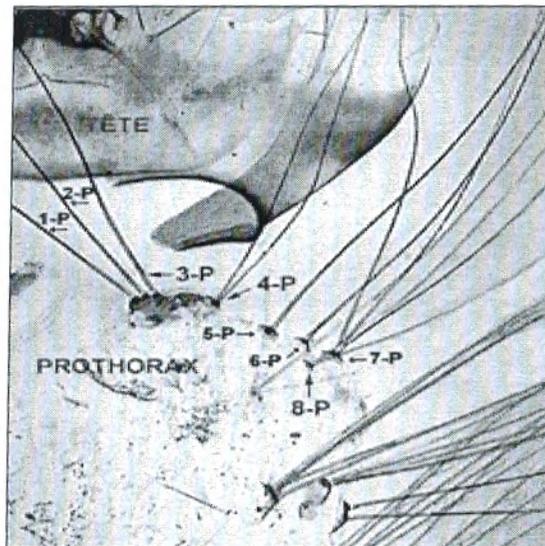
\* **La tête** : Porte deux tâches oculaires et une paire d'antennes formant un «V » dirigé vers l'avant portant toujours des soies caractéristiques selon les groupe, la soie (6c) est la plus importante du point de vue taxonomique et comporte une branche, deux branches, ou trois branches et plus (Fig. 05). Elle comporte une plaque chitineuse appelée le fronto-clypeus, garnie de 5 soies. En avant du fronto-clypeus s'insèrent les épines préclypéales. On distingue au niveau de la tête la plaque mentale qui se compose d'une forte dent médiane avec un certain nombre de dents latérales.



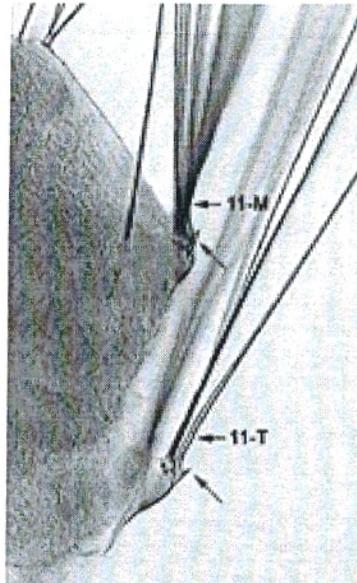
**Figure 05 : Les soies céphaliques (Brunhes et al, 2000)**

\* **Le thorax** : Subdivisé en prothorax, mésothorax et métathorax. Le thorax porte des soies (Fig. 06/a). L'arrangement des soies prothoraciques permettent de reconnaître les espèces (SENEVET et ANDARELLI, 1955 ; RIOUX, 1958).

Chez les Culicides dendrotelmes du genre *Aedes*, le point d'insertion des soies **11-M** et **11-T**, est près d'une petite dent (Fig. 06/b), constitue un critère de dichotomie fiable.



**Figure 06/a : Les soies prothoraciques (BRUNHES et al, 2000)**



**Figure 06/b : Point d'insertion des soies 11-M et 11-T (BRUNHES et al, 2000)**

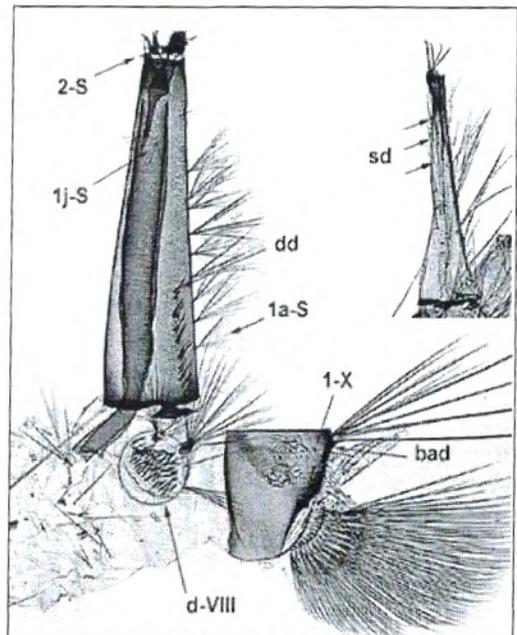
\* **L'abdomen** : Allongé sub-cylindrique est composé de neuf segments individualisés dont le 8<sup>ème</sup> possède un intérêt majeur en taxonomie (Fig. 07/a)

L'abdomen se termine en général par deux structures importantes : le peigne, situé sur la face latérale et qui est constitué par un ensemble d'épines, et le siphon respiratoire qui comporte un certain nombre de critères taxonomiques, tels que le crochet subapical, le peigne siphonique ventral et les soies siphoniques.

La selle portée par le segment anal sur sa face dorsale est une partie lisse ou chitinisée spiculeuse, sur laquelle s'insère la soie latérale, nous y trouvons aussi les soies de la brosse ventrale et les soies caudales.

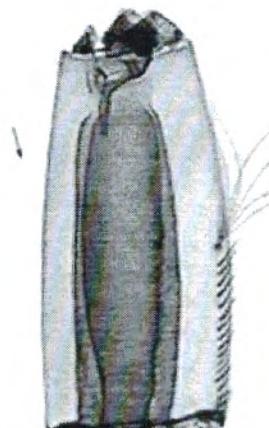
Chez les Culicides dendrotelmes, nous distinguons en général :

- les soies dorsales du siphon qui sont absentes et pas des dents nettement isolées sur ce dernier (Fig. 07/b),
- la taille et la forme des papilles anales sont égales ou supérieures à la longueur de la selle (Fig. 07/c),
- la forme de la selle est incomplète (Fig. 07/d).



- |        |                           |
|--------|---------------------------|
| 1a-S   | soies ventrales           |
| 1j-S   | soies latérales           |
| sd     | soies dorsales            |
| bad    | bord apico-dorsal         |
| 2-S    | épine sub-apical          |
| dd     | dent distale              |
| d-VIII | dents du segment VIII     |
| 1-X    | soie caudale du segment X |

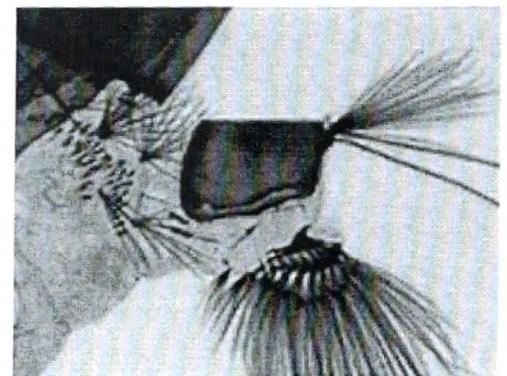
**Figure 07/a : Soies du siphon et du segment VIII et X (BRUNHES et al, 2000)**



**Figure 07/b : Ornementation dorsale du siphon (BRUNHES et al, 2000)**



**Figure 07/c : Taille et la forme des papilles anales (BRUNHES et al, 2000)**



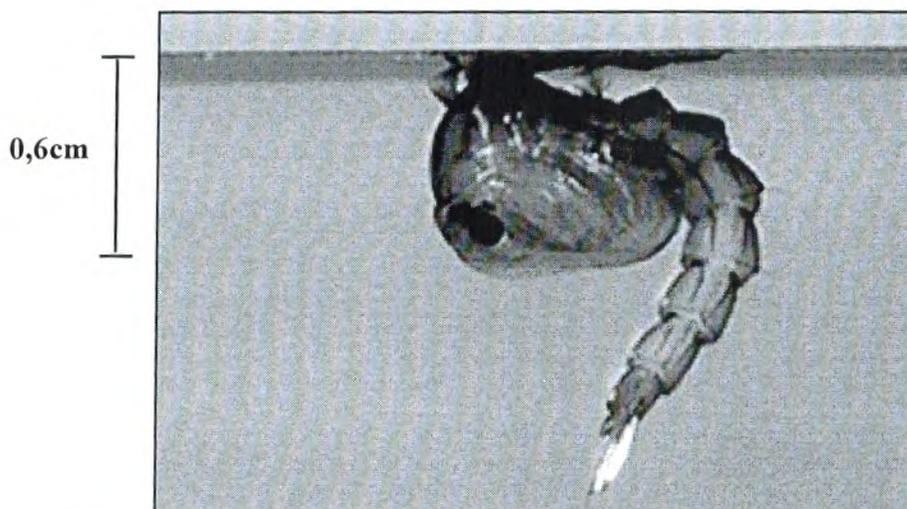
**Figure 07/d : Forme de la selle (BRUNHES et al, 2000)**

### I-3-3 La nymphe

Les pupes des Culicides, qui ont une forme de virgule (Fig. 08), sont suspendues juste sous la surface de l'eau et nagent activement lorsqu'elles sont dérangées. Il est assez difficile de reconnaître les pupes des *Aedes* de celle des *Culex* et de celles des Anophelinae sur le terrain (ANONYME, 2003).

La nymphe comprend trois parties (HASSAINE, 2002).

- 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 céphalothorax constitué de tubercules métathoraciques, de trompettes respiratoires qui fournissent de bons caractères taxonomiques et des soies céphaliques

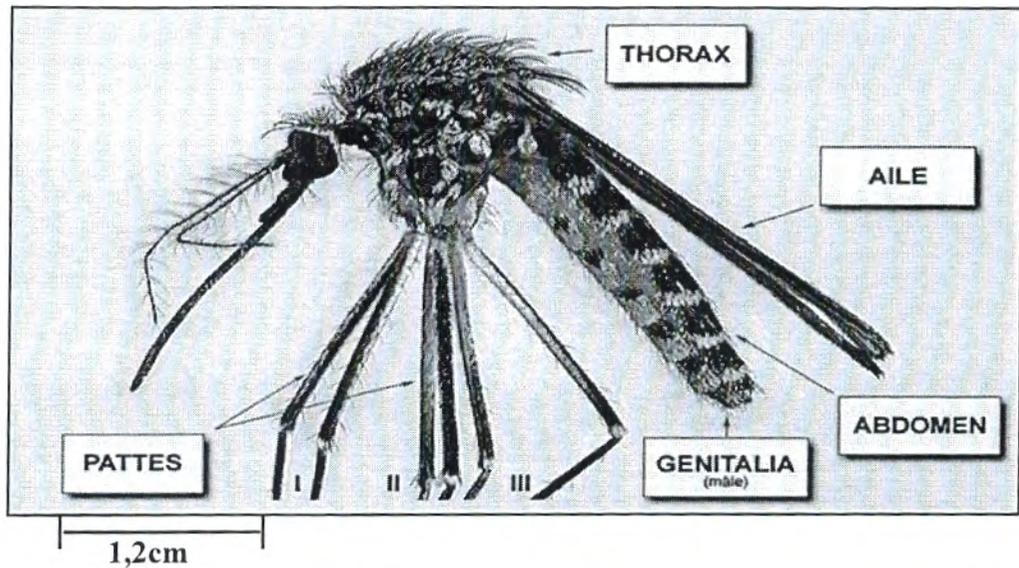


**Figure 08 : Aspect général d'une nymphe d'*Aedes* (Anonyme, 2000)**

### I-3-4 L'adulte

Les adultes des Culicides sont de petits insectes au corps élancé. Le corps se compose de : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig. 09). Le corps et les pattes ont une coloration variant de brun pâle à noire, parfois marquée de taches et de bandes.

- La tête porte deux grands yeux composés et une paire d'antennes formant un V dirigé vers l'avant. Les antennes des femelles sont discrètes et ornées d'un petit nombre de soies courtes. Celles des mâles sont plumeuses, touffues et munies de soies longues. Elle porte aussi une longue « trompe », ou proboscis, caractéristique. Celle de la femelle est allongée et presque droite. Elle comporte six pièces buccales très effilées, dont quatre sont des stylets fins et pointus capables de percer l'épiderme des vertébrés. Ce proboscis permet à la femelle de piquer et d'aspirer le sang. Les pièces buccales du mâle, qui ne pique pas, sont moins rigides et réduits (SEGUY, 1950).



**Figure 09 : Aspect général de l'adulte (*Aedes*) (BRUNHES et al, 2000)**

- Le thorax trapu porte une seule paire d'ailes longues et étroites. Les ailes sont ornées de minuscules écailles qui soulignent les nervures et forment parfois des taches. Nous trouvons aussi sur le thorax une paire de petits balanciers, ainsi que trois paires de pattes longues et grêles, souvent marquées de bandes blanches près du corps ou à l'autre extrémité. Chaque patte se compose de cinq parties : le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia, le tarse lui-même composé de cinq articles, dont le dernier porte deux griffes (ANONYME, 2003).

- L'abdomen du Culicide est allongé et beaucoup plus étroit que son thorax. Il est formé de dix segments mais seuls les huit premiers sont différenciés et visibles extérieurement. Ils sont composés chacun d'une plaque chitineuse dorsale, le tergite et d'une plaque ventrale ou sternite. La localisation des écailles et leur disposition sur les tergites abdominaux, aident à déterminer les espèces. Les deux derniers segments sont modifiés pour les fonctions reproductrices (BERCHI, 2000). Chez les *Aedes*, l'alternance de bandes claires et de bandes sombres, permettent de les reconnaître d'où l'appellation du moustique-tigre.

#### **I-4- Caractères morphologiques des larves des espèces dendrotelmes**

Les larves des Culicides dendrotelmes présentent plus au moins des caractères morphologiques semblables. L'ensemble des caractères est résumé dans la figure suivante :

*Aedes berlandi*

*Aedes pulcritarsis*

*Aedes geniculatus*

*Aedes echinus*

### Tête

#### \* Ornementation du tégument de l'antenne

Lisse ou très faiblement spiculé

◆ ◆ ◆ ◆

#### \* Position de la soie antennaire 1-A

Sur la moitié basale

Sur la moitié apicale

◆ ◆

◆ ◆ ◆ ◆

#### \* Nombre de branches de la soie antennaire 1-A

Une branche

Deux branches

Trois branches et plus

◆ ◆ ◆

◆ ◆ ◆ ◆

◆ ◆

### Abdomen

#### \* Soies autres que les soies 6-I et 6-VII

Fines et souples

Épaisses, rigides, formés de moins de six branches

Épaisses, rigides, formés de sept branches et plus

◆ ◆

◆

◆

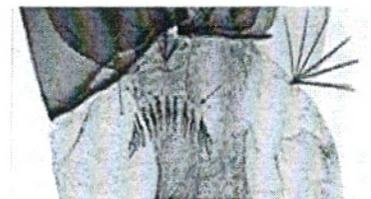
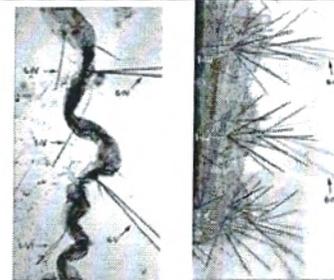
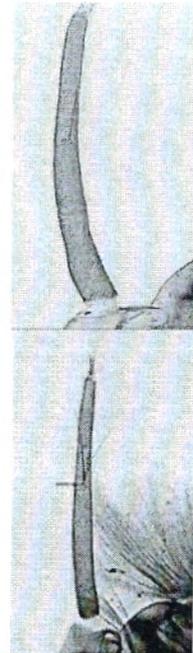
#### \* Disposition des dents formant le peigne du segment VIII

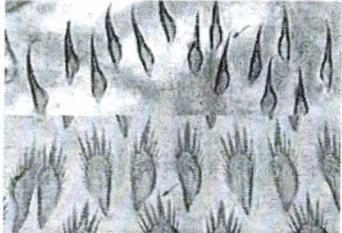
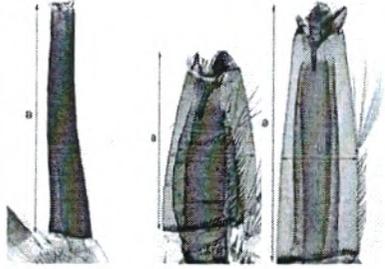
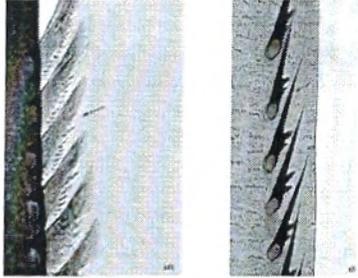
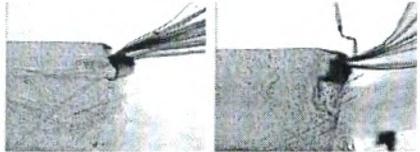
En désordre

Sur une même ligne

◆

◆ ◆ ◆



◆ ◆ ◆ ◆	◆ ◆ ◆ ◆	◆ ◆ ◆ ◆	◆ ◆ ◆ ◆	<p><b>* Forme des dents</b>  Médianes nettement plus longues  Non nettement plus longues</p>	
◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	<p><b>* Taille du siphon</b>  Long (<math>a/b &gt; 4</math>)  Court (<math>a/b \leq 3</math>)  Moyen (<math>3 &lt; a/b \leq 4</math>)</p>	
◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	<p><b>* Aspect des dents sur le peigne du siphon</b>  Sous forme d'écailles  Sous forme d'épines</p>	
◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	◆ ◆	<p><b>* Ornementation du bord apicodistal du segment X</b>  Absence de spicules  Présence de spicules</p>	

**Figure 10 : Caractères morphologiques propres à quatre Culicides dendrotelmes**

La larve d'*Ae. berlandi* est proche de la larve d'*Ae. pulcritarsis*, elle se distingue par la longueur de son siphon (l'indice siphonal ( $L/1$ ) toujours supérieure à 5, aux dents de son peigne du segment VIII non alignées et à ses soies **13-T** et **14-M** qui sont de taille analogues. Tandis que la larve d'*Ae. pulcritarsis* présente un siphon plus court (l'indice siphonal ( $L/1$ ) est généralement inférieur à 5). Les dents du peigne du segment **VIII** sont alignées et les soies **13-T** sont beaucoup plus longues que les soies **14-M**.

La larve d'*Ae. geniculatus* se distingue par les soies abdominales **1** formées de quatre branches rigides par rapport à celle d'*Ae. echinus*, alors que la larve d'*Ae. echinus* présente un aspect beaucoup plus épineux, les soies abdominales **1** sont ainsi formées d'au moins cinq branches rigides (BRHUNES et al, 2000).

## **I-5 Caractères morphologique des adultes**

Le tableau suivant (Tab. I) résume les principaux caractères morphologiques chez le mâle et la femelle des Culicides dendrotelmes.

L'adulte d'*Ae. berlandi* est proche de celui d'*Ae. pulcritarsis*. Il se distingue par son métaméron ornementé d'écailles et ses fémurs piquetés d'écailles blanches. Par ailleurs, chez le mâle, la lame terminale des claspettes est nettement élargie au niveau du tiers distal.

Alors que les adultes d'*Ae. geniculatus* ne peuvent être distingué à coup sur ceux d'*Ae. echinus*, la taille d'*Ae. geniculatus* est généralement plus petite.

**Tableau I: Caractères morphologiques du mâle et de la femelle des espèces dendrotelmes**

		<b>Caractères</b>	<i>Aedes berlandi</i>	<i>Aedes pulcritarsis</i>	<i>Aedes geniculatus</i>	<i>Aedes echinus</i>
<b>Chez le mâle</b>	<b>Tête</b>	Couleur du proboscis	Entièrement sombre			
		Couleur des palpes	Sombre à la base et claire à l'apex		Entièrement sombre	
<b>Chez le mâle et la femelle</b>	<b>Thorax</b>	Ornementation du scutum	Avec 1 a 3 paires de points blancs Avec une grosse tache anteromédiane		Avec des bandes continues	
		Couleur des écailles du scutum	Jaunes, blanches et noires		Jaunes et noires Blanches et noires	Jaunes et noires
		Couleur du tarsomère 1	Seulement blanc à la base et à l'apex		Entièrement sombre	
		Couleur du tarsomère 2				
		Couleur du tarsomère 5	Entièrement blanc		Entièrement noire	
		Couleur du tibia	Seulement blanc à la base et à l'apex	Moucheté au moins sur la partie médiane		
		<b>Aile</b>	Couleurs des écailles portées par les nervures	Seulement des écailles sombres		
<b>Abdomen</b>	Ornementation du tergite IV	Seulement une bande basale claire		Seulement des taches blanches latérales	Seulement des taches blanches latérales Seulement une bande basale claire	
<b>Chez la femelle</b>	<b>Genitalia</b>	Position de l'épine du gonostyle	Terminale			
		Lobe apicodorsal du gonocoxite	Peu développé ou absent			
		Lobe basal du gonocoxite	Nettement développé		Peu marqué	
		Forme des claspettes	Terminé par une lame avec membrane dorsale ou apicale.	Terminé par une lame avec membrane dorsale ou apicale. Terminé par une lame sans membrane dorsale.	Terminé par une lame sans membrane dorsale.	

# CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude

## **CHAPITRE II : Présentation de la zone d'étude**

### **II-1- Situation géographique**

L'étude est réalisée dans les deux communes : Tlemcen et Mansourah, qui s'intègrent dans la wilaya de Tlemcen, situé à l'extrême ouest algérien, entre 34° et 35° latitude Nord et entre 1°00" et 2°12" longitude Ouest. La wilaya de Tlemcen s'étend sur une superficie de 12246 Km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, au Nord-Est par la wilaya d'Ain Temouchent, à l'Est par la wilaya de Sidi-Bel-Abbès, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par la wilaya de Naâma et Saïda (Fig. 11).

Le centre de la wilaya est occupé d'Est en Ouest par une zone montagneuse boisée : les monts de Tlemcen ; ces montagnes constituent une réserve forestière relativement importante avec des forêts de chêne liège, chêne vert et chêne Zeen et de pin d'Alep

Entre ces deux massifs montagneux s'étend d'Ouest en Est, une succession de plaines et de plateaux drainés par des cours d'eau relativement importants prenant naissance pour la plupart dans les monts de Tlemcen.

La Wilaya de Tlemcen regroupe actuellement 20 Daïra et 53 communes, le groupement urbain de Tlemcen est constitué des communes de Tlemcen, Mansourah, Chetouane et huit agglomérations secondaires, il s'étale sur une superficie de 11220 ha (BENBARKA TABTI, 2005).

#### **II-1-1 La commune de Tlemcen**

La commune de Tlemcen, chef lieu de la wilaya, est située à l'Est de la commune de Mansourah et au Sud de la commune de Chetouane (Fig. 11) et occupe une superficie de 40.11 Km<sup>2</sup>. Elle dispose d'un nombre total d'espace vert qui s'élève à 39, s'étalant sur une superficie totale de 38 ha, dont cinq jardins publics (Anonyme, 2001)

- Le jardin du grand bassin qui s'étend sur une superficie 52500 m<sup>2</sup> et qui renferme une strate arborée constituée essentiellement par des arbres d'ornements.
- Le jardin de Yaghmoracen avec une superficie de 69500m<sup>2</sup>. Il a été aménagé et reboisé par 855 plants dans le projet de la création d'un parc animalier, en plus que subsiste déjà une formation végétale arborée
- Le Tombeau du RABB qui comprend une superficie de 4000 m<sup>2</sup> et il a connu l'introduction de 3100 plants
- La forêt récréative du plateau de Lalla Setti avec une superficie de 100000m<sup>2</sup>.
- Le jardin de Hartoun qui s'étend sur une superficie de 45000m<sup>2</sup>, caractérisée par son emplacement au centre ville de Tlemcen, situé dans le quartier de Hartoun qui renferme un jardin très diversifié et très dense par sa végétation, est privilégié dans l'action de reboisement vu sa dégradation

floristique progressive de 3287 plants. Il représente maintenant un herbier botanique vivant. Il se compose d'arbres d'ornement, d'arbres fruitiers, de vigne, et de plusieurs plantes basses et rosiers. Parmi la strate arborée, nous rencontrons le platane, le frêne, le micocoulier, thuya, l'eucalyptus, le pin, les cyprès, les palmiers. Ce jardin public est constitué d'une partie attraction et une partie pépinière (Anonyme, 2001). Ce dernier constitue la première station où a été réalisée notre étude.

## **II-1-2 La commune de Mansourah**

La commune de Mansourah (chef lieu de la daïra de Mansourah), fait partie de l'unité de plaines et de plateaux de la wilaya de Tlemcen. Elle se situe à 2 Km Ouest du chef lieu de la wilaya, elle est limitée au Nord et à l'Est par la commune de Tlemcen, au Sud par la commune de Terni et à l'Ouest par la commune de Beni Mester. Elle s'allonge du Nord au Sud avec une longitude de 1°20' Ouest et une latitude de 34°55 Nord (Fig. 11).

Cette commune occupe une superficie de 27 Km<sup>2</sup>. Elle est constituée essentiellement par les chaînons de Zarifet qui culminent à 1060 m et par des terres en grande partie à vocation agricole occupées principalement par des oliveraies.

Elle connaît une forte concentration de population et une extension spatiale de son tissu urbain en raison de l'existence des nouveaux lotissements collectifs et individuels.



## **II-2- Le climat de la région**

Le climat par ses différents facteurs joue un rôle déterminant sur la vie des êtres vivants. Il contribue de façon décisive dans la croissance de la végétation et la faune qu'elle abrite. Son action directe sur les milieux et en particulier les milieux dendrotelmes s'observe à plusieurs niveaux, tels la mise en eau et l'assèchement des trous d'arbre donc le fonctionnement de ces milieux, etc.,

Ce travail de recherche qui s'articule essentiellement autour de la bioécologie et la biodémographie des Culicides dans les milieux dendrotelmes nous conduit à porter une attention particulière au climat de la zone d'étude.

Afin de mieux décrire ce climat, nous avons opté d'employer les principaux facteurs climatiques (précipitations et température), et les indices couramment utilisés en bioclimatologie. En absence des données de la station de Saf-Saf qui est plus représentative, les données utilisées sont fournies par la station météorologique de Zenata.

### **II-2-1- Les précipitations**

La région de Tlemcen est caractérisée par l'irrégularité des pluies, elles sont plus abondantes sur la façade nord des monts exposés aux vents humides d'origine maritime, et se raréfient vers l'est et le sud dans les faciès méridionaux.

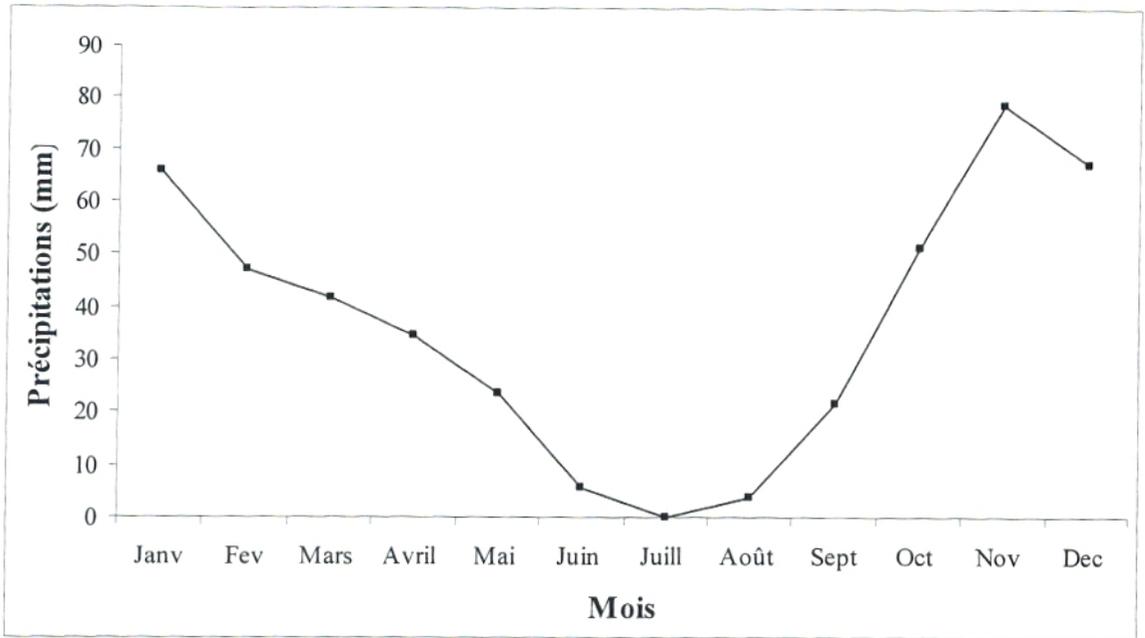
Les figures 12 et 13 montrent les quantités de précipitations mensuelles et saisonnières de 1999 à 2004 selon la station de « Zenâta », d'après la station de « Saf-Saf ».

Les moyennes mensuelles des précipitations sont reportées dans le tableau II. L'examen de ce dernier permet de retenir les caractéristiques climatiques suivantes :

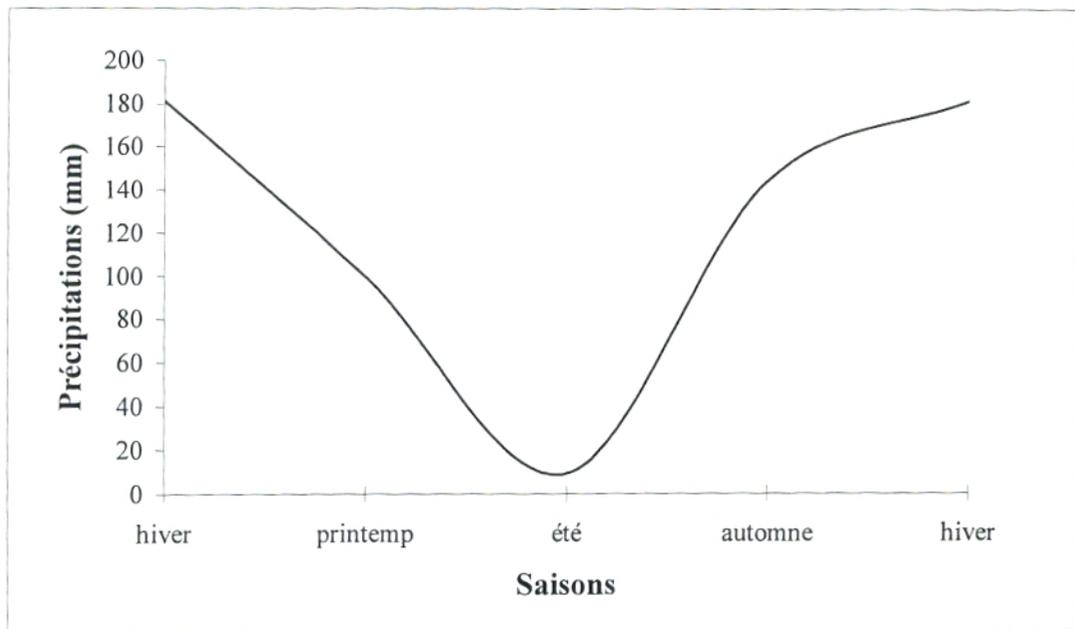
- l'irrégularité des précipitations d'une année à une autre, le maximum est enregistré en 2003 avec 564,5 mm et le minimum est de l'ordre de 258,7mm en 2000 ;
- l'irrégularité intermensuelle, le mois le plus humide correspond à Novembre avec une quantité de précipitations moyenne de 78.45 mm. Le mois de juillet est considéré comme le plus sec, vu le taux de précipitations quasi nul ;
- le régime saisonnier est de type HAPE (hiver, automne, printemps, été), les pluies sont abondantes en hiver surtout, avec une moyenne sur les six ans de 181.24 mm, alors que la saison estivale est la moins arrosée avec une moyenne de 9.35 mm.

Notant aussi que les chutes de neige à Tlemcen apparaissent généralement à partir de 800 m, mais elles sont rares ces dernières années, on ne compte que quelques jours d'enneigement par an.

En général, les précipitations jouent un rôle majeur dans la dynamique du plan d'eau des gîtes à Culicides. Les eaux de pluies augmentent le volume d'eau des creux d'arbres et favorisent la prolifération des Culicides dendrotelmes. Leur action est directe sur les variations du volume d'eau et par voies de conséquences sur les populations préimmaginales des espèces dendrotelmes.



**Figure 12 : Variations mensuelles des précipitations de 1999 à 2004**



**Figure 13 : Variations saisonnières des précipitations de 1999 à 2004**

**Tableau II : Précipitations mensuelles de la ville de Tlemcen pour la période (1999-2004) exprimées en mm de la station Zenâta d'après la station de Saf-Saf:**

Années	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Total
1999	106,1	82,3	106,8	0	0	2,7	0	2,6	30,5	28,1	84,4	89,7	533,2
2000	0	0	4,2	20,4	30,3	0	0	0,5	16,7	87,6	60,9	38,1	258,7
2001	88,6	89,5	9,2	6	18,5	9,3	0	0	26,1	38	137,6	34,1	456,9
2002	2,3	4,7	31,1	101	67,2	3,6	0,4	17,9	Traces	41,2	88	25,8	383,3
2003	148,1	82,3	19,6	31,3	16,3	5,1	0	0	13,4	78,9	53,6	115,9	564,5
2004	48	24,7	78,9	48,2	9,3	12,6	traces	1,4	traces	33,3	46,2	99,5	402,1
<b>Moyennes</b>	65,51	47,25	41,63	34,48	23,6	5,55	0,08	3,73	21,675	51,18	78,45	67,18	463,71

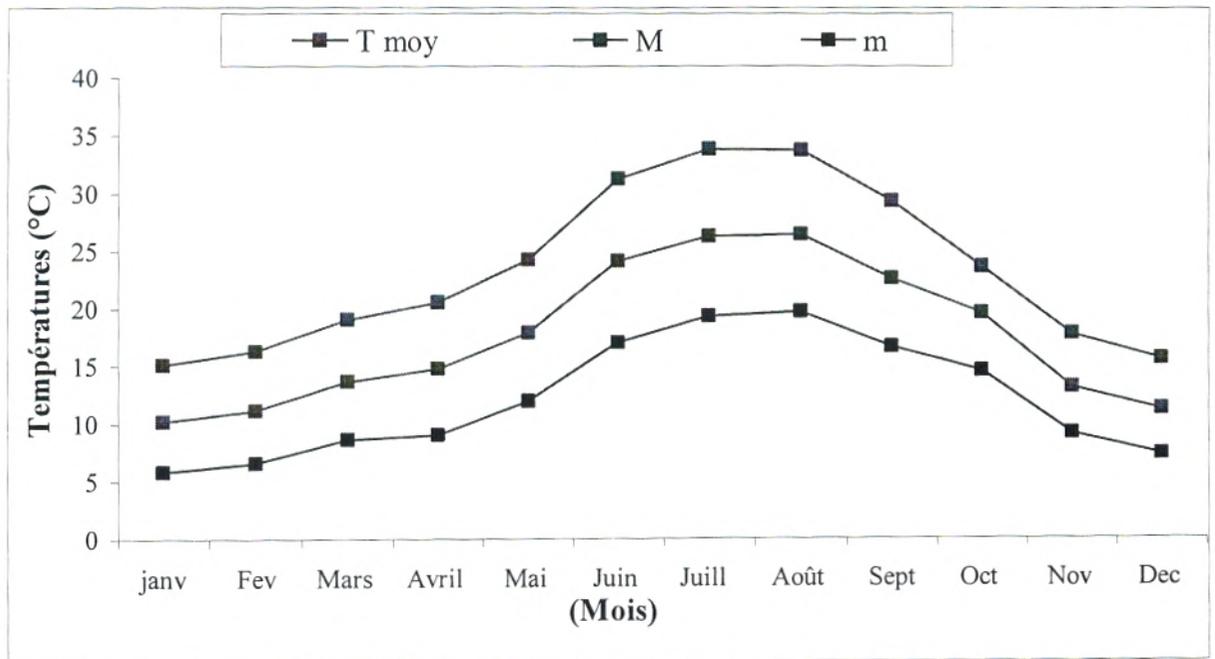
## II-2-2- La température

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour le développement des êtres vivants et en particulier les Culicides. Le cycle larvaire des Culicides ne se déclenche qu'à une température minimale supérieure ou égale à 11°C (SINEGRE, 1974 ; METGE, 1986), les températures élevées accélèrent le rythme de développement des Culicides, le froid le ralentit (CHAUVIN, 1956 ; METGE, 1977).

Parmi les paramètres thermiques, nous proposons les minima, les maxima et les moyennes mensuelles enregistrées de 1999 à 2004. La figure 14 regroupe l'ensemble de ces données. Les températures moyennes mensuelles de la période sont portées dans le tableau III.

Le mois de janvier est le mois le plus froid. La température moyenne minimale « m » avoisine les 5,8°C et peut baisser jusqu'à des valeurs inférieures à 0°C dans certaines journées, les gelées sont fréquentes.

Cependant, les valeurs des températures maximales « M » sont observées au mois de juillet et août, période qui coïncide avec le manque de pluie. Les moyennes maximales oscillent entre 32°C et 35°C, les valeurs extrêmes dépassent parfois 35°C.



T moy : Température moyenne    M : température maximale    m : Température minimale

**Figure 14 : Variation des températures mensuelles de 1999 à 2004**

**Tableau III: Températures moyennes, minimales et maximales (en °C) de la ville de Tlemcen pour la période de 1999-2004 de la station Zenâta selon la station SAF-SAF**

		Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1999	M	15,3	13,5	17,5	22,2	27,7	30,0	33,5	33,6	28,4	15,8	17,2	14,3
	T	10,4	8,8	12,9	16	20,4	23,3	25,4	25,7	21,1	20	11,9	9,7
	m	5,9	4,7	8,3	9,3	13,2	16,4	18,1	19,4	14,9	15,2	7,7	5,7
2000	M	14,4	19,5	20,2	21,0	25,0	31,7	33,7	34,9	29,3	22,1	18,2	17,5
	T	8,7	12,8	13,1	13,8	18,6	24,2	25,8	26,9	22,1	16,7	13,3	13,2
	m	3,7	7,2	7,1	8	12,8	16,8	18,8	19,3	16,4	12,1	9,2	9,2
2001	M	15,8	16,1	21,5	22,3	24,4	32,5	34,3	34,4	29,0	27,9	16,6	15,4
	T	11,3	11,5	15,9	15,6	17,9	25,2	26,1	26,8	22,3	21,4	12,3	10,8
	m	7,1	6,9	10,4	9,2	11,4	17,5	18,7	19,7	16,8	15,7	8,6	6,7
2002	M	16,3	18,5	19,7	17,9	23,9	31,1	32,4	31,1	28,8	25,4	18,9	17,1
	T	10,5	12,3	13,6	13,9	17,5	23,8	25,1	23,8	21,5	19,1	13,8	12,1
	m	5,6	6,9	8,3	9,1	11,8	16,8	18,6	17,6	15,7	13,2	9,6	7,8
2003	M	12,8	13,9	19,0	-	-	32,1	34,5	34,0	29,3	23,8	18,6	15,3
	T	8,5	9,3	13,8	-	-	24,6	27,9	27,7	23,8	19,3	14,7	11
	m	4,7	5,5	8,8	-	-	17,6	21,9	21,4	18,2	15,7	11,3	7,5
2004	M	16	16,6	16,8	19,6	20,3	30,5	34,7	34,4	31,3	27,1	17,7	14,4
	T	11,9	12,5	12,9	14,6	15,6	24	27,5	27,9	24,9	21,5	13,2	10,8
	m	7,8	8,3	8,9	9,5	10,9	17,5	20,3	21,3	18,4	15,8	8,7	7,2
Moynne	M	15,1	16,35	19,11	20,6	24,26	31,31	33,85	33,73	29,35	23,68	17,86	15,66
	T	10,21	11,2	13,7	14,78	18	24,18	26,3	26,46	22,61	19,66	13,2	11,26
	M	5,8	6,58	8,63	9,02	12,02	17,1	19,4	19,78	16,73	14,61	9,18	7,35

(-) : Données manquantes.

### II-2-3- Synthèse bioclimatique

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS ET GAUSSEN (1953) (Fig. 15) nous permet de déterminer la période sèche, on considère un mois comme biologiquement sec lorsque  $P \leq 2T$ , avec P : Précipitations moyennes en mm et T : Température moyenne en °C (RAMADE, 2003).

BAGNOULS ET GAUSSEN propose cette méthode qui consiste à porter sur un même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations ( $P=2T$ ). On considère la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe des températures.

On constate que le climat de la région de Tlemcen est marqué par une période aride qui s'étale du mois de mai jusqu'à octobre et une période humide découle le reste de l'année.

En générale, la période de sécheresse joue un rôle majeur sur la dynamique des gîtes dendrotelmes à Culicides puisqu'elle met le gîte à sec par phénomène d'évaporation ce qui induit une disparition des stades immatures des Culicides et un arrêt du cycle de développement. Les eaux de pluies, en période humide, augmentent le volume d'eau des creux d'arbres et favorisent la prolifération des Culicides.

L'action de la période sèche et la période humide est directe sur les variations du volume d'eau et par voie de conséquence sur les populations préimmaginales des espèces dendrotelmes.

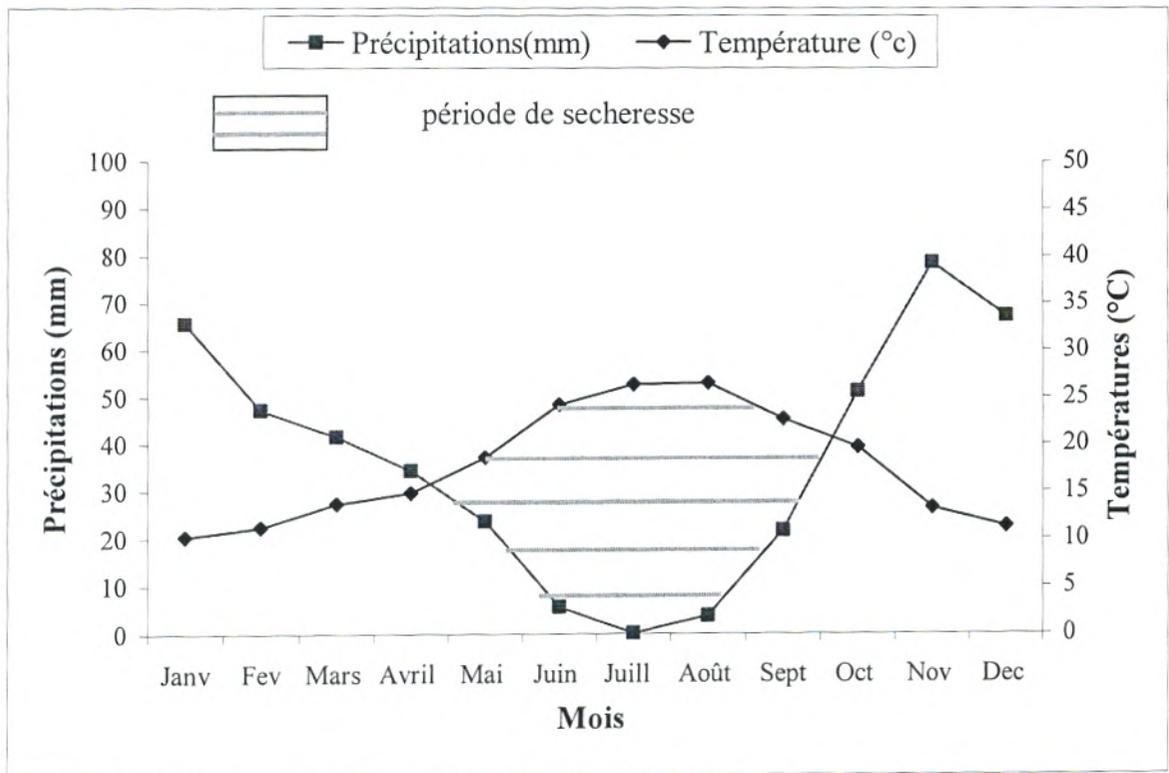


Figure 15 : Diagramme ombrothermique de la région de Tlemcen

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER « Q<sub>2</sub> » utilisé pour caractériser le mésoclimat d'une région méditerranéenne, selon la formule établie par ce même auteur en 1955, est la suivante :

$$Q_2 = 100 P / M^2 - m^2 \quad (\text{DAJOZ, 1996}).$$

P : Moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud (°Celsius).

m : Moyenne des minima du mois le plus froid (°Celsius).

D'après les données de la station de Zenâta (Tab. II et III), et selon le calcul du quotient d'Emberger (Tab. IV), on peut situer Tlemcen dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré.

**Tableau IV: Caractéristiques mésoclimatiques de la ville de Tlemcen**

Période	m	M	P	Q <sub>2</sub>
1999-2004	5,8°C	33,85°C	433,11mm	38,94

# CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

## **CHAPITRE III : Matériel et Méthodes**

### **III-1 Matériel utilisé**

Le matériel utilisé au cours de notre étude est porté dans la liste suivante :

- Appareil multiliné P4 de type WTW
- Thermomètre HANNA instruments (HI 8564 thermo-hygromètre)
- Bocaux
- Filet langeron de 80 $\mu$ m de maille.
- Seau d'eau
- Une louche
- Alcool (éthanol à 70°)
- Eau distillée
- Pinces souples
- Lames, lamelles et compte goutte.
- Plaque chauffante
- Boîtes de pétri
- Loupe binoculaire et microscope.
- Four à moufle
- Etuve
- Bécher à téflon.
- Créosote de hêtre
- Euparal.
- Coupelles en verre.
- Balance
- Creusets

### **III-2 Prospection préliminaire et principe cartographique**

Une prospection préliminaire effectuée en zone urbaine et périurbaine de la ville de Tlemcen aux mois d'avril et mai 2004, nous a permis d'inventorier 3265 arbres, repérés dans différents types de milieux et répartis sur deux communes, avec 2400 arbres pour la commune de Tlemcen et 865 arbres pour la commune de Mansourah. Le recensement des arbres est effectué au hasard. Les arbres sont étudiés selon la méthode d'échantillonnage dite systématique linéaire, un arbre sur cinq est pris en compte.

L'analyse de l'état sanitaire repose sur l'usage des caractéristiques dendrométriques des essences forestières. Cette analyse fait donc usage d'une fiche technique (Annexe 1) qui comporte huit informations, appréciée chacune selon trois ou quatre classes ou rangs, il s'agit de :

- type de milieu prospecté,
- nom de l'espèce arboricole,
- taille de l'arbre,
- diamètre du tronc d'arbre,
- largeur de la canopée,
- densité du feuillage de l'arbre,
- nombre de trous présents sur l'arbre,
- taille de l'excavation.

Pour différencier la taille des arbres, on a établi trois classes qui sont :

- 1<sup>ère</sup> classe : les arbres à taille inférieure à deux mètres et qui représentent la catégorie des arbres jeunes.
- 2<sup>ème</sup> classe : les arbres à taille comprise entre deux mètres et quatre mètres et représentant la catégorie des arbres adultes.
- 3<sup>ème</sup> classe : les arbres à taille supérieure à quatre mètres qui correspondrait à la classe des vieux arbres.

Pour apprécier la variation du diamètre des troncs d'arbres des deux communes, nous avons optés pour quatre classes qui sont :

- 1<sup>ère</sup> classe : diamètre inférieur à 30 cm.
- 2<sup>ème</sup> classe : diamètre compris entre 30 cm et 60 cm.
- 3<sup>ème</sup> classe : diamètre compris entre 60 cm et 1m.
- 4<sup>ème</sup> classe : diamètre supérieur à un mètre.

Quatre rangs de largeur de canopée sont retenus :

- Rang 1 : largeur de canopée inférieure à un mètre.
- Rang 2 : largeur comprise entre un mètre et trois mètres.
- Rang 3 : largeur comprise entre trois et quatre mètres.
- Rang 4 : canopée à largeur supérieure à quatre mètres.

Pour différencier les types d'arbres selon la densité du feuillage, nous avons subdivisé les arbres en quatre rangs qui sont :

- Les arbres à faible feuillage.
- Les arbres à feuillage moyen.
- Les arbres à feuillage important.
- Les arbres à feuillage très important.

L'étude est basée également sur deux classes d'arbres, ceux qui ne renferment aucun trou et ceux qui présentent des trous, ces derniers sont distribués en trois types d'arbres :

- Classe 1 : les arbres avec un à trois trous.
- Classe 2 : les arbres avec quatre à six trous.
- Classe 3 : les arbres avec plus de six trous.

La taille des excavations joue un rôle très important dans la présence des Culicides dendrotelmes, puisqu'elle intervient d'une manière essentielle dans le maintien quantitatif et qualitatif de la faune culicidienne. Elle influence le volume et la couleur d'eau du creux ainsi que l'intensité lumineuse à l'intérieur du gîte. Pour déterminer ce paramètre au niveau des trous d'arbres prospectés, nous avons établi trois classes de taille d'excavations qui sont :

- Classe 1 : taille inférieure à 10 cm.
- Classe 2 : taille comprise entre 10 cm et 50 cm.
- Classe 3 : taille supérieure à 50 cm.

Les données recueillies lors de l'enquête sur l'état sanitaire des arbres effectuée dans les deux communes, nous ont permis de mettre au point une carte du degré de nuisance potentielle engendrée par les Culicides dendrotelmes que nous avons nommé potentiel culicidogène. Ce potentiel traduit la capacité des arbres à renfermer des creux susceptibles de constituer des gîtes à Culicides dendrotelmes qui est évaluée dans cette étude par le rapport du nombre d'arbres renfermant des creux sur le nombre total des arbres prospectés dans chaque quartier.

La carte d'occupation du sol au 1/75000<sup>ème</sup> fournie par l'URBAT (2000), exposant les différents quartiers, a servi de support cartographique. Pour bien délimiter les différentes aires selon leur potentiel, nous avons travaillé à grande échelle (1/10000<sup>e</sup>), puis réduit celle-ci au 1/75000<sup>e</sup> pour commodité de présentation.

Nous avons délimité les principaux quartiers prospectés dans chaque commune puis nous avons calculé la proportion des arbres avec creux présents dans chaque quartier. Nous avons ainsi dégagé quatre classes. Chaque classe représente une zone ou aire culicidogène selon son potentiel à renfermer des arbres creusés. Un arbre avec au moins une excavation est donc susceptible de constituer un gîte propice au développement des larves.

### III-3 Choix des gîtes pour le suivi démoécologique

Le suivi démoécologique des populations préimmaginales a été effectué, pendant une année allant de Mai 2004 à Avril 2005, seulement dans trois gîtes sur les dix gîtes fertiles repérés et en parallèle à l'étude de l'état sanitaire des arbres. Ces gîtes sont les plus productifs et en fonctionnement continu à l'exception de la mauvaise saison. Par contre, les sept autres gîtes ont montré un fonctionnement discontinu et imprévisible pour une courte période.

Les trois gîtes ont été repérés dans deux stations : le jardin public de la ville de Tlemcen (jardin de Hartoun) et un canton à Mansourah.

#### a- Station 1 : le grand jardin de Hartoun

Cette station est caractérisée par son emplacement au centre ville de Tlemcen, située dans le quartier de Hartoun (Fig. 16) qui renferme un jardin bien diversifié par ces essences et très dense par sa végétation, il représente maintenant un herbier botanique vivant. Il se compose d'arbres d'ornement, d'arbres fruitiers, de vigne, et de plusieurs plantes basses et rosiers. Parmi la strate arborée, nous rencontrons le platane, le frêne, le micocoulier, le thuya, l'eucalyptus, le pin, les cyprès, et les palmiers. Ce jardin public est constitué d'une partie attraction et une partie pépinière.

#### b- Station 2 : Canton de Mansourah

Cette station se situe à 300 mètres à l'Ouest du village de Mansourah (Fig. 16). La végétation de cette station d'étude permet, sur le plan physiognomique, de distinguer des arbres d'olivier et de pin d'Alep, des brises vents formés par des casuarina et thuya, traversée par un petit ravin qui loge à ces bords des arbres tel le frêne où nous avons repéré deux gîtes fonctionnels.

#### c- Gîtes larvaires retenus pour le suivi démoécologique

Dans la première station (jardin de Hartoun), un seul gîte fonctionnel est repéré au niveau d'un creux d'arbre d'un micocoulier (*Celtis australis*), situé entre les branches maîtresses (Fig. 17). Dans la deuxième station (canton à Mansourah), les deux autres gîtes sont localisés dans les creux d'arbres de frêne (*Fraxinus excelsior*) (Fig. 17).

**Tableau V : Localisation des gîtes larvaires**

Gîte prospecté	Localité	Essence forestière
G01	Jardin public de Hartoun	<i>Celtis australis</i>
G02	Canton de Mansourah	<i>Fraxinus excelsior</i>
G03	Canton de Mansourah	<i>Fraxinus excelsior</i>

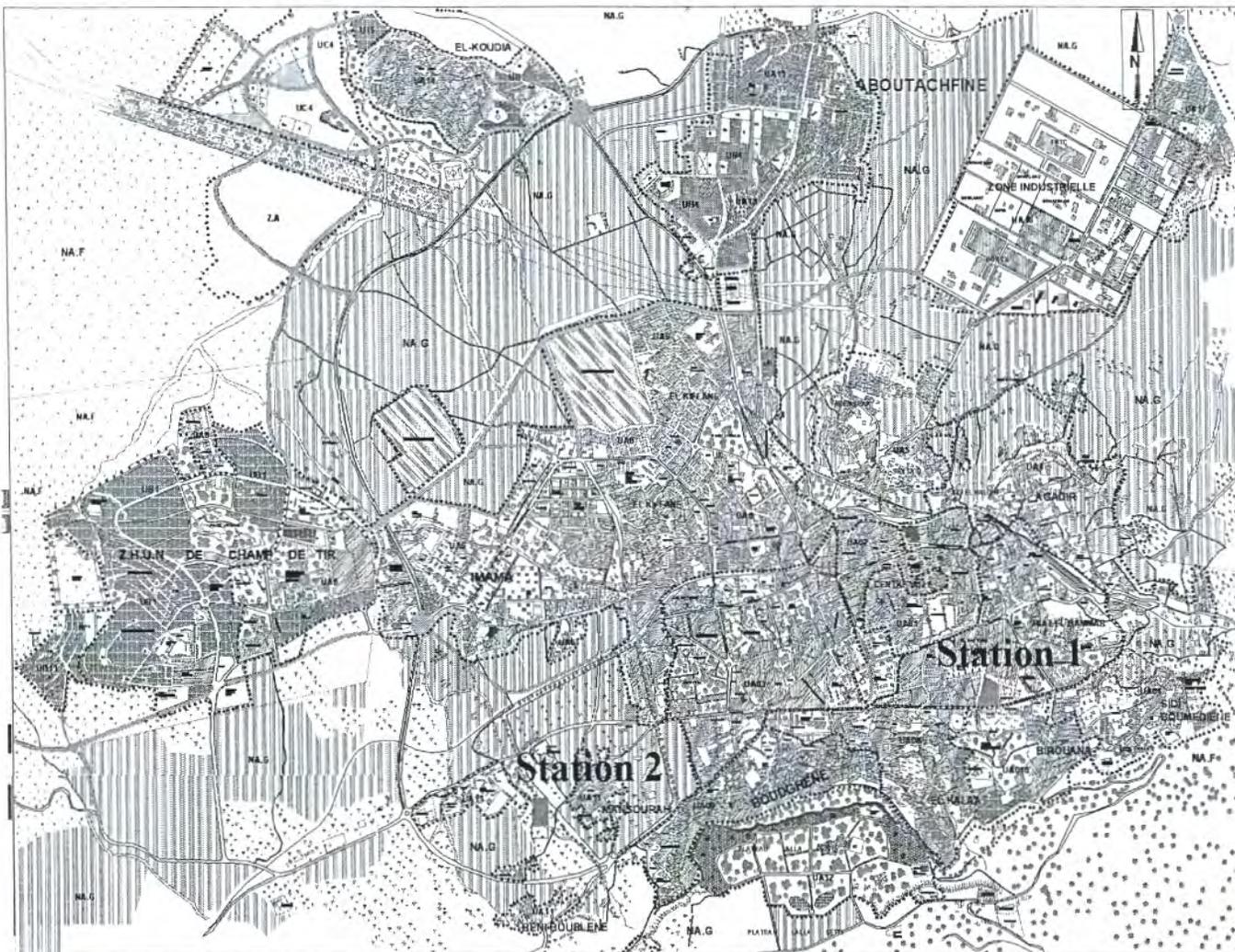
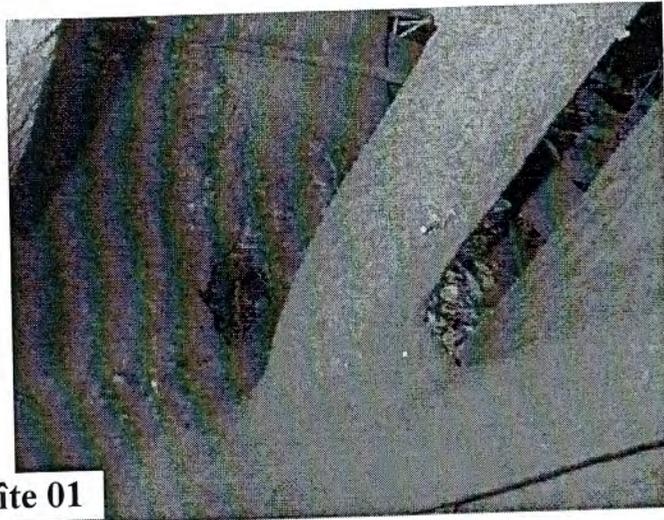
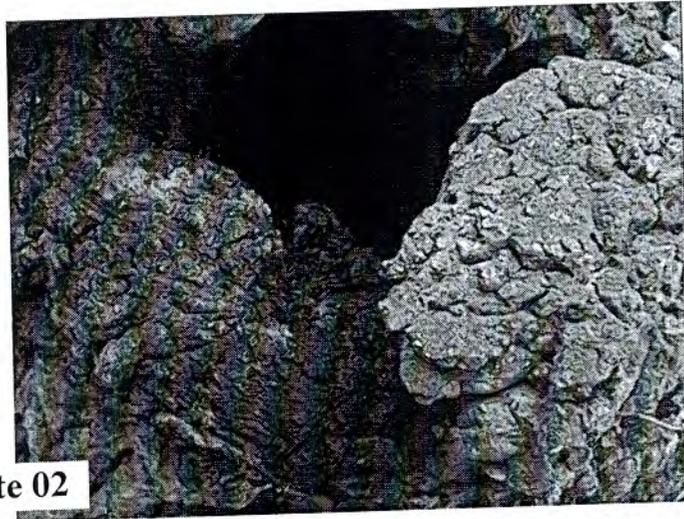


Figure 16 : Carte de situation des stations d'études

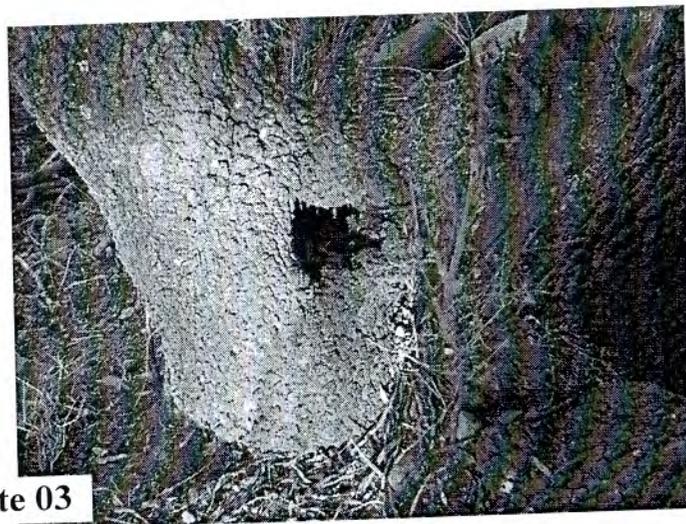




Gîte 01



Gîte 02



Gîte 03

Figure 17 : Photos des gîtes larvaires retenus pour le suivi démoécologique

## **III-4 Echantillonnage et analyse des paramètres physico-chimiques**

### **III-4-1 Travail sur le terrain**

Le travail sur le terrain a été effectué en deux étapes :

La première étape consiste à mesurer les paramètres physico-chimiques à l'aide d'un appareil multiliné P4 de type WTW. Cinq paramètres physico-chimiques liés à l'origine de l'eau ont été pris en compte à chaque prélèvement, les mesures concernent uniquement les trois gîtes retenus pour le suivi démoécologique des populations préimmaginales des Culicides dendrotelmes, il s'agit de :

- la température de l'eau exprimée en degré Celsius.
- le pH de l'eau.
- la conductivité exprimée en milli siemens par centimètre.
- la quantité d'oxygène dissous exprimée en milligramme par litre.
- la salinité de l'eau exprimée en gramme par litre.
- le taux de matière organique exprimée en gramme par litre.

La température de l'air a été mesurée à l'aide d'un thermomètre HANNA instrument.

La deuxième étape comporte la récolte des stades immatures, faite par siphonage contrôlé du liquide de creux d'arbre par un filet Langeron (Bailly-Choumara 1973). Le gîte est vidé totalement de l'eau dans une bassine blanche pour procéder au comptage. Après comptage de chaque stade larvaire, les larves au 4<sup>ème</sup> stade sont récoltées et conservées dans des bocaux avec de l'alcool à 70° en vue d'identification. Après ces observations in situ, les larves, les plus jeunes, sont rendues dans le gîte sauf pour les gîtes qui ont montrés une irrégularité dans le fonctionnement où les larves ont fait l'objet d'un élevage au laboratoire afin de déterminer les espèces colonisatrices de ce biotope. Les observations sont effectuées selon une fréquence allant de 7 à 15 jours.

### **III-4-2 Travail au laboratoire**

#### **a- Préparation et identification des larves**

Une fois au laboratoire, les larves sont retirées délicatement à l'aide d'une pince souple et sont mises dans une coupelle en verre qui contient de la créosote de hêtre. La coupelle est mise sur une plaque chauffante tiède (20°C) pendant deux minutes, après nous laissons refroidir pendant cinq minutes. Les larves sont remises dans une autre coupelle qui contient de l'alcool à 70° pendant 20 minutes. Cette manipulation permet d'éclaircir les larves et de faciliter de ce fait leur examen au microscope. Nous lavons ensuite les larves en les introduisant dans de l'eau distillée pendant environ dix minutes. Sur la lame propre, nous versons une à deux gouttes d'Euparal, sur lesquelles nous déposons les larves sur leur face ventrale. Sous loupe binoculaire, nous découpons la tête et le VIII<sup>ème</sup> segment pour rendre plus visibles les soies céphaliques et siphoniques, ce qui facilite l'observation.

La lamelle est déposée ensuite d'une façon très technique pour éviter les bulles d'air, sous lame et lamelle dans une goutte d'Euparal. Nous laissons sécher un petit moment et nous procédons à l'identification sous microscope.

La réussite d'un montage dépend de la façon dont est conduite cette dernière opération. Elle nécessite une certaine pratique.

Les espèces dendrotelmes sont déterminées grâce au logiciel d'identification des Culicides de l'Afrique méditerranéenne (Brunhes et al, 2000).

L'identification terminée, la lame est étiquetée en portant : genre et espèce, date et lieu de récolte, ainsi que l'essence forestière où l'espèce a été prélevée.

## **b- Dosage de la matière organique**

A partir d'un volume d'eau prélevé dans le gîte, nous versons dix millilitres de cette eau dans une capsule en porcelaine que nous plaçons dans l'étuve à 105°C jusqu'à l'assèchement totale, puis nous procédons à une incinération dans un four à moufle à 550°C pendant deux heures ; l'incinération donne la matière minéralisée. Enfin, à partir du poids total, le taux de matière organique est déduit selon la formule = la matière organique est le double du taux de carbone ( $M. O = 2 \times C$ ).

## **III-4-3 Analyses statistiques**

Plusieurs approches statistiques existent pour étudier les résultats de toute étude écologique, dont l'interprétation devient de plus en plus complexe lorsque leurs dimensions et leurs nombres augmentent.

Pour interpréter et traiter statistiquement les résultats du suivi démo-écologique, nous avons opté pour l'analyse factorielle des correspondances (AFC), cette dernière permet une perception et une analyse visuelle de la répartition des modalités de deux variables nominales. Ces modalités sont représentées par des points dans un plan ou plusieurs plans factoriels, de façon à ce que leurs distances mutuelles soient interprétables en termes "d'attraction" ou de "répulsion".

Le traitement statistique des paramètres physico-chimiques de chaque gîte est réalisé par l'analyse en composantes principales (ACP), qui est alors une bonne méthode pour étudier les données multidimensionnelles, lorsque toutes les variables observées sont de type numérique et que l'on veut voir s'il y a des liens entre ces variables. L'interprétation repose sur la représentation des données initiales à l'aide de nuage de points dans un espace géométrique. L'objectif est alors de trouver des sous-espaces (droite, plan,...) qui représentent au mieux le nuage initial. Les traitements statistiques et les représentations graphiques associées ont été accomplis grâce au programme d'analyse multivariée ADE-4 (THIOULOUSE et CHESEL, 1997). Les composantes principales mis en évidence par l'analyse multivariée (ACP) ont fait l'objet d'un test de corrélation grâce au logiciel statistique MINITAB version 12 (2003).

# CHAPITRE IV : Résultats et discussion

## CHAPITRE IV : Résultats et discussion

### IV-1 Cartographie des aires potentielles à Culicides dendrotelmes

#### IV-1-1 Etat sanitaire des essences forestières

##### IV-1-1-1 Les essences forestières rencontrées

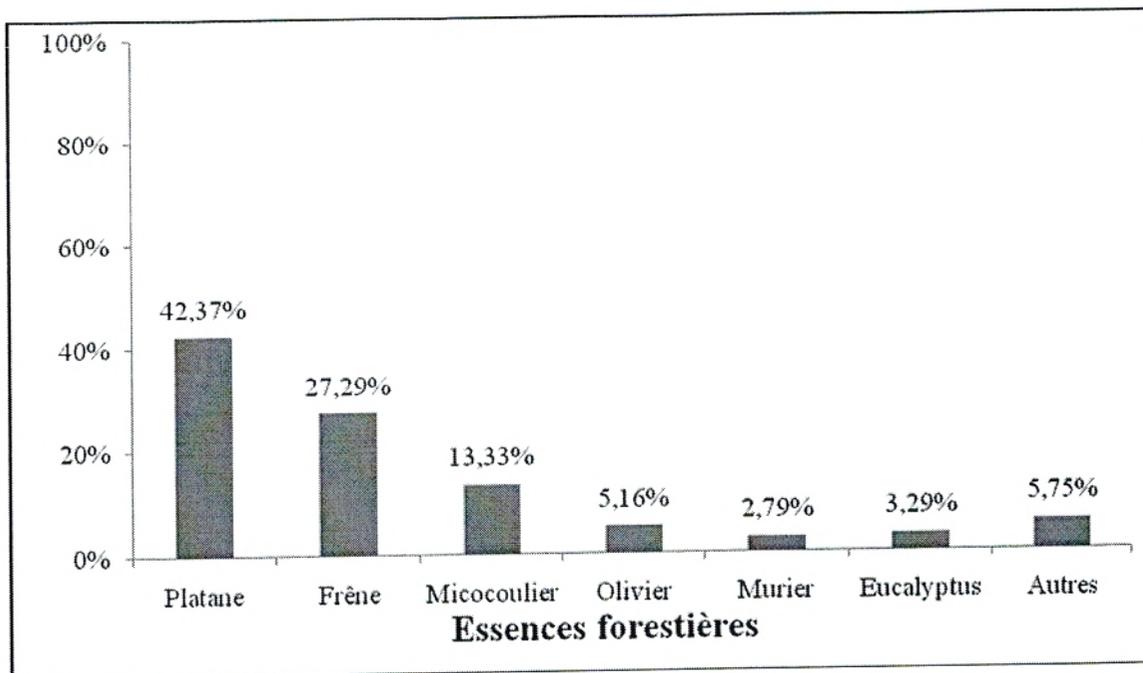
La prospection effectuée, nous a permis de visiter différents types de milieux renfermant diverses essences forestières. Les arbres prospectés dans la commune de Tlemcen se répartissent de manière inégale, 90% des arbres sont des arbres d'ornement situés aux bords des routes, 3,4% constituant des espaces verts localisés dans des institutions ou des cités d'habitations. Les jardins publics et les parcs renferment 3,23% des arbres prospectés, le reste soit 3,37%, est représenté par les arbres qui se limitent dans des types de milieux plus particuliers (jardin de maison).

Dans la commune de Mansourah, les arbres recensés sont localisés essentiellement aux bords des routes (77,69%), dans des espaces naturels (10,63%), dans les terrains agricoles (5,66%), à l'intérieur de jardins (1,15%) et dans d'autres types de milieux (4,85%).

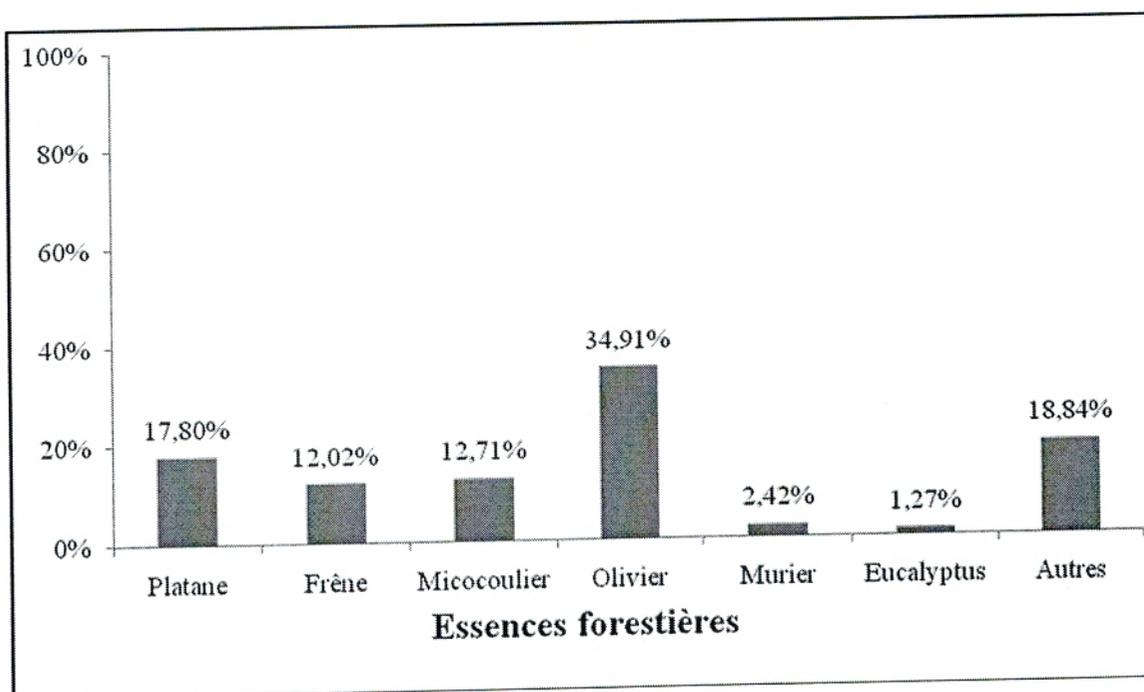
Le choix des essences forestières est porté sur les espèces les plus dominantes de la commune de Tlemcen et de Mansourah, et qui peuvent constituer un habitat pour les Culicides dendrotelmes. En se basant sur les données de la littérature (CLASTRIER, 1941 & 1955 ; SENEVET et ANDARELLI, 1954 ; HARANT et al, 1955, RIOUX et ARNOLD, 1955), ces arbres sont par ordre d'importance le platane (*Platanus acerifolia*), l'olivier (*Olea europea*), le frêne (*Fraxinus excelsior*), le micocoulier (*Celtis australis*), le merisier (*Prunus avium*) et l'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*). Le reste des essences a été recensé et porté comme autres espèces.

Les essences forestières rencontrées, dans la commune de Tlemcen, sont représentées dans la figure 18. La grande partie de ces essences sont des platanes (1017 pieds), suivie par le frêne (655 pieds) et le micocoulier (320 pieds), l'olivier (124 sujets), l'eucalyptus (79 sujets) et en dernier lieu le merisier (67 sujets). Le reste des essences est très varié correspondant essentiellement à des feuillus (138 individus), elles n'ont jamais été citées comme arbre à gîtes dendrolimniques, il s'agit essentiellement d'acacia, de pin d'Alep, de peuplier, de marronnier etc....

Dans la commune de Mansourah, 865 arbres sont prospectés en totalité. L'olivier constitue l'espèce la plus boisée dans cette région avec 302 pieds, suivi par le platane (154 pieds), le micocoulier (110 sujets), le frêne (104 sujets), le merisier (21 sujets) et en dernier lieu l'eucalyptus (11 sujets). Le reste (163 arbres) appartient à la classe « autre espèces » (Fig. 19).



**Figure 18 : Fréquence de différentes essences forestières rencontrées dans la commune de Tlemcen**



**Figure 19 : Fréquence de différentes essences forestières rencontrées dans la commune de Mansourah**

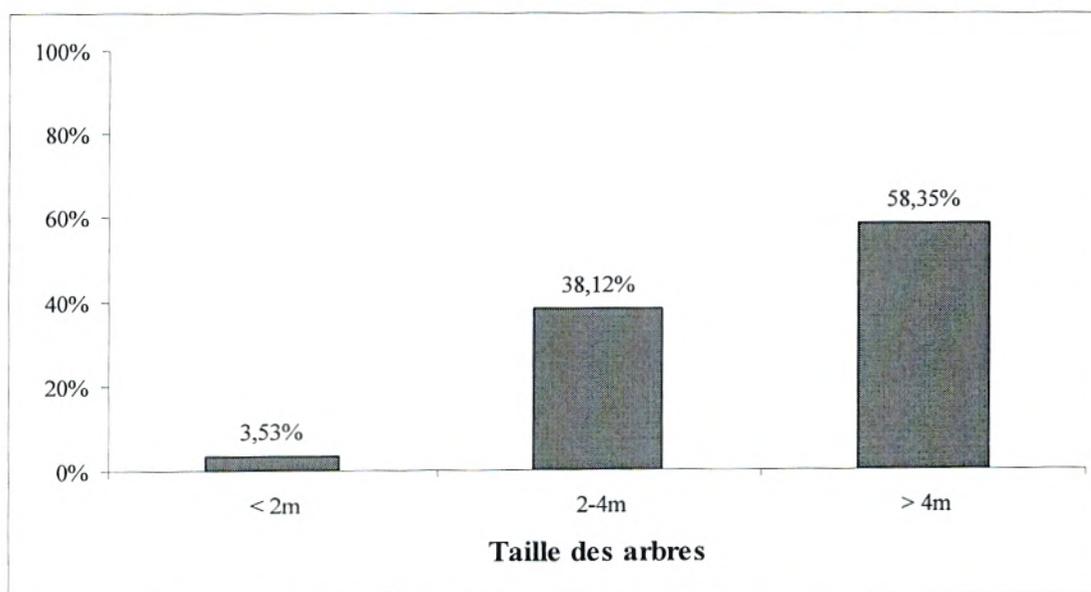
## IV-1-1-2 Caractéristiques des arbres

### a/ Taille des arbres

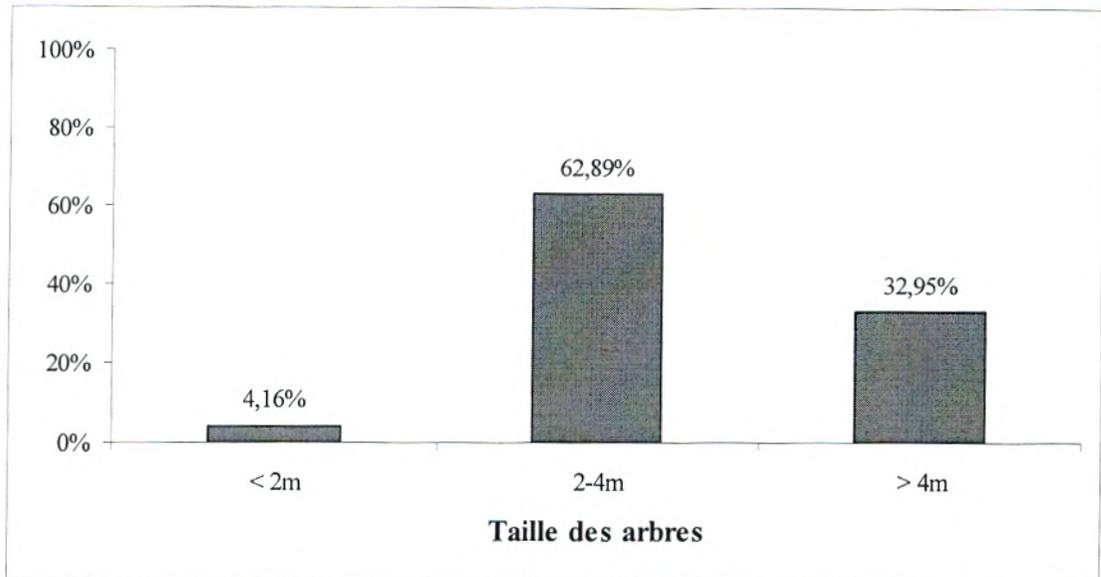
La taille des arbres est une caractéristique majeure dans la détermination des arbres dendrotelmes, puisque seuls les grands arbres présentent des troncs larges qui peuvent renfermer des trous potentiels à Culicides dendrotelmes.

Dans la commune de Tlemcen, sur la totalité des arbres recensés, la classe des vieux arbres l'emporte avec 58,35%, ensuite vient la classe des arbres adultes (38,12%) et enfin les jeunes arbres (3,53%) selon le gradient : classe 3 > classe 2 > classe 1 (Fig. 20). Ce qui montre clairement que plus de la moitié des arbres boisés dans la commune de Tlemcen sont des vieux arbres dont la taille dépasse les quatre mètres. Cela est dû aux caractéristiques du platane, du frêne et du micocoulier qui sont des essences à taille importante et constituent la partie dominante dans cette commune (Fig. 20).

A la différence de la commune de Tlemcen, la commune de Mansourah est constituée en majeure partie par la strate arborée adulte avec 62,89%, ensuite vient en deuxième position la classe des vieux arbres avec 32,95% et en dernier lieu le rang des arbres jeunes avec 4,06 % selon le gradient d'importance : classe 2 > classe 3 > classe 1 (Fig. 21). Cela s'explique par les plantations de l'olivier qui reste l'arbre le plus fréquent dans cette commune et qui est bien connu pour sa taille moyenne.



**Figure 20 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Tlemcen selon la taille**



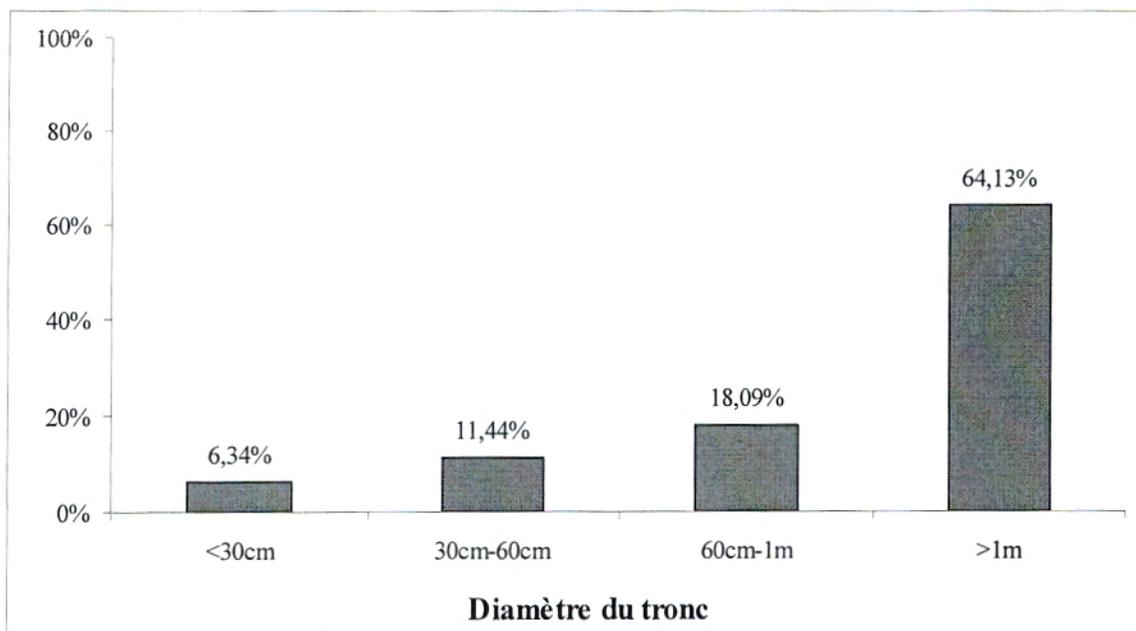
**Figure 21 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Mansourah selon la taille**

#### **b/ Diamètre du tronc des arbres**

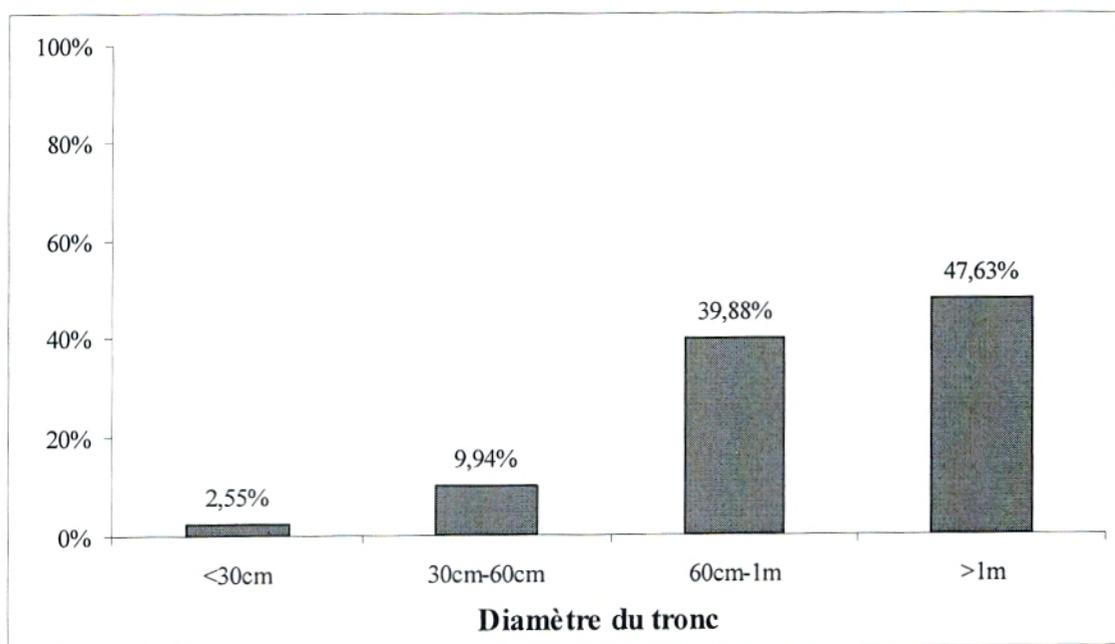
La deuxième caractéristique, qui influence les aires potentielles à *Culicides dendrotelmes*, est le diamètre du tronc qui joue un rôle sur le diamètre de l'ouverture du trou, plus le tronc est large, plus le trou peut présenter une ouverture spacieuse.

Les arbres avec un diamètre supérieur à un mètre sont les plus fréquents dans la commune de Tlemcen avec 64,13%. Le rang des arbres à diamètre compris entre 60 cm et 1m viennent en deuxième position avec 18,09%, ensuite ceux qui ont un diamètre compris entre 30 cm et 60 cm, et enfin les arbres qui ont le diamètre inférieur à 30 cm sont les moins fréquents avec 6,34%, ce qui montre nettement que la commune de Tlemcen renferme des arbres à diamètre large à très large qui peuvent constitués des arbres dendrolimniques (Fig. 22).

Ce classement s'observe également dans la commune de Mansourah, mais avec des proportions différentes, soit une fréquence de 47,63% pour les arbres à diamètre supérieur à 1m, de 39,88% pour les arbres à diamètre compris entre 60cm et 1m. Pour les arbres à diamètre compris entre 30cm et 60cm, la fréquence est égale à 9,94%, et enfin les arbres qui présentent un diamètre inférieur à 30 cm se retrouvent avec une fréquence minime égale à 2,55% (Fig. 23).



**Figure 22 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Tlemcen selon le diamètre**



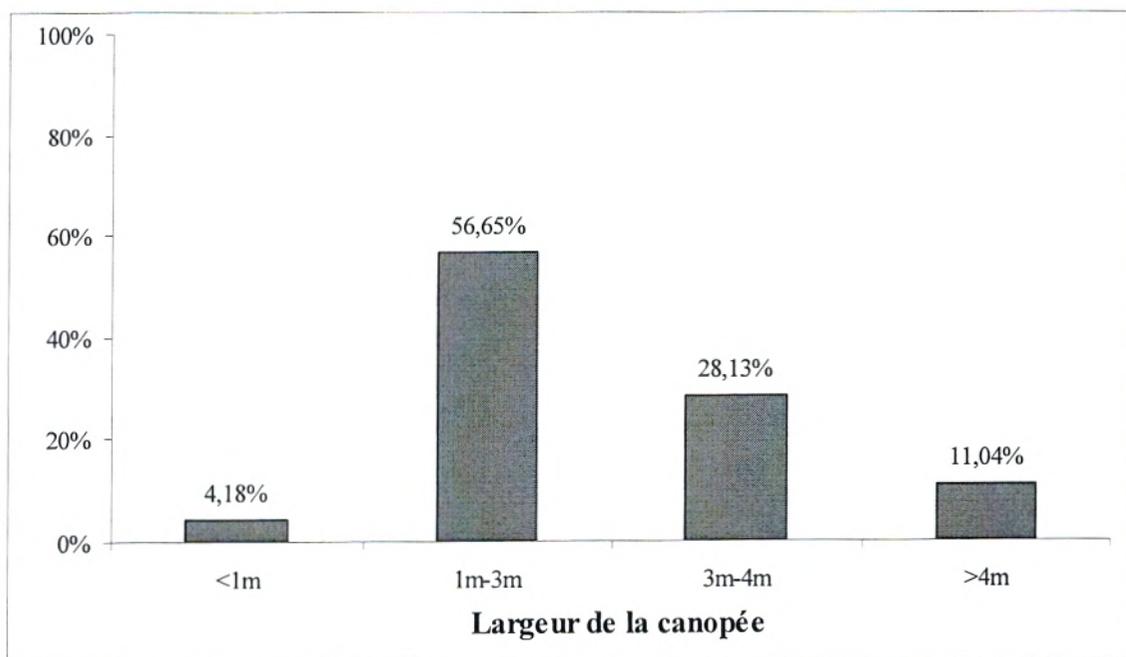
**Figure 23 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Mansourah selon le diamètre**

### c/ Largeur de la canopée

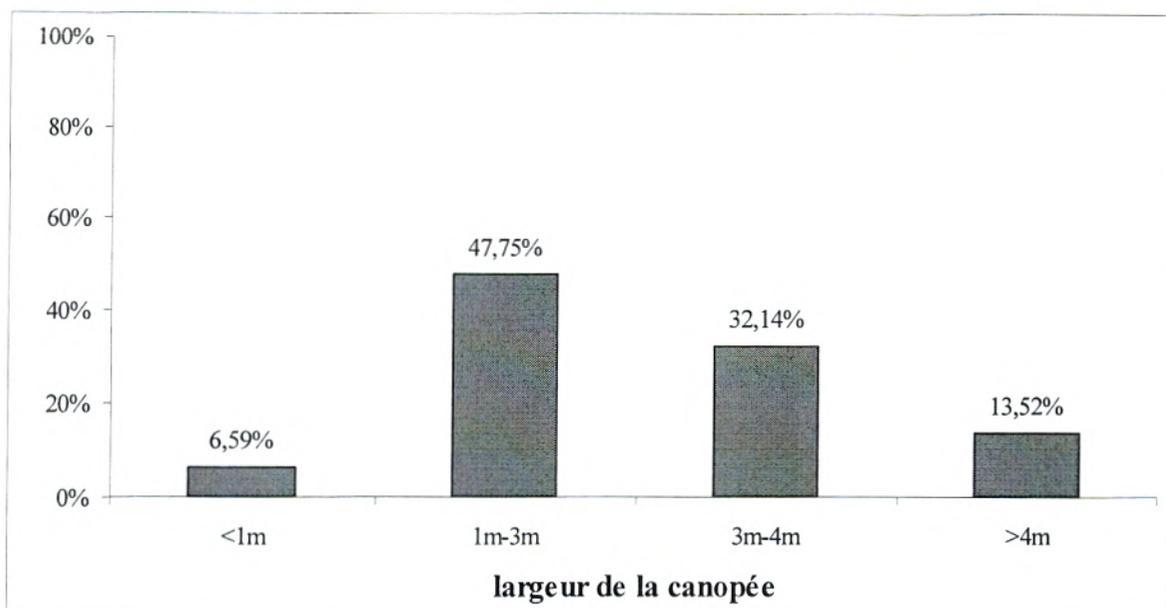
La largeur de la canopée de l'arbre constitue le troisième caractère à étudier pour déterminer l'état sanitaire de la strate arborée. Une large canopée lui correspond des arbres en bonne croissance et dévoile un bon entretien de ces derniers, comme elle constitue un lieu de repos ombragé favorable pour les Culicides adultes.

Dans la commune de Tlemcen, les arbres présentent souvent une canopée à largeur comprise entre 1m et 3 m avec une fréquence de 56,65%, suivis de ceux à largeur de canopée comprise entre 3 m et 4 m avec 28,13%, ensuite viennent les arbres à canopée large de plus de 4 m avec 11,04% et en dernier lieu les arbres à canopée large de moins de 1m avec 4,18% (Fig. 24).

Le même gradient d'importance des arbres selon la largeur de la canopée s'observe dans la commune de Mansourah, avec 47,75% pour les arbres à canopée large entre 1m et 3 m, de 32,14% pour les arbres à canopée large entre 3 m et 4 m, de 13,52% pour les arbres présentant une largeur de canopée supérieure à 4 m et en dernier se classent les arbres avec une canopée large de moins de 1m avec 6,59% (Fig. 25).



**Figure 24 : Fréquence des arbres selon la largeur de la canopée dans la commune de Tlemcen**



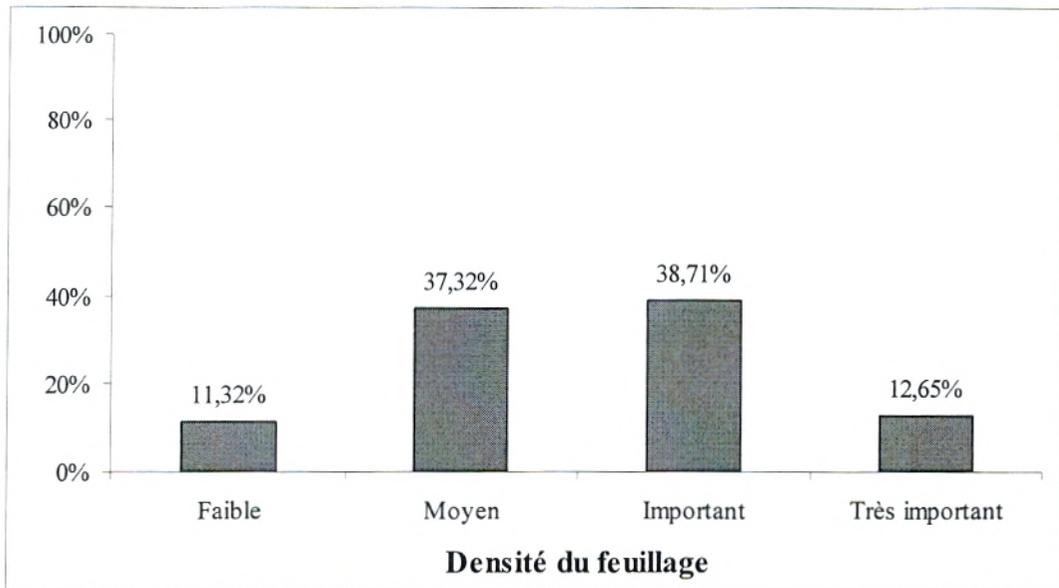
**Figure 25 : Fréquence des arbres selon la largeur de la canopée dans la commune de Mansourah**

#### **d/ Densité du feuillage**

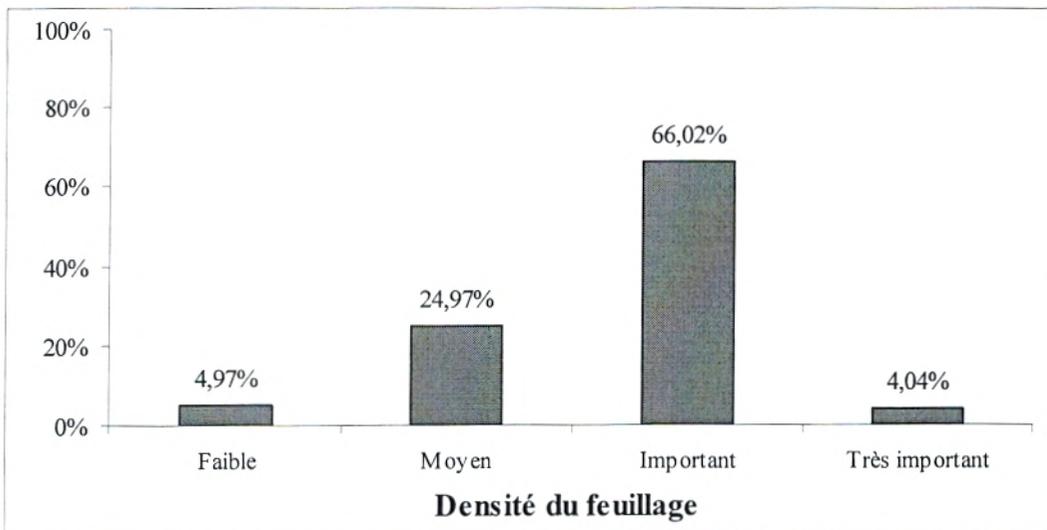
La densité du feuillage joue un rôle très important dans le choix des microhabitats des Culicides dendrotelmes. Ces derniers préfèrent les gîtes ombragés qui atténuent la température et maintiennent l'humidité plus longtemps pour les stades immatures et qui servent d'abris pour les Culicides adultes en phase de repos estival ou hivernal. Généralement les femelles des Culicides dendrotelmes piquent à l'ombre, ce qui fait des milieux ombragés un lieu favorable pour la réactivation et la prolifération de ces dernières.

Pour apprécier ce paramètre, l'étude menée dans les deux communes nous permet de tirer un certain nombre de constatations. Dans la commune de Tlemcen, les arbres à densité du feuillage important constituent la part la plus élevée avec 38,71%, suivis par la classe des arbres à feuillage moyen avec 37,32%. Le reste est constitué par les arbres à feuillage très important avec 12,65%, et les arbres à feuillage faible avec 11,32% (Fig. 26).

Dans la commune de Mansourah, les arbres à feuillage important sont fortement dominants avec 66,02%, viennent ensuite les arbres à feuillage moyen avec 24,97%, suivis des arbres à feuillage faible avec 4,97%. Les arbres à feuillage très important constituent une minorité avec 4,04% (Fig. 27).



**Figure 26 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Tlemcen selon la densité du feuillage**



**Figure 27 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Mansourah selon la densité du feuillage**

#### **e/ Nombre de trou par arbre**

Les arbres présentent à l'intersection des branches, ou le long du tronc, des crevasses dans les quelles s'accumule l'eau de pluie. Ces trous remplis d'eau constituent un milieu favorable pour le développement des Culicides dendrotelmes. Ces cavités se forment dans des arbres au bois compact et dur soit dans la partie axiale du tronc soit au niveau d'une bifurcation. Elles constituent un habitat à répartition discontinue et à condition d'existence plus au moins éphémère. Les parties pourrissantes des troncs

attaquées par des champignons xylophages favorisent le développement des insectes saproxylophages accompagnées de leurs cortèges de prédateurs et de parasites.

Notre prospection nous a permis de mettre en évidence le nombre d'arbre présentant ce phénomène, et combien de trous peuvent-ils renfermés.

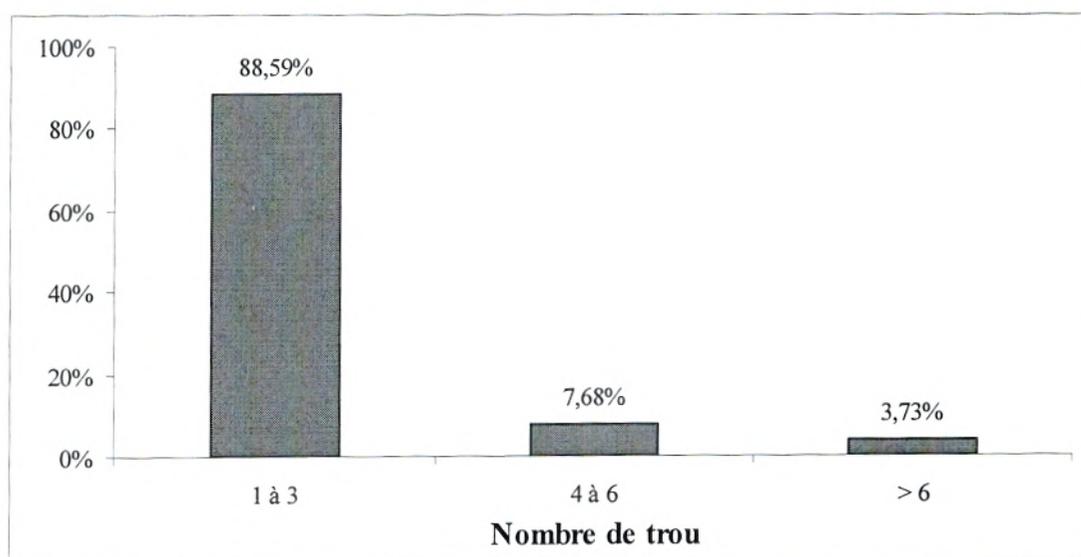
Au niveau de la commune de Tlemcen (Fig. 28), nous avons recensé 1918 arbres sains soit 4/5 des arbres prospectés. Le reste (482 arbres, l'équivalent de 1/5) est composé de :

- 427 arbres qui logent un à trois trous le long des branches soit 88,59%.
- 37 arbres abritant quatre à six trous soit 7,68%.
- 18 arbres logeant plus de six trous soit 3,73%.

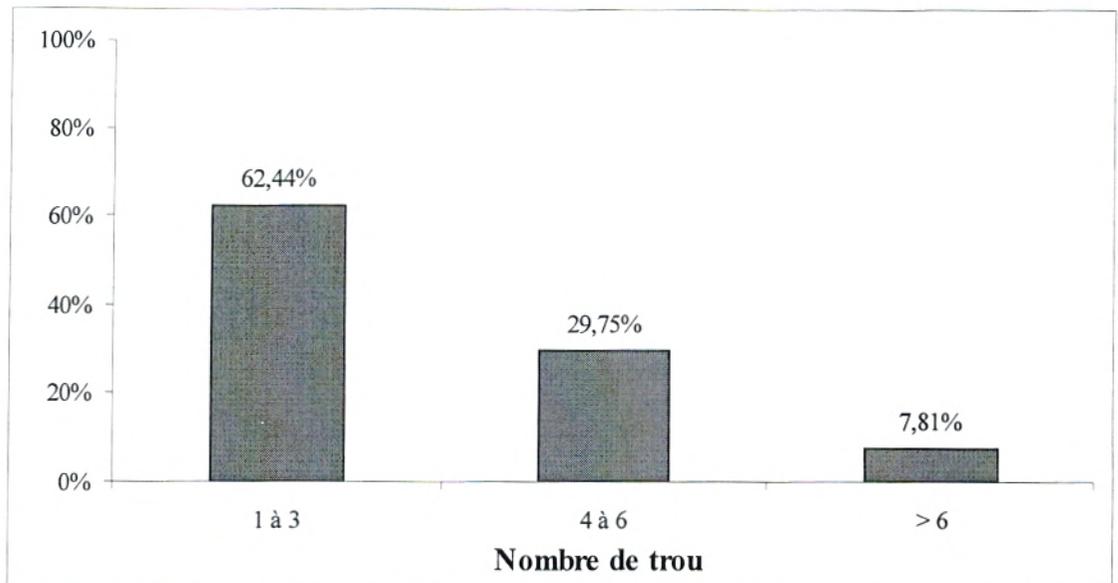
La majorité des arbres présentent moins de trois trous, les arbres fortement atteints d'excavations sont peu nombreux. De ce fait, les arbres pouvant renfermé des gîtes potentiels à Culicides dendrotelmes sont proportionnellement faibles.

A l'égard de la commune de Tlemcen, dans la commune de Mansourah, 2/3 des arbres (559) recensés sont sains, et 1/3 (306 pieds) présentent des arbres à excavations. Ces derniers sont caractérisés par (Fig. 29) :

- 62,44% de sujets renfermant un à trois creux.
- 29,75% de pieds abritant quatre à six creux.
- 7,81% de sujets logeant plus de six creux.



**Figure 28 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Tlemcen selon le nombre de trous.**

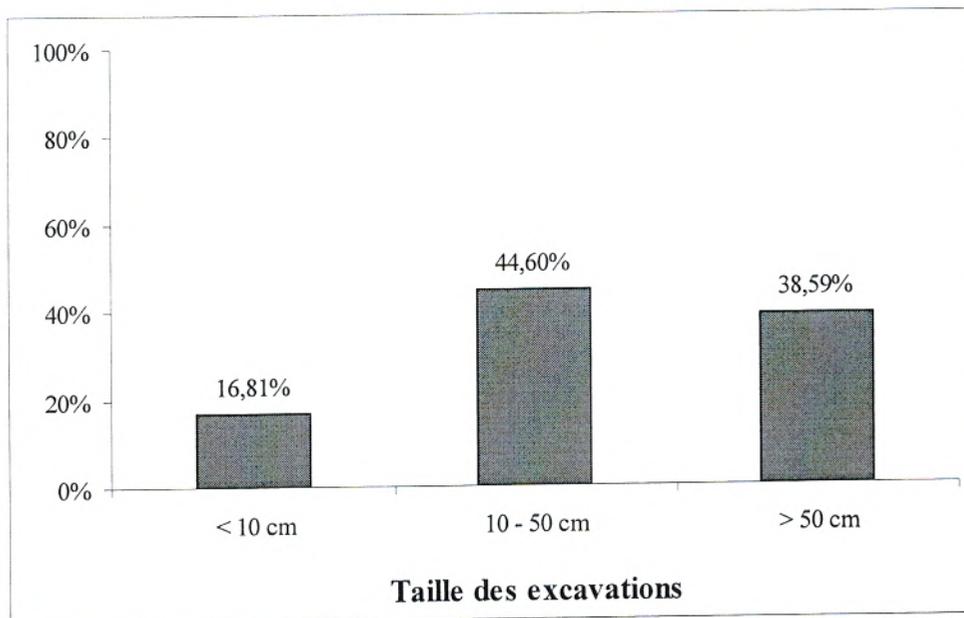


**Figure 29 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Mansourah selon le nombre de trous.**

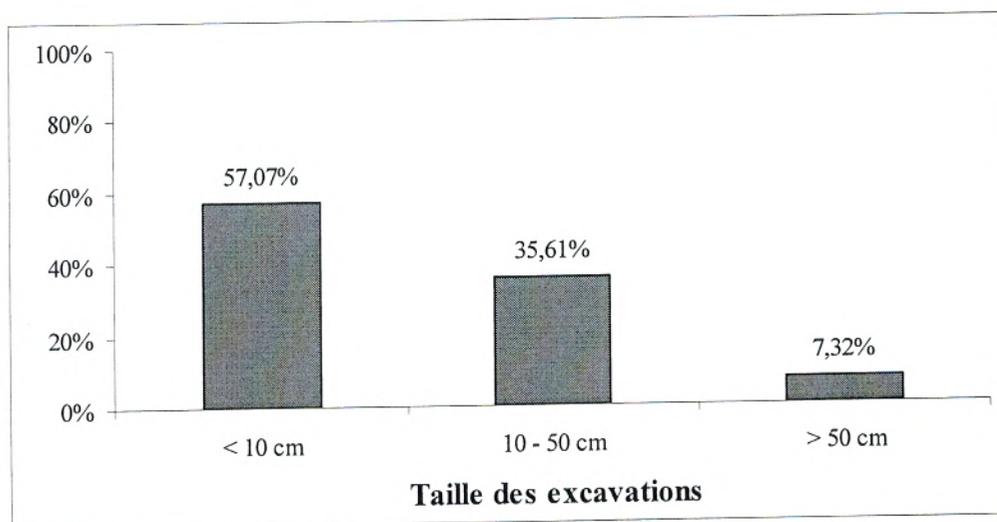
#### **f/ Taille des excavations**

La prospection au niveau de la commune de Tlemcen a démontré que sur l'ensemble des arbres recensés (482 arbres), les arbres présentant des excavations ayant une taille comprise entre 10 cm et 50 cm sont les plus importants avec 44,60%, suivis par ceux qui ont une taille d'excavation supérieure à 50 cm avec 38,59% et en dernier les excavations à taille inférieure à 10 cm avec une fréquence de 16,81% (Fig. 30). Par ailleurs, les creux d'arbres à ouvertures trop importantes, qui ne favorisent pas la création de gîte, sont fortement représentés dans la commune de Tlemcen.

A l'inverse, la prospection au niveau de la commune de Mansourah a dévoilé que plus de la moitié des arbres recensés ont des excavations à taille inférieure à 10 cm (57,07%), pour la plupart situées sur des oliviers, suivie de ceux qui ont une taille d'excavation comprise entre 10 cm et 50 cm avec 35,61%. Les arbres à excavations de diamètre supérieur à 50 cm représentent 7,32% des arbres avec trous (Fig. 31).



**Figure 30 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Tlemcen selon la taille des excavations**



**Figure 31 : Fréquence des arbres recensés dans la commune de Mansourah selon la taille des excavations**

La comparaison entre les deux communes démontre que, la commune de Tlemcen est peuplée en grande partie par des arbres d'ornements (platane, frêne et micocoulier) qui sont vieux et dont la taille dépasse les quatre mètres. Ces arbres ont un diamètre large supérieur à 1m et une canopée plus au moins large avec un feuillage important à moyennement important. Le 1/5 de ces arbres renferme des trous dont la majeure partie de ces essences ont 1 à 3 creux avec une taille d'excavation comprise entre 10 cm et 50 cm. Et que la commune de Mansourah est peuplée par des essences d'arboriculture (olivier) et d'autres

essences sauvages. Cette considérable fraction d'arbres à une taille moyenne comprise entre 2 m et 4 m, avec un diamètre relativement large, une canopée de largeur comprise entre un mètre et trois mètres et un feuillage important. De l'ensemble des arbres recensés, un quart renferme des cavités dont la plus grande part possède un à trois trous au niveau de ses branches avec une taille d'excavation réduite, inférieure à 10 cm.

#### IV-1-2 Etablissement de la carte

Les résultats de l'enquête sur l'état sanitaire des arbres effectuée dans les deux communes, nous a permis de mettre au point une carte du degré de nuisance potentielle engendrée par les Culicides dendrotelmes que nous avons nommé potentiel culicidogène. Ce potentiel traduit la capacité des arbres à renfermer des creux susceptibles de constituer des gîtes à Culicides dendrotelmes qui est évaluée dans cette étude par le rapport du nombre d'arbres renfermant des creux sur le nombre total des arbres prospectés dans chaque quartier. Le tableau VI montre la répartition des arbres creusés de dix essences rencontrés dans les différents quartiers de la commune de Tlemcen.

**Tableau VI : Répartition des arbres par quartier selon le nombre de trous dans la commune de Tlemcen**

Essence	Plat		Frêne		Micoc		Mur		Oliv		Eucal		Pin		Mar		Peup		Fapov		total	
	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A
<b>Sidi Boumediene</b>	0	0	11	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	1
<b>Riat El-Hammar</b>	26	2	6	0	3	4	17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	53	6
<b>Pasteur</b>	43	5	6	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	55	7
<b>Abou Tachfine</b>	9	0	150	0	4	0	0	0	30	10	51	0	9	0	0	0	0	0	0	0	253	10
<b>Sidi Chaker</b>	112	1	23	1	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	143	10
<b>Les Cerisiers</b>	55	1	9	1	8	5	1	1	1	3	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	78	11
<b>Ain Nedjar</b>	18	0	10	1	0	8	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	12
<b>Bel Horizon</b>	42	0	19	1	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	66	13
<b>Birouana</b>	5	0	116	11	3	0	2	0	0	2	1	0	0	0	4	0	0	0	1	2	132	15
<b>Bel Air</b>	18	1	25	7	24	5	1	0	3	5	0	0	0	0	12	8	0	0	0	0	83	26
<b>Agadir</b>	41	26	17	3	10	2	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	4	0	1	0	77	31
<b>Sidi Said</b>	28	2	34	10	34	11	9	6	6	10	3	1	0	0	0	0	4	0	0	0	118	40
<b>El- Kiffane</b>	70	2	95	6	10	7	5	10	9	12	8	10	16	0	4	0	6	0	0	0	223	47
<b>El- Kalaa</b>	120	27	54	1	65	36	6	1	9	6	1	0	0	0	15	5	0	0	6	1	276	77
<b>Centre Ville</b>	241	122	17	19	45	30	0	0	0	0	0	0	4	0	10	5	0	0	3	0	320	176

A : arbres avec des trous      S : arbres sans trous

La répartition des arbres creusés est variable d'un quartier à un autre, nous retenons la distribution suivante :

- **Sidi Boumediene** : représenté par un nombre réduit des arbres soit 11 frênes et deux mûriers.
- **Riat EI-Hammar** : six arbres creusés, représentés par deux platanes et quatre micocouliers.
- **Pasteur** : sur 62 individus, sept arbres creusés appartenant à trois essences, sont respectivement : cinq platanes, un frêne et un seul sujet d'olivier.
- **Abou Tachfine** : dix oliviers creusés seulement sur 263 arbres prospectés dans ce quartier.
- **Sidi Chaker** : présente dix arbres avec des excavations, soit un platane, un frêne, trois micocouliers, deux mûriers et trois marronniers d'Inde.
- **Les Cerisiers** : le nombre total des arbres est réduit soit de 86 individus, dont 11 arbres creusés de différentes essences, cinq micocouliers, deux olivier, un platane, un frêne et un mûrier.
- **Ain Nedjar** : on a compté 12 arbres creusés sur 40 individus prospectés, un frêne, huit micocouliers et trois oliviers.
- **Bel Horizon** : la plupart des arbres creusés sont des oliviers représentés par 12 individus et un seul frêne.
- **Birouana** : le quartier est caractérisé par la jeunesse des arbres. Seulement 15 individus sur 147 arbres qui portent des excavations, qui sont principalement 11 frênes, deux oliviers et deux faux poivriers.
- **Bel Air** : 26 arbres creusés, il s'agit d'un platane, sept frênes, cinq micocouliers, cinq oliviers et huit marronniers d'Inde.
- **Agadir** : on a compté 33 arbres creusés : 26 platanes, trois frênes, deux micocouliers et deux marronniers d'Inde.
- **Sidi Saïd** : le nombre total des arbres creusés est de 40 individus de différentes essences : 11 micocouliers, dix oliviers, dix frênes, six mûriers, deux platanes et un seul eucalyptus.
- **Él- Kiffane** : sur une superficie importante, on a recensé plus de 280 arbres, dont 47 portent des trous, il s'agit de 12 oliviers, dix mûriers, dix eucalyptus, sept micocouliers, six frênes et seulement deux platanes.
- **ÉI- Kalaa** : 77 arbres creusés sur 356 arbres prospectés, il s'agit de 36 micocouliers, 27 platanes, six oliviers, cinq marronniers d'Inde, un frêne et un mûrier.
- **Centre Ville**: c'est le quartier qui renferme un nombre important des arbres creusés soit de 176 individus sur 494, il s'agit de 122 platanes, 30 micocouliers, 19 frênes et cinq marronniers d'Inde.

Dans la commune de Mansourah, les arbres sains sont les plus fréquents, ils représentent environ 64% de la totalité des arbres prospectés.

Le nombre de 3 à 6 trous par arbre représente les 22% des arbres qui sont surtout des oliviers. Chez certains vieux oliviers, le nombre de trous peut atteindre 10 sur le même tronc, plus de 62 % portent des trous dont le nombre varie de 1 à 3.

Le tableau VII montre la répartition des arbres creusés dans les différents quartiers de la commune de Mansourah.

**Tableau VII : Répartition des arbres par quartier selon le nombre de trous dans la commune de Mansourah**

Essence	Oliv		Plat		Frêne		Micoc		Eucal		Mur		P.noir		Fapov		P.blanc		Total	
	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S
<b>Beni Boublène</b>	18	2	5	5	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	23	27
<b>Village de Mansourah</b>	38	39	8	2	10	13	15	30	0	5	0	5	0	0	0	0	0	34	71	128
<b>Mansourah</b>	66	30	8	15	58	20	10	33	0	0	0	6	0	0	0	0	0	10	142	114
<b>Riad Makhoukh</b>	5	4	0	7	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	19
<b>Imama</b>	10	4	0	17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	10	32
<b>Cité Essalem</b>	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	25
<b>Cité des roses</b>	2	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	18	0	0	2	32
<b>Cité Nassim</b>	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	26
<b>1060 logts</b>	1	4	0	0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	12	0	21	0	13	1	56
<b>Village Nedjma</b>	31	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	31	15
<b>Cité militaire</b>	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	5
<b>Bouhanak</b>	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<b>Cité des 400 logts</b>	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
<b>Cité des 500 logts</b>	8	2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	8	14
<b>Cité des 466 logts</b>	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<b>Cité des 200 logts</b>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<b>Cité des 400 logts CNEP</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6
<b>Hebbak</b>	0	3	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	15

L'examen du tableau montre la distribution suivante des arbres dans les différents quartiers :

- **Beni Boublène** : est représenté par 20 oliviers où 18 sont perforés, sur les 10 platanes 5 sont creusés, 10 micocouliers et 10 merisiers sans trous.
- **Village de Mansourah** : 199 arbres examinés, 71 arbres creusés, représentés par 38 oliviers, 8 platanes, 10 frênes, 15 micocouliers.
- **Mansourah** : sur les 256 arbres examinés, 142 arbres perforés appartiennent à quatre essences, soit 66 oliviers, 8 platanes, 58 frênes et 10 micocouliers.

- **Riad Makhoukh** : 5 oliviers sont creusés sur 9.
- **Imama** : on a compté 10 oliviers creusés sur 42 arbres prospectés.
- **Cité Essalem** : est représenté par 25 arbres, tous non creusés.
- **Cité des roses** : 2 oliviers sont creusés sur 34 individus.
- **Cité Nassim** : est représenté par 26 individus, dont 6 platanes, 3 micocouliers et 17 faux poivriers non creusés.
- **1060 logements** : 57 arbres prospectés, dont un seul olivier est perforé.
- **Village Nedjma** : représenté par 46 individus, où 31 sujets d'oliviers sont creusés.
- **Cité militaire** : renferme 18 oliviers, où 13 sont creusés.
- **Bouhanak** : où on a compté 23 jeunes platanes non creusés.
- **Cité des 400 logements** : le nombre total des arbres est réduit soit de 8 essences nouvellement reboisés, il s'agit de 6 platanes, 1 faux poivrier et un seul peuplier noir, tous non creusés.
- **Cité des 500 logements** : représenté par 22 arbres, il s'agit de l'olivier où 2 sont perforés, 10 platanes et 2 faux poivriers non creusés.
- **Cité des 466 logements** : le nombre total des arbres est très réduit soit de 10 essences, il s'agit de 5 oliviers et 5 platanes non creusés.
- **Cité des 200 logements** : représenté par 4 jeunes platanes non creusés.
- **Cité des 400 logements CNEP** : il s'agit de 3 faux poivriers et 3 eucalyptus non creusés.
- **Hebbak** : 15 essences prospectées, soit de 3 oliviers, 9 platanes, 2 peupliers blancs et un seul sujet de l'eucalyptus non creusés.

La carte d'occupation du sol au 1/75000<sup>ème</sup> fournie par l'URBAT (2000), exposant les différents quartiers, a servi de support cartographique. Pour bien délimiter les différentes aires selon leur potentiel, nous avons travaillé à grande échelle (1/10000<sup>e</sup>), puis réduit celle-ci au 1/75000<sup>e</sup> pour la commune de Tlemcen et au 1/90000 pour la commune de Mansourah, pour commodité de présentation.

Nous avons délimité les principaux quartiers prospectés puis calculé la proportion des arbres avec creux présents dans chaque quartier. Nous avons ainsi dégagé quatre classes dans la commune de Tlemcen et trois classes dans la commune de Mansourah. Chaque classe représente une zone ou une aire culicidogène selon son potentiel à renfermer des arbres creusés.

La carte de la commune de Tlemcen est représentée en quatre aires à potentiels culicidogènes différents (Fig. 32) :

- une aire à fort potentiel culicidogène, représentée par le quartier du centre ville qui présente entre 30 à 40% des arbres creusés. Afin de bien mettre en évidence cette zone, nous l'avons figurée par la couleur violette ;

- une aire à potentiel culicidogène moyen, représentée par les quartiers dont le pourcentage des arbres avec creux varie entre 20 et 30, rassemblant les quartiers de Bel Air, El Kalaa, Agadir, Sidi Saïd et Ain Nedjar. La surface de cette zone est symbolisée en couleur orange ;
- une aire à potentiel culicidogène faible, dessinée sur la carte par la couleur marron. Elle concerne les quartiers de Kiffane, Pasteur, Cerisiers, Bel Horizon, Birouana et Riat el Hammar avec une proportion des arbres avec excavations variant entre 10 et 20%.
- Une zone à très faible potentiel culicidogène, caractérisée par trois secteurs qui sont Abou Tachfine, Sidi Chaker et Sidi Boumediène où moins de 10% des arbres sont creusés. Cette zone est colorée en vert.

La carte de la commune de Mansourah est représentée par trois secteurs illustrés dans la carte (Fig. 33). Seuls les frênes, les platanes et le micocoulier sont pris en compte. Tous les trous d'olivier ont été prospectés et aucun n'a été impliqué dans la création de gîtes. Les trous des oliviers très vieux sont perméables et ne retiennent pas l'eau, il nous a semblé judicieux de l'écarté pour ne pas biaiser les résultats.

D'après BROSSE (2001), le tronc de l'olivier devient extrêmement noueux avec l'âge, lorsque les températures deviennent trop basses (au dessous de zéro), il est anéanti par le gel.

- **Secteur de moins de 10% des arbres avec excavations** : Il est indiqué sur la carte par la couleur verte claire et concerne les quartiers suivants : cité des roses, cité Essalem, cité des 1060 logements, Riad Makhoukh, cité Nassim, Bouhannak, cité des 400 logements, cité des 500 logements, cité des 466 logements, cité des 200 Logements et la cité militaire, village Nedjma et Beni Boublène.
- **Secteur de 10 à 25% des arbres avec excavations** : Il est présenté sur la carte par la couleur verte foncé et renferme les quartiers suivants : Village de Mansourah et Imama.
- **Secteur de 25 à 35% des arbres avec excavations** : Il est indiqué sur la carte par la couleur orange, il est représenté par un seul quartier correspondant à Mansourah (monument).



Figure 32 : Carte des aires culicidogènes potentielles de la commune de Tlemcen

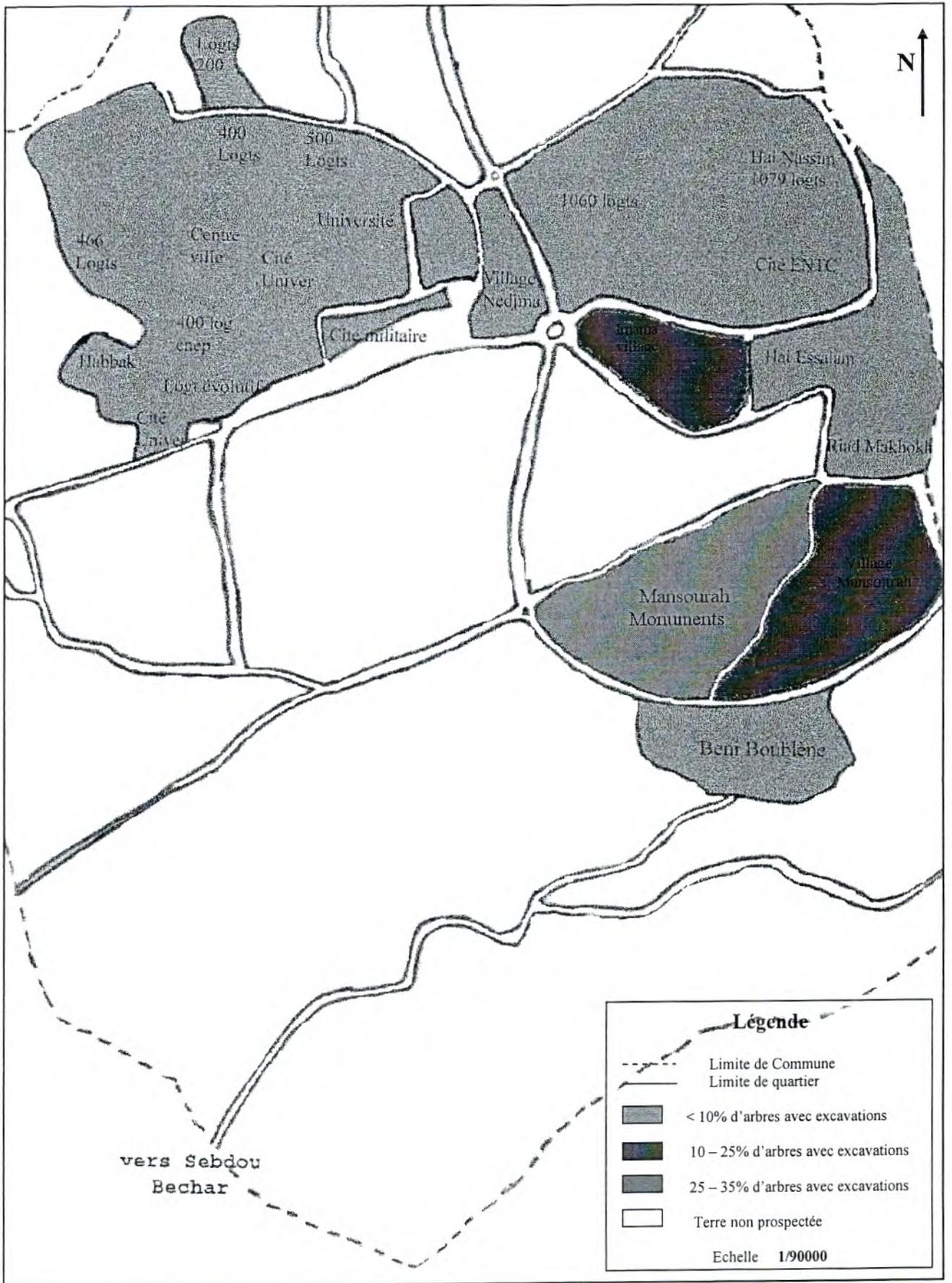


Figure 33 : Carte des aires culicidogènes potentielles de la commune de Mansourah

## IV-2 Composition de la faune culicidienne

Sur les 3265 arbres inventoriés, nous avons repéré seulement dix gîtes fonctionnels dans différents types d'essences forestières et dans différents types de milieu. Certains de ces gîtes (gîte 01, gîte 02 et gîte 03) ont montré un fonctionnement continu durant toute l'année, le reste des gîtes se sont marginalisés par leur fonctionnement irrégulier de courte durée voire même éphémère. La prospection de ces trous nous a permis de récolter quatre espèces sur les six espèces citées dans la littérature. Le tableau VI résume l'ensemble des données concernant chaque gîte.

**Tableau VIII : Les gîtes fonctionnels rencontrés et la composition de la faune Culicidienne**

Gîte prospecté	Localité	Essence forestière	Espèce Culicidienne rencontrée	Nombre d'individus
Gîte 01	Jardin public de Hartoun	Micocoulier ( <i>Celtis australis</i> )	<i>Ae. geniculatus</i>	822
Gîte 02	Station de Mansourah	Frêne ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Ae. berlandi</i> <i>Ae. pulcritarsis</i>	260 72 10
Gîte 03		Frêne ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Ae. berlandi</i> <i>Ae. pulcritarsis</i>	7 910 13
Gîte 04	Grand bassin	Platane ( <i>Platanus acerifolia</i> )	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Ae. echinus</i>	84 15
Gîte 05		Platane ( <i>Platanus acerifolia</i> )	<i>Ae. geniculatus</i>	10
Gîte 06	Hartoun	Micocoulier ( <i>Celtis australis</i> )	<i>Ae. echinus</i>	7
Gîte 07		Frêne ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Ae. echinus</i>	8 7
Gîte 08	Kalaa	Platane ( <i>Platanus acerifolia</i> )	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Ae. berlandi</i>	13 02
Gîte 09	Jardin public de Hartoun	Cyprés ( <i>Cupressus sempervirens</i> )	<i>Ae. geniculatus</i>	03
Gîte 10	Terrain agricole à Mansourah	Frêne ( <i>Fraxinus excelsior</i> )	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Ae. berlandi</i> <i>Ae. pulcritarsis</i> <i>Ae. echinus</i>	51 84 3 2

Les dix gîtes fonctionnels rencontrés abritent quatre Culicides dendrotelmes, appartenant au même genre, il s'agit d'*Ae. berlandi*, *Ae. geniculatus*, *Ae. echinus* et *Ae. pulcritarsis*. Ces dix gîtes fonctionnels se répartissent sur quatre essences forestières qui sont par ordre croissant d'importance, le frêne (04), le platane (03), le micocoulier (02) et le cyprès. L'examen du tableau VIII montre clairement la distribution des espèces dans les différents gîtes et la variation de leurs densités totales. A ce stade de travail, nous pouvons retenir un certain nombre de remarque :

- *Ae. geniculatus* colonise tous les gîtes, sauf le gîte 06, creux dans un micocoulier. Il est seul dans les gîtes 01, 05 et 09, mais cohabite avec les autres espèces dans le reste des gîtes. Il vit en association avec *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis* dans les gîtes 02 et 03, seulement avec *Ae. berlandi* dans le gîte 08, avec *Ae. echinus* dans les gîtes 04 et 07, et avec les trois autres espèces dans le gîte 10. A l'égard du gîte 03, 05, 07, 08 et 09 (7 individus, 10, 08, 13 et 03 individus respectivement), cette espèce présente un effectif important dans le gîte 04 et 10 (84 individus et 51 individus respectivement), très important et largement dominant dans le gîte 02 (260 individus), cependant beaucoup plus élevé dans le gîte 01 (822 individus) où elle est seule.
- *Ae. berlandi* se rencontre dans quatre gîtes (02, 03, 08 et 10) avec une dominance nette dans le gîte 03 (910 individus contre 72 individus pour le gîte deux et deux individus pour le gîte 08) et le gîte 10 (84 larves contre 51 individus d'*Ae. geniculatus*, trois larves d'*Ae. pulcritarsis* et deux larves d'*Ae. echinus*). Tandis qu'*Ae. pulcritarsis* n'a été récolté que dans trois gîtes (02, 03 et 10) avec des effectifs minimes n'excédant pas 10 larves dans le gîte 02, 13 larves dans gîte 03 et 3 individus dans le gîte 10.
- *Ae. echinus* est présent dans les gîtes 04, 06, 07 et 10 avec des faibles densités (15 individus pour le gîte 04, sept individus pour les gîtes 06 et 07 et deux individus dans le gîte 10). Il est présent seul dans le gîte 06, mais en association avec *Ae. geniculatus* dans les gîtes 04 et 07 et avec les trois autres espèces dans le gîte 10.
- L'eau des creux du Cyprès constitue un milieu très original qui n'a jamais été signalé auparavant, abritant ainsi l'espèce *Ae. geniculatus*.
- L'association des espèces diffère d'un gîte à un autre, dans le gîte 10, les quatre espèces cohabitent. Le frêne présente une association de trois à deux espèces, par contre dans les creux du micocoulier, nous avons noté la présence d'une seule espèce.
- *Ae. geniculatus* est l'espèce dendrotelme la plus constante (9/10), *Ae. berlandi*, moins fréquente, peut être qualifiée d'accessoire, elle est présente dans quatre gîtes alors que *Ae. echinus* et *Ae. pulcritarsis* sont des espèces plus rares. Ces dernières sont à la fois peu fréquentes et peu abondantes.

L'existence et la coexistence des quatre espèces, dans un milieu aussi restreint, dépendent des valeurs intrinsèques de chacune des espèces mais également des variations des facteurs du milieu que nous abordons plus largement dans les paragraphes suivants.

### IV-3- Caractéristiques des gîtes

#### IV-3-1 Caractéristiques physiques

Le tableau suivant résume l'ensemble des caractéristiques physiques des gîtes larvaires fonctionnels rencontrés.

**Tableau IX : Caractéristiques physiques des gîtes dendrotelmes**

Gîte	Hauteur sur l'arbre (m)	Exposition	Profondeur du gîte (cm)	Diamètre (cm)	Volume d'eau (l)
Gîte 01	2.10	N	24	15	3.2
Gîte 02	1.17	S-E	18	24	3.5
Gîte 03	0.32	N-E	17.5	28	4.5
Gîte 04	2.13	N-E	37	21	1.5
Gîte 05	2.48	E	28	13.3	1.7
Gîte 06	1.23	S-E	7	10	1
Gîte 07	2.10	E	22.9	9.6	0.87
Gîte 08	1.69	E	42	16.3	1.2
Gîte 09	1.95	S	9	10	0.72
Gîte 10	1.78	N	26	13	1.3

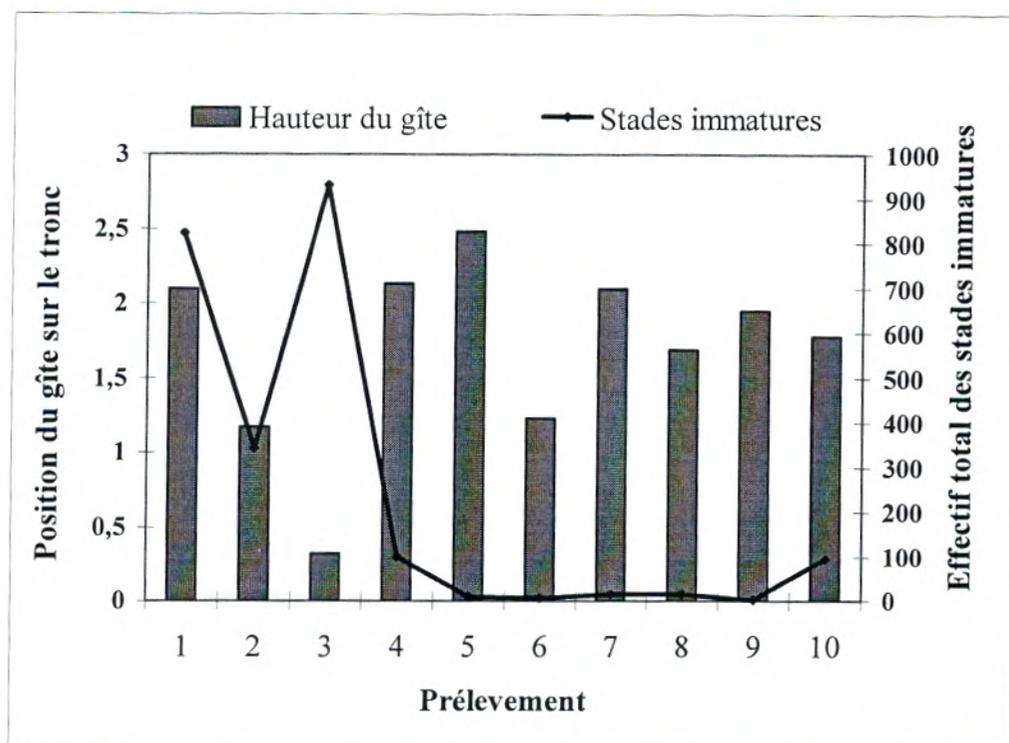
Le gîte 01 est un creux dans un micocoulier (*Celtis australis*), situé à 2,10 m entre les branches maîtresses de l'arbre. Sa profondeur est relativement importante de l'ordre de 24 cm et le diamètre de l'ouverture est réduit équivalent à 15 cm.

Les deux autres gîtes (02 et 03) de la station de Mansourah, sont des creux localisés sur des frênes (*Fraxinus excelsior*). Le gîte 02, situé dans la partie médiane de l'arbre à 1,17 m du sol, présente une ouverture large de 24 cm et peut contenir un volume d'eau maximal de 3,2 litres. A une profondeur presque similaire au gîte 02, le diamètre de l'ouverture du gîte 03 est légèrement plus large, égale à 28 cm. Ce gîte favorise une accumulation plus importante de l'eau (volume maximal atteint 3,52 l). Sa position par rapport au raz du sol lui confère des caractéristiques très particulières.

Les trois premiers gîtes retenus pour le suivi démoécologique, à l'égard des autres gîtes prospectés, présentent certaines caractéristiques physiques qui leurs permet d'être fonctionnels pendant presque toute l'année sauf durant la mauvaise saison où la forte évaporation provoque l'assèchement de ces derniers.

### IV-3-1-1 Hauteur sur l'arbre

La position du gîte sur le tronc ne semble pas être un facteur primordial, nous ne notons pas de corrélation nette entre le nombre des stades immatures et ce paramètre (Fig. 34).

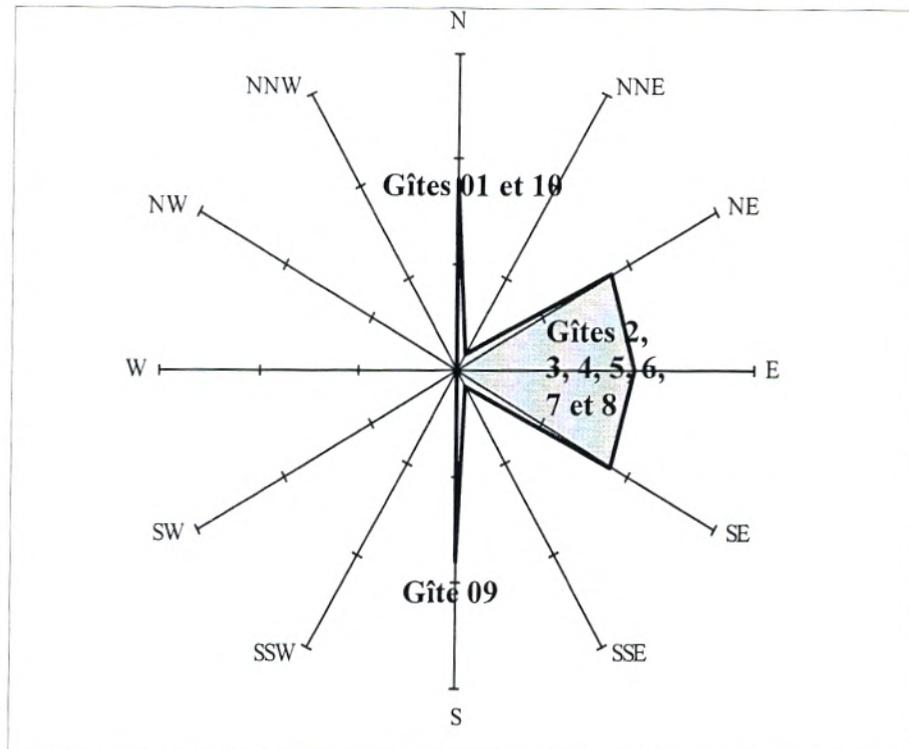


**Figure 34 : Variation des effectifs totaux des stades immatures en fonction de la hauteur du gîte**

Le creux est variable dans sa position sur le tronc (Fig. 34), la hauteur minimale est notée à 32 centimètre simplement au dessus du raz du sol. Le gîte 05 est situé à une hauteur maximale de 2,48m, correspondant au point le plus élevé sur le tronc. Neuf gîtes sur dix sont localisés à plus de un mètre d'élévation au dessus du sol dont quatre gîtes sont à une hauteur de plus de deux mètres, ce qui rend l'accès et les prélèvements difficiles.

### IV-3-1-2 Exposition du gîte

L'exposition des creux peut constituer un facteur déterminant dans le choix des lieux de pontes par les femelles des Culicides dendrotelmes. Elle joue un rôle considérable dans la nature du microclimat par l'intermédiaire des deux facteurs climatiques : vents et intensité lumineuse. Pour bien mettre en valeur ce paramètre vis-à-vis du facteur climatique « vents », nous avons dessiné la position de chaque gîte selon l'exposition, les données sont illustrées par la figure 35. L'exposition à la lumière sera traitée dans le paragraphe suivant.



**Figure 35 : Exposition des différents gîtes fonctionnels**

La majorité des gîtes fonctionnels sont à exposition Est, deux gîtes sont à exposition Nord et un seul gîte à exposition Sud. Aucun gîte n'est à exposition Ouest, ce phénomène est probablement lié à la direction des vents dominants dans la région qui sont de direction Ouest et Nord-Ouest. Les femelles éviteraient donc de pondre dans des gîtes fortement exposés aux vents.

Par ailleurs, les gîtes exposés à l'Ouest sont soumis en conséquence à une insolation de plus longue durée, ce qui entraîne une augmentation de température et favorise l'évaporation de l'eau. Ce phénomène entraverait donc la mise en eau des creux d'arbres et par voie de conséquence le développement des stades immatures des Culicides dendrotelmes.

#### **IV-3-1-3 Profondeur du gîte**

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

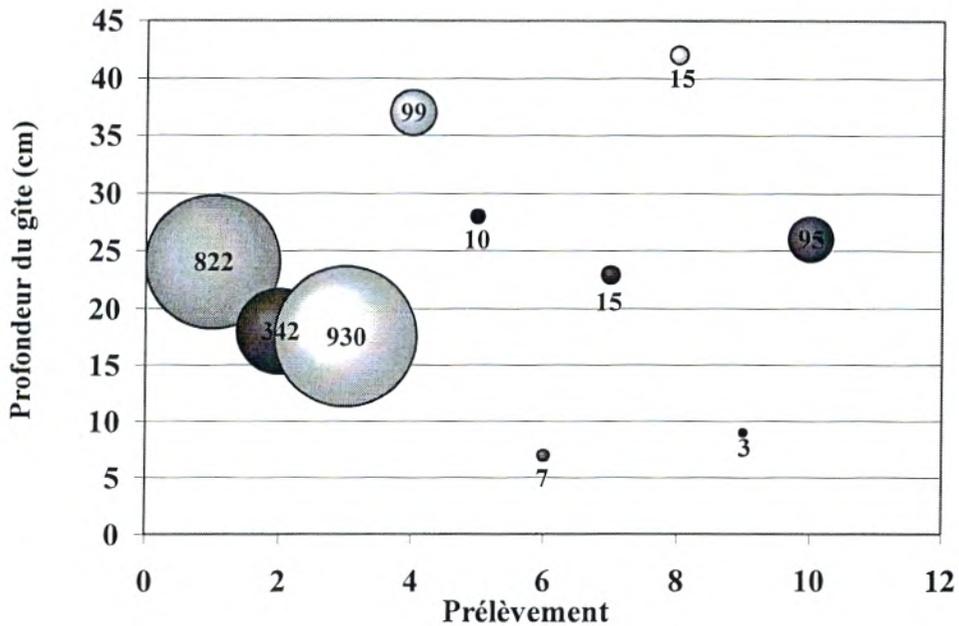
- le gîte profond, dans le cas où la profondeur est supérieure à 50 centimètres ;
- le gîte superficiel regroupe les gîtes peu profonds (moins de 50 centimètres).

En général, les Culicides fréquentent rarement des gîtes profonds, mais recherchent des plans d'eau où la température de l'eau y augmente rapidement, 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 plupart 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.

Pour montrer l'importance de ce facteur physique, nous avons réalisé la figure 36 qui montre la distribution des effectifs des stades immatures selon la profondeur du gîte.



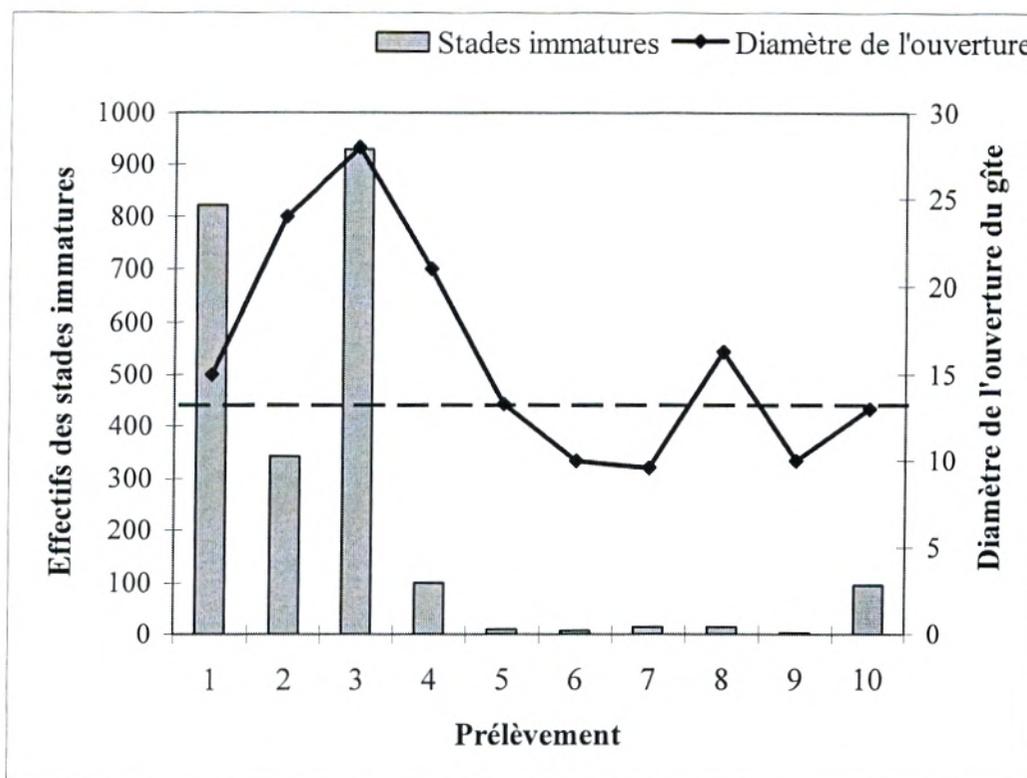
**Figure 36 : Variation des effectifs des stades immatures en rapport avec la profondeur du gîte**

Les gîtes les plus productifs ont une profondeur comprise entre 10 et 30 centimètres. Ce paramètre ne semble pas très déterminant dans le fonctionnement des gîtes. Trois autres gîtes, de profondeurs similaires, restent alors très peu productifs. Toutefois, nous notons pour les gîtes de profondeurs extrêmes, des effectifs relativement réduits. Les gîtes peu profonds sont à caractère éphémère, ils accumulent de faibles quantités d'eau, ce phénomène ne favorise pas le développement larvaire.

#### **IV-3-1-4 Diamètre du gîte**

Le diamètre de l'ouverture du gîte est un facteur certes secondaire mais il contrôle les conditions à une micro échelle. Ainsi, les ouvertures trop importantes favorisent l'accumulation de la matière organique mais entraînent également l'évaporation de l'eau. Par contre, les gîtes à faibles ouvertures, accumulent

difficilement les débris organiques mais atténuent considérablement les variations des températures à l'intérieur du gîte qui permettent en conséquence une submersion de durée plus longue. La figure 37 met en rapport le diamètre de l'ouverture du gîte et les effectifs des stades immatures. Le coefficient de corrélation calculé est égal à 0,64.

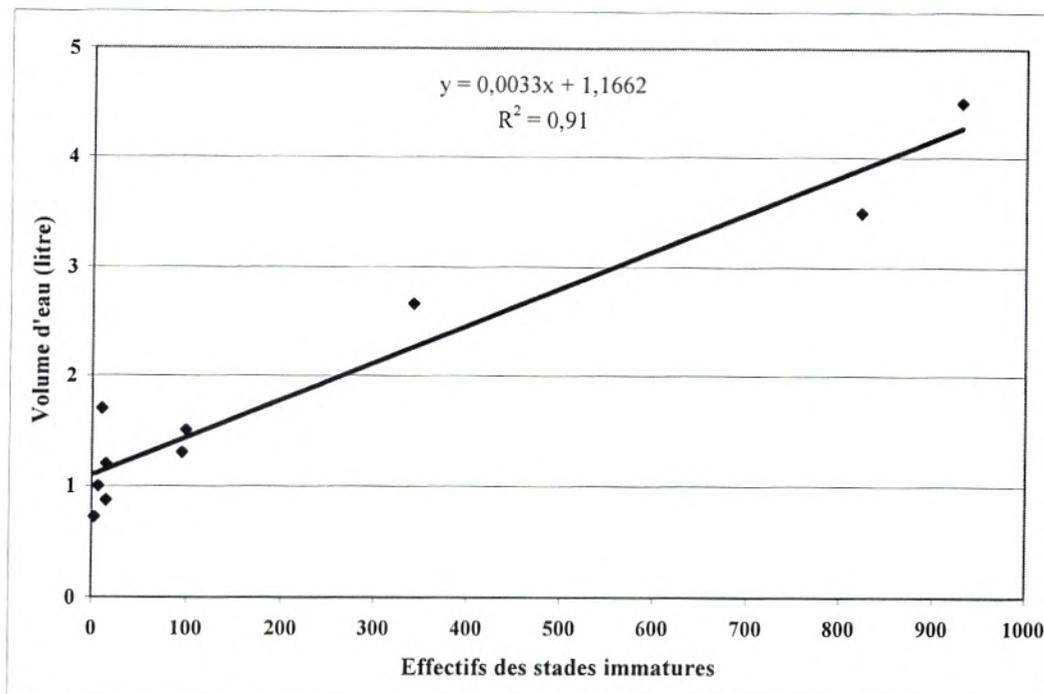


**Figure 37 : Variation des effectifs des stades immatures en fonction du diamètre de l'ouverture du gîte**

La productivité des gîtes est donc moyennement corrélée au diamètre de l'ouverture du creux d'arbre. Les gîtes à ouvertures relativement faibles sont les moins productifs. Les trois gîtes les plus prolifiques et qui ont montré un fonctionnement plus ou moins régulier sont à ouvertures plus importantes. Ce diamètre de l'ouverture du creux relativement élevé facilite l'accumulation des matières nutritives pour les stades immatures et semble maintenir un volume d'eau plus stable. Lors de la prospection préliminaire, tous les creux examinés, ayant un diamètre supérieur à 30 cm, se sont avérés stériles.

#### IV-3-1-5 Volume d'eau maximal

L'exploration de la relation entre la productivité d'un gîte et le volume d'eau que peut contenir ce dernier repose sur une analyse de régression linéaire (Fig. 38).



**Figure 38 : Relation entre l'abondance des stades immatures et le volume d'eau total enregistré**

L'abondance des espèces dendrotelmes croit avec la capacité d'un gîte à retenir un volume d'eau maximal. Avec un coefficient de corrélation de 0,91, il y a donc une relation hautement significative entre la productivité culicidienne et la quantité d'eau stockée dans un gîte.

Les trois gîtes les plus productifs ont un volume d'eau supérieur à trois litres. La capacité à retenir l'eau dépend étroitement de la qualité du creux qui découle de la nature du bois et la morphologie du creux.

#### **IV-3-1-6 Morphologie du creux et éclairage**

La lumière exerce une influence sur la plupart des êtres vivants par son intensité ou sa qualité. La durée d'exposition à la lumière ou le degré d'insolation des gîtes peut être notée comme prépondérante et ceci pour de nombreux Culicides. Les espèces dendrolimniques, appartiennent au groupe des espèces des gîtes ombragés (HASSAINE, 2002), leurs gîtes sont rarement exposés à de forts éclairagements. Toutefois, l'intensité lumineuse reçue varie, dans les trois gîtes les plus productifs.

Le gîte 01 reçoit peu de lumière ; l'exposition Nord de ce gîte, l'ouverture réduite et la profondeur importante, atténuent considérablement l'intensité de la lumière à l'intérieur de ce gîte. Les gîtes 02 et 03 sont relativement moins ensoleillés. Toutefois, les caractéristiques physiques favorisent une durée d'exposition à la lumière plus longue. Le gîte 03 est le plus ensoleillé des trois, la canopée du frêne reste plus réduite.

Le rayonnement lumineux perçu augmente la température de l'eau et favorise l'activité des microorganismes.

Présent dans les trois gîtes, *Ae. geniculatus* semble plus tolérant à la grande variation de l'intensité lumineuse, alors que *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis* préfèrent des gîtes bien ombragés où l'éclairement direct est fortement atténué. La diminution de l'éclairement favorise le maintien du plan d'eau plus longtemps et empêche l'évaporation ce qui facilite le développement larvaire.

### **IV-3-2 Caractéristiques physico-chimiques**

L'eau indique pour les Culicides un milieu de vie où les composantes chimiques jouent un rôle important (BENKALFAT-EL HASSAR (1991) ; BERCHI (2000) ; HASSAINE (2002).

Les résultats des analyses des paramètres physico-chimiques effectuées dans les trois gîtes, lors du suivi annuel, sont consignés dans les tableaux X, XI et XII. Nous commentons, en premier lieu, chaque paramètre isolément puis nous rechercherons les facteurs clés en combinant l'ensemble des données que nous traiterons ultérieurement par une analyse en composantes principales (ACP).

#### **a- Température de l'eau**

La température combinée à d'autres facteurs écologiques agit directement sur le développement et la croissance larvaire, elle contrôle l'hibernation et la nymphose des Culicides en général mais également celles des espèces dendrotelmes, elle agit principalement sur la vitesse de développement des larves et des pupes.

La température élevée de l'eau favorise le développement larvaire des Culicides dendrotelmes, elle varie en fonction de celle de l'air, plus celle-ci s'élève plus la température de l'eau augmente. Elle atteint son minimum dans les trois gîtes pendant l'hiver lorsque la température de l'air est très basse, avec 6.9°C au mois de janvier pour le gîte 01, 4.2°C au mois de décembre pour le gîte 02 et 03. Son maximum est observé au mois de juillet dans le gîte 02 avec 26.5°C, et au mois d'août pour le gîte 01 et 03 avec 22.1°C et 22.6°C respectivement. Le gîte 01, avec une ouverture plus étroite et une profondeur plus importante, présente un écart thermique plus réduit.

L'influence de la température de l'air sur la température de l'eau des gîtes 02 et 03 est plus marquée, due essentiellement à la morphologie des creux à savoir une profondeur plus faible et une ouverture plus large.

Par ailleurs, les trois espèces dendrolimniques rencontrées semblent tolérées des températures de l'eau très basses atteignant 4 à 6°C.

**Tableau X : Variation temporelle des paramètres physicochimiques dans le gîte 01**

Date	Température de l'air (°C)	Température de l'eau (°C)	PH	Conductivité (µS/cm)	Oxygène dissous (mg/l)	Matière organique (g/l)	Salinité (g/l)
12-mai	13.6	8.9	7.45	1420	0.26	3.65	0.5
27-mai	18.6	13.3	7.48	1537	0.71	3.48	0.6
10-juin	19.4	17.1	7.59	1882	1.57	3.96	0.8
20-juil	26.5	20.2	7.29	1637	1.32	2.45	0.5
28-juil	26.2	21.6	7.56	1890	0.19	2.14	0.8
04-août	22.9	22.1	7.67	2130	0.14	2.78	0.9
15-oct	21.6	18.3	7.51	1517	0.81	2.54	0.7
29-oct	20.9	16.6	7.14	1731	1.25	3.14	0.6
19-nov	17.4	14.2	7.34	1329	1.13	3.25	0.6
26-nov	13.1	13.7	7.28	1582	0.94	2.94	0.5
11-déc	13.1	11.3	7.6	1634	0.73	3.05	0.7
20-déc	12.3	8.4	7.42	1478	0.54	2.45	0.6
14-janv	8.1	6.9	7.36	1624	0.16	2.81	0.3
26-janv	10.8	8.5	7.19	1354	0.29	2.64	0.4
09-févr	8.8	7.9	7.54	1462	0.84	2.93	0.5
18-févr	15.1	11.1	7.13	1587	0.37	3.21	0.6
14-mars	12.6	11	7.7	1416	0.34	3.65	0.5
26-mars	19.3	15.3	6.9	1545	0.17	3.93	0.6
03-avr	15.4	12	7.05	1622	0.31	3.89	0.6
12-avr		9.4	7.65	1414	0.01	3.97	0.5

X : Valeur maximale

X : Valeur minimale

**Tableau XI : Variation temporelle des paramètres physicochimiques dans le gîte 02**

Date	Température de l'air (°C)	Température de l'eau (°C)	PH	Conductivité (µS/cm)	Oxygène dissous (mg/l)	Matière organique (g/l)	Salinité (g/l)
15-mai	21.1	17.5	8.82	9420	1.32	11.35	5.2
22-mai	20.3	15.5	8.72	10180	0.06	11.98	5.7
03-juin	29.6	17.2	8.63	9840	0.1	12.65	5.5
11-juin	23	17.8	8.59	9630	0.94	13.48	5.4
20-juil	30.5	22.4	9.69	10130	0.06	11.89	6.1
28-juil	27.3	21.9	9.88	9930	0.06	10.32	5.9
13-oct	20.6	15.2	9.43	9340	0.09	10.78	4.6
29-oct	19.3	14.8	9.12	8490	0.15	11.35	4.2
19-nov	18.9	14.2	8.78	7930	0.17	11.88	3.9
26-nov	18.2	11.9	8.4	7000	0.2	11.59	3.8
10-déc	14.2	6.5	8.48	7340	0.16	10.98	3.9
20-déc	11.8	6.1	8.56	7220	0.42	10.78	3.7
30-déc	7.9	4.2	8.74	7310	0.31	11.05	3.6
14-janv	11.8	4.9	8.63	6980	0.09	11.43	3.8
26-janv	9.8	4.8	8.42	7050	0.34	11.86	3.4
09-févr	14.4	7.4	8.6	6670	0.47	12.05	3.2
18-févr	14.9	8.2	8.72	6240	0.56	12.73	3.5
12-mars	18.8	10.4	8.59	5660	0.45	13.45	3
20-mars	23.1	13.4	8.57	6030	0.57	13.94	3.2
28-mars	14	12.2	7.01	6350	0.63	14.52	3.4
13-avr	16.1	10.1	8.69	5710	0.01	14.12	3

X : Valeur maximale

X : Valeur minimale

**Tableau XII : Variation temporelle des paramètres physicochimiques dans le gîte 03**

Date	Température de l'air (°C)	Température de l'eau (°C)	PH	Conductivité (µS/cm)	Oxygène dissous (mg/l)	Matière organique (g/l)	Salinité (g/l)
15-mai	15	12	9.2	18390	0.1	40.08	10.7
22-mai	16.7	14.4	9.08	15000	0.05	38.45	8.6
03-juin	30.2	18.6	8.75	15560	0.08	34.71	9
11-juin	24.4	17.6	8.84	16090	0.07	35.32	9.4
20-juil	29.2	21.2	9.02	21700	0.06	31.27	13
28-juil	27	21.5	9.11	22700	0.08	31.94	13.7
03-août	28.2	22.6	9.06	19990	0.07	30.13	11.9
10-août	25.6	21.5	9	18960	0.07	30.84	11.3
13-oct	19.1	15.1	9.03	14560	0.24	33.48	8.5
29-oct	18.5	11.8	9.09	13840	1.1	34.29	8.1
19-nov	17.5	10.4	8.92	12410	0.09	33.86	7.4
26-nov	19.3	11.7	8.92	11800	1.39	34.58	6.6
10-déc	12.7	6.2	9.01	13080	0.1	36.21	7.3
20-déc	9.5	5.5	9.13	12870	0.24	37.14	7.6
30-déc	6.4	4.2	8.96	12340	0.09	36.73	8.1
14-janv	11.3	5.8	9.1	13650	0.15	35.89	7.4
26-janv	10.5	6	8.83	13790	0.19	35.14	7.5
09-févr	13.6	8.6	8.73	12720	0.08	37.64	6.9
18-févr	14.7	9.2	8.92	13080	0.07	38.56	6.7
12-mars	17.5	10.9	9	13550	0.19	39.14	7.7
20-mars	22.1	14	8.88	12300	0.15	40.45	7.3
28-mars	13.3	11.7	7	12840	0.2	41.12	7.3
13-avr	16.9	10.2	9	13300	0.01	41.66	7.6

X : Valeur maximale

X : Valeur minimale

## **b- Le pH**

De nombreux auteurs indiquent que ce paramètre n'aurait aucune action directe sur les Culicides (HOPKINS, 1952). Le pH des gîtes retenus présente généralement une alcalinité moyenne (pH>7). L'eau du gîte 02 présente la plus forte alcalinité avec 9,88 contre 7.67 pour le gîte 01 et 9.2 pour le gîte 03. L'acidité la plus forte est enregistrée dans le gîte 01 avec 6.9, les deux autres gîtes sont à pH neutre (un pH de 7.01 pour le gîte 02 et 7.00 pour le gîte 03). Ceci prouve la tolérance d'*Ae. geniculatus* à une certaine acidité. *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis* montrent clairement leur préférence pour le pH neutre à alcalin, leur pouvoir d'adaptation à des eaux plus acides semble limité. Nous pouvons les qualifier d'espèces basophiles ou alcalines.

## **c- Conductivité électrique**

D'après RODIER (1976), la conductivité constitue une bonne appréciation de la minéralisation de l'eau, une conductivité élevée traduit une quantité de sel ionisable très importante.

La conductivité varie dans le temps en fonction des apports d'eau de pluie et de l'évaporation. Elle varie aussi d'un gîte à un autre. Dans le gîte 01, elle est très faible et varie peu durant l'année d'étude, avec un maximum de 2130  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et un minimum de 1329  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Le gîte 02 présente une conductivité relativement moyenne par rapport aux autres gîtes, le maximum est à 10180  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et le minimum est à 5660  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Le gîte 03 est celui qui présente les valeurs les plus élevées de la charge ionique, avec un maximum de 22700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et un minimum de 11800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

En général, les eaux des creux d'arbres sont très peu conductrices, elles ont pour origine les eaux de pluies qui ruissellent le long du tronc puis s'enrichissent en tanins au contact du bois et par apport exogène de débris organiques végétaux. Ceci est vrai pour le gîte 01 et 02, en l'occurrence le gîte 03, en plus de ces deux éléments vient s'ajouter l'influence par filtration d'un petit écoulement situé au pied de l'arbre et qui serait probablement donc à l'origine des valeurs élevées de conductivité enregistrées.

## **d- Salinité**

Fortement corrélée à la conductivité, elle correspond à la teneur des eaux en ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ . Ce facteur a été reconnu dès 1954 par WALIS 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.

Dans les trois gîtes retenus, les taux de salinité varient. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans le gîte 01 qui n'excèdent pas 0.9 g/l. Le gîte 02 est moyennement salé allant de 3 g/l à 6.1 g/l.

Le gîte 03 présente les valeurs les plus élevées surtout en été où la forte évaporation induit une forte concentration en sel, les valeurs enregistrées oscillent entre 6.7 g/l et 13.7 g/l.

Les valeurs varient selon les périodes et les changements climatiques, on trouve les fortes valeurs en été et inversement les faibles valeurs en hiver et au printemps, cela est relatif à l'intensité de l'évaporation et aux précipitations.

L'eau du gîte 01 est dite oligohaline (comprise entre 0.3g/l et 0.9g/l). Tandis que l'eau du gîte 02 (comprise entre 3g/l et 6.1g/l) et du gîte 03 (comprise entre 6.7g/l et 13.7g/l) est dite meihaline selon la classification de MOELDER, 1939 cités par GUILLE 1976.

Ces espèces dendrotelmes sont considérées comme des espèces des milieux dulçaquicoles, toutefois elles semblent tolérées des teneurs allant jusqu'à 13.7 g/l.

Les larves d'*Ae. geniculatus* présentent un intervalle de tolérance plus large vis-à-vis de ce facteur que celles d'*Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis* puisqu'elles se développent dans une eau douce à légèrement salée, le minimum est de 0.3 g/l, le maximum est de 13.7 g/l, tandis que les autres espèces vivent dans une eau où l'intervalle de salinité varie entre 6.7 g/l et 13.7 g/l.

### **e- Oxygène dissous**

Dans ces gîtes, la faible teneur en oxygène dissous renseigne sur la charge en matière organique. Ainsi, une baisse du taux d'oxygène dissous est due à une consommation par les bactéries qui dégradent la matière organique (BERCHI, 2000). Ce paramètre indique donc l'activité microbienne qui, selon SINEGRE (1974), est un agent stimulant l'éclosion des œufs d'*Aedes*.

Dans le gîte 01, nous notons la teneur la plus élevée en oxygène dissous avec 1.57 mg/l au mois de juin, ce qui explique la couleur un peu claire de l'eau pendant cette période. Cependant, dans le gîte 02, la valeur la plus élevée en oxygène dissous est égale à 1.32 mg/l, enregistrée au mois de mai. Pour le troisième gîte, la valeur supérieure est remarquée au mois de novembre avec 1.39 mg/l. Le minimum en oxygène dissous est égal à 0.01 mg/l pour les trois gîtes et il est noté au mois d'avril, ce qui explique la forte consommation en oxygène pendant ce mois lié à une forte activité larvaire et bactérienne.

### **f- Matière organique et aspect de l'eau**

La matière organique en décomposition détermine la couleur de l'eau, le rôle positif que joue ce facteur dans le choix du biotope larvaire a été mis en évidence par BENTLY et al (1981).

La richesse en matière organique en rapport avec la coloration de l'eau est évidente, la matière organique constitue la matière colorante (HARANT et al, 1955). Les creux d'arbres constitue, de part la qualité de leurs eaux, un milieu très original qui abrite une faune hautement spécialisée. Les espèces dendrolimniques caractérisent essentiellement les eaux riches en tannins, de couleur brunâtre voire noirâtre.

Le gîte 01 à ouverture réduite présente des quantités en matières organiques faibles qui ne dépassent pas les 3.97 g/l avec une coloration d'eau variant entre le brun clair et le brun noir. L'ouverture réduite ne favorise pas l'apport exogène en débris organique.

Les quantités enregistrées dans le gîte 02 sont en situation intermédiaire entre le gîte 01 et le gîte 03, elles varient, très peu dans le temps, entre 10.78 g/l et 14.52 g/l. La couleur de l'eau est généralement noirâtre.

Le gîte 03 a une capacité de stocker l'eau et d'accumuler la matière organique morte, cette accumulation d'eau et de matière organique est facilitée par l'ouverture plus ou moins importante du creux d'arbres. En effet, c'est dans ce gîte que nous enregistrons les taux de matière organique les plus élevées et qui varient entre 30.13 g/l et 41.66g/l. L'eau est extrêmement souillée et colorée en noire foncée grâce à la présence des tannins.

Les stades immatures d'*Ae. geniculatus* se retrouvent, le taux de matière organique est compris entre 2 et 16 g/l. Par ailleurs, *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis* préfèrent des eaux plus riches en matières organiques (eutrophes), les taux enregistrés sont nettement supérieurs à 7 g/l. Ainsi, l'eau des gîtes d'*Ae. berlandi* et d'*Ae. pulcritarsis* est extrêmement colorée en brun rouge par les tannins et riche en substances organiques d'origine végétale.

Tous les gîtes dendrolimniques ne sont pas riches en matières organiques, certains sont oligotrophes et influencent donc la composition de la faune culicidienne et l'abondance des espèces.

#### **IV-4 Suivi démographique des populations pré imaginale**

Le suivi démographique des Culicidés, dans les trois gîtes, réalisé sur les quatre stades larvaires et le stade nymphal, nous a permis de réunir l'ensemble des informations recueillies dans les tableaux placés en annexes (Annexes 2, 3 et 4).

Afin de mieux comprendre l'évolution des effectifs des différents stades immatures dans le temps pour chaque gîte, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée.

##### **IV-4-1 Dynamique des populations pré imaginale dans le gîte 01**

Le gîte 01, trou d'arbre dans un micocoulier, présente la dynamique évolutive des populations illustrée dans la figure 39.

Au début de notre étude, durant le mois de mai, nous avons noté l'apparition de nouvelles générations dominées par des larves du stade L1 (33 individus) ainsi que la présence des L2, L3 et L4 (3, 6, 6 individus respectivement) suivie d'une nymphose (4 nymphe) de ces derniers, et cela s'étale jusqu'au mois de juin suite à une croissance accélérée.

En mois de juillet, nous constatons l'absence totale des stades immatures due à l'assèchement du gîte suite à une forte évaporation. Une remise en eau produite à la fin de ce mois (28-juillet) à favoriser de

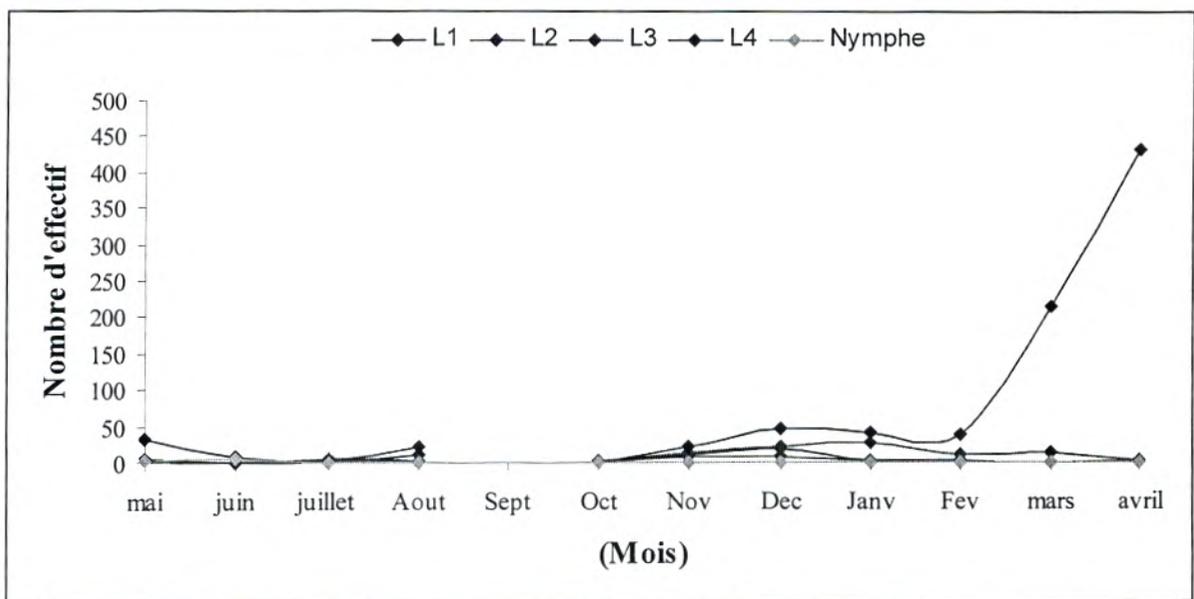
nouvelles éclosions représentées par un effectif réduit des stades immatures au début du mois d'août dominé par des L4 (21 larves) qui résulte d'une croissance très rapide des L1.

L'assèchement du gîte s'est reproduit durant le reste de ce mois et tout le mois de septembre dû à une perte par évaporation et un manque d'apport d'eau pluviale.

Les précipitations reçues au mois d'octobre ont données naissance à un nouveau cycle de développement. Durant les mois de novembre à février, le Culicide est omniprésent dans le gîte avec des effectifs considérables (58 larves en novembre, 92 en décembre, 74 en janvier et 50 larves en février), ce sont les stades L4 qui prédominent (23, 45, 40, 37 respectivement), probablement des larves en phase de diapause avec apparition d'une nouvelle génération (12 larves) en mois de novembre, suivie d'une croissance lente des stades L2 et L3 durant ces mois.

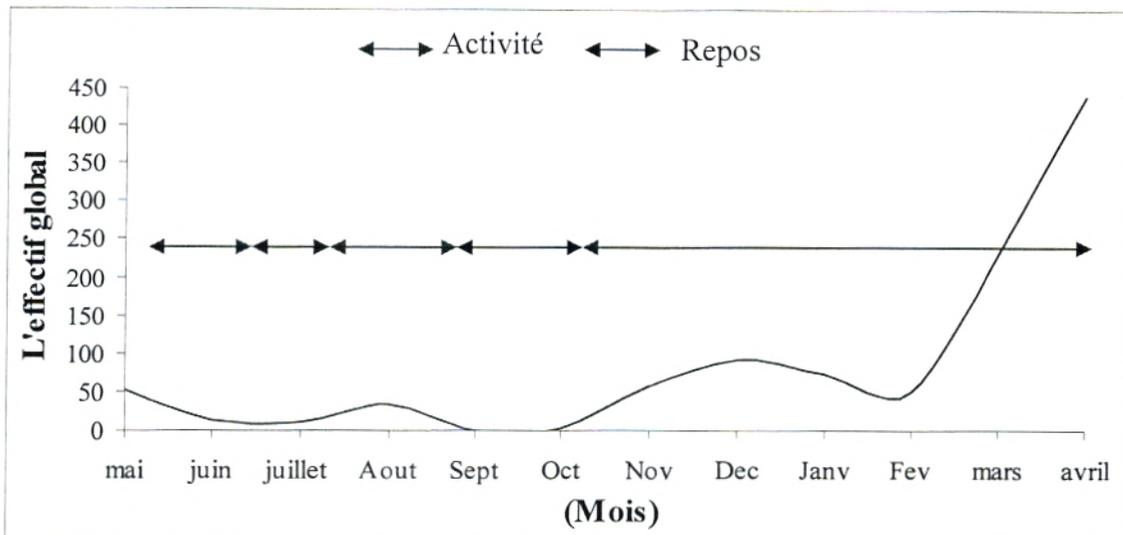
Les faibles températures de l'eau enregistrées surtout à la fin du mois de décembre et au mois de janvier (entre 6°C et 8°C) sont à l'origine d'une mortalité plus ou moins importante expliquée par la faible densité au mois de février.

Favorisé par la présence des conditions favorables à l'émergence à partir du mois de mars, les formes L4 l'emportent (215 larves), liées principalement à un cycle de développement rapide qui s'effectue en moins de sept jours et cela continue jusqu'au mois d'avril (431 larves au stade L4).



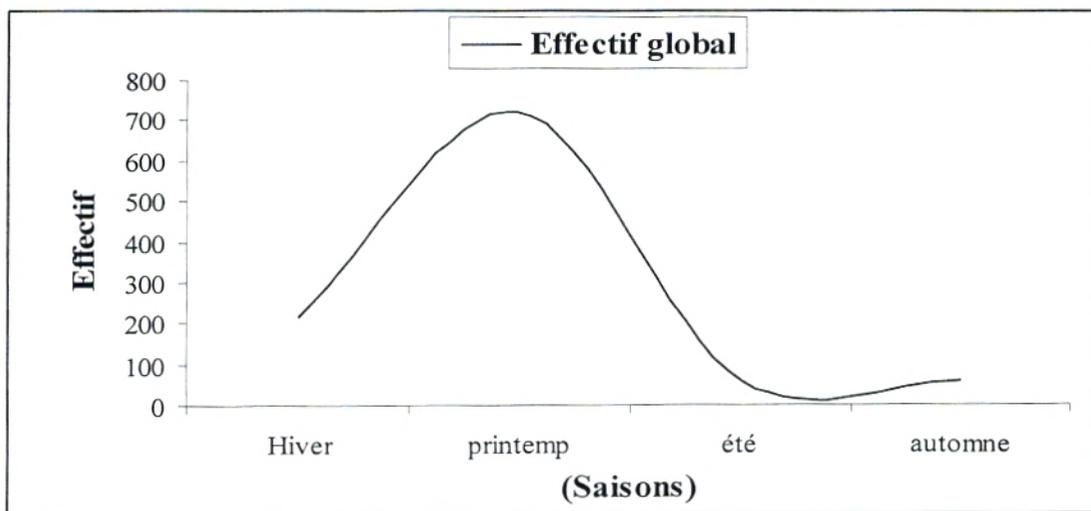
**Figure 39 : Variation temporelle des différents stades immatures dans le gîte 01**

Il y a alternance activité / repos sur le rythme d'une année (Fig. 40). Cette alternance est liée à des paramètres du milieu eux-mêmes à caractère saisonnier. Les variations climatiques sont directement ressenties par les populations qui présentent un cycle de développement ne correspondant pas à un changement graduel et régulier, mais plutôt à des alternances rapides, imprévisibles et instables.



**Figure 40 : Rythme d'activité temporelle des stades immatures  
Dans le gîte 01**

En effet, la variation saisonnière de l'effectif global des stades immatures dans le gîte 01 illustré dans la figure 41, confirme bien cette hypothèse. Les espèces dendrotelmes sont connues pour une activité saisonnière type printanier, le froid de l'hiver semble ralentir leur développement et l'assèchement en été des trous d'arbres les oblige à passer la mauvaise saison à l'état adulte.



**Figure 41 : Variation saisonnière de l'effectif global des stades  
immatures dans le gîte 01**

La variation spécifique dans ce gîte se définit par l'abondance totale d'*Ae geniculatus* qui pullule seule depuis le début jusqu'à la fin de notre étude. On note le maximum d'effectifs au mois d'avril (Fig. 39, courbe des L4).

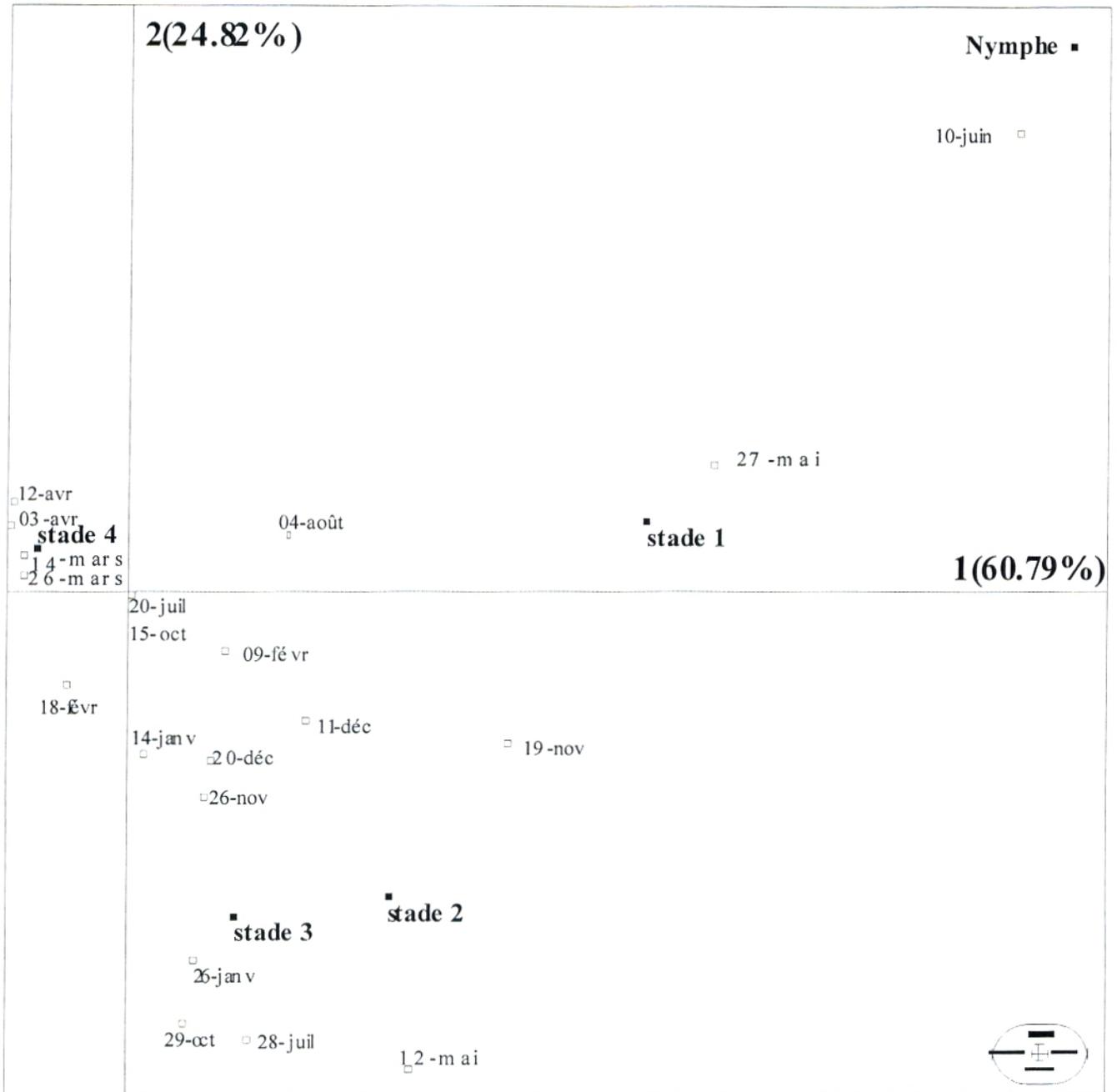
Les individus de différents stades recueillis d'octobre à mars, prouvent que ce Culicide passe la mauvaise saison à l'état larvaire.

L'analyse factorielle des correspondances de la matrice d'entrée composée de 20 lignes (dates des prélèvements) et cinq colonnes (stades immatures) nous a permis d'obtenir les résultats portés dans la figure 42 qui met en valeur la répartition temporelle des différents stades immatures. Pour faciliter l'interprétation les plans (F1xF2) lignes et colonnes ont été superposés.

Les deux premiers axes retenus représentent respectivement 60,79% et 24,82% de l'inertie totale, soit 85.61% de la variabilité totale (Annexe 6).

Sur le coté négatif de l'axe 1, s'isolent les périodes de prélèvements (14 -mars, 26-mars, 03-avril, et 12-avril) où les larves, au quatrième stade, atteignent des valeurs relativement importantes, ces larves attendent les bonnes conditions pour poursuivre leur développement.

Sur le coté positif du même axe, s'individualisent les dates (27-mai, 19-nov) où les larves du premier stade de développement sont dominantes, elles marquent ainsi les dates de nouvelles éclosions et l'apparition de nouvelles générations.



**Figure 42 : Plan factoriel (F1xF2) de la répartition temporelle des effectifs des stades immatures dans le gîte 01**

Sur l'axe 2 de son côté négatif correspondent les dates de prélèvement (29-oct, 14-janv, 26-janv, 12-mai, 28-juillet) où les effectifs des larves au deuxième et troisième stade de développement, sont faibles. Ces dates coïncident avec la période défavorable, au cours de laquelle la croissance est fortement ralentie voire même interrompue, ou encore les périodes qui succèdent rapidement aux explosions démographiques du fait que les conditions favorables pour une croissance rapide et une émergence sont réunies.

Du côté positif de cet axe, s'isolent la date où il y a eu apparition d'un très grand nombre de nymphes (10-juin).

Au milieu des deux axes correspondent les dates où nous notons l'absence totale des stades immatures (20-juillet, 15-octobre). Ce sont des dates qui coïncident avec l'assèchement du gîte.

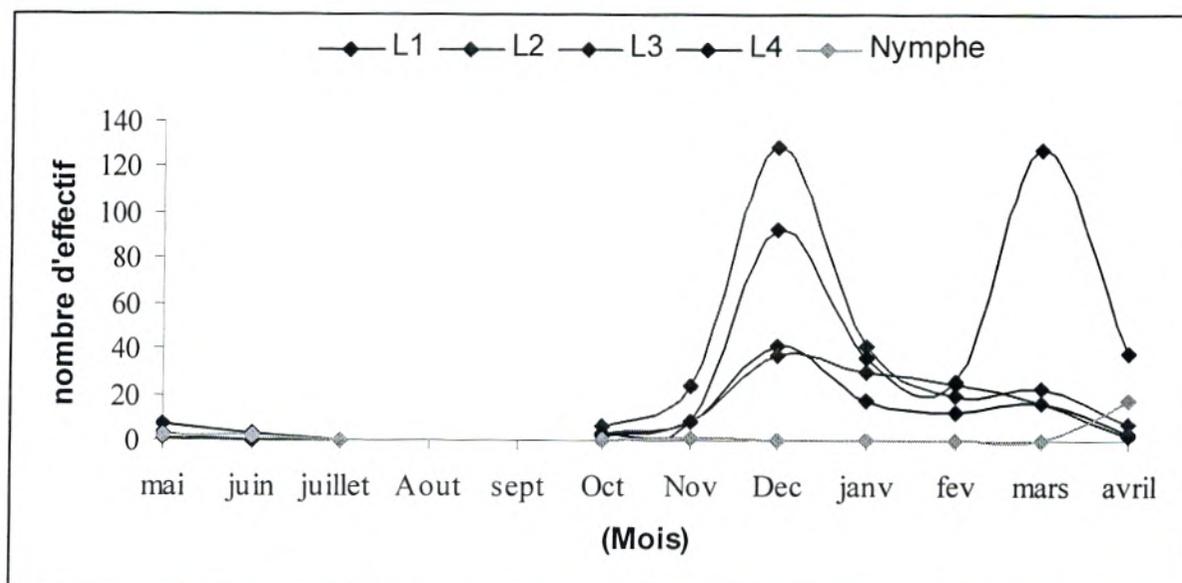
Ainsi, sur le plan factoriel ( $F1 \times F2$ ), les larves L4 dominantes en période printanière s'opposent aux larves nouvellement nées de stade 1 qui témoignent de deux explosions démographiques, une en novembre et l'autre en mai. Les faibles effectifs des stades intermédiaires 2 et 3 notent un développement larvaire fortement ralenti pendant la période hivernale et un développement fortement accéléré pendant la période favorable. La nymphose massive est particulièrement notée en début de l'été, elle est suivie de l'émergence d'un nombre considérable d'adultes capable d'assurer la survie pendant la période d'assèchement du gîte.

Dans ce gîte où *Ae. geniculatus* pullule seule, les larves sont douées d'un rythme de développement accéléré imposé par les conditions extrinsèques du milieu (température basse et assèchement du gîte) et des valeurs intrinsèques (forte compétition intraspécifique).

Les nouvelles éclosions et les effectifs des stades immatures sont fonction des variations du volume de l'eau dans le gîte et de la disponibilité de l'espace et de la nourriture pour chaque individu.

#### **IV-4-2 Dynamique des populations pré imaginale dans le gîte 02**

La saison estivale est une mauvaise saison pour le développement larvaire des Culicidés dendrotelmes puisque les gîtes de ponte sont en état de dessèchement total causé par l'absence d'apport d'eau par les pluies et les pertes par évaporation, ce fait est constaté durant les mois de juillet, août, et septembre (Fig. 43).



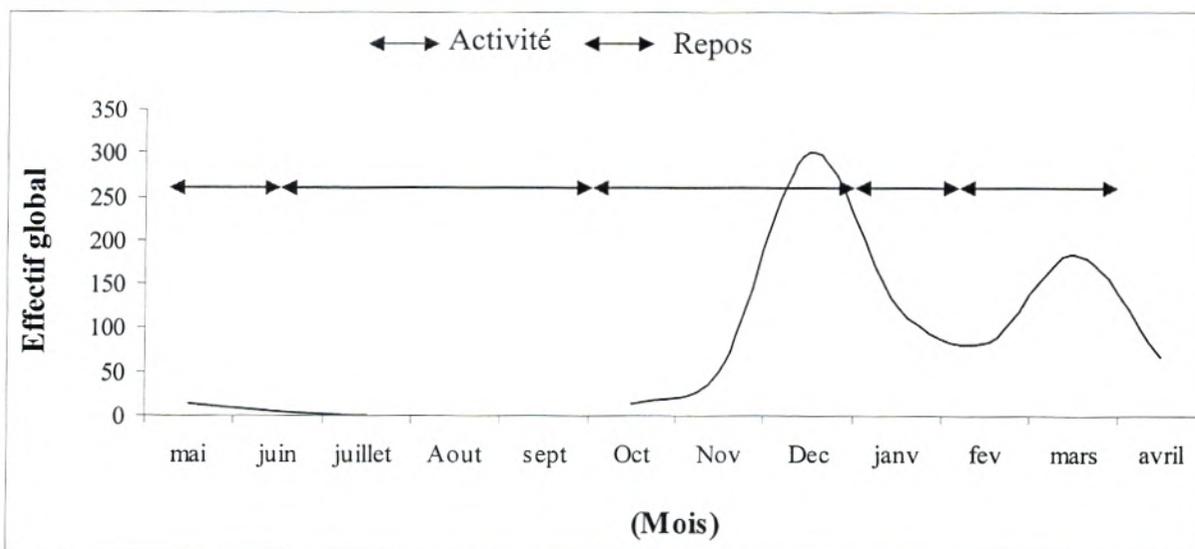
**Figure 43 : Variation temporelle des stades immatures des Culicides dans le gîte 02**

L'apport pluvial au début d'octobre incite à des éclosions et l'apparition de nouvelles générations. A partir de ce mois et jusqu'au mois de janvier plusieurs générations se succèdent avec une nette dominance des stades avancés L3 et L4 surtout au mois de décembre durant lequel les effectifs atteignent respectivement les pics de 129 et 93 individus, cependant la chute des températures jusqu'à des degrés qui avoisinent les 4°C provoque une mortalité d'un grand nombre d'individus et réduit ainsi leur nombre durant le mois de février.

La hausse des températures et la réunion de conditions plus convenables à partir du mois de mars induit une reprise de croissance larvaire avec de nouvelles générations et une dominance claire des formes L4.

Les nymphes sont absentes presque toute la saison humide, elles n'apparaissent qu'au mois d'avril, c'est-à-dire en période printanière. Les températures printanières favorisent la nymphose et l'émergence des formes adultes qui assurent la pérennité des espèces durant la période estivale.

La densité totale des stades préimaginaux dans ce gîte et leur dynamique évolutive est changeante selon les saisons (Fig. 44). Nous notons les fortes densités au début de la saison d'hiver (mois de décembre) et du printemps (mois de mars et avril). Le gîte rempli d'eau des pluies durant ces périodes semblent favoriser l'éclosion et la croissance larvaire. Les faibles densités sont enregistrées durant la mauvaise saison, qui coïncide avec la période climatique sèche et chaude de la région.



**Figure 44 : Variation temporelle de l'effectif global des stades immatures des Culicides dans le gîte 02**

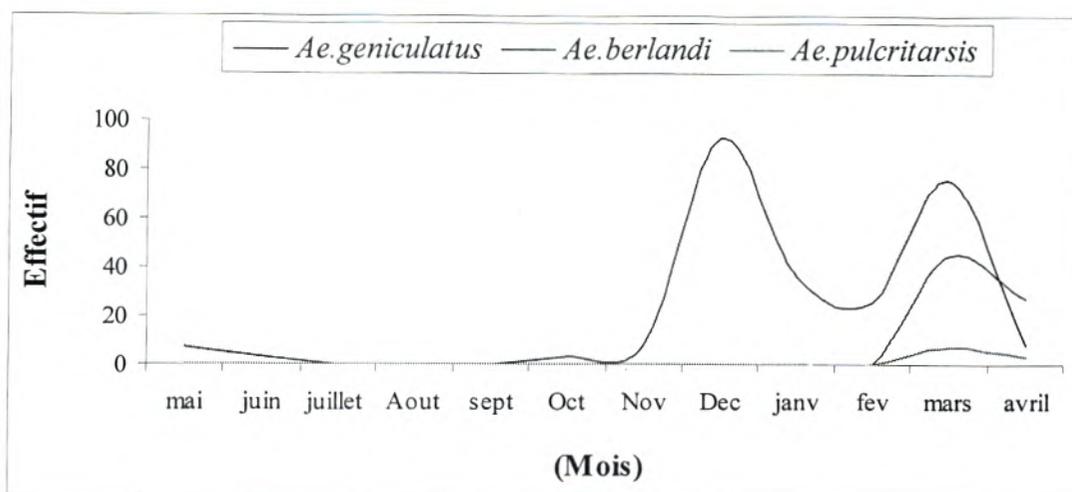
Comme précédemment, nous remarquons toujours cette alternance activité / repos sur le rythme d'une année citée dans la bibliographie et qui dépend des facteurs abiotiques. Les changements climatiques durant les saisons sont en cause majeure de la dynamique des populations présentes dans les gîtes dendrolimniques.

Le gîte 02 est fonctionnel durant la majorité de l'année tant que les gîtes sont humides, mais la plupart du temps, présentent un maximum d'abondance larvaire au printemps.

Dans le gîte 02, nous constatons la présence des trois espèces de Culicide à savoir *Ae. berlandi*, *Ae. geniculatus* et *Ae. pulcritarsis*, qui cohabitent dans ce même biotope. La cinétique démographique des trois espèces dans le temps montre clairement le chevauchement d'abondances de chaque espèce d'un mois à l'autre (Fig.45).

Les populations préimmaginales d'*Ae. geniculatus* foisonnent seules du mois de mai jusqu'au mois de février. A partir du mois de mars jusqu'au mois d'avril, nous notons la coexistence des trois espèces, avec un gradient décroissant d'abondances pendant le mois de mars :  $Ae. geniculatus > Ae. berlandi > Ae. pulcritarsis$ . Ce gradient d'abondances, change durant le mois d'avril et devient :  $Ae. berlandi > Ae. geniculatus > Ae. pulcritarsis$ .

*Ae. pulcritarsis* évite la compétition en réduisant son effectif, c'est une espèce rare, contrairement à *Ae. geniculatus* qui domine fortement durant la période favorable. Il y a renversement de la situation au mois d'avril, où l'effectif des stades immatures d'*Ae. geniculatus* chute brutalement. Nous retenons également un pic au mois de mars pour les stades immatures d'*Ae. berlandi*.



**Figure 45: Variation mensuelle des effectifs des stades immatures des trois espèces dans le gîte 02.**

Pour montrer la distribution temporelle des effectifs des différents stades immatures dans le gîte 02 et afin de mettre en évidence les dates les plus pertinentes lors des différentes phases de développement post-embryonnaire, nous avons procédé à l'analyse factorielle des correspondances réalisée à partir de la matrice d'entrée constituée de 20 lignes correspondant aux dates de prélèvements et cinq colonnes correspondant aux différents stades immatures. Ceci nous a permis de retenir les trois premiers axes représentant respectivement 59.44%, 24.72% et 13.73% de l'inertie totale (Annexe 6). Soit un pourcentage de variabilité totale de 84.16% pour le plan (F1xF2), et 73.17% pour le plan (F1xF3) (lignes et colonnes superposées) représentés respectivement par les figures 46 et 47.

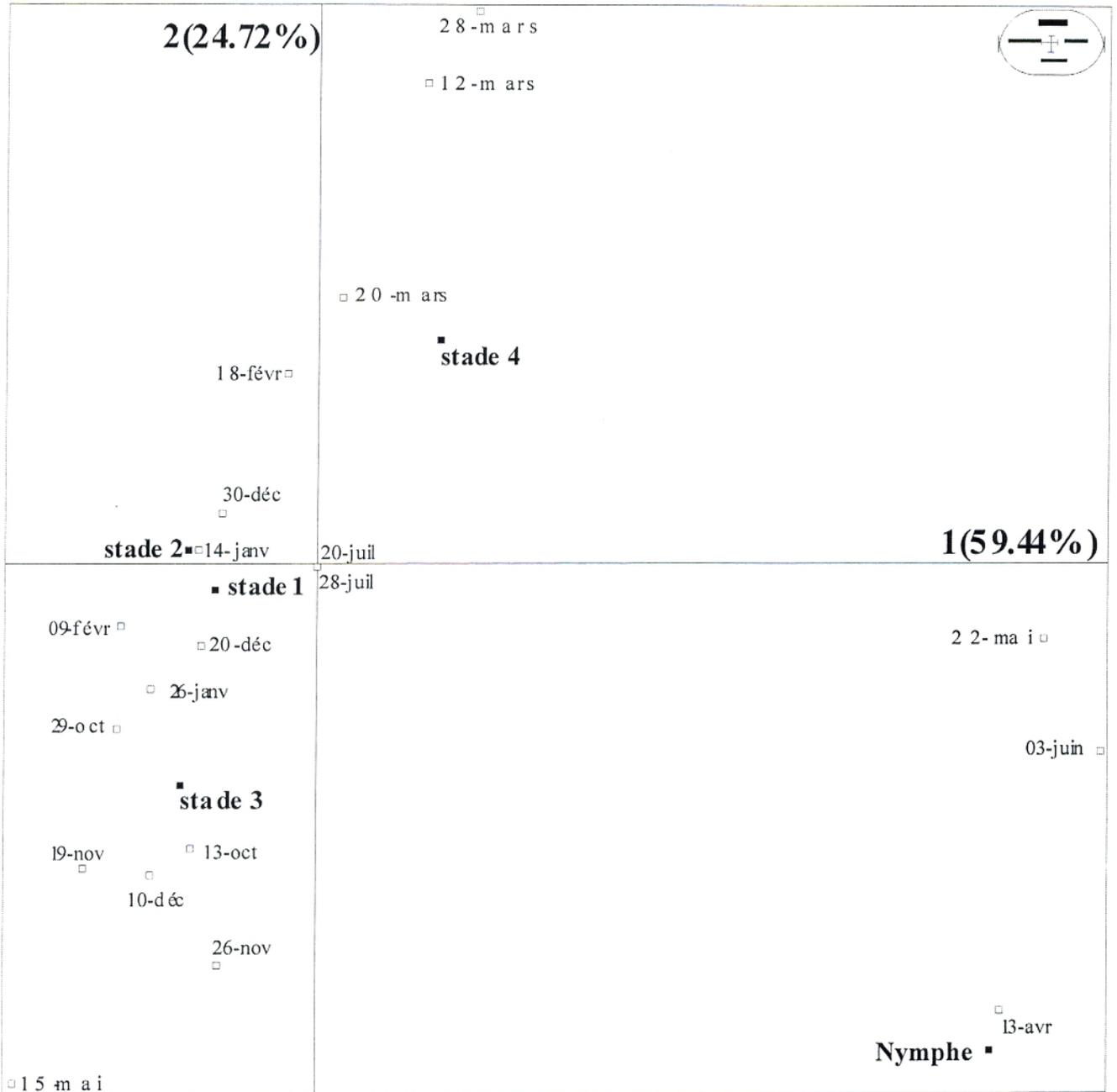
Ainsi, les représentations graphiques des plans (F1xF2) et (F1xF3) nous ont permis de tirer les constatations suivantes :

- les prélèvements durant la saison de printemps (13 avril, 22 mai, 03 juin, à l'exception du 15 mai où il y a eu une apparition d'une nouvelle génération) caractérisent les périodes de nymphose suite à une croissance larvaire accélérée. Les dates qui contribuent à la constitution de l'axe 1, se situent sur le côté positif de ce dernier. Inversement sur son côté négatif, correspondent les périodes de croissance larvaire lente (14-janv, 09-fev) durant laquelle les conditions pour une nymphose sont défavorable et incite à une hibernation.

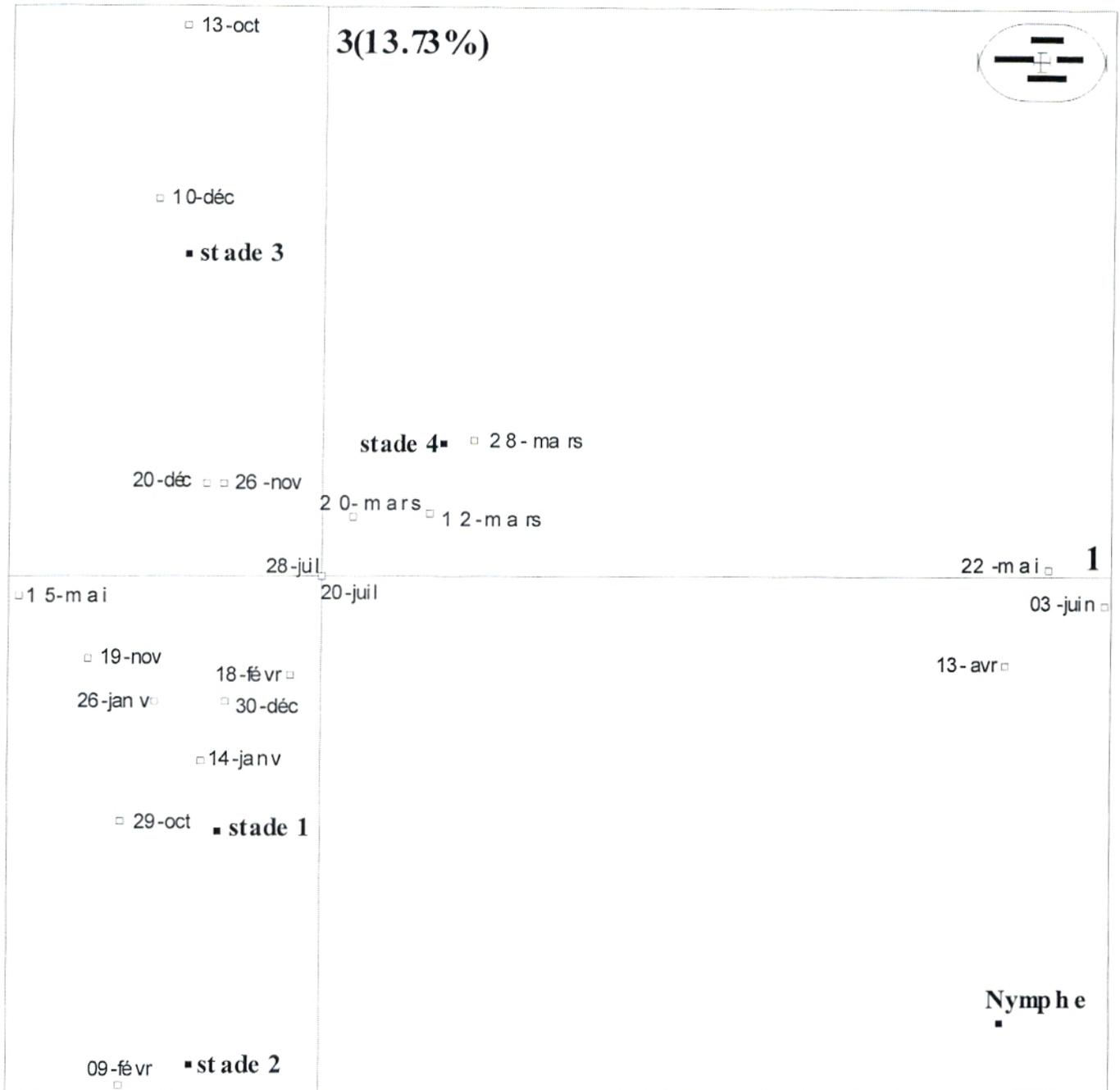
- du côté positif de l'axe 2, s'individualisent les périodes du mois de mars (fin de l'hiver, début de printemps) qui sont caractérisées par la présence d'un effectif important des larves au stade 4, prêts à émerger pour donner naissance à des adultes.

Sur le plan (F1x F2), les points se répartissent donc selon un gradient croissant des effectifs des nymphes sur l'axe 1 et des larves L4 sur l'axe 2.

L'axe 3 est formé par le point colonne stade 2, situé du côté négatif, correspondant à la date du 09 février caractérisé par des effectifs importants des L2, les points lignes se répartissent selon un gradient décroissant des effectifs des larves au stade 2. Les premières pluies d'automne provoquent l'apparition de nouvelles générations caractérisées par une croissance larvaire rapide, les espèces se préparent ainsi à hiberner durant la mauvaise saison sous forme de stades avancés L3 et L4, ce qui induit une faible densité des stades jeunes L1 et L2 pendant cette saison. Toutefois, des températures supérieures à la moyenne saisonnière semblent à l'origine de l'éclosion des œufs et à l'apparition au début de l'hiver des stades L1, la croissance est lente et laisse apparaître une abondance des L2, les conditions défavorables provoquent un arrêt de croissance à la fin de l'hiver. L'apparition des larves de premier stade et le développement au stade 2 montrent clairement que l'activité peut être continue sous nos latitudes et en fonction des conditions climatiques locales.



**Figure 46 : Plan factoriel (F1xF2) de la répartition temporelle des effectifs des stades immatures dans le gîte 02**



**Figure 47: Plan factoriel (F1xF3) de la répartition temporelle des effectifs des stades immatures dans le gîte 02**

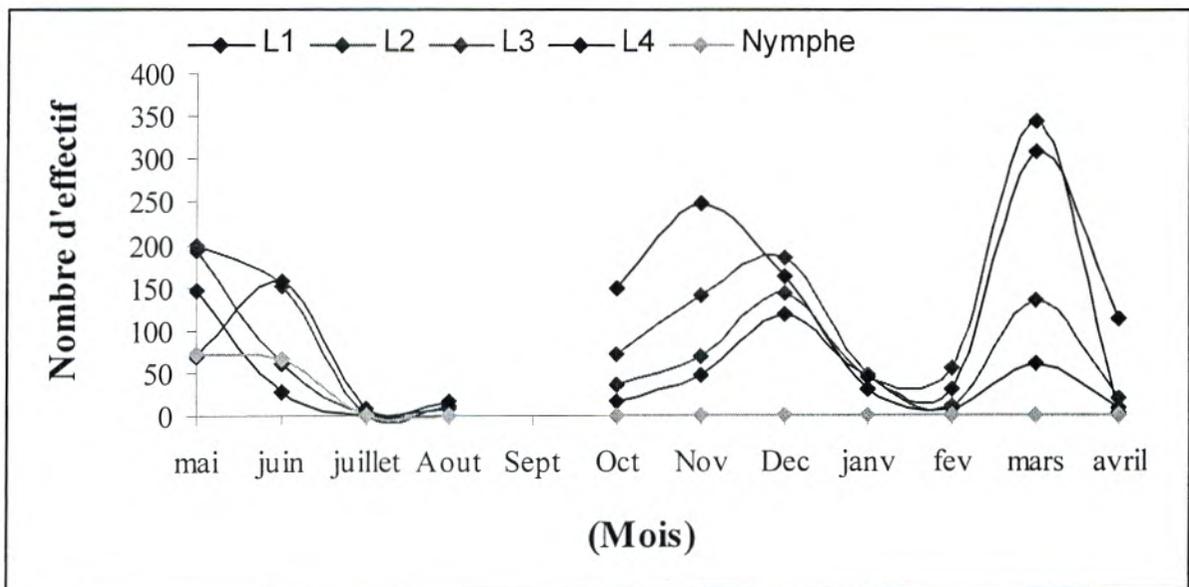
#### IV-4-3 Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 03

Le gîte 03, trou dans un frêne présente le volume d'eau le plus important. La dynamique des stades préimaginaux présente une fluctuation saisonnière bien marquée (Fig. 48). Les densités très importantes du mois de mai jusqu'au mois de juin s'annulent aux mois de Juillet et Août à cause de l'assèchement estival malgré la remise en eau dans ce gîte à la fin du mois de juillet. Les pertes par évaporation l'emportent sur l'apport par les précipitations.

Les densités des larves à différents stades restent élevées durant la majorité de l'année avec un minimum enregistré au mois de janvier, à l'exception des pupes qui sont absentes. Durant ces périodes d'activités, plusieurs générations se succèdent.

Les larves au stade 1, dominantes aux mois d'octobre et de novembre (149 et 248 individus), sont remplacées par des larves aux stades 3 et 4 au cours des mois de mars et d'avril (346 individus pour les L3 en mars, et 309, 112 individus pour les L4 en mars et avril).

La saison hivernale est marquée par la présence des quatre stades larvaires. Aux mois de janvier et février, nous enregistrons de faibles effectifs par rapport aux autres mois, à l'exception de la saison chaude durant laquelle il y a eu assèchement du gîte, avec une légère dominance des L3 sur les autres stades immatures. Ce gîte montre ainsi un fonctionnement continu durant la période d'étude.

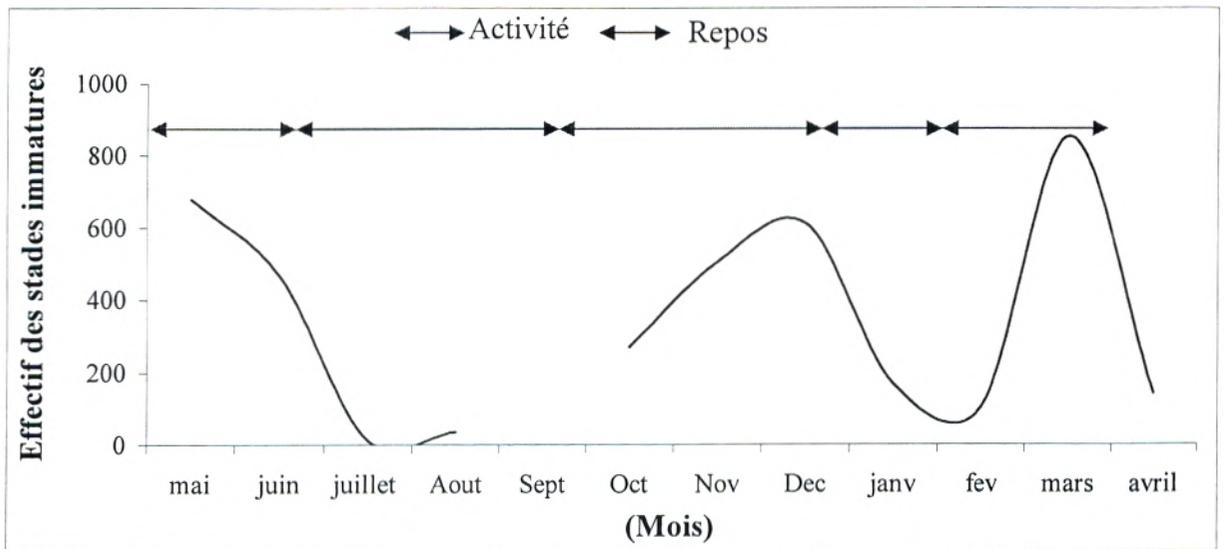


**Figure 48: Variation temporelle des stades immatures des Culicides dans le gîte 03**

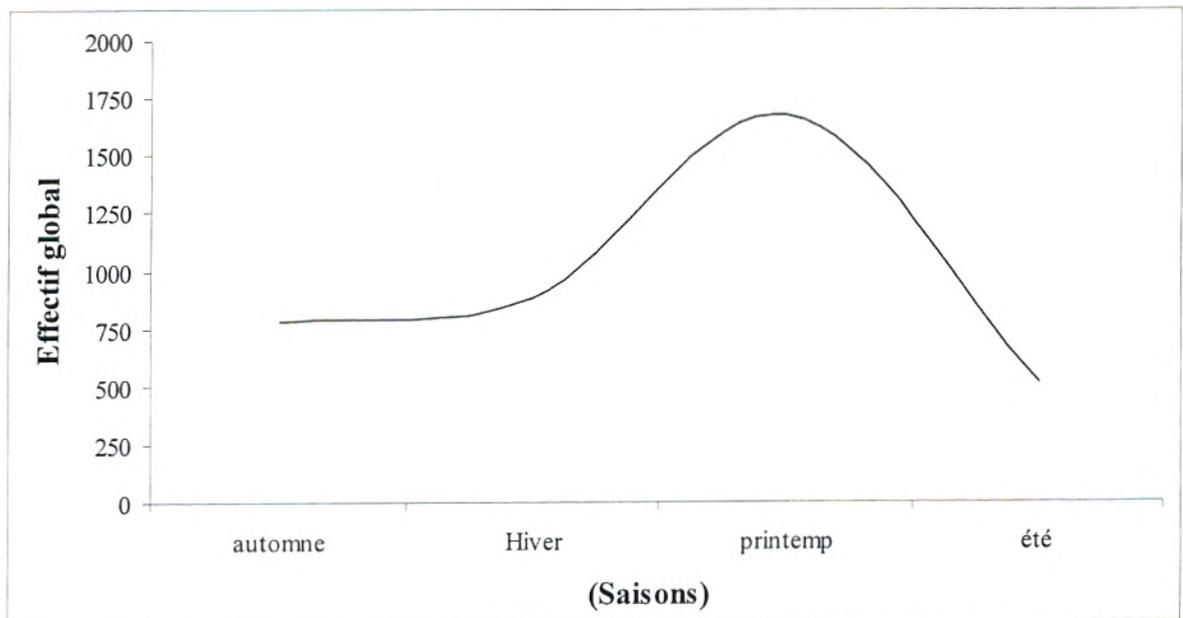
La dynamique évolutive des stades immatures dans le gîte 03 montre une fluctuation mensuelle et saisonnière (Fig. 49 et 50), il y a toujours alternance activité / repos sur le rythme d'une année. A partir du mois de mai, on constate une forte densité favorisée probablement par un volume d'eau important à cette période. L'effectif décroît graduellement jusqu'à l'absence totale aux mois de juillet, août et septembre,

généralisé par la baisse du volume d'eau par évaporation jusqu'à l'assèchement total. La reprise de la saison humide en octobre induit une reprise d'activité potentielle, cela est traduit par l'abondance des larves jusqu'à la fin de la période d'étude. Nous constatons deux pics enregistrés aux mois de décembre et mars, et un minimum d'effectif aux mois de février et avril.

Nous remarquons dans la figure 49 que les effectifs des larves sont plus importants en période printanière (1671 individus), ils diminuent légèrement mais restent considérable en été (514 individus). Ils oscillent entre deux valeurs en hiver et en automne (883 et 778 individus respectivement) vu le volume du gîte qui lui permet de rester humide plus longtemps que les autres gîtes. L'assèchement du gîte dure environ deux mois, de la mi-août jusqu'à la mi-octobre.

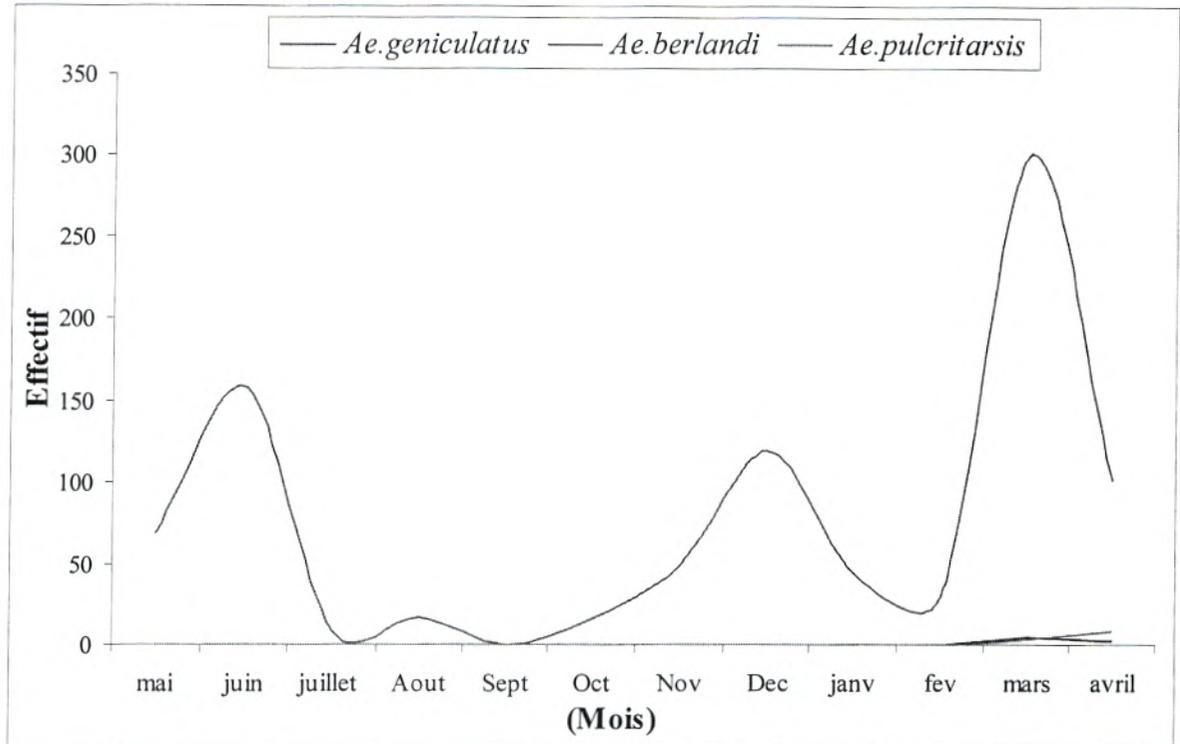


**Figure 49 : Variation mensuelle de l'effectif global des stades Immatures dans le gîte 03**



**Figure 50 : Variation saisonnière de l'effectif global des différents stades immatures dans le gîte 03**

Comme le gîte 02, le gîte 03 renferme les trois populations de Culicides : *Ae geniculatus*, *Ae berlandi* et *Ae pulcritarsis* avec une nette dominance d'*Ae berlandi*, les autres espèces présentent un effectif minimale. La figure 51 montre comment l'effectif des trois populations change durant la période de notre étude. Les trois espèces coexistent néanmoins dans ce gîte, *Ae berlandi* abonde le long de notre échantillonnage. *Ae geniculatus* et *Ae pulcritarsis* apparaissent qu'en mois de mars et avril avec un effectif très réduit (7 et 13 individus respectivement au total).



**Figure 51 : Variation mensuelle des effectifs des stades immatures des trois espèces dans le gîte 03**

Pour réaliser l'analyse factorielle des correspondances de la répartition temporelle des stades immatures du gîte 03, nous nous sommes basées sur les données de l'annexe 4, la matrice est composée de 23 lignes (dates des prélèvements) et de cinq colonnes (stades immatures).

Ainsi, nous avons obtenu les résultats portés sur la figure 52 et 53 sur lesquelles apparaît l'ensemble des dates d'échantillonnage liées à chaque stade larvaire.

Nous avons retenu les trois premiers axes représentant respectivement 52.97%, 28.80% et 15.66% de l'inertie totale (Annexe 6). Le plan (F1xF2) représente exactement 81.77% de la variabilité totale, tandis que le plan (F1xF3) représente 68.63%.

Selon les contributions relatives, l'axe 1 est constitué par le point colonne effectif des larves de stade 4. Sur cet axe, les points lignes se répartissent selon un gradient croissant d'effectifs de L4. Nous notons pour les sorties du 28 mars, 11 juin, 10 août, 28 juillet, et 13 avril (début printemps et l'été), des effectifs

très importants à l'opposée des sorties du mois d'octobre et novembre où il y a un effectif très réduit des larves de ce stade.

L'axe 2 est constitué par le point colonne stade 3 de son côté positif. Les points lignes, liés à ce facteur et qui construisent cet axe, sont le 03 juin, le 22 mai et le 12 mars, caractérisés par des effectifs élevés des larves de ce stade.

Sur l'axe 3, se marginalise sur le côté négatif le stade nymphal abondant le 22 mai, 28 juillet, 03 juin et 11 juin.

Sur le plan factoriel (F1xF2), les points lignes se répartissent selon un gradient croissant des effectifs L4 sur l'axe 1 et des effectifs des L3 sur l'axe 2 (Fig. 52). Tandis que sur le plan (F1xF3), les points lignes se répartissent selon un gradient décroissant des effectifs des nymphes sur l'axe 3 (Fig. 53).

Ainsi, nous remarquons clairement une succession, du côté négatif vers le côté positif, de la dominance du stade 1 et 2 en automne et en hiver, suivie d'une dominance du stade 3 et stade 4 au printemps et en été, avec une forte présence des nymphes au début de l'été.

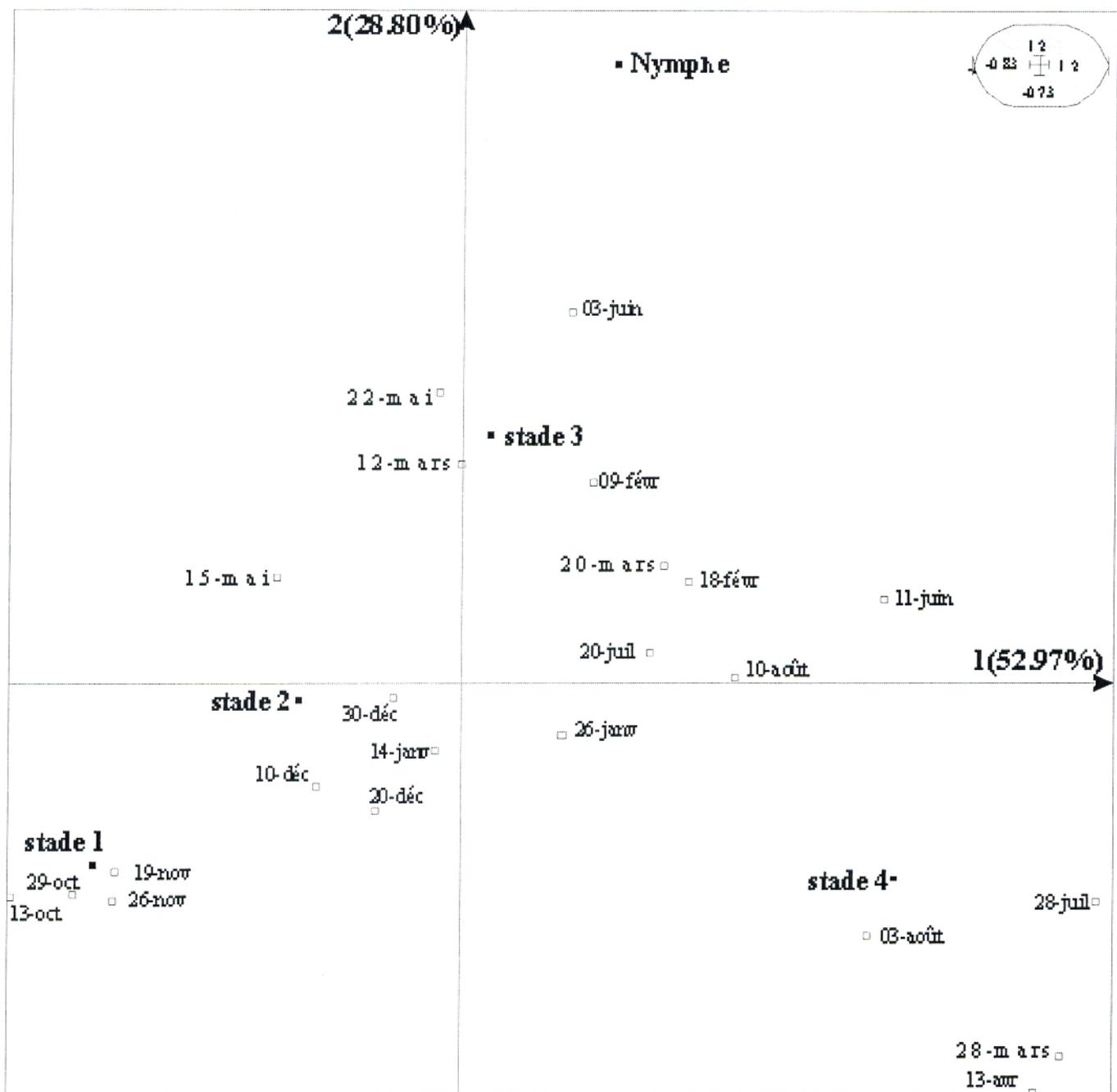


Figure 52 : Plan factoriel (F1xF2) de la répartition temporelle des effectifs des stades immatures dans le gîte 03

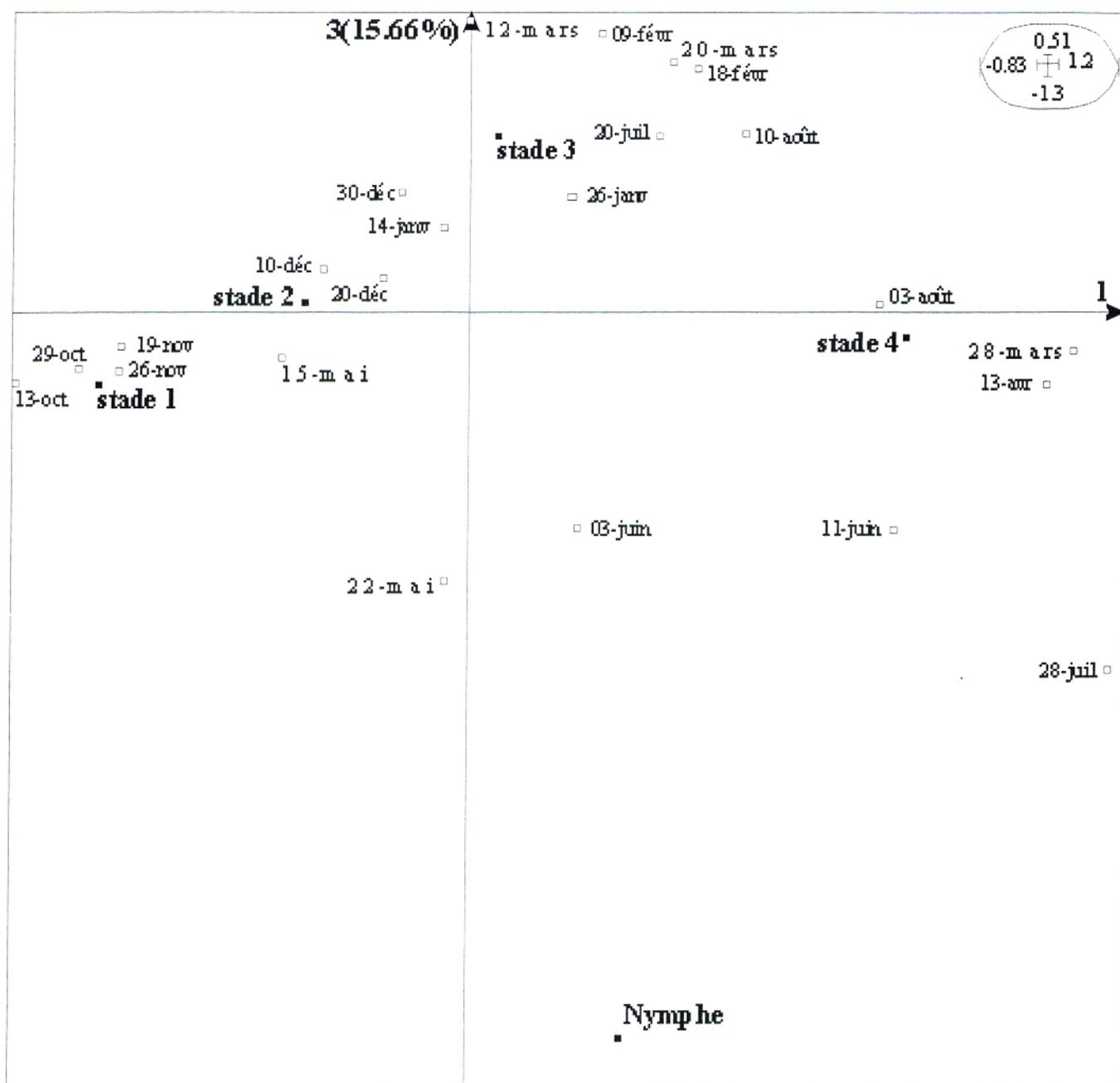


Figure 53 : Plan factoriel (F1xF3) de la répartition temporelle des effectifs des stades immatures dans le gîte 03

## **IV-5 Recherche des facteurs écologiques clés**

Pour une bonne interprétation des résultats et une bonne appréciation de la relation entre la qualité d'eau et les effectifs larvaires dans chaque gîte, nous avons retenu la méthode statistique la plus synthétique : l'analyse des composantes principales qui a pour objectif de mettre en évidence les corrélations entre l'ensemble des données biotiques et abiotiques.

### **IV-5-1 Facteurs clés dans le gîte 01**

L'analyse en composantes principales est réalisée à partir d'un tableau qui regroupe les 20 prélèvements, placés en lignes et 11 colonnes représentant les facteurs physico-chimiques et les stades immatures (Stade 1, Stade 2, Stade 3, Stade 4, Nympe).

Les valeurs propres montrent que les pourcentages d'inertie des trois premiers axes principaux totalisent 63,04% de l'information totale (Annexe 7).

Les deux premiers axes résument respectivement 29.66% et 17.16% et totalisent 46.82% de l'inertie totale. L'axe 1 et 3 ont pour valeurs propres respectivement 29.66% et 16.22% soit une inertie totale de 45.88%.

Les projections de ces composantes sur les plans (F1xF2) (Fig. 54) et (F1xF3) (Fig. 55) sont représentées par les configurations des axes variables, ces plans ont été superposés pour donner une meilleure représentation de la relation entre les différents paramètres et les effectifs des stades immatures d'une part et leur distribution dans le temps d'une autre part.

Selon les contributions relatives, les principales caractéristiques actives qui participent à la définition de l'axe 1 sont essentiellement

- la salinité avec 65,39%,
- la température de l'eau avec 61,64%,
- la conductivité avec 50,66%.

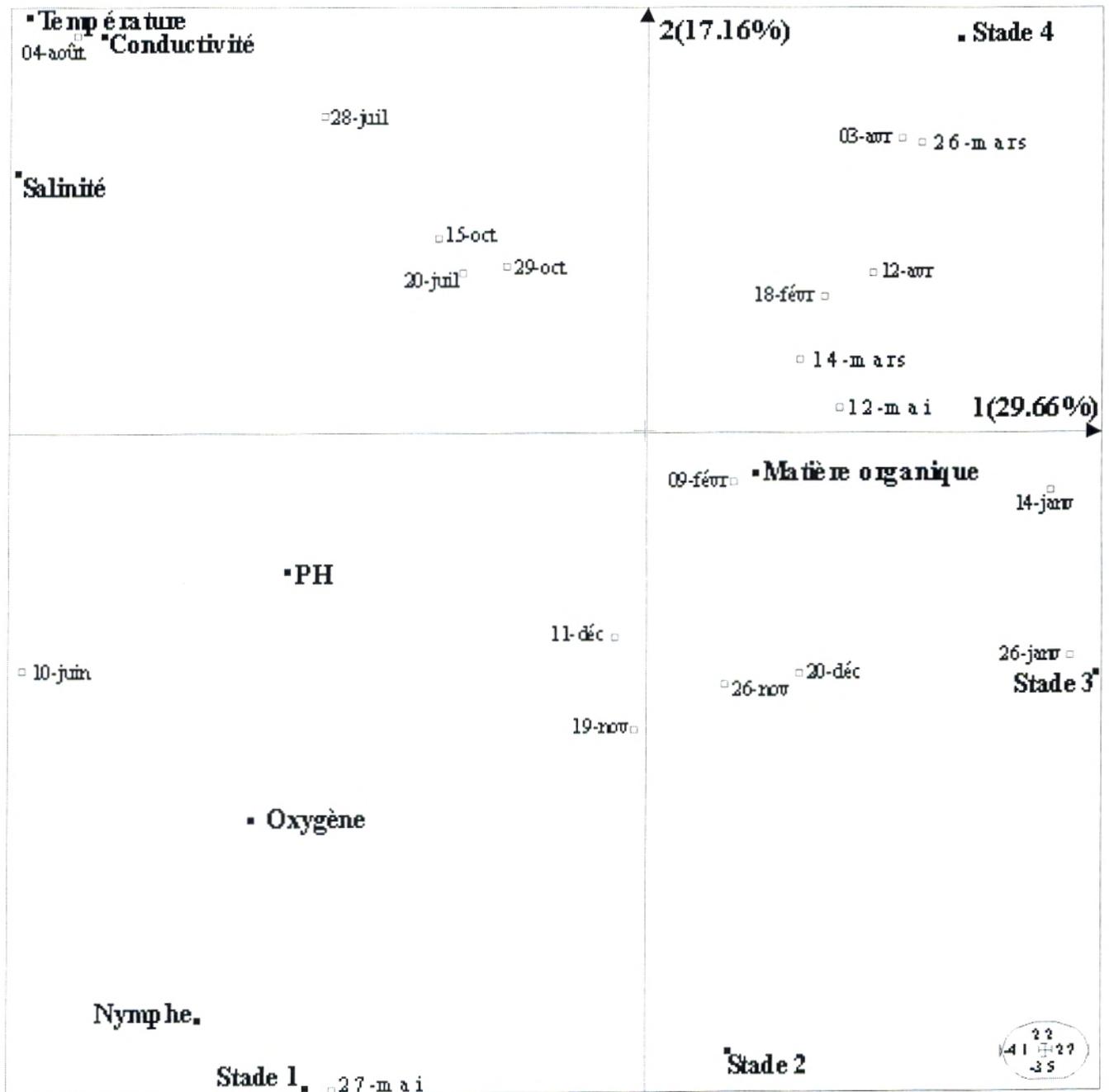
Sur le côté négatif de l'axe 1, les points lignes construisant cet axe sont les prélèvements effectués le 10 Juin et le 04 Août, ils représentent les valeurs de salinité et de température les plus élevées, et s'opposent aux prélèvements 13 et 14 (14 janvier et 26 Janvier) qui correspondent aux valeurs les plus faibles, situées sur le côté positif.

La diminution du volume d'eau entraîne une élévation de la température et de la teneur en sel dans l'eau et favorise la nymphose.

Sur l'axe 2, les effectifs des L1, des L2 et des nymphes se placent sur le côté négatif de cet axe, avec le prélèvement 2 (27 mai). Les points prélèvements se répartissent sur cet axe selon un gradient décroissant des effectifs des L1.

En tenant compte des contributions relatives, le facteur le plus représentatif sur l'axe 3 est la matière organique avec 89.15%, il est positionné sur le côté positif de cet axe. Les points prélèvements se répartissent donc selon un gradient croissant du taux de la matière organique (Fig. 55).

L'analyse statistique montre une corrélation entre les trois paramètres physico-chimiques, la salinité, la température de l'eau, la matière organique et l'effectif des L1



**Figure 54: Plan (F1x F2) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans le gîte 01 (lignes et colonnes superposés).**

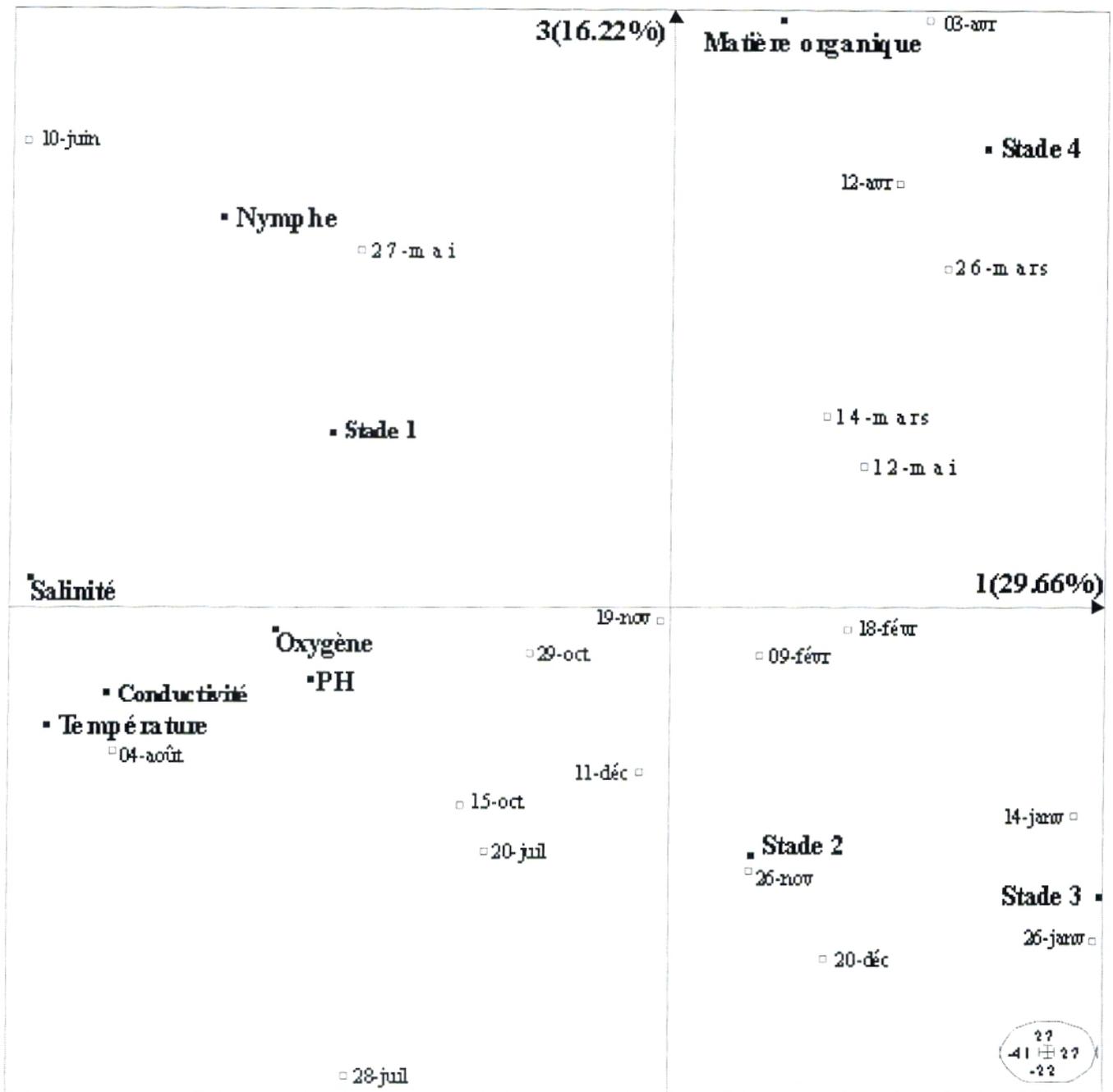


Figure 55 : Plan (F1x3) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans le gîte 01 (lignes et colonnes superposées).

#### IV-5-2 Facteurs clés dans le gîte 02

L'analyse en composantes principales est réalisée à partir des données de la matrice de 21 prélèvements effectués dans le gîte 02, placés en lignes et 11 colonnes qui correspondent aux facteurs physico-chimiques et aux effectifs des cinq stades préimaginaux.

Les trois premiers axes sont retenus, ayant pour inerties respectives de 47,07%, 21,16%, et 12,37%, soit un total d'inertie égale à 80,60% (Annexe 7). Ainsi, le plan (F1xF2) fournit 68,23% de l'information générale. Ce plan est représenté par la figure 56. Par ailleurs, le plan (F1xF3) fournit 59,44% de l'information totale, il est représenté par la figure 57.

Sur l'axe 1, les points colonnes construisant cet axe sont :

- La température de l'eau avec 83,22% d'inertie.
- La salinité avec 78,73% d'inertie.
- La conductivité avec 76,66% d'inertie.
- L'effectif des L1 avec une inertie qui égale à 66,08%.
- L'effectif des L2 avec 58,45% d'inertie.
- L'effectif des L4 avec 58,53% d'inertie.

Les points lignes de coordonnées positives sont les prélèvements du 20 Juillet, 28 Juillet, 22 Mai, 03 Juin et 13 Octobre, ce sont les prélèvements où nous enregistrons les valeurs les plus élevées de température, de salinité et de conductivité avec une absence totale des larves au stade 1 et 2 et un effectif faible des L4. Les points lignes se répartissent donc selon un gradient décroissant des effectifs des larves de stade 1, 2 et 4 et un gradient croissant de température, de salinité et de conductivité. La diminution considérable du volume d'eau jusqu'à l'assèchement durant cette période entraîne une augmentation de température, et une concentration des sels et des ions qui semblent coïncider avec de faibles effectifs des stades immatures.

Sur l'axe 2, apparaît un classement selon la matière organique avec une inertie de 85,20%. Les prélèvements du 20 mars, 28 mars et 13 avril indiquent des valeurs élevées de ce facteur.

En tenant compte des valeurs des contributions relatives : les points colonnes les plus représentatifs de l'axe 03 sont : l'oxygène dissous sur le côté positif de l'axe et l'effectif des nymphes sur le côté opposé avec 67,31% et 51,23% d'inertie, pour lequel correspond les points lignes : 15 mai avec un taux le plus élevé en oxygène dissous et absence total des nymphes, et le 13 avril avec des valeurs contradictoires en oxygène dissous et effectifs des nymphes. Les points lignes se répartissent selon un gradient croissant du taux d'oxygène dissous et selon un gradient décroissant d'effectifs des nymphes.

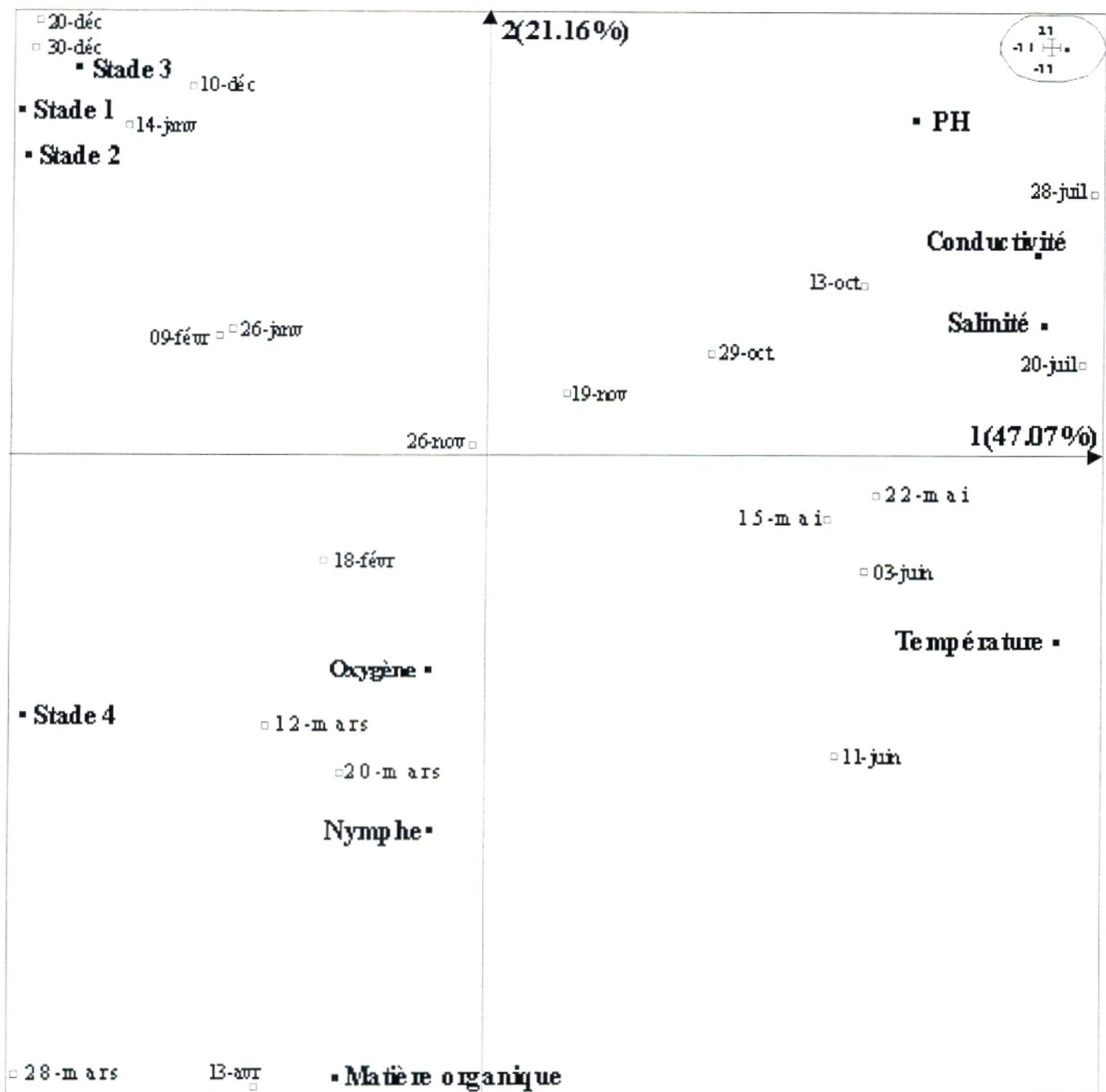


Figure 56 : Plan (F1x F2) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans le gîte 02 (lignes et colonnes superposées).

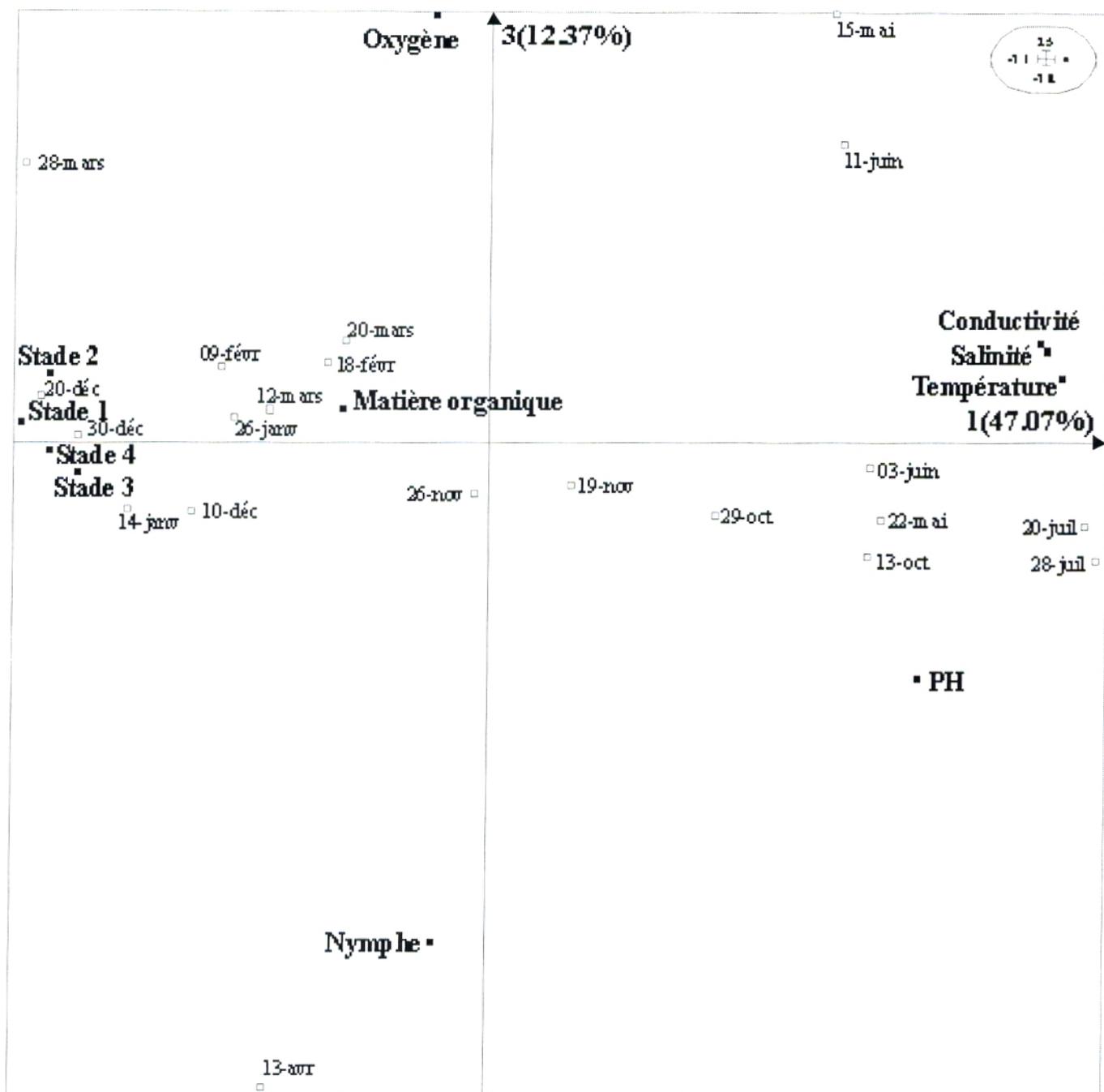


Figure 57 : Plan (F1xF3) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans le gîte 02 (lignes et colonnes superposées).

### IV-5-3 Facteurs clés dans le gîte 03

L'analyse en composantes principales est réalisée à partir des données de la matrice de 23 prélèvements placés en lignes et 11 colonnes correspondent aux facteurs physico-chimiques et aux effectifs des stades préimaginaux.

Les trois premiers axes sont retenus ayant les inerties respectives de 36,84%, 21,40%, et 17,09%, soit un total d'inertie égale à 75,33% (Annexe 7).

Le plan (F1xF2) fournit 58,24% de l'inertie totale, ce plan est représenté dans la figure 58.

Sur l'axe 1, les points colonnes qui construisent cet axe sont la conductivité avec 82,84% d'inertie, la salinité avec 80,87%, la température de l'eau avec 62,69%, toutes avec des coordonnées positives et à l'opposée, la matière organique avec un pourcentage d'inertie égal à 59,21% située du côté négatif de cet axe.

Comme le gîte 02, les points lignes, situés sur le côté positif de l'axe 1, sont les prélèvements du 20 et 28 juillet, du 03 et 10 août qui correspondent aux valeurs les plus élevées de la conductivité, la salinité et la température de l'eau de gîte, et aux valeurs les plus faibles de la matière organique.

Ceci est causé par l'augmentation de la température de l'air qui avoisine les 27°C et qui provoque une diminution du volume d'eau générant ainsi une forte concentration en sel une augmentation de température de l'eau. Ces conditions induisent une croissance rapide, un faible effectif des larves de stade 1 et 2, et favorise la nymphose.

Sur l'axe 2, les points colonnes qui le construisent correspondent à l'effectif des L1 avec une inertie de 56,31% de coordonnée négative à qui colle les points lignes 29 octobre et 26 novembre caractérisés par une abondance des larves au stade 1 (96 et 133 larves), et l'effectif des L4 situé sur le côté opposé avec une inertie de 50,66%, à qui se joint les points lignes 28 mars et 13 avril caractérisés par un faible effectif des L1 (10 et 7 individus respectivement) et un effectif élevé des L4 (168 et 112 individus).

Sur le plan (F1xF2), les points lignes se répartissent sur l'axe 1 selon un gradient croissant de salinité, de conductivité et de température et un gradient décroissant de matière organique, tandis que sur l'axe 2 les points lignes se distribuent selon un gradient décroissant d'effectif des L1 et un gradient croissant d'effectif des L4.

Sur l'axe 3, le point construisant cet axe est l'effectif des nymphes avec une inertie de 64,59%, placé sur le côté positif de cet axe. Les points 15 mai, 22 mai, 03 juin sont localisés sur le côté positif de l'axe 3 qui sont caractérisés par des effectifs élevés de nymphes (22, 49 et 40 individus respectivement)

Sur le plan (F1xF3) les points lignes se répartissent sur l'axe 3 selon un gradient croissant d'effectif des nymphes (Fig. 59).

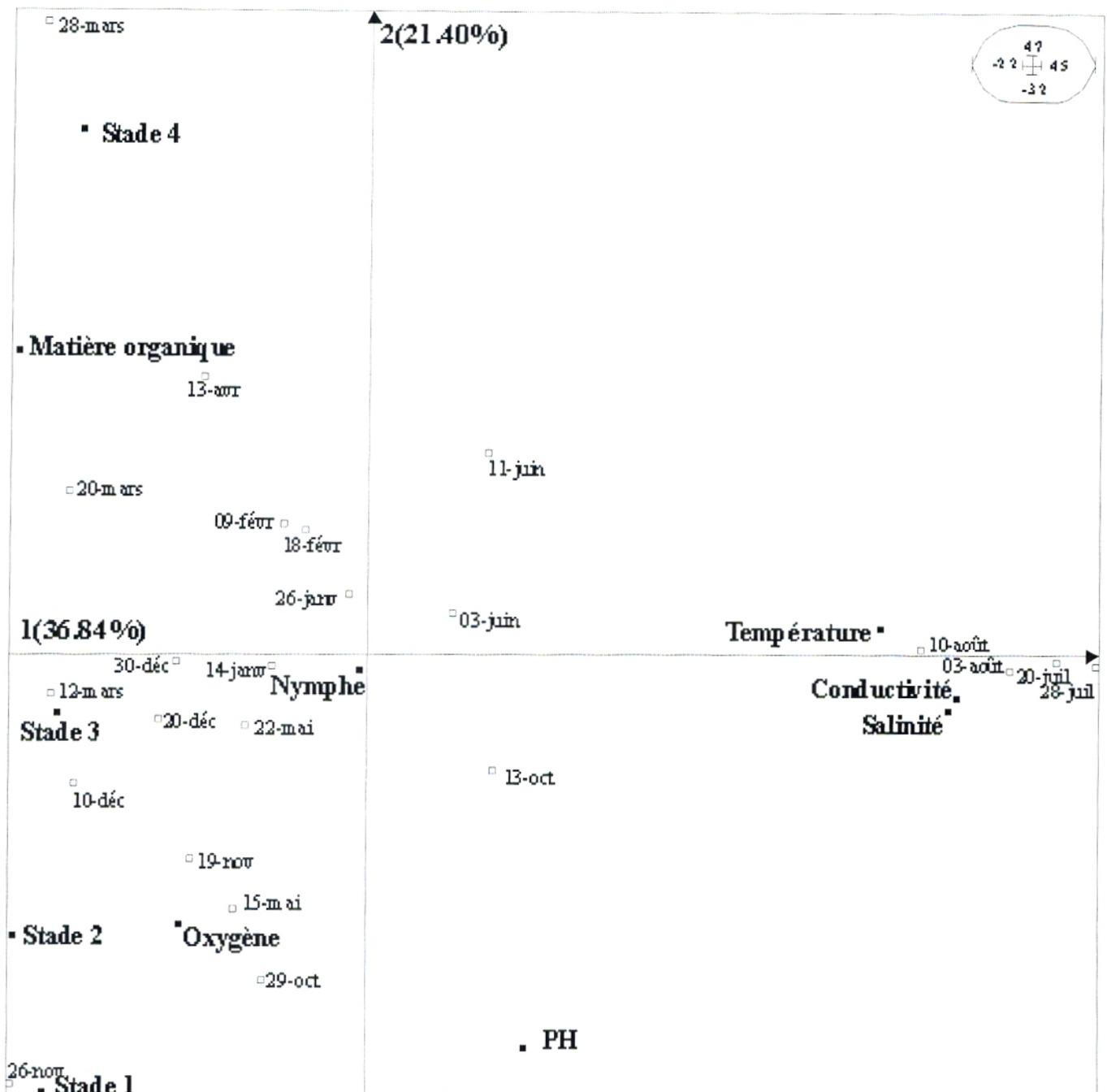


Figure 58 : Plan (F1x F2) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans le gîte 03 (lignes et colonnes superposées).

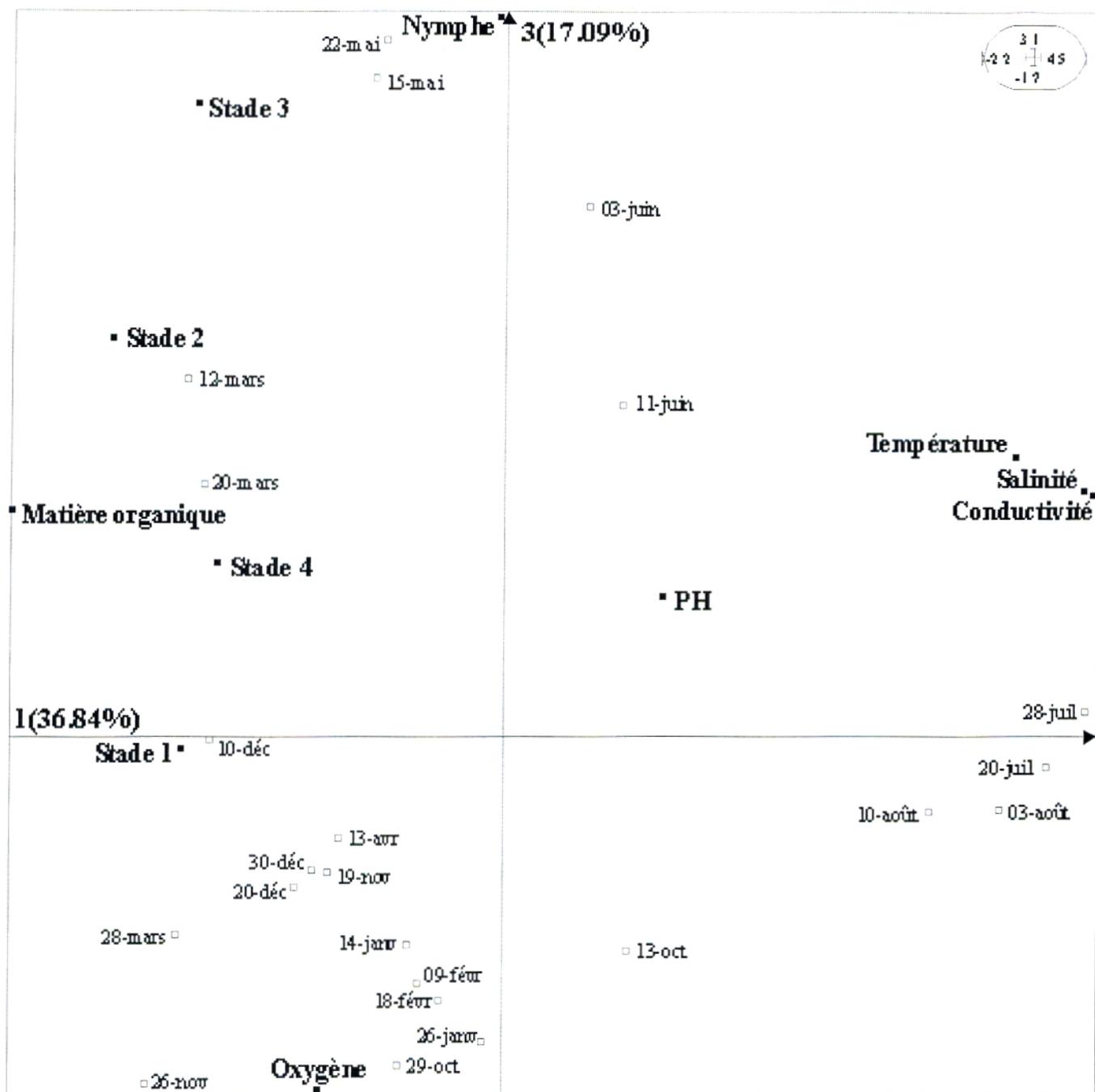


Figure 59 : Plan (F1x3) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans le gîte 03 (lignes et colonnes superposées).

#### **IV-5-4 Analyse globale avec effectifs totaux des stades**

L'analyse en composantes principales réalisée à partir d'une matrice d'entrée de 64 prélèvements effectués dans les trois gîtes placés en ligne, et 11 colonnes correspondent aux facteurs physico-chimiques et effectifs des différents stades immatures (Annexe 4). Les valeurs propres montrent que les trois premiers axes renferment 72.52% de l'information totale (Annexe 7). Le plan (F1xF2) fournit 60,36%, il est représenté par la figure 60, et le plan (F1xF3) fournit 56,04% de l'inertie totale, représenté par la figure 61.

Sur l'axe 1, les points colonnes construisant cet axe sont :

- La matière organique avec une inertie de 85,55% de coordonnées négative.
- La conductivité avec une inertie égale à 79,43% de coordonnée négative.
- La salinité avec 86,94% d'inertie, de coordonnée négative.
- L'effectif des L2 avec une inertie de 61,58%, de coordonnée négative.
- Le pH avec 57,31% de coordonnée négative.

Les points lignes de coordonnées positives sont les prélèvements effectués dans le gîte 01, caractérisés par les faibles valeurs du pH, de conductivité, de salinité et de la matière organique, contrairement aux prélèvements effectués pour le gîte 03 qui englobe toutes les valeurs élevées ainsi que les effectifs des stades 2.

Sur l'axe 2, le seul point colonne retenu est le facteur température de l'eau avec 41,64% de coordonnée positive à qui correspond les prélèvements effectués aux mois de juin, juillet et août caractérisés par les valeurs les plus élevées de ce facteur. Les points lignes se répartissent selon un gradient croissant de température.

Sur l'axe 3, l'effectif des L4 situé sur le côté positif construit cet axe avec une inertie de 55,25%. Les points lignes se répartissent selon un gradient croissant des larves au stade 4. Les prélèvements effectués au printemps dans chaque gîte sont caractérisés par des effectifs élevés des L4, à l'inverse des prélèvements réalisés en automne et qui se caractérisent par de faibles effectifs des larves au stade 4.

Nous constatons que le cycle de vie des Culicidés évolue et change en fonction des saisons. Les œufs des Culicidés éclosent à la fin de l'été et en automne, les larves au premier stade croissent lentement et hibernent en hiver sous forme de L2 et L3. Le printemps et le début de l'été constituent un moment favorable pour l'émergence des larves qui ont atteint le quatrième stade de leur croissance.

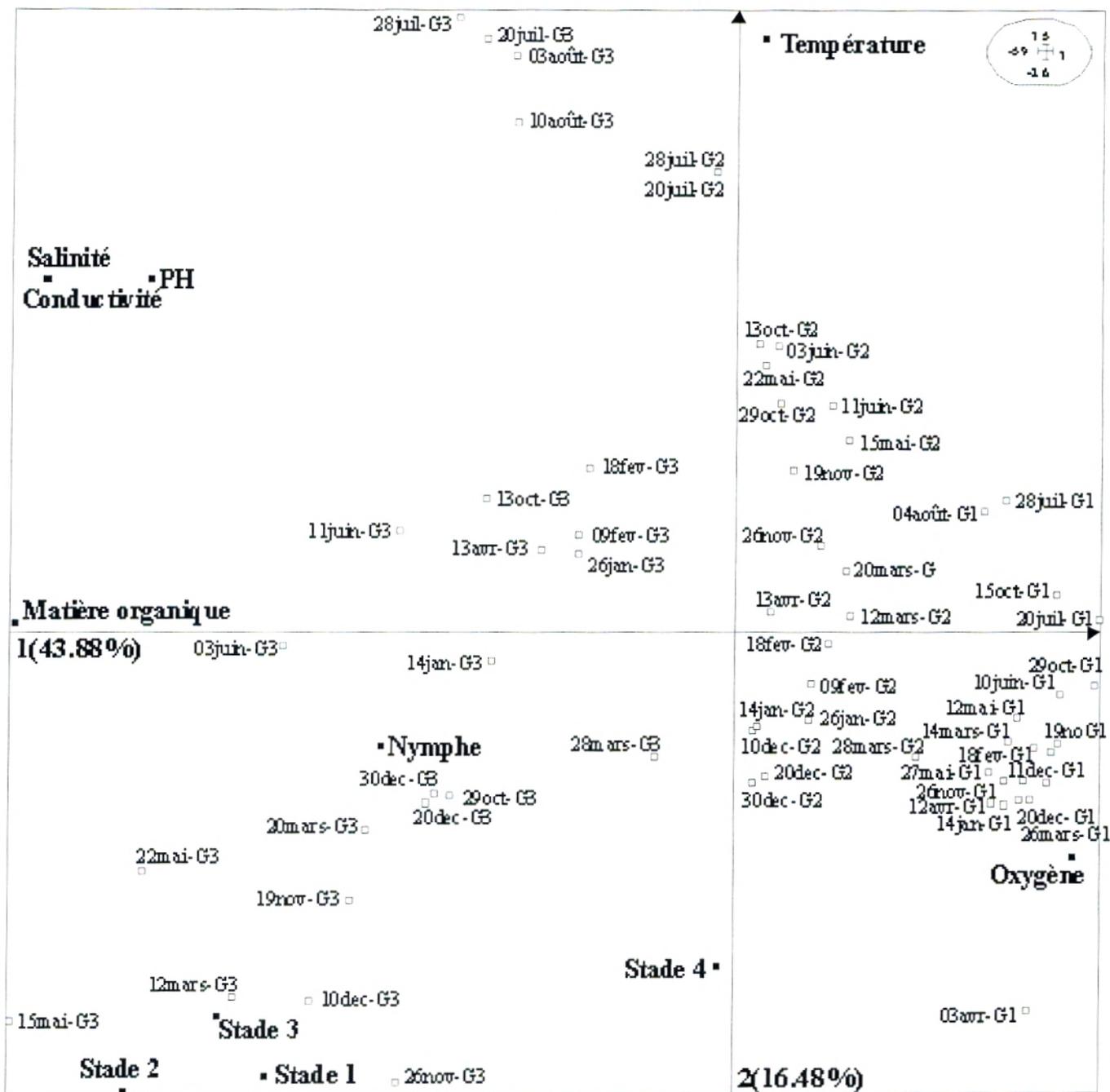


Figure 60 : Plan (F1xF2) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans les trois gîtes (lignes et colonnes superposées).

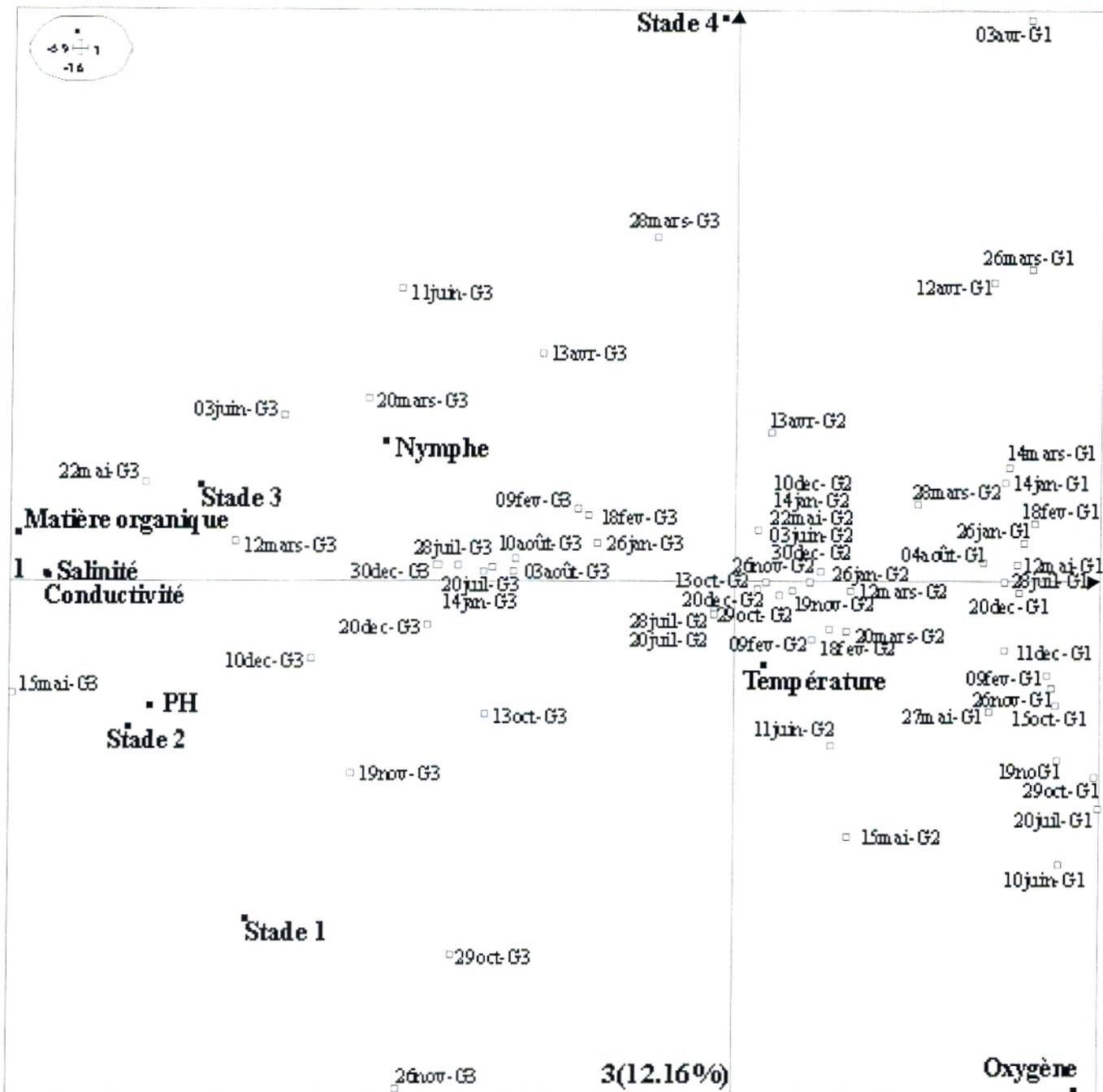


Figure 61 : Plan (F1xF3) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et des effectifs des stades immatures dans les trois gîtes (lignes et colonnes superposées)

Voisine de l'analyse précédente, nous avons utilisé la méthode des niches écologiques qui est une méthode de coordination et de couplage basées sur la notion de marginalité des niches écologiques (THIOULOUSE et CHESSEL, 1997). Sa procédure laisse apparaître le facteur écologique limitant ou favorisant en fonction de l'abondance des taxons. L'analyse est réalisée à partir de la matrice associant pour les mêmes dates de prélèvements effectués dans les trois gîtes réunis (lignes), les variables écologiques et l'effectif global des stades immatures (colonnes). Les résultats sont portés dans la figure 62.

97,54% de l'inertie totale est attribué à l'axe 1 qui correspond à la matière organique. Ce facteur a une action significative sur les trois espèces. Les points lignes se répartissent selon un gradient décroissant de la matière organique allant du côté négatif vers le côté positif de l'axe 1. Le gîte 01 de coordonnée positive, présente de faibles variations des effectifs des stades immatures. A l'opposé, se place le gîte 03, où les fluctuations des effectifs sont considérables. Le gîte 02, occupe une position intermédiaire, mais montre une ressemblance des conditions plus proches de celles du gîte 01. Le gîte 03 se marginalise par ses taux de matière organique importants et ses fortes fluctuations des effectifs des stades immatures contrairement des deux autres gîtes. Ainsi, nous pouvons qualifier le gîte 03 de gîte eutrophe contrairement aux gîtes 01 et 02 qui sont des gîtes plutôt oligotrophes.

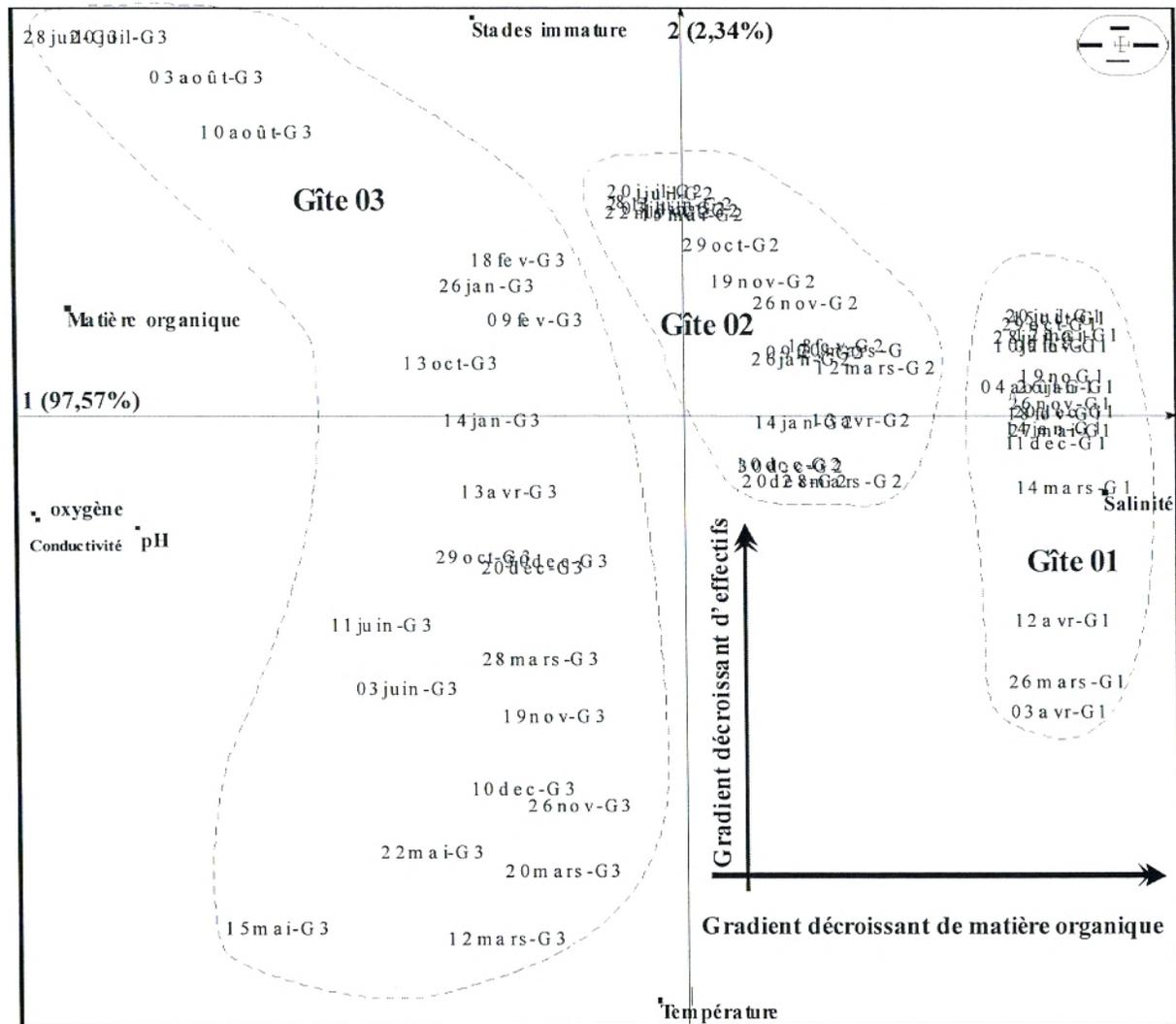


Figure 62 : Plan (F1xF2) de l'analyse en composantes principales de la matrice de répartition des paramètres physicochimiques et de l'effectif global des stades immatures dans les trois gîtes (lignes et colonnes superposées).

#### IV-6 Détermination des niches écologiques et cycles de développement

Le concept de niche écologique le plus révélateur est celui d'Hutchinson qui unifie les deux notions habitat et fonction. *Ae. geniculatus* se développe dans les gîtes eutrophes et oligotrophes, il se comporte comme une espèce généraliste. Il rentre en compétition avec *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis*, espèces très proches morphologiquement et écologiquement.

Les analyses en composantes principales réalisées ont mis en évidence l'importance de deux facteurs écologiques : le facteur matière organique et le facteur température. Par ailleurs, le suivi des populations pendant une année a permis de démontrer que les trois espèces présentaient des cycles de développement différents et des rythmes d'activité bien ségrégués. Par ailleurs, l'optimum de l'une ne coïncide en aucun cas avec celui de l'autre. Ces décalages, sont des petites différences qui permettent la cohabitation des trois espèces dans les gîtes eutrophes et qui se traduisent par des modes différents d'utilisation des ressources.

Avec ces trois paramètres, nous avons construit la représentation tridimensionnelle des niches écologiques des trois espèces (Fig. 63).

La tolérance de chaque espèce vis-à-vis de ces trois facteurs est variable. Les trois niches se recouvrent mais sont de tailles différentes, cela signifie que ces trois espèces entrent en compétition entre elles sans forcément s'exclure. Pour éviter l'exclusion, chaque espèce présente des petites différences dans l'utilisation des ressources (trophique ou territoriales). *Ae. pulcritarsis*, pour échapper à la compétition interspécifique, réduit son nombre et sa période d'activité.

Le décalage dans le cycle de développement est très net entre *Ae. berlandi* et *Ae. geniculatus* d'une part et *Ae. pulcritarsis* d'autre part (Figure 64).

Selon GILOT et al, (1976), dans le midi méditerranéen, *Ae. geniculatus* peut se rencontrer à l'état larvaire toute l'année et sa nuisance se manifeste surtout au printemps et en été.

Ainsi sous nos latitudes et en fonction des conditions climatiques locales, *Ae. geniculatus* montre une activité continue pendant la saison froide pluvieuse et interrompte son activité suite à l'assèchement du gîte en été. Selon METGE (1986), une température moyenne, supérieure à 10°C, peut être à l'origine d'une continuité de l'activité, la diapause est dans ce cas facultative.

Toute fois l'activité maximale est de type printanier. La réunion des conditions favorables dans cette saison semble réveiller ce petit insecte, qui semble hiberner sous forme de larves au stade L4 pendant la saison d'hiver en plus éventuellement d'un stock d'œufs (la physiologie des creux n'a pas permis de retrouver les œufs par contre). Plusieurs cycles se répètent au printemps pour donner présence à des adultes pendant la saison estivale, et ce dans le but de subsister à l'assèchement des gîtes causés par la période estivale sèche, et y donner naissance à d'autres générations lorsque la remise en eau est refaite par les premières pluies tombées en automne.

*Ae. berlandi* présente un rythme d'activité annuel semblable à celui d'*Ae. geniculatus* et qui s'adapte aux variations saisonnières de la région méditerranéenne. Il y a alternance activité / repos, il hiberne sous forme de larve pendant la saison hivernale et pullule pendant la saison printanière et estivale tant que les gîtes sont remplis d'eau. Il passe la mauvaise saison (été) à l'état adulte et en automne, il y a apparition de nouvelles générations. Cette espèce peut se récolter toute l'année mais présente un maximum d'abondance en printemps et en été.

Comparé à *Aedes mariaae* qui colonise les trous de rocher temporaire, ces deux *Aedes* dendrotelmes présente une stratégie de survie aux variations des conditions climatiques saisonnières irrégulières (HASSAINE et al, 2002) différente. Cette stratégie est double représentée par des stades larvaires avancés L4 combinés à un stock d'œufs. Par ailleurs, les formes adultes assureraient la continuité en saison estivale (Figure 64).

*Aedes pulcritarsis* à l'égard des autres espèces, présente un cycle de développement annuel différent (Fig. 64). L'absence des formes larvaires en automne et l'hiver témoigne que cette dernière hiberne probablement sous forme d'œufs afin d'éviter toute compétition avec les autres espèces dendrotelmes qui hibernent à l'état larvaire, et cela pendant toute la période hivernale, ce phénomène a déjà été observé par ROUBAUD et COLAS-BELCOUR (1952). Au début du printemps, on note l'apparition de cette espèce avec un effectif amoindri, sa présence à l'état larvaire ne s'attarde pas, et vite elle passe à l'état adulte et se foisonnent sous l'ombre des branches des arbres dans l'attente d'une proie à piquer et lui donner la nourriture pour un nouveau cycle de vie. Sa stratégie de survie est simple et se limite à un stock d'œufs capables de rester quiescents pendant plusieurs années.

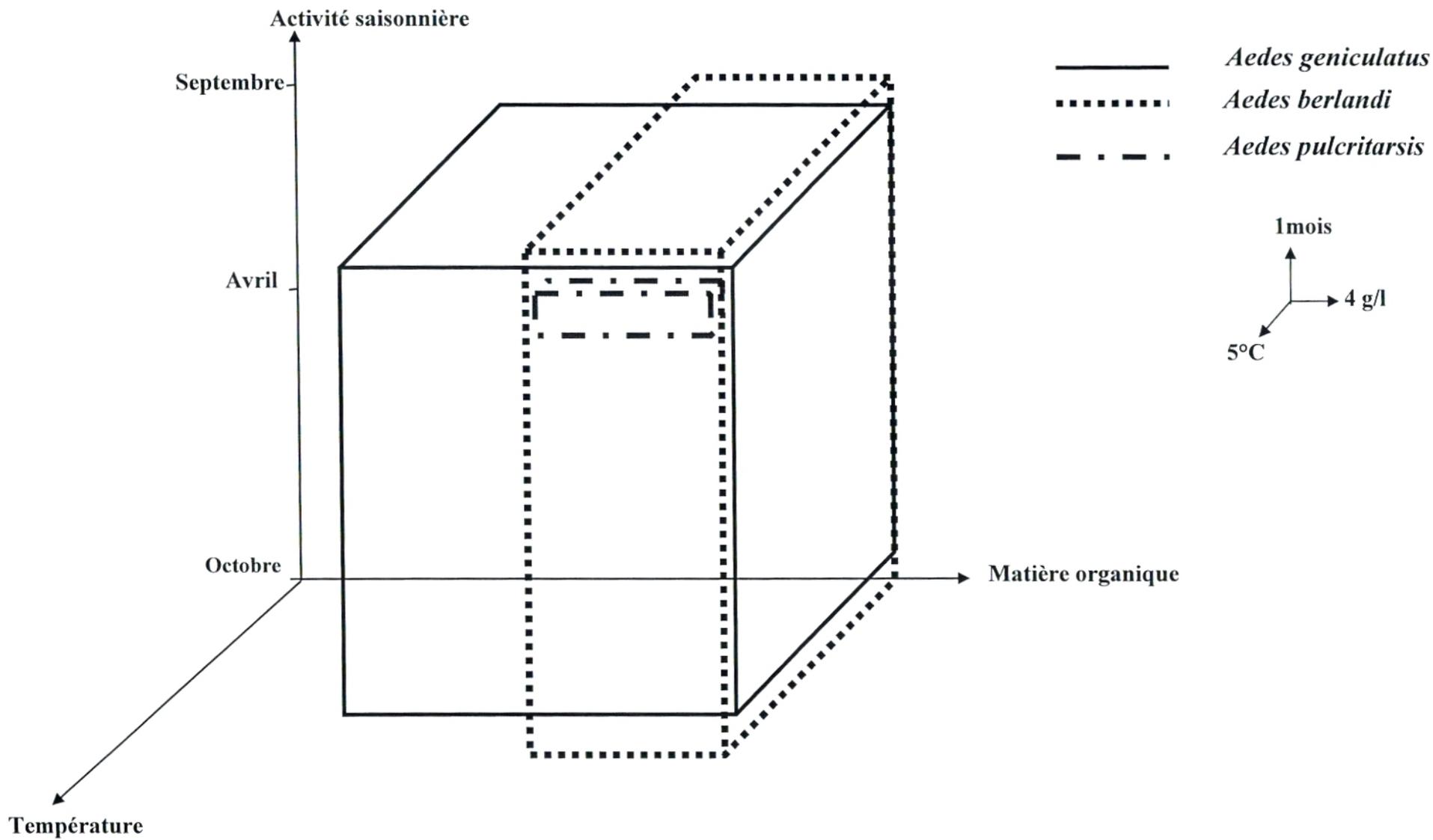
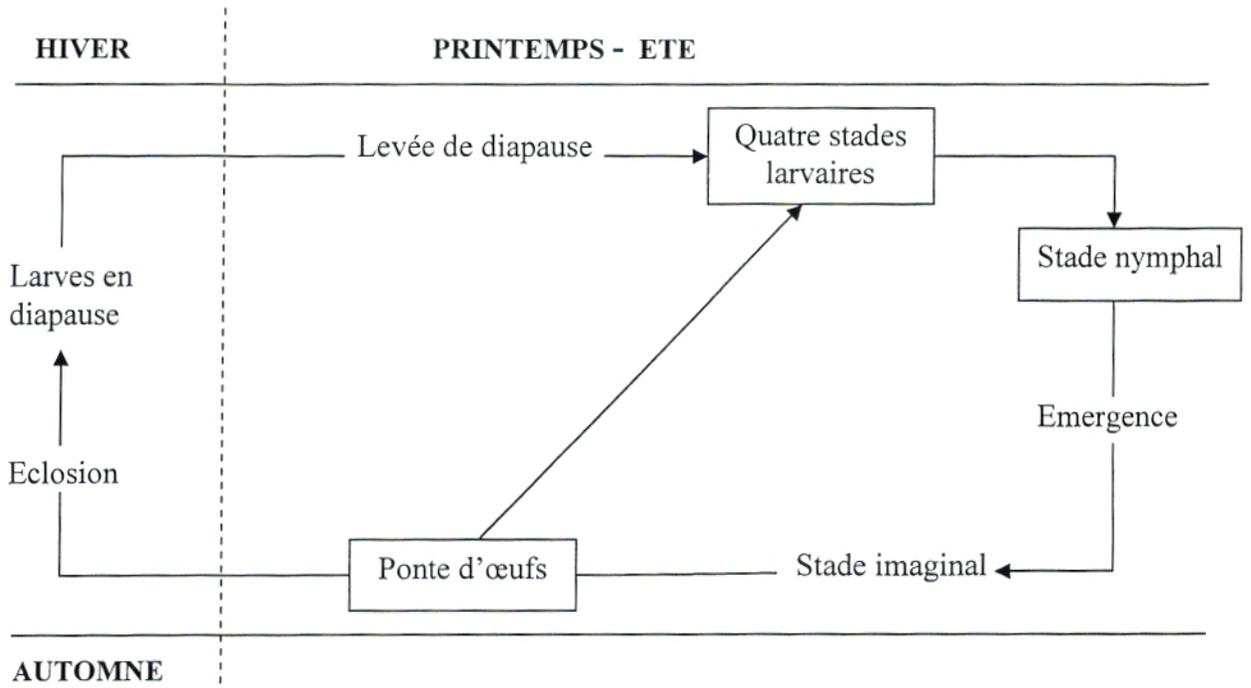


Figure 63 – Représentation tridimensionnelle des niches écologiques des trois espèces dendrotelmes

*Aedes geniculatus* et *Aedes berlandi*



*Aedes pulcritarsis*

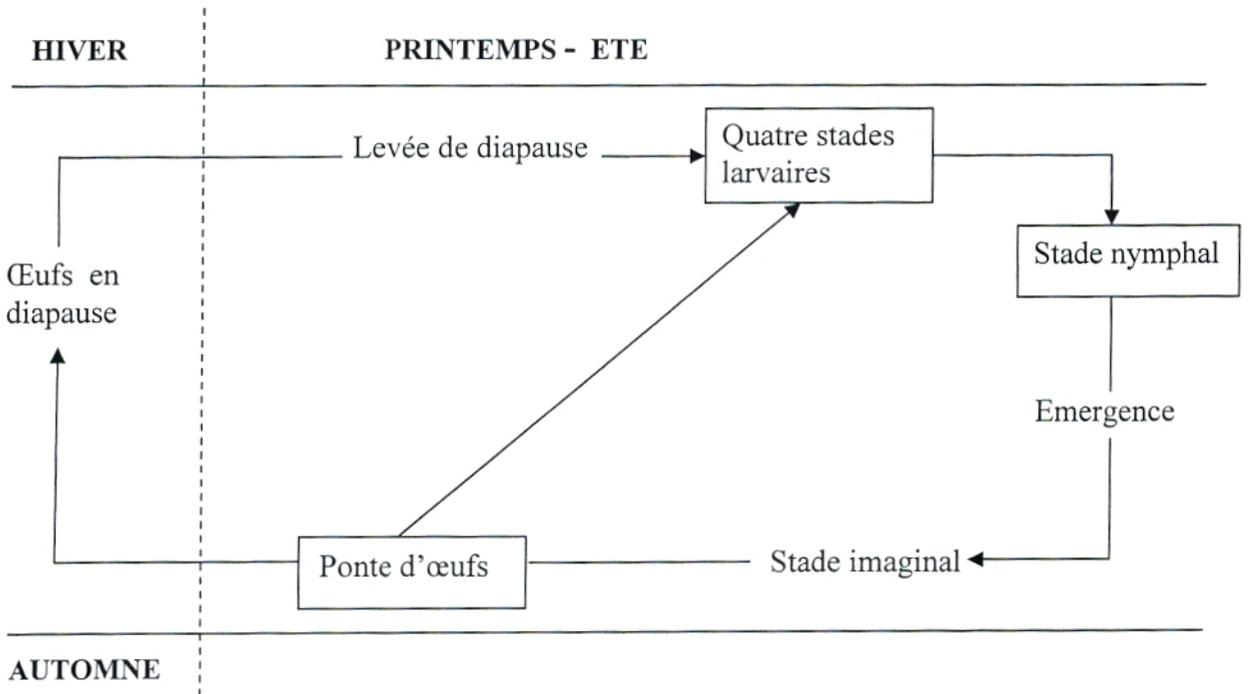


Figure 64 - Cycle de vie des trois *Aedes* dendrotelmes

## IV-7 Discussion

Le 1/5 des arbres examinés renferme des trous dont la majorité ont un à trois creux avec une taille d'excavation comprise entre 10cm et 50cm. Plus de 655 trous ont été prospectés, seulement dix constituent des gîtes fonctionnels dont sept dans la commune de Tlemcen et trois dans la commune de Mansourah.

Ces gîtes se situent sur des frênes en premier lieu, le platane et le micocoulier. La présence des excavations sur les troncs ou les branches témoignent de l'état sanitaire de l'arbre (BOUHRAOUA, 2003). Ainsi, ces deux parties de l'arbre sont soumises à certaines dégradations qui les rendent plus sensibles aux conditions extérieures comme la sécheresse, le gel et la composition chimique et biologique des sols. Plus les arbres sont vieux, plus ils deviennent sensibles et le risque d'attaque augmente (BOUHRAOUA, 2003). L'attaque du bois par les insectes et les champignons xylophages entraîne la formation de creux où la sciure et le bois pourri sont transformés en matière organique nutritive pour une faune particulière dont les Culicides qui occupent les trous remplis d'eau. Selon DAJOZ (1980), les cavités remplies d'eau (appelées *phytotelmata* par les auteurs anglosaxons) se forment dans les arbres au bois dur dans la partie axiale du tronc ou au niveau d'une bifurcation. Rares dans les milieux forestiers et préforestiers de l'ouest algérien (Bouhraoua, 2003), elles sont souvent sèches en été. Selon Maguire (1971), les dendrotelmes sont des milieux aquatiques très limités dans l'espace et dans le temps, d'un grand intérêt pour les écologistes.

Selon Meir et al (2005), un arbre en croissance tente, chaque année, de faire disparaître les parties échancrées, mais la plus part du temps en vain. Les creux sont également le résultat d'infections par certaines espèces fongiques exemples de *Nectria galligena* du frêne ou *Ceratocystis fimbriata platani* spécifique au platane (Mac Cracken et Burthod, 1977) ou encore *Pyrenomyces carbonade* qui envahit le bois et apparaît dans les fissures sous formes de chancres charbonneuses. Ces dégradations permettent la création de gîtes aux insectes dendrotelmes.

Les seuls travaux relatifs aux Culicides dendrotelmes réalisés en Algérie sont ceux de CLASTRIER (1940, 1941) qui signale la présence de six espèces dans des creux d'arbres dans la région algéroise.

*Ae. geniculatus* appartient aux groupements sténotopes dont les gîtes sont temporaires, il colonise à l'état larvaire les cavités creusées dans des troncs d'arbres d'essences variées (platanes, chênaies, hêtre, frêne, olivier,...) (SEGUY (1924); LEGENDRE (1934); CALLOT (1938); CALLOT (1939); CLASTRIER (1940); CLASTRIER (1941); CALLOT (1944); SENEVET et ANDARELLI (1954); RIOUX et ARNOLD (1955); HARANT et al (1955); DOBY et DOBY-DUBOIS (1960); RIOUX et al (1964); BERNER (1974); GILOT et al (1976); BENJABER (1985); METGE et AL ALAOUI (1987); METGE et BELAKOUL (1989); HANDAQ (1995). Mais il n'est pas exceptionnel de le récolter en dehors de ses gîtes d'élection, tel les bassins cimentés, les cuves remplis de débris végétaux, les trous de rochers, les flaques d'eau, arbre couché (ROMAN (1939); CALLOT (1939, 1942).

*Ae. berlandi* est une espèce arboricole exclusive, elle est considérée comme une espèce des milieux sténotopes dendrotelmes, elle ne peut se récolter en dehors des creux d'arbres. Elle vit dans des gîtes de petites dimensions et profusionne dans les creux de platanes, de chêne vert, chêne liège, chêne zeen, peuplier blanc, frêne, micocoulier...(CALLOT (1944); SENEVET et ANDARELLI (1954); SENEVET et al (1954); RIOUX et ARNOLD (1955); CLASTRIER (1955); HARANT et al (1955); COLUZZI (1962); RIOUX et al (1964); BERNER (1974); BENJABER (1985); METGE et AL ALAOUI (1987); METGE et BELAKOUL (1989); HANDAQ (1995).

*Ae. pulcritarsis* s'ajoute à *Ae. berlandi*, *Ae. echinus* et *Orthopodomyia pulcripalpis*, elle est dite aussi dendrolimnique strict puisqu'elle n'est récoltée que dans les trous d'arbres (SICART (1952); GAUD (1953); SENEVET et ANDARELLI (1954); RIOUX et MAISTRE (1960); SENEVET et ANDARELLI (1960); COLUZZI (1962); SENEVET et ANDARELLI (1964); RIOUX et al (1964); BAILY-CHOUMARA (1965); BERNER (1974); BENJABER (1985); METGE et AL ALAOUI (1987).

*Ae. echinus* est une espèce dendrolimnique strict ou absolu, elle partage cette particularité avec, *Ae. berlandi*, *Or. pulcripalpis*, puisqu'elle ne colonise que les trous d'arbres tel : platane, chêne liège, frêne, châtaigner marronnier, hêtre,... (SEGUY (1924); SICART (1952); GAUD (1953); SENEVET ET ANDARELLI (1954); CLASTRIER (1955); COLUZZI (1962); BAILY-CHOUMARA, (1965); BENJABER (1985); METGE ET BELAKOUL (1986); METGE ET AL ALAOUI (1987); METGE ET BELAKOUL (1989). SENEVET et ANDARELLI l'a récoltée en Algérie dans l'olivier.

La morphologie du creux intervient de façon capitale dans le maintien quantitatif et qualitatif de la faune présente (METGE, 1986), et l'ouverture du creux influence la couleur de l'eau du gîte ainsi que l'intensité lumineuse à l'intérieur du creux (BELAKOUL et al, 1984).

A un creux à ouverture réduite correspond une eau de couleur brun- rouge limpide, par contre un creux à ouverture large contient une eau de couleur brun- foncé à noire. Les creux à ouverture réduite empêchent l'accumulation des feuilles mortes et de débris organiques, alors que les creux à large ouverture s'enrichissent considérablement de feuilles mortes et de débris organiques. Ces résultats corroborent parfaitement avec nos résultats. Par ailleurs, l'analyse qualitative de la faune permet de préciser que les creux à ouverture réduite abritent des larves d'*Ae geniculatus* seules. Cette espèce cohabite avec les deux autres espèces dans les gîtes à ouvertures larges. *Ae berlandi* et *Ae pulcritarsis* montrent une certaine affinité pour les creux d'arbres plus ouverts.

*Ae. geniculatus* colonise les milieux aquatiques très limité dans le temps et dans l'espace, ces milieux temporaires et dulçaquicole sont très réduits dans la surface qui varie de quelque cm<sup>2</sup> à 1 ou 2 dm<sup>2</sup>, donc c'est une espèce qui colonise les trous d'arbres de grande et petite taille, cela lui donne le pouvoir de vivre sur une surface peu humide qui peut aller a un mois (COLUZZI, 1962).

*Ae. berlandi* préfère les creux d'arbres des platanes ombrageant le bord des routes et les canaux, dans les places des villes, les jardins d'agrément et qui ont toujours étaient un milieu favorable pour le

développement de cette espèce (HARANT et al, 1955). Mais tout de même, ces milieux sont temporaire surtout pendant les périodes sèches, lorsque l'évaporation est intense, ce qui pousse cette espèce à développer un potentiel considérable de résistance à des conditions défavorables.

Tandis que *Ae. pulcritarsis* a été récoltée dans les trous des vieux arbres présentant des cimes ombrageant. Ces gîtes sont temporaires, en forme de bénitier, profond, largement ouvert. Comme toutes les autres espèces arboricoles, *Ae. echinus* vit dans un espace temporaire où le gîte peut être à sec pendant la saison défavorable, ce qui rend cette espèce apte à s'adapter et résister à la dessiccation.

*Ae. geniculatus* vit et se développe à une température ambiante, mais peut supporter une sécheresse plus ou moins longue dans l'année, et peut subir une température extrême de l'air de moins 12°C. Elle bloque sa croissance pendant la majeure partie de l'hibernation (BENJABER, 1985).

*Ae. berlandi* préfère les températures ambiantes et clémentes, mais peut vivre dans une eau où la température peut descendre jusqu'aux valeurs extrême qui avoisinent les 0°C. SENEVET et al (1954) signalent que cette espèce a été retrouvée dans une eau à température égale à 3°C, celle de l'air était aussi de 3°C.

Dans cette étude, la température de l'eau est peu variante entre les trois gîtes, le maximum est atteint dans le gîte 03 avec 22.6°C contre 22.4°C pour le gîte 02 et 22.1°C pour le gîte 01, alors que le minimum est de 4.2°C dans le gîte 02 et 03 contre 6.2°C pour le gîte 01.

Tandis que *Ae. pulcritarsis* hiverne probablement à l'état d'œuf, cela a été observé par ROUBAUD et COLAS-BELCOUR lors d'une prise d'œufs dans un creux d'arbre, ces derniers ont éclos après immersion dans l'eau de robinet, en janvier.

*Ae. geniculatus* présente un intervalle de tolérance plus au moins large, elle colonise les gîtes dont le pH des eaux varie selon les précipitations. Il est compris entre 6 dans les eaux claires et nettement alcalines, supérieures à 9 (DOBY et DOBY-DUBOIS (1960), HANDAQ (1995).

Généralement *Ae. berlandi* colonise les trous d'arbres dont l'eau est fortement basique, le pH est entre 9 et 10 (HARANT et al, 1955). Plusieurs auteurs ont fait l'objet d'une telle publication (SENEVET et al, 1954), (RIOUX et ARNOLD, 1955). De même, le pH des milieux dendrolimniques abritant *Ae. pulcritarsis* est en général très alcalin, de 9 à 10 dans diverses observations de RIOUX et al en 1964.

Selon RIOUX et al (1964), le pH nettement alcalin, toujours supérieur à 8, caractérise essentiellement les creux d'arbres. La forte alcalinité paraît maintenue grâce à la présence de bicarbonates alcalinoterreux et de carbonate de potassium.

Les trois gîtes rencontrés présentent en général un pH neutre à alcalin, le gîte 02 est le plus alcalin avec 9.88 enregistré au mois de juillet.

Bien que la majorité des espèces dendrotelmes soit considéré comme des espèces des milieux dulçaquicoles, toutefois elles semblent tolérantes vis à vis des teneurs en sel plus élevées. Les larves d'*Ae. geniculatus* sont les plus largement tolérantes. *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis* sont capables de se développer dans une eau douce à légèrement salée ou meihaline. Deux facteurs contribuent à la mise en eau de ces creux : les précipitations et l'écoulement gravitaire des nappes perchées temporaires qui peuvent les alimenter localement par transit souterrain (METGE et BELAKOUL, 1989).

En général, les eaux des creux d'arbres sont très peu conductrices. La conductivité varie d'un gîte à l'autre. La plus grande valeur est enregistrée dans le gîte 03 et qui est de 22700 $\mu$ s/cm, en occurrence de 10180 $\mu$ s/cm dans le gîte 02 et 2130 $\mu$ s/cm dans le gîte 01.

La salinité ou bien la teneur en ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> varie d'un gîte à l'autre également et selon l'intensité de l'évaporation. Le gîte 03 présente les valeurs les plus élevées et qui varient entre 6.7 g/l et 13.7 g/l. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans le gîte 01 qui n'excèdent pas 0.9 g/l. Le gîte 02 est moyennement salé allant de 3 g/l à 6.1 g/l.

La matière organique en décomposition joue un rôle positif dans le choix du biotope larvaire par les femelles lors de l'oviposition (BENTLY et al, 1981).

L'activité microbienne est indiquée par le taux d'oxygène dissous exprimé en mg/l, et qui est un paramètre stimulant l'éclosion des œufs. Dans le gîte 01, nous marquons la teneur la plus élevée en oxygène dissous avec 1.57 mg/l. Cependant, dans le gîte 02, la valeur la plus élevée en oxygène dissous est égale à 1.32 mg/l. Pour le troisième gîte, la valeur supérieure est remarquée au mois de novembre avec 1.39 mg/l. Le minimum en oxygène dissous est égal à 0.01 mg/l pour les trois gîtes.

Le choix de la femelle pour le biotope larvaire se focalise sur la matière organique en décomposition qui détermine la couleur de l'eau. C'est dans le gîte 03 que nous enregistrons les taux de matière organique les plus élevées et qui varient entre 30.13 g/l et 41.66g/l et de même le nombre d'effectif le plus élevé, suivi par le gîte 02, le taux de matière organique varie très peu dans le temps, entre 10.78 g/l et 14.52 g/l. le gîte 03 dévoilent des quantités en matières organiques faibles qui ne dépassent pas les 3.97 g/l.

Les larves d'*Ae. geniculatus* colonisant les trous d'arbres ont été capturées généralement dans une eau ou la coloration varie du jaune clair au brun. L'examen de certains gîtes de chêne liège a révélé la présence de cette espèce avec d'autres espèces arboricoles (*Ae. berlandi*, *Anopheles plumbeus*, *Orthopodomyia pulcripalpis*) dans une eau extrêmement foncée (CALLOT (1944) ; HARANT et al (1955) ; DOBY et DOBY-DUBOIS (1960) ; RIOUX et al (1964).

CLASTRIER en 1941 cite que dans un trou d'arbre de chêne liège qui contenait cinq à six litres d'un liquide noir de consistance presque sirupeuse se trouvait *Ae. geniculatus* associée à *An. plumbeus* et *Or. pulcripalpis*.

Les larves d'*Ae. berlandi* ont été recueillies dans des creux d'arbres où l'eau de gîte était fortement teintée avec un aspect de marc de café. Dans d'autres gîtes, des larves ont été capturés dans une eau très fortement teintée en brun. Ces dernières ont fait l'objet d'un élevage dans l'eau ordinaire absolument sans substance dissoute, et il y a eu des éclosions (SENEVET et al, 1954).

RIOUX et ARNOLD dans une publication en 1955 affirment que cette espèce a toujours été rencontrée dans les eaux très foncées. Donc toutes les formations dendrolimniques ne sont pas équivalentes, seules conviennent pour *Ae. berlandi* les eaux très concentrées, c'est-à-dire fortement teintées. CALLOT (1944) signale que des larves ont été recueillies dans un trou d'arbre de chêne liège dont la couleur de l'eau était extrêmement foncée. Ainsi, d'autres trous renferment une eau de couleur du chocolat. L'habitat des larves d'*Ae. berlandi* se caractérise par une eau dont la qualité se manifeste par une grande quantité de débris végétaux et animaux. L'analyse de cette eau a pu conclure qu'il s'agit d'un liquide contenant en solution des matières organiques d'origine végétale, mucilagineuses, pectiques, gommeuses et protéiques. Ce liquide contenait également des carbonates (SENEVET et al, 1954).

Les gîtes des trous d'arbres contenant les larves d'*Ae. pulcritarsis* renferment généralement une eau de couleur brun foncée, rouge, visqueuse. Ce liquide parfois noir très fortement teinté est riche en matière organique d'origine animale et végétale, et en tanin (SENEVET et al, 1954), (RIOUX et MAISTRE, 1960), (BAILY-CHOUMARA, 1965), (HANDAQ, 1995).

La richesse en matière organique en rapport avec la coloration de l'eau est donc certaine, la matière organique constitue la matière colorante (HARANT et al, 1955) mais également la matière nutritive pour ces larves détritivores. L'eau des creux d'arbres, riche en tannins, de couleur brunâtre voire noirâtre constitue un milieu très remarquable pour cette faune hautement spécialisée.

Il y a alternance activité / repos sur le rythme d'une année. Cette alternance dépend des paramètres du milieu eux-mêmes à caractère saisonnier. Les variations climatiques sont directement ressenties par les populations qui présentent un cycle de développement ne correspondant pas à un changement graduel et régulier, mais plutôt à des alternances rapides, imprévisibles et instables.

A moyennes latitudes, les Culicides dendrotelmes peuvent être recueillies pendant toute l'année tant que les gîtes sont humides, mais la plupart du temps, présentent un maximum d'abondance au printemps (HASSAINE, 2002).

*Ae. geniculatus*, pour assurer sa pérennité, semble hiberner à l'état larvaire (stade 4) et estiver à l'état adulte ou œufs. Les œufs sont déposés par les femelles sur substrat humide avant assèchement total, subissent une dessiccation, en attente d'une nouvelle remise en eau. Situé dans la partie médiane d'un frêne, avec une ouverture relativement large, le gîte 02 peut contenir un volume d'eau maximale de plus de trois litres. Ce gîte reste le moins productif et montre une dynamique temporelle des populations préimmaginales toute différente (Fig. 42).

L'effectif total durant toute la période d'étude était de 840 individus, le maximum atteint au mois de décembre est de 300 individus.

A partir du 15 mai, on s'aperçoit déjà de la présence des larves qui atteignent un effectif de 14 individus, régenté par des larves au quatrième stade de développement. Cet effectif diminue pendant le mois de juin suite à la nymphose des L4 qui explique la dominance des pupes durant ces deux mois.

Les récoltes menées par CLASTRIER en 1941 en Algérie ont pu montrer que cette espèce apparaît en grand nombre au printemps. Cela a été confirmé par CALLOT en 1944 et qui précise que son examen des trous d'arbres au mois d'avril a mis en évidence un grand nombre de larves et de nymphes d'*Ae geniculatus*.

Dans le midi méditerranéen, *Ae geniculatus* peut se rencontrer à l'état larvaire toute l'année et sa nuisance se manifeste surtout au printemps et en été (GILOT et al, 1976).

De même, il a été récolté à l'état larvaire plusieurs fois en été, et certaines larves recueillies passèrent l'hiver à cet état, ce qui prouve que ce Culicide peut rester à l'état larvaire de l'automne au printemps (HASSAINE, 2002).

L'effectif d'*Ae. pulcritarsis* reste minime pour toute la période d'étude. En littérature, *Ae. pulcritarsis* hiberne probablement à l'état d'œuf, cela a été observé par ROUBAUD et COLAS-BELCOUR (1952) lors d'une prise d'œufs dans un creux d'arbre, ces derniers ont éclos après immersion dans l'eau de robinet, en janvier. Cette espèce a été récoltée à l'état adulte au mois de juillet et août (ROMAN, 1955). Elle a été signalée avec *Ae. echinus* dans un même gîte au mois d'octobre (SICART, 1952).

L'activité des larves de cette espèce se manifeste du printemps à l'automne, plusieurs larves ont été recueillies à différents stades, dès le début d'avril. Les adultes sont actifs du printemps à l'automne (SENEVET et ANDARELLI, 1964).

En ce qui concerne *Ae berlandi*, CALLOT en 1944 signale que lors de son examen des trous d'arbres et en particulier le chêne liège, il a pu récolter au mois d'avril des larves d'*Ae berlandi*. Celle-ci a été signalée aussi de janvier à mai par SENEVET et ANDARELLI en 1960.

*Ae berlandi* présente un rythme d'activité annuel qui s'adapte aux variations saisonnières de la région méditerranéenne, il y a alternance activité / repos, elle hiberne sous forme de larve pendant la saison froide et pullule pendant la saison chaude. Les œufs pondus éclosent d'une façon imprévisible et instable dès que les conditions climatiques sont favorables. Cette espèce peut se récolter toute l'année mais présente un maximum d'abondance en printemps et en été.

Ceci est aussi le cas du rythme d'activité annuel d'*Ae. geniculatus* cité par le même auteur, qui précise que cette espèce peut se trouver à l'état larvaire toute l'année, avec un maximum d'abondance au printemps et en été.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

Les Culicidés constituent le groupe d'insectes qui revêt la plus grande importance sur le plan économique et sanitaire dans le monde mais également dans notre région géographique qui correspond à une zone de transition entre les zones tempérées et les zones tropicales et qui ne fuit pas l'action des changements climatiques planétaires.

L'étude réalisée a permis de préciser l'état sanitaire des arbres de la ville de Tlemcen (Commune de Tlemcen et de Mansourah), et leur potentiel à abriter une faune culicidienne dendrotophile d'une part et d'actualiser et d'enrichir les connaissances sur la bioécologie des trois *Aedes*, fortement inféodés à ces biotopes.

L'analyse de l'état sanitaire de plus de 2400 et 865 arbres dans la commune de Tlemcen et la commune de Mansourah respectivement nous permet de retenir les points suivants :

- le platane est l'essence forestière qui présente la plus grande proportion par rapport aux différentes essences rencontrées dans la commune de Tlemcen avec 42.37%, tandis que dans la commune de Mansourah, c'est l'Olivier qui l'emporte sur le reste des essences forestières perçues avec 34.91% ;
- un nombre très important des arbres prospectés, soit 1401 (58.35%) individus, ont une hauteur qui dépasse quatre mètres dans la commune de Tlemcen et 544 (62.89%) individus ont une hauteur comprise entre deux et quatre mètres dans la commune de Mansourah ;
- le diamètre de plus de 64% des arbres examinés dans la commune de Tlemcen, et plus de 47% d'arbres dans la commune de Mansourah, est supérieur de un mètre et ceci indique l'âge avancé des arbres ;
- plus de 90% des arbres présentent une canopée dont la largeur est comprise entre un et plus de quatre mètres, et seulement 4% et 6% des sujets ont une largeur de celle-ci inférieure à un mètre dans les deux communes ;
- la densité du feuillage est importante dans les deux communes, ce qui explique la bonne santé des feuilles des arbres ;
- plus de 20 % des arbres, porte des excavations de différentes dimensions sur le tronc, entre les branches et même sur les rameaux dans les deux communes ;
- la quasi-totalité des arbres (427 arbres dans la commune de Tlemcen et 128 arbres dans la commune de Mansourah) sont des arbres qui renferment entre un et trois trous.
- sur les 655 arbres creusés prospectés, dix gîtes sont productifs dont trois seulement ont montré un fonctionnement plus ou moins régulier. Le faible nombre de creux fonctionnels serait certainement lié aux conditions climatiques actuelles qui se caractérisent par des sécheresses plus ou moins longues.

En termes de cette analyse de l'état sanitaire des arbres, nous avons pu montrer que la plupart des arbres sont des sujets sains, d'un âge avancé et une faible proportion représente des arbres jeunes. Par ailleurs, dans la commune de Tlemcen contrairement à la commune de Mansourah, le centre ville est le quartier le plus potentiel pour héberger des gîtes à moustiques dendrotelmes, alors que le vieux Mansourah (monument) est le plus représentatif dans la commune.

Cela témoigne d'un manque de projets d'implantation des nouveaux plants également. Comme il est donc difficile d'impliquer les espèces dendrolimniques dans une nuisance liée aux moustiques dans la ville de Tlemcen.

Les cartes des aires culicidogènes potentiels établies sont des outils qui peuvent être utilisées lors d'une opération de démoustication.

Sur les six Culicides dendrotelmes signalés en Algérie, quatre espèces ont été retrouvées dans la ville de Tlemcen. Il s'agit d'*Ae. berlandi*, *Ae. geniculatus*, *Ae. echinus* et *Ae. pulcritarsis*, tous appartenant au même genre et colonisant dix gîtes qui se répartissent sur quatre essences forestières qui sont par ordre croissant d'importance ; le frêne (*Fraxinus excelsior*), le platane (*Platanus acerifolia*), le micocoulier (*Celtis australis*) et le cyprès (*Cupressus sempervirens*). Le cyprès n'a jamais été signalé jusqu'à présent comme essence capable d'héberger des gîtes à Culicides dendrotelmes.

*Ae. Echinus* et *Ae. pulcritarsis* sont signalés pour la première fois dans l'ouest algérien. Les prospections n'ont pas permis de retrouver *Anopheles plumbeus*, et *Orthopodomyia pulcripalpis*, des dendrotelmes stricts déjà signalés par CLASTRIER (1940) dans l'algérois.

Sur les dix gîtes rencontrés, sept gîtes présentent un fonctionnement aléatoire où la mise en eau est très brève. Les trois gîtes, les plus productifs, montrent un fonctionnement régulier continu à l'exception de la saison estivale. Ces trois gîtes ont été repérés dans deux stations : le jardin public de la ville de Tlemcen (jardin de Hartoun) et un canton à Mansourah.

Les caractéristiques physiques d'un gîte jouent un rôle assez important dans le fonctionnement de ce dernier. L'exposition du gîte, son volume d'eau maximal, la morphologie du creux et l'éclaircissement peuvent constituer des facteurs déterminant pour le développement des Culicides dendrotelmes. L'abondance de ces espèces s'amplifie avec l'aptitude des gîtes à retenir un volume d'eau maximal ce qui est le cas pour nos trois trous. Ainsi que la majorité des gîtes fonctionnels sont à exposition **Est**, moins exposés au vent dominant et à l'insolation. Le faible éclaircissement dans les trois gîtes favorise la conservation du plan d'eau plus longtemps et empêche l'évaporation ce qui facilite le développement larvaire.

La position du gîte sur le tronc, sa profondeur et son diamètre d'ouverture reste des facteurs secondaires mais qui contrôlent les conditions du développement larvaire à une micro échelle.

Les conditions physicochimiques de l'eau des gîtes fonctionnels sont relativement variables. La température est certes peu variée d'un gîte à un autre mais elle fluctue au cours des saisons, l'écart thermique est voisin de 18°C.

Le PH de l'eau des creux est généralement neutre à alcalin, avec une nette dominance du pH alcalin. Bien que les eaux des creux d'arbres soient pauvres en charge ionique et en sels, nous avons noté des teneurs relativement élevées pouvant atteindre des valeurs de 22700 µs/cm dans des creux situés à faible hauteur du sol.

L'activité microbienne, appréciée par la teneur en oxygène dissous, semble plus ou moins intense dans le gîte 03 et note une légère baisse dans les gîtes 01 et 02.

Les taux de matière organique, élément nutritive pour les larves, varient très peu dans le temps. Toutefois, les Culicides semblent tolérer des faibles taux de matière organique ; on enregistre des valeurs minimales de l'ordre de 3 à 4 g/l.

L'analyse en composantes principales a permis de mettre en évidence le rôle majeur des deux facteurs clés.

Le suivi démographique, pendant une année, des populations préimmaginales des Culicides dendrotelmes réalisé sur les quatre stades larvaires et le stade nymphal a pu montrer qu'il y a alternance **activité / repos** sur le rythme du cycle de vie des espèces liée principalement aux facteurs abiotiques, eux-mêmes à caractère saisonnier. La saison estivale reste la mauvaise saison pour le développement larvaire puisque les gîtes de ponte sont en état de dessèchement total du à l'absence d'apport d'eau par les pluies et les pertes par évaporation. La plupart du temps, c'est au printemps qu'on enregistre un maximum d'abondance larvaire. La saison hivernale est marquée par de faibles effectifs et la dominance des stades avancés L4.

A une microéchelle, l'effectif des stades immatures est variable selon les fluctuations saisonnières et selon les variables écologiques. La matière organique et la température restent des facteurs limitant pour le développement larvaire et l'éclosion. Nous pouvons qualifier le gîte 03 de gîte eutrophe contrairement aux gîtes 01 et 02 qui sont des gîtes plutôt oligotrophes. *Ae. geniculatus* se développera dans les gîtes eutrophes et oligotrophes, il se comporte comme une espèce généraliste. Il rentre en compétition avec *Ae. berlandi* et *Ae. pulcritarsis*, espèces très proches morphologiquement et écologiquement.

Pour éviter la forte compétition, la guilda des trois *Aedes* dendrotelmes semble s'organiser selon des stratégies adaptées pour chaque espèce. Ces stratégies se traduisent par des ségrégations d'ordre

temporelle (variation saisonnière des effectifs et rythme d'activité saisonnier), spatiale (facteur écologique, température) et trophique (taux de matière organique). Le décalage dans la tolérance des variations vis-à-vis de ces trois facteurs semblent à l'origine de la coexistence de ces trois espèces.

Il est difficile de répondre à toutes les interrogations au cours d'une seule étude, mais le présent travail a suscité de nombreuses nouvelles questions auxquelles nous pouvons répondre en perspectives.

La relation entre le changement climatique actuel et les stratégies de développement de ces espèces reste mal connue. Comment ces espèces très spécialistes font-elles face à des sécheresses des creux très prolongées.

*Or. pulcripalpis* et *An. plumbeus* sont-ils plus exigeantes que ces trois espèces rencontrées ou moins compétitives, ce qui expliquerait leur absence ?

Les Culicides dendrotelmes offre un modèle de guildes fort intéressant, dont l'organisation peut avoir lieu avec les conditions climatiques d'une part et l'état sanitaire des arbres d'autre part

# Références bibliographiques

## BIBLIOGRAPHIE

- A.N.A.T., 1997-** Agence nationale d'aménagement du territoire, Tlemcen.
- ANONYME., 2000 - W.R.B.U, 2000.**
- ANONYME., 2001 -** Revue de Tlemcen.
- ANONYME., 2002 -** Ministère de l'Agriculture et de la pêche de France.
- ANONYME., 2003 –** Organisation mondiale de la santé.
- BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953-** Saison sèche et indice xérothermique. Bul. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 3 : 193 – 239.
- BAILLY-CHOUMARA H., 1965 –** Présence au Maroc d'*Orthopodomyia pulcripalpis* Rondani 1822 (Diptera, Culicidae). Bull. Soc. Sci.Nat. Phys.Maroc : 39-41.
- BAILLY-CHOUMARA H., 1973-** Etude comparative de différentes techniques de récolte de moustiques adultes (Diptera, Culicidae) faite au Maroc, en zone rurale. Bulletin de la société des sciences naturelles et physiques du Maroc. Tome 53 : 135 – 187.
- BELAKOUL N., BENJABER M., EL ALAOU M. H., HAJBAOUI S., 1984-** Etude de faune culicidienne de la suberaie en Pays Zaërs (Ben Slimane – Sidi Bettache).Ecole Normale Supérieure Casablanca. Maroc : 70 p.
- BENBARKA TABTI N., 2005-** Cartographie des aires Culicidogènes dans le groupement grand Tlemcen. Perspective de lutte biologique contre *Culex pipiens* (Diptera-Culicidae). Mem. Magister. Univ. Tlemcen. Fac. Scien : 142p.
- BENJABER M., 1985-** Contribution à l'étude de la faune Culicidienne dendrolimnique de la subéraie en pays Zaer (Maroc) (Aspects systématique). Thèse de D.E.A. Uni. Paul Sabatier Toulouse IV : 111 p.
- BENKALFAT-EL HASSAR C., 1991 –** Cartographie de *Culex pipiens* (Diptera - Culicidae) en milieu urbain (ville de Tlemcen). Recherche des causalités de la dynamique démographique des stades préimmaginaux. Thèse de Magister. Univ. Tlemcen, 143p.
- BENTLEY M. D., MAC DANIEL I. N., YATAGAI H. P., LEE H. P., MAYNARD R., 1981 –** Ovoposition attractants and stimulants of *Ae. 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 : 133 p.
- BERNER L., 1974-** Liste des moustiques provençaux. Bulletin du muséum d'histoire naturelle de Marseille. Tome XXXIV : 285 – 291.
- BOUHRAOUA T.R., 2003 –** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest algérien : Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse. Doc. D'état. Univ. Tlemcen : 290p.

- BROSSE J., 2001** – Larousse des arbres et des arbustes. Edition LAROUSSE : 57p.
- BRUNHES J., ABDL RHAIM., GEOFFROY B., ANGEL G. & HERVET J. P., 2000**- Identification des Culicides d'Afrique méditerranéenne. CDROM I.R.D. Montpellier. France.
- CALLOT J., 1938** – Contribution à l'étude des Culicides de Tunisie et en particulier du sud de la régence. Arch. Inst. Pasteur, Tunis, : 133-138.
- CALLOT J., 1939** – Mots et information sur quelques gîtes et association larvaires de Culicides. Annal. Parasit. Tome17 (1) : 86-87.
- CALLOT J., 1944**- Sur un nouveau moustique arboricole : *Aedes heracleensis* sp berlandi. Bull.Soc.Nat.37(1/2) :56-59
- CHAUVIN R., 1956** – Physiologie de l'insecte. I.N.R.A. Paris, 1-917.
- CLASTRIER J., 1940** – Sur la présence d'*Anopheles plumbeus* Stephens en Algérie. Arch. Inst. Pasteur, Alger (18) :299p.
- CLASTRIER J., 1941** - Sur la présence en Algérie d'*Orthopodomyia pulcripalpis* 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.
- COLUZZI M., 1962** – Su alcuni Culicini poco noti o non segnalati in Italia (Diptera, Culicidae). Parasito., 4 (1) : 13 – 22.
- DAJOZ R., 1996** – Précis d'écologie. 6<sup>e</sup> édition DUNOD, Paris, 550p.
- DOBY J. M. & DOBY-DUBOIS M., 1960** – Les Culicides des Pyrénées-Orientales II- Observation sur A. L'écologie des stades larvaires des espèces les plus fréquemment rencontrées. B. Les heures d'activité de leurs stades adultes : 385 – 391.
- EDWARDS F. W., 1920** - Mosquito notes .- Bull. ent. Res., 10 : 129-137.
- EMBERGER L., 1955**- Sur le quotient pluviométrique CR. AC. SCI. 134 : 2508 – 2511.
- GAUD J., 1953**- Notes biogéographiques sur les Culicides du Maroc. Arch. Inst. Pasteur, Maroc, 4 (7): 443 – 490.
- 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
- GUILLE G., 1976** – Recherches eco-ethologiques sur *Coquillettidia (Coquillettidia) richardii* (Ficalbi), 1889 (Diptera – Culicidae) du littoral méditerranéen français. I- Milieu et comportement. Ann. Sci. Nat. Zool. 18 (12) : 5-112.
- HANDAQ N., 1995**- Les *Aedes* de la Tunisie. Contribution à l'étude bioécologique de deux espèces halophiles : *Aedes detritus* et *Aedes caspius* (Nematocera, Culicidae). Thèse de DEA; Univ. Tunis II, 112p.

- HARANT H., RIOUX J. A. & JARRY D., 1955-** Les Culicides autochtones et anémochores de la ville de Montpellier : 466 – 467.
- HASSAINE K., 2002-** Les Culicides (Diptera – Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Bioécologie d’*Aedes caspius* et d’*Aedes detritus* des marais salés, d’*Aedes mariaie* des rock Pools littoraux et de *Culex pipiens* des zones urbaines de la région occidentale algérienne. Thèse Doc.d’état. Univ. Tlemcen : 203 p.
- KNIGHT K. L & STONE A., 1977** – A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera : Culicidae). The Thomas Say Foundation, Vol 6 : 611p.
- HOPKINS D., 1952** – Mosquitoes of the Ethiopian Region. Part 1, British Mus. Hist. Nat. Gromwell Road SW 7, London, 355p.
- LEGENDRE M. J., 1934-**La longévité chez les larves d’un moustique arboricole. C. R. Acad. Sci., 198 (13) : 1263 – 1265.
- MAGUIRE B., 1971** – Phytotelmata : biota and community structure determination in plant – held waters. *Ann. Rev. Ecol. System.*, 2 : 439-464.
- MACCRACKEN FI. & BURTHORD C., 1977** – Destruction of sycamores, by canker staim in the mid south - plant discase reporter 61, 984-986.
- MEIER F., ENGESER R., FORSTER B., & ODERMATTO., 2005** – Protection des forets. Inst. Fed. De recherche sur la foret, la neige et le paysage (WSL) Birmensdorf : 3p.
- METGE G., 1977** – Etude synécologique de la dépression du Viguiérat. Essai d’écologie quantitative en milieu hydromorphes et halophile. Thèse d’Univ. Univ. Aix Marseille III : 463p.
- METGE G., 1986** – Etude des écosystèmes hydromorphes (Daya et Merja) de la meseta 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. & AL ALAOUI M., 1987** – Etude de la dynamique de la population d’*Aedes echinus* (Culicidae dendrolimnique) en écophase aquatique, au Maroc. *Annals de limnology*, 23(2) : 129-134.
- METGE G. & BELAKOUB H., 1986** – *Aedes echinus* (Diptera, Culicidae) : le creux d’arbre des subéraies en pays des Zaer, Maroc. *Annal. Limnology*, 25 (1) : 73-80.
- METGE G. & BELAKOUL N., 1989-** Colonisation d’un nouvel habitat par *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae) : le creux d’arbre des subéraies en pays Zaer, Maroc, *Annl. Linnol.* 25 (1) : 73 – 80.
- PIHAN J. C., 1986** - Les Insectes, Paris., New York., Barcelone. Masson - 160 p.
- RAMADE F., 2003** – Elément d’écologie – écologie fondamentale – 3<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris.
- RIOUX J. A., 1958-** Les Culicides de « Midi méditerranéen », enc. Ent., XXX, P. Lechevalier, Paris : 1 – 303.
- RIOUX J. A. & ARNOLD M., 1955-** Les Culicides de Camargue. Etude systématique et écologique. La terre et la vie : 244 – 286.

- 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. & MAISTRE O., 1960** – Une nouvelle station française d'*Aedes pulcritarsis*. Cah. Nat. Bull.NP., 16 :87 – 88.
- RODIER J., 1976** – Analyse de l'eau. Tome II. Edition DUNOD. Paris : 360p.
- ROMAN E., 1939** – Culicides arboricoles de la région lyonnaise. La larve et la nymphe d'*Aedes pulcritarsis*. J. Med. Lyon : 153-160.
- ROMAN E., 1944** - Un *Aedes* nouveau pour la France. Localités inédites des Culicides peu répandus. Bull. Soc. Ent. France, 35-36.
- ROMAN E., 1955** – Contribution a la répartition en France des Diptères de la famille des Culicidae. Ann. Paris. 33 (1/2) : 115-130.
- ROUBAUD E., 1933**- Essai synthétique sur la vie du moustique *Anopheles maculipennis messeae* en Dombes, au cours de la belle saison et de l'hibernation. Cahier des Naturalistes. Bull. soc. Ent. France : 35 – 36.
- SEGUY M. E., 1921**- Les moustiques de France. Extrait du bulletin du Muséum d'Histoire naturelle. N°2 : 27 – 31.
- SEGUY E., 1924** - Les Culicides de l'Afrique mineure, de l'Egypte et de la Syrie. Encyclopédie entomologique I. Ed. Paul Lechavalier, Paris : 257p.
- SEGUY E., 1950** – La biologie des diptères. Encycl. Entomo. XXVI. Ed. Paul Le chevalier, Paris
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1954** - Présence près de Biskra (Algérie) de *Culex pussilus* Macquart, 1850. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, Tome 32 (1) : 33-35.
- SENEVET G. & ANDARELLI L., 1954** – Le genre *Aedes* en Afrique du Nord. I.- Les larves. Arch. Inst. Pasteur, Algérie. Tome 32 (4) : 310 – 351.
- 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., 1955** - A propos de *Anopheles algeriensis*. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 33 : 269-272.
- 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., 1964** – Les Culicides de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéen. III- Les *Aedes*. Groupe G. Arch. Inst. Pasteur. Algérie, 42 : 94-144.
- SICART, 1952** – Sur la présence d'*Aedes zammitii* et *Aedes echinus* en Tunisie. Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie, 5 : 109-110.

**SICART M., 1952** - Description et étude d'*Aedes pulcritarsis* (Rondani, 1872) récolté en Tunisie. Bull. Soc. Scien. Nat. Tunisie. Tome V : 95-101.

**SINEGRE G., 1974** – Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae). Ecllosion, dormance, développement, fertilité, thèse d'état science. Univ du Languedoc, 285p.

**THIOULOUSE J. & CHESSEL D., 1997**- ADE-4- a multivariate analysis and graphical display software. Statics Comput. 7(1) : 75 – 83.

# ANNEXES



## Annexe 2 : Résultats du suivi démographiques des populations préimmaginales dans le gîte 01

Date	T° air(°C)	T° eau (°C)	PH	Cd (µs/cm)	O2 (mg/l)	MO(g/l)	Sal (g/l)	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Nymphe	Total
12-mai	13,6	8,9	7,45	1420	0,26	3,65	0,5	1	0	3	0	0	4
27-mai	18,6	13,3	7,48	1537	0,71	3,48	0,6	32	3	3	6	4	48
10-juin	19,4	17,1	7,59	1882	1,57	3,96	0,8	8	1	0	0	5	14
20-juil	26,5	20,2	7,29	1637	1,32	2,45	0,5	0	0	0	0	0	0
28-juil	26,2	21,6	7,56	1890	0,19	2,14	0,8	0	2	5	3	0	10
04-août	22,9	22,1	7,67	2130	0,14	2,78	0,9	11	0	2	21	0	34
15-oct	21,6	18,3	7,51	1517	0,81	2,54	0,7	0	0	0	0	0	0
29-oct	20,9	16,6	7,14	1731	1,25	3,14	0,6	0	0	2	1	0	3
19-nov	17,4	14,2	7,34	1329	1,13	3,25	0,6	8	3	6	4	1	22
26-nov	13,1	13,7	7,28	1582	0,94	2,94	0,5	4	6	7	19	0	36
11-déc	13,1	11,3	7,6	1634	0,73	3,05	0,7	14	2	14	24	0	54
20-déc	12,3	8,4	7,42	1478	0,54	2,45	0,6	4	5	8	21	0	38
14-janv	8,1	6,9	7,36	1624	0,16	2,81	0,3	3	0	15	29	0	47
26-janv	10,8	8,5	7,19	1354	0,29	2,64	0,4	0	4	12	11	0	27
09-févr	8,8	7,9	7,54	1462	0,84	2,93	0,5	2	0	2	6	0	10
18-févr	15,1	11,1	7,13	1587	0,37	3,21	0,6	0	0	9	31	0	40
14-mars	12,6	11	7,7	1416	0,34	3,65	0,5	0	0	4	67	0	71
26-mars	19,3	15,3	6,9	1545	0,17	3,93	0,6	0	0	10	148	0	158
03-avr	15,4	12	7,05	1622	0,31	3,89	0,6	2	2	3	303	0	310
12-avr		9,4	7,65	1414	0,01	3,97	0,5	0	0	1	128	0	129

### Annexe 3 : Résultats du suivi démographiques des populations préimmaginales dans le gîte 02

Date	T° air(°C)	T° eau (°C)	PH	Cd (µs/cm)	O2 (mg/l)	MO (g/l)	Sal (g/l)	stade 1	stade 2	stade 3	stade 4	Nymphe	Total
15-mai	21,1	17,5	8,82	9420	1,32	11,35	5,2	1	1	3	0	0	5
22-mai	20,3	15,5	8,72	10180	0,06	11,98	5,7	0	0	0	7	2	9
03-juin	29,6	17,2	8,63	9840	0,1	12,65	5,5	0	0	0	3	1	4
11-juin	23	17,8	8,59	9630	0,94	13,48	5,4	0	0	0	0	1	1
20-juil	30,5	22,4	9,69	10130	0,06	11,89	6,1	0	0	0	0	0	0
28-juil	27,3	21,9	9,88	9930	0,06	10,32	5,9	0	0	0	0	0	0
13-oct	20,6	15,2	9,43	9340	0,09	10,78	4,6	0	0	2	1	0	3
29-oct	19,3	14,8	9,12	8490	0,15	11,35	4,2	2	3	4	2	0	11
19-nov	18,9	14,2	8,78	7930	0,17	11,88	3,9	4	5	11	3	0	23
26-nov	18,2	11,9	8,4	7000	0,2	11,59	3,8	4	3	13	5	1	26
10-déc	14,2	6,5	8,48	7340	0,16	10,98	3,9	8	5	60	25	0	98
20-déc	11,8	6,1	8,56	7220	0,42	10,78	3,7	19	11	41	33	0	104
30-déc	7,9	4,2	8,74	7310	0,31	11,05	3,6	14	21	28	35	0	98
14-janv	11,8	4,9	8,63	6980	0,09	11,43	3,8	12	18	22	24	0	76
26-janv	9,8	4,8	8,42	7050	0,34	11,86	3,4	6	12	19	12	0	49
09-févr	14,4	7,4	8,6	6670	0,47	12,05	3,2	8	17	11	8	0	44
18-févr	14,9	8,2	8,72	6240	0,56	12,73	3,5	4	8	9	18	0	39
12-mars	18,8	10,4	8,59	5660	0,45	13,45	3	7	3	4	30	0	44
20-mars	23,1	13,4	8,57	6030	0,57	13,94	3,2	4	5	9	22	0	40
28-mars	14	12,2	7,01	6350	0,63	14,52	3,4	5	8	10	76	0	99
13-avr	16,1	10,1	8,69	5710	0,01	14,12	3	3	2	7	38	17	67

#### Annexe 4 : Résultats du suivi démographiques des populations préimmaginales dans le gîte 03

Date	T° air(°C)	T° eau (°C)	PH	Cd (µs/cm)	O2 (mg/l)	MO (g/l)	Sal (g/l)	Stade				Nymphe	Total
								1	Stade 2	Stade 3	Stade 4		
15-mai	15	12	9,2	18390	0,1	40,08	10,7	91	123	102	28	22	366
22-mai	16,7	14,4	9,08	15000	0,05	38,45	8,6	56	69	96	41	49	311
03-juin	30,2	18,6	8,75	15560	0,08	34,71	9	23	39	97	46	40	245
11-juin	24,4	17,6	8,84	16090	0,07	35,32	9,4	5	21	55	112	27	220
20-juil	29,2	21,2	9,02	21700	0,06	31,27	13	0	1	1	1	0	3
28-juil	27	21,5	9,11	22700	0,08	31,94	13,7	0	1	0	7	1	9
03-août	28,2	22,6	9,06	19990	0,07	30,13	11,9	0	3	1	6	0	10
10-août	25,6	21,5	9	18960	0,07	30,84	11,3	1	5	10	11	0	27
13-oct	19,1	15,1	9,03	14560	0,24	33,48	8,5	53	29	11	3	0	96
29-oct	18,5	11,8	9,09	13840	1,1	34,29	8,1	96	42	25	13	0	176
19-nov	17,5	10,4	8,92	12410	0,09	33,86	7,4	115	63	36	21	0	235
26-nov	19,3	11,7	8,92	11800	1,39	34,58	6,6	133	79	32	27	0	271
10-déc	12,7	6,2	9,01	13080	0,1	36,21	7,3	78	87	57	48	0	270
20-déc	9,5	5,5	9,13	12870	0,24	37,14	7,6	45	56	33	39	0	173
30-déc	6,4	4,2	8,96	12340	0,09	36,73	8,1	39	42	53	32	0	166
14-janv	11,3	5,8	9,1	13650	0,15	35,89	7,4	22	36	28	27	0	113
26-janv	10,5	6	8,83	13790	0,19	35,14	7,5	9	12	17	18	0	56
09-févr	13,6	8,6	8,73	12720	0,08	37,64	6,9	5	8	36	15	0	64
18-févr	14,7	9,2	8,92	13080	0,07	38,56	6,7	3	4	20	14	0	41
12-mars	17,5	10,9	9	13550	0,19	39,14	7,7	36	74	183	46	0	339
20-mars	22,1	14	8,88	12300	0,15	40,45	7,3	16	45	145	95	0	301
28-mars	13,3	11,7	7	12840	0,2	41,12	7,3	10	16	18	168	0	212
13-avr	16,9	10,2	9	13300	0,01	41,66	7,6	7	19	4	112	0	142

## Annexe 5 : Tableau global (trois gîtes)

Date	Température	PH	Conductivité	Oxygène	Matière organique	Salinité	Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4	Nymphe
12mai-G1	8,9	7,45	1420	0,26	3,65	0,5	1	0	3	0	0
27mai-G1	13,3	7,48	1537	0,71	3,48	0,6	32	3	3	6	4
10juin-G1	17,1	7,59	1882	1,57	3,96	0,8	8	1	0	0	5
20juil-G1	20,2	7,29	1637	1,32	2,45	0,5	0	0	0	0	0
28juil-G1	21,6	7,56	1890	0,19	2,14	0,8	0	2	5	3	0
04août-G1	22,1	7,67	2130	0,14	2,78	0,9	11	0	2	21	0
15oct-G1	18,3	7,51	1517	0,81	2,54	0,7	0	0	0	0	0
29oct-G1	16,6	7,14	1731	1,25	3,14	0,6	0	0	2	1	0
19noG1	14,2	7,34	1329	1,13	3,25	0,6	8	3	6	4	1
26nov-G1	13,7	7,28	1582	0,94	2,94	0,5	4	6	7	19	0
11dec-G1	11,3	7,6	1634	0,73	3,05	0,7	14	2	14	24	0
20dec-G1	8,4	7,42	1478	0,54	2,45	0,6	4	5	8	21	0
14jan-G1	6,9	7,36	1624	0,16	2,81	0,3	3	0	15	29	0
26jan-G1	8,5	7,19	1354	0,29	2,64	0,4	0	4	12	11	0
09fev-G1	7,9	7,54	1462	0,84	2,93	0,5	2	0	2	6	0
18fev-G1	11,1	7,13	1587	0,37	3,21	0,6	0	0	9	31	0
14mars-G1	11	7,7	1416	0,34	3,65	0,5	0	0	4	67	0
26mars-G1	15,3	6,9	1545	0,17	3,93	0,6	0	0	10	148	0
03avr-G1	12	7,05	1622	0,31	3,89	0,6	2	2	3	303	0
12avr-G1	9,4	7,65	1414	0,01	3,97	0,5	0	0	1	128	0
15mai-G2	17,5	8,82	9420	1,32	11,35	5,2	1	1	3	0	0
22mai-G2	15,5	8,72	10180	0,06	11,98	5,7	0	0	0	7	2
03juin-G2	17,2	8,63	9840	0,1	12,65	5,5	0	0	0	3	1
11juin-G2	17,8	8,59	9630	0,94	13,48	5,4	0	0	0	0	1
20juil-G2	22,4	9,69	10130	0,06	11,89	6,1	0	0	0	0	0
28juil-G2	21,9	9,88	9930	0,06	10,32	5,9	0	0	0	0	0
13oct-G2	15,2	9,43	9340	0,09	10,78	4,6	0	0	2	1	0
29oct-G2	14,8	9,12	8490	0,15	11,35	4,2	2	3	4	2	0
19nov-G2	14,2	8,78	7930	0,17	11,88	3,9	4	5	11	3	0
26nov-G2	11,9	8,4	7000	0,2	11,59	3,8	4	3	13	5	1
10dec-G2	6,5	8,48	7340	0,16	10,98	3,9	8	5	60	25	0
20dec-G2	6,1	8,56	7220	0,42	10,78	3,7	19	11	41	33	0
30dec-G2	4,2	8,74	7310	0,31	11,05	3,6	14	21	28	35	0
14jan-G2	4,9	8,63	6980	0,09	11,43	3,8	12	18	22	24	0

26jan-G2	4,8	8,42	7050	0,34	11,86	3,4	6	12	19	12	0
09fev-G2	7,4	8,6	6670	0,47	12,05	3,2	8	17	11	8	0
18fev-G2	8,2	8,72	6240	0,56	12,73	3,5	4	8	9	18	0
12mars-G2	10,4	8,59	5660	0,45	13,45	3	7	3	4	30	0
20mars-G	13,4	8,57	6030	0,57	13,94	3,2	4	5	9	22	0
28mars-G2	12,2	7,01	6350	0,63	14,52	3,4	5	8	10	76	0
13avr-G2	10,1	8,69	5710	0,01	14,12	3	3	2	7	38	17
15mai-G3	12	9,2	18390	0,1	40,08	10,7	91	123	102	28	22
22mai-G3	14,4	9,08	15000	0,05	38,45	8,6	56	69	96	41	49
03juin-G3	18,6	8,75	15560	0,08	34,71	9	23	39	97	46	40
11juin-G3	17,6	8,84	16090	0,07	35,32	9,4	5	21	55	112	27
20juil-G3	21,2	9,02	21700	0,06	31,27	13	0	1	1	1	0
28juil-G3	21,5	9,11	22700	0,08	31,94	13,7	0	1	0	7	1
03août-G3	22,6	9,06	19990	0,07	30,13	11,9	0	3	1	6	0
10août-G3	21,5	9	18960	0,07	30,84	11,3	1	5	10	11	0
13oct-G3	15,1	9,03	14560	0,24	33,48	8,5	53	29	11	3	0
29oct-G3	11,8	9,09	13840	1,1	34,29	8,1	96	42	25	13	0
19nov-G3	10,4	8,92	12410	0,09	33,86	7,4	115	63	36	21	0
26nov-G3	11,7	8,92	11800	1,39	34,58	6,6	133	79	32	27	0
10dec-G3	6,2	9,01	13080	0,1	36,21	7,3	78	87	57	48	0
20dec-G3	5,5	9,13	12870	0,24	37,14	7,6	45	56	33	39	0
30dec-G3	4,2	8,96	12340	0,09	36,73	8,1	39	42	53	32	0
14jan-G3	5,8	9,1	13650	0,15	35,89	7,4	22	36	28	27	0
26jan-G3	6	8,83	13790	0,19	35,14	7,5	9	12	17	18	0
09fev-G3	8,6	8,73	12720	0,08	37,64	6,9	5	8	36	15	0
18fev-G3	9,2	8,92	13080	0,07	38,56	6,7	3	4	20	14	0
12mars-G3	10,9	9	13550	0,19	39,14	7,7	36	74	183	46	0
20mars-G3	14	8,88	12300	0,15	40,45	7,3	16	45	145	95	0
28mars-G3	11,7	7	12840	0,2	41,12	7,3	10	16	18	168	0
13avr-G3	10,2	9	13300	0,01	41,66	7,6	7	19	4	112	0

## Annexe 6: Résultats de l'analyse factorielle des correspondances

### Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 01

```
*-----*
| WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon1 * JT & DC |
| COA: COrrespondence Analysis
```

```
*-----*
Total inertia: 0.906963
```

```
-----
Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |
01 +5.5133E-01 +0.6079 +0.6079 |02 +2.2515E-01 +0.2482 +0.8561 |
03 +8.3618E-02 +0.0922 +0.9483 |04 +4.6865E-02 +0.0517 +1.0000 |
05 +0.0000E+00 +0.0000 +1.0000
```

```
*-----*
|| DDUtil: Columns: inertia analysis
```

```
*-----*
Number of rows: 20, columns: 5
Total inertia: 0.906963 - Number of axes: 2
It has 5 rows and 1 column
Column inertia
All contributions are in 1/10000
```

```
-----Relative contributions-----
|Num |Fac 1|Fac 2||Remains| Weight | Cont.|
| 1| 9010| 160|| 828 | 843 | 3743 |
| 2| 2548| 3282|| 4168 | 265 | 1048 |
| 3| 934| 8253|| 812 | 1004 | 1819 |
| 4| 8575| 1417|| 6 | 7791 | 1107 |
| 5| 5782| 1838|| 2378 | 94 | 2282 |
```

```
DDUtil: Rows: Inertia analysis
```

```
*-----*
Number of rows: 20, columns: 5
Total inertia: 0.906963 - Number of axes: 2
It has 20 rows and 1 column
Row inertia
All contributions are in 1/10000
```

```
-----Relative contributions-----
|Num |Fac 1|Fac 2||Remains| Weight | Cont.|
| 1| 2013| 5452|| 2534 | 37 | 223 |
| 2| 9008| 386|| 604 | 454 | 2612 |
| 3| 6458| 1650|| 1890 | 132 | 2417 |
| 4| 0| 0||10000 | 0 |10000 |
| 5| 481| 8213|| 1305 | 94 | 325 |
| 6| 4461| 549|| 4988 | 322 | 271 |
| 7| 0| 0||10000 | 0 |10000 |
| 8| 114| 6657|| 3227 | 28 | 111 |
| 9| 8491| 1295|| 212 | 208 | 521 |
| 10| 1443| 4532|| 4024 | 341 | 348 |
| 11| 5485| 2688|| 1826 | 511 | 435 |
| 12| 1487| 5904|| 2608 | 360 | 244 |
| 13| 56| 5964|| 3979 | 445 | 270 |
| 14| 293| 8594|| 1111 | 255 | 566 |
| 15| 3659| 1352|| 4988 | 94 | 34 |
| 16| 1897| 3994|| 4107 | 379 | 114 |
| 17| 8841| 977|| 181 | 672 | 129 |
| 18| 8976| 749|| 274 | 1497 | 274 |
| 19| 7253| 2585|| 161 | 2938 | 742 |
| 20| 7333| 2630|| 36 | 1222 | 356 |
```

## Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 02

\*-----\*  
 | WinADE-4 \* Metrowerks CodeWarrior C \* CNRS-Lyon1 \* JT & DC |  
 | COA: COCorrespondence Analysis |

\*-----\*  
 Total inertia: 0.487752

-----  
 Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum | Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |  
 01 +2.8991E-01 +0.5944 +0.5944 | 02 +1.2060E-01 +0.2472 +0.8416 |  
 03 +6.6966E-02 +0.1373 +0.9789 | 04 +1.0283E-02 +0.0211 +1.0000 |  
 05 +0.0000E+00 +0.0000 +1.0000

\*-----\*  
 | DDUtil: Columns: inertia analysis

\*-----\*  
 Number of rows: 20, columns: 5  
 Total inertia: 0.487752 - Number of axes: 3  
 It has 5 rows and 1 column  
 Column inertia  
 All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----  

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	4506	92	1749	3651	1203	453
2	3060	6	6647	285	1454	1273
3	4706	3589	1664	39	3015	1916
4	4857	4750	386	6	4076	1943
5	7938	1940	120	0	250	4413

DDUtil: Rows: Inertia analysis

\*-----\*  
 Number of rows: 20, columns: 5  
 Total inertia: 0.487752 - Number of axes: 3  
 It has 20 rows and 1 column  
 Row inertia  
 All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----  

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	5549	4351	7	91	59	97
2	9954	27	0	17	107	540
3	9826	156	4	12	47	281
4	0	0	0	10000	0	10000
5	0	0	0	10000	0	10000
6	939	1383	6700	976	35	54
7	5902	1104	2979	13	131	82
8	6554	3157	268	19	274	211
9	1615	7652	514	216	309	169
10	2617	2591	4624	166	1168	1139
11	5372	720	1191	2715	1239	296
12	5803	533	3651	11	1168	165
13	5489	24	4480	6	905	214
14	6784	1086	1385	744	584	218
15	2998	81	6850	69	524	633
16	612	6240	1955	1191	464	72
17	1292	7363	151	1191	524	440
18	213	9215	519	51	476	98
19	1950	7401	519	128	1179	1320
20	8895	1055	48	0	798	3962

## Dynamique des populations préimmaginales dans le gîte 03

\*-----\*  
 | WinADE-4 \* Metrowerks CodeWarrior C \* CNRS-Lyon1 \* JT & DC |  
 | COA: COCorrespondence Analysis

\*-----\*  
 Total inertia: 0.520709

-----  
 Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum | Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |  
 01 +2.7582E-01 +0.5297 +0.5297 | 02 +1.4999E-01 +0.2880 +0.8177 |  
 03 +8.1568E-02 +0.1566 +0.9744 | 04 +1.3338E-02 +0.0256 +1.0000 |  
 05 +0.0000E+00 +0.0000 +1.0000

\*-----\*  
 | DDUtil: Columns: inertia analysis

\*-----\*  
 Number of rows: 23, columns: 5  
 Total inertia: 0.520709 - Number of axes: 3  
 It has 5 rows and 1 column  
 Column inertia  
 All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----  
Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	7736	1763	266	233	2191	2475
2	6799	70	10	3119	2272	572
3	86	6802	2988	122	2756	1520
4	8357	1607	32	2	2418	3500
5	278	4363	5356	1	361	1930

| DDUtil: Rows: Inertia analysis

\*-----\*  
 Number of rows: 23, columns: 5  
 Total inertia: 0.520709 - Number of axes: 3  
 Row inertia  
 All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----  
Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	6122	1895	339	1642	951	338
2	43	5654	4300	0	808	728
3	641	7151	2127	79	637	738
4	7920	298	1726	54	572	832
5	3400	85	2532	3981	7	5
6	7228	808	1923	38	23	85
7	6036	2186	1	1775	26	45
8	7265	3	2659	71	70	46
9	8022	1711	163	103	249	404
10	7186	2014	131	668	457	618
11	7564	2108	72	254	611	618
12	7128	2635	173	62	704	763
13	5423	2611	406	1558	702	175
14	2268	4584	282	2863	449	96
15	2695	100	7142	60	431	47
16	277	1799	2532	5391	293	44
17	4256	1057	4641	45	145	22
18	1181	2696	5463	658	166	150
19	4138	799	4154	907	106	84
20	0	3831	6159	8	881	667
21	3735	1210	4895	157	782	548
22	7325	2631	26	15	551	1755
23	6687	3185	90	36	369	1180

## Annexe 7: Résultats de l'analyse en composantes principales

### Facteurs clés dans le gîte 01

```
*-----*
| WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon1 * JT & DC |
| PCA: Correlation matrix PCA
```

```
*-----*
Classical Principal Component Analysis
It has 20 rows and 11 columns
```

```
----- Correlation matrix -----
[ 1] 1000
[ 2] 72 1000
[ 3] 698 185 1000
[ 4] 308 -9 77 1000
[ 5] -260 -116 -195 -64 1000
[ 6] 727 305 707 157 -58 1000
[ 7] 63 279 152 170 119 271 1000
[ 8] -161 -121 -201 130 -256 -63 286 1000
[ 9] -475 -307 -199 -361 -174 -363 12 312 1000
[10] -165 -391 -85 -419 550 -77 -185 -74 4 1000
[11] 153 216 189 479 369 294 645 119 -283 -195 1000
```

```
-----
DiagoRC: General program for two diagonal inner product analysis
--- Number of rows: 20, columns: 11
```

```
-----
Total inertia: 11
```

```
-----
Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |
01 +3.2628E+00 +0.2966 +0.2966 |02 +1.8878E+00 +0.1716 +0.4682 |
03 +1.7838E+00 +0.1622 +0.6304 |04 +1.2271E+00 +0.1116 +0.7420 |
05 +1.1451E+00 +0.1041 +0.8461 |06 +6.4123E-01 +0.0583 +0.9044 |
07 +3.3578E-01 +0.0305 +0.9349 |08 +2.5709E-01 +0.0234 +0.9582 |
09 +2.1635E-01 +0.0197 +0.9779 |10 +1.2785E-01 +0.0116 +0.9895 |
11 +1.1507E-01 +0.0105 +1.0000
```

```
*-----*
| DDUtil: Columns: inertia analysis
```

```
*-----*
Number of rows: 20, columns: 11
Total inertia: 11 - Number of axes: 3
It has 11 rows and 1 column
Column inertia
All contributions are in 1/10000
```

```
-----Relative contributions-----
|Num |Fac 1|Fac 2|Fac 3||Remains| Weight | Cont.|
| 1|6164|1683| 198||1953 |10000 | 909 |
| 2|2088| 185| 78||7648 |10000 | 909 |
| 3|5066|1563| 103||3265 |10000 | 909 |
| 4|2515|1471| 7||6005 |10000 | 909 |
| 5| 183| 16|8915|| 884 |10000 | 909 |
| 6|6539| 662| 13||2785 |10000 | 909 |
| 7|1868|4165| 435||3529 |10000 | 909 |
| 8| 106|3711| 884||5297 |10000 | 909 |
| 9|3273| 572|1203||4950 |10000 | 909 |
|10|1585|1517|3856||3040 |10000 | 909 |
|11|3235|3327|2141||1294 |10000 | 909 |
-----
```

| DDUtil: Rows: Inertia analysis

\*-----\*

Number of rows: 20, columns: 11  
Total inertia: 11 - Number of axes: 3  
It has 20 rows and 1 column  
Row inertia  
All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	2698	30	782	6488	500	235
2	1719	5351	1168	1761	500	1002
3	6224	603	1684	1487	500	1178
4	1354	709	1222	6713	500	447
5	2966	2025	3244	1762	500	619
6	5465	2043	190	2300	500	989
7	2668	1638	1254	4438	500	289
8	1203	1212	66	7517	500	290
9	12	5166	6	4815	500	215
10	307	2237	1790	5664	500	360
11	52	1548	734	7663	500	340
12	1211	2170	3353	3265	500	340
13	4807	65	667	4459	500	600
14	6045	1199	1974	780	500	524
15	617	125	98	9158	500	216
16	3194	1349	24	5430	500	169
17	1535	244	1249	6970	500	270
18	2272	1866	1830	4030	500	573
19	1321	1295	3810	3573	500	843
20	1802	652	3344	4200	500	492

### Facteurs clés dans le gîte 02

\*-----\*

| WinADE-4 \* Metrowerks CodeWarrior C \* CNRS-Lyon1 \* JT & DC |  
| PCA: Correlation matrix PCA

\*-----\*

It has 21 rows and 11 columns

-----Correlation matrix-----

[ 1]	1000
[ 2]	483 1000
[ 3]	741 560 1000
[ 4]	33 -344 -73 1000
[ 5]	25 -575 -441 273 1000
[ 6]	799 551 965 -57 -342 1000
[ 7]	-810 -322 -554 0 -216 -585 1000
[ 8]	-814 -327 -526 23 -143 -580 803 1000
[ 9]	-701 -283 -385 -95 -336 -416 751 512 1000
[ 10]	-510 -732 -665 73 482 -606 510 411 377 1000
[ 11]	-47 -24 -245 -244 400 -200 -133 -189 -118 221 1000

Total inertia: 11

Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum	Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum
01	+5.1780E+00	+0.4707	+0.4707	02	+2.3274E+00	+0.2116	+0.6823
03	+1.3606E+00	+0.1237	+0.8060	04	+6.5762E-01	+0.0598	+0.8658
05	+5.0794E-01	+0.0462	+0.9120	06	+3.9312E-01	+0.0357	+0.9477
07	+2.6849E-01	+0.0244	+0.9721	08	+1.3534E-01	+0.0123	+0.9844
09	+9.8466E-02	+0.0090	+0.9934	10	+5.1484E-02	+0.0047	+0.9980
11	+2.1539E-02	+0.0020	+1.0000				

\*-----\*

| DDUtil: Columns: inertia analysis

\*-----\*

Number of rows: 21, columns: 11  
Total inertia: 11 - Number of axes: 3  
It has 11 rows and 1 column  
Column inertia  
All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	8322	643	82	951	10000	909
2	4632	2026	1155	2185	10000	909
3	7666	710	194	1429	10000	909
4	79	849	6731	2340	10000	909
5	551	8520	23	904	10000	909
6	7873	305	170	1650	10000	909
7	6608	2111	9	1270	10000	909
8	5845	1595	98	2460	10000	909
9	4272	2704	16	3006	10000	909
10	5853	1234	0	2911	10000	909
11	75	2571	5123	2228	10000	909

\*-----\*

| DDUtil: Rows: Inertia analysis

\*-----\*

Number of rows: 21, columns: 11

Total inertia: 11 - Number of axes: 3

It has 21 rows and 1 column

Row inertia

All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----

|Num |Fac 1|Fac 2|Fac 3||Remains| Weight | Cont.|

1	3206	74	4100	2618	476	654
2	7410	49	237	2302	476	369
3	7447	441	25	2084	476	348
4	4245	2028	2462	1263	476	520
5	8891	128	141	839	476	726
6	8176	957	249	616	476	821
7	7383	951	545	1118	476	347
8	6528	849	540	2080	476	138
9	2136	867	471	6524	476	52
10	60	14	507	9417	476	76
11	2686	2580	110	4622	476	602
12	5173	3029	43	1753	476	712
13	5848	2977	1	1172	476	643
14	5676	2959	154	1209	476	421
15	6107	942	45	2903	476	195
16	4811	600	278	4309	476	276
17	3641	929	635	4793	476	136
18	3256	3086	55	3601	476	275
19	1598	4738	578	3085	476	247
20	3395	3770	954	1878	476	1172
21	719	3737	4808	734	476	1259

### Facteurs clés dans le gîte 03

\*-----\*

| WinADE-4 \* Metrowerks CodeWarrior C \* CNRS-Lyon1 \* JT & DC |

| PCA: Correlation matrix PCA

\*-----\*

It has 23 rows and 11 columns

----- Correlation matrix -----

[ 1]	1000
[ 2]	49 1000
[ 3]	798 241 1000
[ 4]	-115 23 -286 1000
[ 5]	-564 -336 -593 -121 1000
[ 6]	796 246 985 -277 -607 1000
[ 7]	-315 203 -371 632 31 -334 1000
[ 8]	-375 228 -320 263 370 -296 787 1000
[ 9]	-127 91 -267 -81 491 -248 183 607 1000
[ 10]	-117 -682 -345 -128 650 -326 -185 27 221 1000
[ 11]	259 65 139 -189 129 123 56 289 395 143 1000

-----  
Total inertia: 11

Num. Eigenval.	R.Iner.	R.Sum		Num. Eigenval.	R.Iner.	R.Sum			
01	+4.0525E+00	+0.3684	+0.3684		02	+2.3541E+00	+0.2140	+0.5824	
03	+1.8800E+00	+0.1709	+0.7533		04	+1.0832E+00	+0.0985	+0.8518	
05	+5.3984E-01	+0.0491	+0.9009		06	+4.5320E-01	+0.0412	+0.9421	
07	+2.9924E-01	+0.0272	+0.9693		08	+1.9492E-01	+0.0177	+0.9870	
09	+1.0749E-01	+0.0098	+0.9968		10	+2.8038E-02	+0.0025	+0.9993	
11	+7.5186E-03	+0.0007	+1.0000						

-----\*

|DDUtil: Columns: inertia analysis

\*-----\*

Number of rows: 23, columns: 11  
Total inertia: 11 - Number of axes: 3  
It has 11 rows and 1 column  
Column inertia  
All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	6269	12	1007	2710	10000	909
2	603	4988	247	4160	10000	909
3	8284	37	752	925	10000	909
4	830	2909	1525	4734	10000	909
5	5921	1699	661	1718	10000	909
6	8087	63	774	1074	10000	909
7	2512	5631	1	1854	10000	909
8	3716	3058	2015	1210	10000	909
9	2302	68	4972	2656	10000	909
10	1994	5066	382	2556	10000	909
11	2	6	6459	3532	10000	909

|DDUtil: Rows: Inertia analysis 04/03/06 13/37 |

\*-----\*

Number of rows: 23, columns: 11  
Total inertia: 11 - Number of axes: 3  
It has 23 rows and 1 column  
Row inertia  
All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	400	2056	5238	2304	434	641
2	421	196	7257	2124	434	517
3	305	114	6109	3471	434	357
4	697	2935	2923	3443	434	299
5	9759	1	9	230	434	730
6	9527	2	6	463	434	833
7	9735	7	64	192	434	632
8	9598	2	93	305	434	471
9	2115	2569	3200	2115	434	109
10	361	4891	2121	2625	434	443
11	1688	3154	523	4633	434	270
12	2042	4134	1124	2698	434	920
13	5294	1444	0	3261	434	242
14	4679	629	1259	3431	434	138
15	3744	3	955	5296	434	143
16	1151	14	2820	6012	434	118
17	38	526	5078	4356	434	160
18	600	2093	2590	4716	434	180
19	279	1650	2549	5521	434	209
20	3268	68	2199	4462	434	452
21	3395	1485	1311	3807	434	389
22	1148	6133	217	2499	434	1373
23	1112	4579	216	4090	434	362

## Analyse globale avec effectifs totaux des stades

```
*-----*
| WinADE-4 * Metrowerks CodeWarrior C * CNRS-Lyon1 * JT & DC |
| PCA: Correlation matrix PCA
```

```
*-----*
```

It has 64 rows and 11 columns

```
----- Correlation matrix -----
```

```
[ 1] 1000
[ 2] 61 1000
[ 3] 182 768 1000
[ 4] 95 -394 -418 1000
[ 5] -87 628 877 -364 1000
[ 6] 204 757 997 -411 872 1000
[ 7] -217 321 344 105 516 349 1000
[ 8] -265 407 478 -115 669 478 844 1000
[ 9] -198 306 380 -239 563 379 418 725 1000
[10] -150 -297 -65 -217 119 -59 -26 81 153 1000
[11] 146 180 279 -180 298 278 200 378 437 91 1000
```

```
-----
Total inertia: 11
```

```
-----
Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |Num. Eigenval. R.Iner. R.Sum |
01 +4.8273E+00 +0.4388 +0.4388 |02 +1.8125E+00 +0.1648 +0.6036 |
03 +1.3374E+00 +0.1216 +0.7252 |04 +1.0776E+00 +0.0980 +0.8232 |
05 +7.6273E-01 +0.0693 +0.8925 |06 +4.3108E-01 +0.0392 +0.9317 |
07 +3.7847E-01 +0.0344 +0.9661 |08 +2.3936E-01 +0.0218 +0.9879 |
09 +7.1584E-02 +0.0065 +0.9944 |10 +5.9513E-02 +0.0054 +0.9998 |
11 +2.4770E-03 +0.0002 +1.0000
```

```
*-----*
```

```
| DDUtil: Columns: inertia analysis
```

```
*-----*
```

Number of rows: 64, columns: 11  
 Total inertia: 11 - Number of axes: 3  
 It has 11 rows and 1 column  
 Column inertia

All contributions are in 1/10000

```
-----Relative contributions-----
```

```
|Num| |Fac 1| |Fac 2| |Fac 3| |Remains| |Weight| |Cont.|
| 1| |13| |4164| |122| |5699| |10000| | 909 |
| 2| |5731| |1502| |276| |2489| |10000| | 909 |
| 3| |7943| |1486| | 1| |568| |10000| | 909 |
| 4| |1850| |593| |4527| |3028| |10000| | 909 |
| 5| |8555| | 1| |43| |1399| |10000| | 909 |
| 6| |7894| |1502| | 0| |602| |10000| | 909 |
| 7| |3704| |2538| |2013| |1743| |10000| | 909 |
| 8| |6158| |2776| |372| |693| |10000| | 909 |
| 9| |4464| |1923| |161| |3451| |10000| | 909 |
|10| | 2| |1485| |5525| |2986| |10000| | 909 |
|11| |1953| |150| |330| |7565| |10000| | 909 |
*-----*
```

\*-----\*

Number of rows: 64, columns: 11  
 Total inertia: 11 - Number of axes: 3  
 It has 64 rows and 1 column  
 Row inertia  
 All contributions are in 1/10000

-----Relative contributions-----

Num	Fac 1	Fac 2	Fac 3	Remains	Weight	Cont.
1	7357	328	16	2296	156	103
2	6356	903	1232	1506	156	97
3	4698	83	2588	2629	156	217
4	5986	2	1721	2289	156	213
5	5381	606	0	4012	156	129
6	4811	540	19	4627	156	123
7	7728	49	850	1370	156	127
8	6759	70	1488	1680	156	184
9	6989	393	1592	1024	156	143
10	7976	557	680	785	156	120
11	8219	1183	403	194	156	84
12	7946	1298	7	747	156	97
13	6144	1196	600	2058	156	112
14	7060	898	95	1945	156	112
15	7746	839	528	885	156	121
16	8329	598	218	852	156	103
17	8128	623	1004	244	156	87
18	4253	646	3371	1727	156	197
19	1582	1242	4202	2972	156	521
20	4164	863	4072	899	156	151
21	1034	1398	3807	3759	156	119
22	188	8007	194	1608	156	40
23	387	8469	29	1113	156	43
24	1268	3409	2849	2472	156	67
25	30	7470	42	2456	156	127
26	29	7002	54	2913	156	135
27	73	6074	5	3847	156	62
28	430	5747	33	3788	156	40
29	1183	4752	19	4044	156	25
30	3562	1714	35	4687	156	19
31	67	879	780	8273	156	51
32	268	2657	0	7074	156	35
33	56	2105	65	7772	156	49
34	103	864	396	8635	156	47
35	1147	802	0	8049	156	44
36	1768	399	770	7061	156	30
37	2724	17	526	6732	156	30
38	5502	51	24	4421	156	22
39	5971	875	860	2292	156	19
40	4485	1019	602	3892	156	70
41	168	29	2134	7667	156	71
42	7854	1081	143	920	156	624
43	5230	403	107	4258	156	622
44	4543	2	459	4994	156	418
45	4189	190	2321	3298	156	252
46	2495	6585	3	915	156	239
47	2715	6326	7	950	156	268
48	2196	7021	2	778	156	212
49	2581	6611	21	785	156	176
50	6020	839	1258	1882	156	98
51	3275	523	4235	1965	156	230
52	5091	1184	974	2749	156	270
53	2340	2030	3986	1641	156	450

54	6181	2246	157	1414	156	270
55	6451	944	92	2511	156	138
56	6289	885	14	2810	156	133
57	5839	37	14	4108	156	95
58	3022	367	127	6482	156	77
59	3414	628	519	5437	156	69
60	2686	1633	410	5269	156	74
61	5139	1314	23	3521	156	453
62	4534	615	818	4032	156	280
63	283	343	3950	5422	156	206
64	2820	247	2857	4075	156	126