

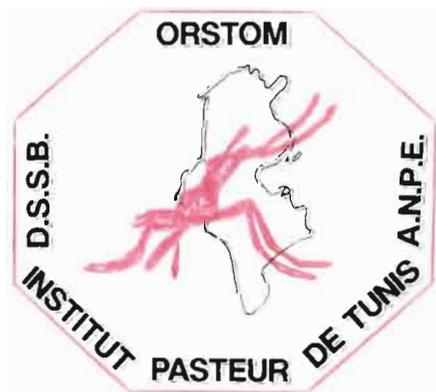
ETHOLOGIE ET CAPACITE VECTORIELLE
DES ANOPHELES DE TUNISIE
Dans deux régions réceptives

JOUMINE (Région du Nord) et SIDI BOUZID-MAKNASSY (Région du Centre)

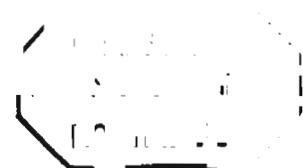
Campagne Juin-octobre 1991



site du jebel meloussi



*Laboratoire d'Entomologie Médicale
Service de Parasitologie de l'Institut Pasteur
de Tunis*



ETHOLOGIE ET CAPACITE VECTORIELLE
DES ANOPHELES DE TUNISIE

dans deux régions réceptives

JOUMINE (Région du Nord) et SIDI BOUZID-MAKNASSY (Région du Centre)

(Campagne Juin-octobre 1991)

par

BOUCHITE B. ⁽¹⁾, KENNOU M.F. ⁽²⁾, CHAUVET G. ⁽³⁾

Avec la collaboration technique de

BELGACEM Z. ⁽⁴⁾

DHOUIB A. ⁽⁴⁾

RHAIEM A. ⁽⁵⁾

Recherches conduites par

l'Institut Pasteur de Tunis (I.P.T.)

en collaboration avec

l'Institut Français de Recherche pour le Développement en Coopération (ORSTOM)
la Direction des Soins de Santé de Base (D S S B)
et la Direction de l'Hygiène du Milieu et de la Protection de l'Environnement (D H M P E)

avec le soutien

du Ministère Français des Affaires Etrangères

et

de l'Agence de Protection de l'Environnement de Tunisie (A N P E)

Décembre 1991

(1) Entomologiste médical ORSTOM, Laboratoire de Parasitologie Clinique de l'I.P.T., 13 place Pasteur, BP 74, Tunis

(2) Pr. ag. de Parasitologie, laboratoire de Parasitologie Clinique de l'I.P.T., 13 place Pasteur, BP 74, Tunis

(3) Entomologiste médical, directeur de Recherche ORSTOM, Montpellier

(4) Techniciens Supérieurs DSSB, 9100 Sidi Bouzid

(5) Technicien Supérieur, I.P.T., 13 place Pasteur, BP 74, 1002 Tunis

F 35171

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.....	6
2. METHODOLOGIE.....	6
2.1. Recherche des zones d'études.....	6
2.2. Choix des stations d'études.....	6
2.2.1. Région de MAKNASSY.....	7
2.2.2. Région de JOUMINE.....	7
2.3. Rythme des missions.....	7
2.4. Techniques mises en oeuvre.....	7
2.4.1. Etudes des imagos.....	7
2.4.2. Etudes des stades préimaginaux.....	9
3. SITUATION ET DESCRIPTION DES STATIONS D'ETUDES.....	9
3.1. Au Centre de la TUNISIE.....	9
3.1.1. Climat et végétation.....	9
3.1.2. Milieu humain.....	10
3.2. Au Nord de la TUNISIE.....	11
3.2.1. Climat et végétation.....	11
3.2.2. Milieu humain.....	11
4. ETUDE DES GITES PREIMAGINAUX DE PROXIMITE HUMAINE.....	13
4.1. Description des gîtes préimaginaux proche des stations.....	13
4.1.1. Région de SIDI BOUZID-MAKNASSY.....	13
4.1.2. Région de JOUMINE.....	13
4.2. Incidence de la "qualité de l'eau" et de l'environnement aquatique sur la présence ou l'abondance des différentes espèces anophéliennes.....	14
4.3. Dynamique des gîtes pendant la saison entomologique.....	15
5. ETUDE DE LA TRANSMISSION POTENTIELLE.....	16
5.1. Etude de la "Capacité Vectorielle" des vecteurs potentiels.....	16
5.2. Ethologie.....	18
5.2.1. Période d'activité annuelle.....	18
5.2.1.1. <i>A. sergenti</i>	
5.2.1.2. <i>A. multicolor</i>	
5.2.1.3. <i>A. labranchiae</i>	

5.2.2. Rythme d'agressivité nocturne.....	18
5.2.2.1. <i>A. sergenti</i>	
5.2.2.2. <i>A. multicolor</i>	
5.2.2.3. <i>A. labranchiae</i>	
5.2.3. Choix de l'hôte - Préférences trophiques.....	19
5.2.3.1. <i>A. sergenti</i>	
5.2.3.2. <i>A. multicolor</i>	
5.2.3.3. <i>A. labranchiae</i>	
5.2.3.4. <i>A. hispaniola</i>	
5.2.3.5. <i>A. algeriensis</i>	
5.2.4. Choix du lieu de pique : Endo-exophagie - indice d'agressivité (ma).....	20
5.2.4.1. Région de SIDI BOUZID-MAKNASSY	
5.2.4.2. Région de JOUMINE	
5.2.5. Fréquence des repas sanguins.....	21
5.3. Physiologie du développement.....	21
5.3.1. Cycle gonotrophique.....	21
5.3.2. Taux de parturité.....	21
5.3.2.1. <i>A. labranchiae</i>	
5.3.2.2. <i>A. sergenti</i>	
5.3.2.3. <i>A. multicolor</i>	
5.3.3. Taux de survie journalier.....	22
5.3.4. Probabilité de survie pendant la durée \underline{n} du cycle sporogonique du <i>Plasmodium</i> retenu (p^n) et espérance de vie infectante après survie de \underline{n} jours : $p^n / -\log_e p$	23
5.3.5. Indices approches des capacités vectorielles calculées.....	24
6. DISCUSSION.....	26
7. CONCLUSION.....	26
- Remerciements.....	27
- Documentation.....	27

Annexe 1

Carte 1 :
carte bioclimatique de la Tunisie

Carte 2 :
carte hydrographique de la région de SIDI-BOUZID-MAKNASSY et situation des stations de captures

Carte 3 :
carte hydrographique de la région de JOUMINE et AIN EL YOUNI et situation des stations de captures

- Bloc-diagramme N°1 - station d'Ain RABAOU
- Bloc-diagramme N°2 - station d'Ain JMEL
- Bloc-diagramme N°3 - station de JOUMINE
- Bloc-diagramme N°4 - station d'AIN EL YOUNI
- Bloc-diagramme N°5 - coupes au niveau des sites de l'O. LEBEN

Annexe 2

Tableau I :
Données climatiques des stations de SIDI-BOUZID-MAKNASSY

Tableau II :
Données climatiques des stations de MATEUR, BEJA, NEFZA

Tableau III :
Tableau synoptique des moyennes de captures d'Anophèles (MAKNASSY-SIDI BOUZID)

Schéma I :
Représentation des variations mensuelles de densité des espèces anophéliennes (MAKNASSY-SIDI BOUZID)

Schéma II :
Représentation de la fréquence relative des espèces anophéliennes par mois (MAKNASSY-SIDI BOUZID)

Tableau IV :
Tableau synoptique des moyennes de captures d'anophèles (JOUMINE, AIN EL YOUNI)

Tableau V :
Probabilité de survie des anophèles (MAC DONALD 1956)

Tableau VI :
Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât humain ou asinien d'*A. sergenti*

Tableau VII :
Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât humain ou asinien d'*A. multicolor*

Tableau VIII :
Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât humain ou asinien d'*A. labranchiae* (JOUMINE)

Tableau IX :
Captures comparées sous moustiquaire piège à appât humain ou asinien d'*A. hispaniola* (O. LEBEN)

Tableau X :
Captères comparées sous moustiquaire piège à appât humain ou asinien d'*A. algeriensis* (O. LEBEN)

Tableau XI :
Moyenne des captures sur homme et par nuit (ma) à l'Intérieur ou à l'Extérieur suivant les espèces et les mois (Région de SIDI BOUZID-MAKNASSY)

Tableau XII :
Moyenne des captures sur homme et par nuit (Ma) à l'Intérieur ou à l'Extérieur suivant les espèces et les mois (Région de JOUMINE)

Tableau XIII :
Taux mensuel de parturité de la population d'*A. labranchiae* anthropophile (Région de JOUMINE)

Tableau XIV :
Taux mensuel de parturité de la population d'*A. sergenti* anthropophile. (Région MAKNASSY)

Tableau XV :
Taux mensuel de parturité de la population d'*A. multicolor* anthropophile (Région de SIDI-BOUZID-MAKNASSY)

Tableau XVI :
Captures sur homme par tranches horaires d'*A. sergenti* (Région de MAKNASSY)

Tableau XVII :
Captures sur homme par tranches horaires d'*A. multicolor* (Région de SIDI-BOUZID-MAKNASSY)

Tableau XVIII :
Captures sur homme par tranche horaire d'*A. labranchiae* (Région de JOUMINE)

Tableau XIX :
Variation de fréquence relative mensuelle de la positivité des gîtes (Région de SIDI-BOUZID-MAKNASSY)

Tableau XX :
Variation de fréquence relative mensuelle de la positivité des gîtes (Région de JOUMINE)

1. INTRODUCTION

Jusqu'à maintenant, on ne connaissait des anophèles potentiellement vecteurs de TUNISIE et plus généralement du MAGHREB que leurs répartitions géographiques et leurs variations de densités larvaires mensuelles. Les observations quantifiées, objectives sur les adultes femelles, sur leurs comportements de piqûres, leurs pouvoirs vecteurs, les conditions de transmission, sont pratiquement inexistantes. Il faut dire que l'étude du paludisme d'antan était basée sur la paludométrie et non sur l'entomologie. Elle s'adressait plus aux effets de l'endémie qu'à ses causes précises.

Les observations paludométriques d'avant, pendant et après les campagnes d'éradication du paludisme sont connues mais se rapportent à un contexte écologique qui n'est plus, en de nombreuses régions, celui que l'on connaît maintenant : paysages, habitats, activités humaines se sont souvent transformés.

Pour ces raisons, il est apparu nécessaire aux Responsables de la Santé Publique d'étudier les "Capacités Vectorielles" actuelles des anophèles potentiellement vecteurs ; en l'absence de transmission palustre, cette approche est la seule façon d'évaluer le danger potentiel d'une résurgence du paludisme à partir de cas importés.

Après des enquêtes pour actualiser la répartition et la distribution des espèces et en fonction des observations passées et de la carte bioclimatique, deux régions réceptives ont été retenues, l'une au Nord, JOUMINE, l'autre au Centre, SIDI BOUZID-MAKNASSY. Dans celles-ci des observations systématiques sur le comportement des espèces et leurs capacités vectorielles furent menées durant l'"année entomologique" de Juin à Octobre 1991.

2 - METHODOLOGIE

2.1 Recherche des zones d'études

En 1989 et 1990, l'activité essentielle du laboratoire a été dirigée sur des prospections itératives de biotopes préimaginaux sur l'ensemble du territoire tunisien. Toutes les régions à potentiel anophélien ont été prospectées à des saisons différentes par une seule et même équipe.

Après 200 jours de tournées et plus de 60.000 km parcourus, un grand nombre d'observations a pu être réalisé sur les biotopes aquatiques (faune, flore, qualité physico-chimique).

Plus de 500 biotopes préimaginaux, favorables au développement des anophèles ont été recensés, plus de 2000 prélèvements ont été réalisés, huit espèces anophéliennes dont *A.labbranchiae*, *A.sergenti* et *A.multicolor*, vecteurs incriminés dans la transmission du paludisme maghrébin, ont été mises en évidence dans leurs zones climatiques respectives.

Le matériel récolté a été déterminé par A. RHAYEM et D. BACH-HAMBA, chargée de ce volet de l'étude. (BACH HAMBA *et al.* 1990 et 1991)

2.2 Choix des stations d'études

Le choix fut déterminé en tenant compte de trois paramètres essentiels :

- a) anciens sites paludogènes connus et répertoriés et non bouleversés écologiquement entre temps ;
- b) gîtes potentiels permanents ;
- c) localisation géo-climatique en rapport avec les zones d'élections des espèces anophéliennes potentielles vectrices ;

La faisabilité d'une telle étude a été appréciée l'année précédente pendant l'été 1990 par des captures nocturnes sur le site de MAKNASSY (O. LEBEN) au Centre du pays et par des captures au Nord, sur le site de NEFZA (O. MAADEN) et JOUMINE (O. BAGRAT) [BOUCHITE B. *et al.*, 1990].

Le site de JOUMINE fut retenu pour réaliser les préliminaires de l'étude de la Capacité Vectorielle (C.V.) d'*Anopheles labranchiae*, et celui de MAKNASSY pour développer l'étude de la C.V. d'*Anopheles sergenti* et d'*Anopheles multicolor*.

2.2.1 Région de MAKNASSY ET SIDI BOUZID

Afin d'obtenir un échantillonnage anophélien représentatif de la région, nous avons choisi quatre sites permanents sur lesquels nous conduisons systématiquement deux captures mensuelles à intervalles réguliers.

- 1- O. LEBEN, site à *A.sergenti*, *A.hispaniola*, *A.labranchiae* : 2 fois/mois* O. BEN SALLAM, quartier HOUEZ site à *A.hispaniola* et *A.sergenti* : 2 fois/mois*
- 2- AIN JMEL, site à *A.multicolor* et *A.sergenti* : 2 fois/mois* AIN OUM HENDA, site à *A.multicolor* : 1 fois/mois, AIN ZELASSI et AIN GHENAM en complémentaire
- 3- AIN RABAOU, site à *A.multicolor* : 1 fois/mois*
- 4- COL HADDEGE, site à *A.sergenti* et "*A.sergenti* sp." : 1 fois/mois (à partir du mois d'août).

2.2.2 Région de JOUMINE

Les études conduites dans la région Nord sont considérées comme préliminaires. Trois stations ont été retenues dont un site secondaire :

- 1- JOUMINE - O. BAGRAT, site à *A.labranchiae* et *A.hispaniola* : 2 fois/mois
- 2- AIN EL YAUDI, site à *A.labranchiae* : 2 fois/mois*
- 3- O. CHARCHARA, site à *A.claviger/A.marleri* : 1 fois/mois, comme station secondaire.

2.3 Rythme des missions

Le calendrier des missions est donné en annexe (Tableau I). Ces missions sont réalisées pendant la période propice à la prolifération des anophèles (mai/juin à octobre/novembre) et répétées chaque mois :

- deux semaines par mois sur les sites de MAKNASSY (O. LEBEN), du 4 juin au 6 octobre ;
- une semaine par mois sur les sites de JOUMINE (O. BAGRAT), du 17 juin au 27 octobre.

2.4 Techniques mises en oeuvre

2.4.1. Etude des imagos

1- Capture sur Homme

Les captureurs sont à leur poste de capture à 19 h et exécutent une récolte horaire jusqu'à 6 heures du matin. Chaque captureur dispose d'une série de 11 sacs horaires, les culicidés (Anophelinés, Culicinés et Aedinés) sont capturés sur les jambes dénudées avec des tubes à hémolyse en s'éclairant au moyen d'une lampe électrique de poche*.

Six équipes de deux captureurs sont disposées en règle générale de la manière suivante :

* Des photos illustrant les techniques et les stations figurent dans le rapport préliminaire (BOUCHITE, août 1991)

Une ou deux équipes en milieu naturel, à proximité des biotopes préimaginaux (sources utilisées par les habitants ou collection d'eau).

Les quatre autres équipes sont distribuées dans le milieu humain, soit deux équipes à l'extérieur, à proximité des habitations, deux autres à l'intérieur des maisons.

2- Sous moustiquaire-piège

Nous disposons de quatre moustiquaires-pièges. Deux moustiquaires-pièges sont généralement installées en "milieu naturel". Sous l'une d'elle est placé un dormeur, sous l'autre, à proximité, est attaché un animal domestique (âne ou mouton)*. Le ramassage des moustiques piégés est réalisé par le chef d'équipe à 21 h, 24 h, 3 h et 6 h du matin.

Deux autres moustiquaires-pièges (homme et animal) sont installées à proximité des habitations, entre l'abri animal et l'habitat humain.

3- Capture par pièges lumineux

Nous disposons de quatre pièges lumineux, type CDC, deux étaient placés à l'intérieur de chambres à coucher, au-dessus de dormeurs, deux autres étaient installés dans les abris à moutons, chèvres, poulaillers ou clapiers*.

4- Capture de la faune résiduelle du matin

A 6 h, le chef d'équipe assisté des captureurs exécute une capture intra-domiciliaire de la faune résiduelle dans 2 à 3 maisons (5 à 6 chambres), en utilisant un insecticide du type pyréthroïde de synthèse (à grand effet "knowdown", et non "rémanent").

5- Relevé des conditions climatiques locales

Des mesures d'hygrométrie, de température sont relevées chaque heure au cours de la nuit, ainsi que l'appréciation relative de la vitesse du vent (0 à ++++) par deux équipes extérieures, l'une proche du milieu naturel, l'autre au niveau des habitations.

Un anémomètre placé à l'extérieur fournit la vitesse moyenne du vent de 19 h à 6 h.

Une équipe à l'intérieur relève uniquement la température horaire de la pièce dans laquelle elle capture.

6- Enquête sur l'habitat et les activités humaines

Une fiche a été établie pour enquêter sur les facteurs épidémiologiques en relation avec les activités humaines (habitudes de repas nocturne, type d'élevage, utilisation d'insecticide, approvisionnement en eau) et l'habitat (dispersé ou non, traditionnel ou moderne, etc.).

7- Identification et dissection

Le matériel récolté est ensuite acheminé au laboratoire de terrain pour identification de l'espèce et dissection.

Après les déterminations, les anophèles sont conservés vivants à 4° Celsius, de manière à ralentir le développement ovarien, jusqu'à leur dissection.

Les anophèles classés par espèces, par type de capture et par heure sont disséqués, l'état de réplétion est noté (à jeun, gorgée, semi-gravide, gravide). La lecture du stade ovarien (stade de CHRISTOPHERS, de 1 à 5) est réalisée en eau physiologique entre lame et lamelle sur un ovaire, le second est déposé sur une autre lame dans une goutte d'eau distillée ; une fois sèche, la lecture des trachéoles ovariennes (méthode de DETINOVA) est réalisée au microscope sur les exemplaires n'ayant pas dépassé le stade 3.

Tous les anophèles capturés n'ont pu être disséqués en raison de l'effectif en personnel insuffisant. Deux techniciens réalisaient en moyenne 150 à 200 dissections par jour. Une priorité de dissection était donc établie en fonction du type et du lieu de capture, privilégiant d'abord les captures obtenues en milieu humain sur homme et les captures de la faune résiduelle du matin, ensuite les captures sur homme en milieu naturel, sous moustiquaires homme et animal et enfin dans les CDC.

2.4.2. Etude des stades préimaginaux

Les gîtes préimaginaux, à proximité des sites de captures, sont prospectés systématiquement lors de la mise en place des équipes sur le terrain. Les larves récoltées sont mises dans de l'alcool glycérolé ou en élevage, selon leur stade larvaire, pour être ensuite montées et déterminées au laboratoire central (Cf. Chapitre 4)***.

3 - SITUATION ET DESCRIPTION DES STATIONS D'ETUDES

3.1 Au Centre de la Tunisie

Dans la région proche de SIDI BOUZID (35°00'N, 9°30'E) une station principale : AIN RABAOU (34°55'N, 9°35'E) et une station secondaire : OUED EL FAIEDH (35°03'N, 9°39'E).

Dans la région proche de MAKNASSY (34°35'N, 9°34'E), deux stations principales et une secondaire :

- 1- *O. Leben* (34°36'N, 9°34'E) ; Pont de l'OUED LEBEN, Quartier HOUZ, Quartier O. KECH, Quartier KSAR-LEBEN ;
- 2- *Jebel Meloussi* (34°40'N, 9°20'E) ; AIN JMEL, AIN OUM HENDA, AIN ZELASSI, AIN GHENAM ;
- 3- *Une station secondaire* : Col HADDEGE (34°31'N, 9°19'E) (carte n°2).

La description de l'environnement physique et biotique de nos stations d'étude est essentiellement orientée dans le cadre de l'épidémiologie du paysage. C'est ainsi que les activités de l'homme et son habitat sont décrites dans le contexte de conditions favorisant le contact homme-vecteur.

3.1.1 Climat et végétation

La Tunisie Centrale est le domaine de la steppe aride aux formations xérophiles adaptées aux faibles précipitations (200 mm/an en moyenne), aux fortes amplitudes thermiques (amplitude thermique maximale 19°-20°), à l'intense évaporation et à **la fréquence des vents secs.** (carte n°1)

*** Un jeune stagiaire poursuivant des études d'ingénieur entomologiste à l'INAT a participé dans le cadre de sa formation à nos enquêtes de terrain (une semaine à maknassy et une semaine à Joumine) à compter du mois d'août.

Cette région se caractérise sur le plan géomorphologique par des sols bruts d'érosion, des massifs calcaires crétacés, favorables à un fort ruissellement sur les reliefs. La végétation y est maigre et caractérisée par l'*Alfa* et des sols sableux présentant différents degrés de steppisation et de dégradation, reposant souvent sur un horizon sablo-argileux à nodules calcaires ; celui-ci constitue une surface de ruissellement si l'horizon sableux sus-jacent a été érodé (CLAUDE J., PONTANIER R., 1970).

La végétation originale de ces steppes est caractérisée par les associations à *Rhantherium suaveolens* et *Artemisia herba-alba*, dégradées par le surpâturage, les labours et les plantations (oliviers et amandiers).

Dans les fonds d'oueds argileux, les plantes halophiles (*Atriplex* et *Salsola tetendra*) forment l'association salicole.

Sur le plan climatique, la région de SIDI BOUZID/MAKNASSY, selon NABLI M.A. *et al.* (1989), se situe à l'étage bioclimatique aride supérieur à hivers tempérés (Carte 1).

Les observations climatiques correspondant à la période d'étude sont données en annexe** (tableau I).

Nous avons essentiellement retenu celles qui interfèrent dans la biologie des vecteurs, c'est-à-dire le nombre de jours et de millimètres de pluie mensuelle, la moyenne des températures mensuelles et les amplitudes de températures maximales et minimales observées chaque mois.

Le rythme de piqûres anophélien étant nocturne et les captures étant fixées de manière arbitraire et constante de 19 h à 6 h du matin, tout au long de l'étude (juin à octobre), pour des raisons d'organisation logistique, nous donnons en annexe les variations de l'heure du coucher et du lever du soleil, de la première et de la dernière soirée de capture de chaque mission mensuelle (tableau I).

Les températures, l'hygrométrie et l'intensité du vent relevées chaque heure pendant les captures feront ultérieurement l'objet d'une analyse plus précise.

3.1.2 Milieu humain

Dans les différentes délégations administratives dépendant du Gouvernorat de SIDI BOUZID, la population est essentiellement rurale avec les activités correspondantes agricoles et pastorales (ovins, caprins).

1- *Les activités humaines* dans nos stations sont agro-pastorales traditionnelles : cultures céréalières, oliviers et élevages d'ovins et de caprins pour les besoins familiaux. En regard de notre étude, l'élevage traditionnel présente un intérêt particulier ; chaque famille possède un âne et réalise son élevage de moutons et de chèvres. **Un enclos est systématiquement installé à proximité de la maison** entre 20 et 50 m. Cet abri rudimentaire est confectionné d'un entrelacement de branches sèches de jujubier. Les animaux qui, dans la journée, pâturent dans le milieu naturel sont parqués au coucher du soleil dans cet enclos (*Cf.* Déviation zoophagique). Il est important de signaler par ailleurs les habitudes nocturnes des habitants pendant la période estivale. Ainsi, il apparaît que très habituellement pendant les grandes chaleurs, **les hommes et garçons dorment à l'extérieur**, le pourcentage de femmes et filles est moins important, mais très nettement supérieur à 50 %.

2- *L'habitat* est très dispersé en fonction de ces activités et de l'aménagement de puits souvent soutenu par l'Etat. Cette intervention, relativement récente, favorise la dispersion de l'habitat .

** données recueillies auprès de l'Institut National de la Météorologie de Tunisie

L'habitat traditionnel agricole du type "gourbi" (abri rudimentaire construit avec les matériaux trouvés *in situ*) a fait place à un habitat amélioré utilisant des matériaux préfabriqués du type parpaing de ciment, des enduits cimentés intérieurs et extérieurs. Le toit en terrasse constitué d'une dalle de béton est réalisé à une hauteur moyenne de 3 m du sol. Les plafonds, ainsi que les murs, sont donc lisses. Les ouvertures sont en règle générale peu nombreuses, une seule porte d'accès (80x190) pour un bâtiment disposant de 2 ou 3 pièces et de petites lucarnes obturées par un volet de bois (50x50), une par pièce en moyenne. Ce type d'habitat rural "moderne", imperméable à la pluie et nettement plus chaud que le type "gourbi", ne constitue pas *a priori* le lieu de repos idéal pour les vecteurs. De plus, l'utilisation des insecticides et plus particulièrement du "Fly-Tox"® est habituelle.

Les conditions actuelles d'habitat et d'hygiène sanitaire ont favorablement évolué et sont probablement différentes de celles observées il y a plus de 20 ans, alors que l'environnement naturel est resté semblable à celui du passé.

3.2 Au Nord de la Tunisie

Dans une région située entre Sejnane, Nefza, Béja, Mateur, les sites de JOUMINE (36°56'N, 9°22'E) et AIN EL YOUDI (36°56'N, 9°16'E), ont été choisis comme stations principales et celui de OUED CHARCHARA (36°58' N, 9°14'E), comme station secondaire. (carte n°3)

3.2.1 Climat et végétation

La région de Joumine se situe dans le Domaine Tellien et plus précisément dans la région naturelle de HEDHIL avec une pluviométrie variant de 400 à 600 mm. La formation climacique (chêne vert et pin d'Alep) a pratiquement disparu, laissant la place au maquis ou à des sols très érodés sur les reliefs.

Selon NABLI M.A. *et al.* (1989) (carte N°1), la zone de JOUMINE correspond à l'étage bioclimatique humide inférieur à hivers doux. Les pluies se répartissent entre l'automne et le printemps, les mois d'été étant généralement secs. Les observations climatiques correspondant à la période d'étude, sont notées au tableau II ; les pluies enregistrées de fin 1990 à octobre 1991, sur des stations les plus proches possibles de notre aire d'étude correspondant à une année normale. Elles ont toutefois fait suite à 3 années consécutives de sécheresse. La répartition annuelle de ces pluies et leur importance ont une incidence sur les températures qui furent pendant l'été 1991 notablement plus basses que les années précédentes. Ces conditions ont probablement joué un rôle dans la faiblesse de nos récoltes.

Les heures de lever et de coucher du soleil sont données au tableau II pour les périodes de missions réalisées.

Le relief se rapporte à des terrains tendres argilo-marneux alternant avec des barres de calcaires qui forment des arêtes, au pied desquelles se rencontrent de nombreuses sources quasi permanentes. Le long de l'Oued BAGRAT, affluent de l'Oued JOUMINE la vallée est constituée de banquettes alluviales qui sont largement cultivées (céréales, maraîchage et fourrage). L'oued a un débit relativement constant en fonction d'une pluviométrie importante associée aux sources pérennes.

3.2.2. Milieu humain

1- *L'activité humaine* de cette région est essentiellement agro-pastorale, l'habitat est également dispersé pour répondre aux habitudes traditionnelles de culture ou d'élevage, mais à un degré moindre que dans la région de MAKNASSY ; les regroupements familiaux dans un contexte villageois sont fréquents. C'est particulièrement le cas d'AIN EL YOUDI où les habitants portent le même nom patronymique.

Sur le plan des habitudes de repos nocturne en période estivale, nous avons pu constater que les habitants -hommes en particulier, femmes et enfants à un degré moindre- dorment à l'extérieur dans leur cour. Cette période est plus courte que dans la partie Centre de la Tunisie (essentiellement juillet-août).

Dans la journée, le village est pratiquement vide de sa population, les agriculteurs (hommes et femmes) vaquent à leurs occupations agricoles et pastorales, les hommes ne rentrent au village qu'en fonction de la tombée du jour, discutent entre eux jusqu'à 22 ou 23 h, et se lèvent à l'aurore.

Notre seconde station, Joumine, est une petite localité administrative (délégation de moins de 1.000 habitants). Elle bénéficie des aménagements et commodités liés à sa structure administrative (école, dispensaire, maternité, poste et communications, distribution d'eau par canalisation), l'apport des fonctionnaires dans la communauté rurale favorise naturellement des comportements et des activités plus diversifiés et des rassemblements (commerce, souk, etc.).

2- *L'habitat*. A AIN EL YOUNI la construction traditionnelle, est abandonnée progressivement au profit d'une construction utilisant des matériaux préfabriqués.

Le "gourbi" dont les murs sont constitués de pierres sèches utilisent bon nombre de vestiges romains. Les toits rudimentaires sont couverts de paille ou de tôle ; ces anciens habitats sont actuellement essentiellement destinés à abriter le bétail.

Les nouvelles constructions sont plus spacieuses, mieux aérées et plus adaptées aux besoins de la famille ; les murs sont couverts d'enduit cimenté ; les toits sont couverts de tôles inclinées ou de terrasse de béton.

Un site protégé a été aménagé pour les besoins en eau de boisson et à usage domestique.

Le bétail, deux ou trois bovins et une vingtaine de moutons par famille, sont parqués à la nuit tombante dans les **étables et bergeries qui jouxtent l'habitat humain**. (cf. bloc diagramme, N°4).

Si les nouvelles constructions, comme nous avons pu le constater dans un chapitre précédent (3.1.2.) ne sont pas *a priori* le lieu idéal de repos pour les anophèles, les abris traditionnels (humain ou animaux) devraient particulièrement convenir. Pourtant, dans ce village précisément, nos captures de faunes résiduelles du matin dans les habitations humaines comme dans les étables, n'ont fourni qu'un nombre minime d'individus en regard de la densité des gîtes à *A. labranchiae* qui se trouvent à proximité. (cf. 4.3.)

Lors de nos enquêtes, nous avons pu retenir que les habitants utilisent assez couramment le "DECIS"® (ou deltaméthrine, pyréthrianoïde de synthèse à forte action de choc, répulsif et rémanent), ce qui pourrait aussi expliquer l'absence du vecteur malgré des gîtes particulièrement riches .

Sur le plan de l'habitat à JOUMINE, deux quartiers se distinguent : le Quartier Esenam, au sommet d'un promontoire, installé à proximité des infrastructures administratives et sanitaires, est un quartier que l'on peut considérer comme viabilisé. Le Quartier Mélassine, où l'habitat est plus rudimentaire et moins organisé, se situe en contrebas et à quelques centaines de mètres au-dessus de l'Oued BAGRAT. Des chasses de nuit ont été organisées dans ces différents quartiers (Cf. Bloc -diagramme N°3), différemment éloignés du gîte "mère" que constitue la vallée de l'Oued BAGRAT. A JOUMINE, il nous a été difficile en fonction de la population hétérogène d'apprécier même globalement les activités et habitudes humaines nocturnes, il est cependant utile de remarquer que dans la majorité des cas, les habitants se reposent et se lèvent plus tardivement qu'en zone essentiellement rurale.

4 - ETUDE DES GITES PREIMAGINAUX DE PROXIMITE HUMAINE

La présence ou l'absence des anophèles adultes est généralement liée à la proximité du site aquatique approprié, favorable à l'évolution de leurs stades préimaginaux.

Il apparaît donc utile avant d'aborder le chapitre sur le comportement des adultes, de rapporter certaines de nos observations sur les biotopes préimaginaux.

4.1. Description des gîtes préimaginaux proches des stations d'étude

4.1.1 - Région de SIDI-BOUZID-MAKMASSY

Le relief et la nature géologique de cette région favorisent l'existence de nombreuses sources pérennes alimentant des collections d'eau de surface profitables à la prolifération culicidienne.

Les stations de AIN RABAOU et du JEBEL MELOUSSI (AIN JMEL, AIN OUM HENDA, AIN ZELASSI, AIN GHENAM) points d'élection de sources d'origine saumâtre conditionnent la présence d'*A. multicolor*. Par contre, les stations de l'OUED LEBEN et du quartier HOUEZ où existent côte à côte des sources d'eau douce "fraîches" et des sources d'eau salées "chaudes", favorisent la présence de plusieurs espèces anophéliennes (*A. labranchiae*, *A. sergenti*, *A. hispaniola*, *A. algeriensis*, *A. multicolor*) (cf. bloc diagramme N°1 - 2 et 5).

4.1.2 - Région de JOUMINE

Si les deux stations d'études choisies sont représentatives de cette région du Nord-Ouest elles n'en sont pas moins différentes dans la structure même de leur paysage épidémiologique ; nous les traiterons donc séparément.

AIN EL YOUDI est un village dont la création remonte à l'antiquité. Ce village est implanté sur un affleurement rocheux calcaire, d'où sourdent une multitude de petites sources d'eau douce à la périphérie immédiate des habitations, particulièrement profitables à *Anopheles labranchiae* malgré la présence de poissons larvivores. Ces multiples sources alimentent l'Oued BAGRAT en aval. (cf. Bloc-diagramme N°4).

Ce contexte particulier, intéressant sur le plan de la proximité du contact homme vecteur, est toutefois très peu rencontré sur l'ensemble du territoire tunisien (cf. 4.3.).

JOUMINE est construite sur un promontoire calcaire, qui domine la vallée de l'Oued BAGRAT avec un dénivelé de 100 m environ. Les seuls biotopes larvaires favorables au développement des Anophèles se situent donc au niveau de cet Oued. (cf bloc diagramme N°3).

En période de fort débit de l'Oued, les mares créées sur les rives par les crues constituent avec les sources les seuls gîtes potentiels. La période d'étiage qui correspond le plus souvent à la période estivale de juillet à septembre, favorise dans le lit même de l'Oued la création de gîtes favorables où dès juillet une végétation aquatique se développe (*Potamogeton* et *Characae*). Dès les premières pluies de l'automne, la végétation aquatique est emportée, détruisant par la même, les biotopes larvaires.

4.2. Incidence de la "qualité de l'eau" et de son environnement aquatique sur la présence ou l'abondance des différentes espèces anophéliennes

L'aspect du gîte et de son environnement caractérisent d'une façon générale l'espèce qui s'y développe.

La qualité de l'eau sélectionne le développement des différentes espèces anophéliennes présentes dans la région climatique concernée. Au cours de l'enquête imaginaire, cinq espèces d'anophèles ont été mises en évidence : *A.labranchiae*, *A.sergenti*, *A.multicolor*, *A.hispaniola*, *A.algeriensis*. Celles-ci ont chacune une biologie préimaginaire particulière bien connue et déjà décrite par de nombreux auteurs (LANGERON 1921, WASSILIEF 1934, VERMEIL 1950, SENEVET et ANDARELLI 1955, RIOUX 1958). ; toutefois nous avons mis en évidence quelques données complémentaires.

A.labranchiae est l'espèce qui prédomine dans les régions septentrionales de la Tunisie, essentiellement au Nord de la Dorsale ; ses gîtes se localisent principalement au niveau des sources et des oueds d'eau douce dans la végétation aquatique : dans les algues, dont les characées (*Chara* et *Nitella*) sont bien représentées et dans les potamogétons.

Le point le plus au Sud où fut récoltée à plusieurs reprises cette espèce se situe sur le site de l'O. LEBEN. Le taux de Cl⁻ était de 1,8 g/l. Elle semble supporter des teneurs de l'ordre de 2,5 g/l. Il est probable que ces taux en sels assez élevés conditionnent une évolution difficile de l'espèce. La faiblesse des captures imaginaires confirme cette hypothèse dans cette région.

A.sergenti apparaît moins sensible à la teneur en sel, mais beaucoup plus exigeant en ce qui concerne l'oxygénation du milieu aquatique. On le retrouve communément en effet sur le bord des seguias d'eau claire fraîche et courante, lorsque un enchevêtrement d'algues permet de maintenir les larves dans le courant.

Cette caractéristique, liée à la physiologie de cet anophèle, pourrait expliquer que cette espèce n'a été que très rarement mise en évidence à l'état larvaire lors des prospections entomologiques antérieures (archives Institut Pasteur de Tunis).

A.multicolor est par contre une espèce inféodée au gîte halophile, les chénopodiacées étant des indicateurs très généralement trouvés à proximité de ses gîtes. C'est aussi une espèce typiquement héliophile. En effet, nous avons pu observer que dès que le milieu se transforme, soit par l'action de l'homme soit par des modifications des conditions naturelles, et qu'une végétation épigée apparaît (roseaux, joncs) ombrageant le gîte, l'espèce disparaît.

Le caractère halophile de l'espèce est reconnu. Nous l'avons nous-même récoltée à plusieurs reprises dans des eaux saturées, dont la surface était couverte d'une croûte de sel.

Lorsque les teneurs en sel sont moins extrêmes, elles conviennent toutefois mieux à *A.multicolor* (entre 7 et 30 g/l). L'espèce semble parfaitement se développer, d'autant mieux que les autres espèces ont disparu (culicidés, autres anophélinés, et insectes prédateurs) ; le phénomène de non-concurrence semble donc alors jouer en faveur de *A.multicolor*.

A AIN RABAOU, sur le site de "la Source Salée", nous avons enregistré au printemps, des teneurs en sel de 20,3 g/l et à l'automne de 30,7 g/l avec des densités de larves d'*A.multicolor* importantes, la densité augmentant proportionnellement avec la disparition des espèces associées et l'augmentation de la teneur en sel. Les larves se localisent sur le bord des berges et en eau libre (absence d'algues).

A AIN JMEL, les captures d'imagos ont montré une forte densité de cet anophèle sans que l'on puisse, malgré des prospections renouvelées, mettre en évidence les gîtes correspondants. Trois gîtes de dimensions modestes (moins d'un m²) sont restés positifs pendant tout l'été, alors que cet anophèle avait à sa disposition un biotope aquatique beaucoup plus vaste, mais cependant encombré de *Juncus maritimus*. Il est probable que ses gîtes préférentiels se situent dans une zone éloignée sauvage et inaccessible: *Anopheles multicolor* est en effet capable de vols à grande distance jusqu'à 13 km, comme l'a signalé KIRCHPATRICK (1925). Le gîte de proximité n'explique donc pas tout dans le contact homme/vecteur.

A.algeriensis est une espèce ubiquiste, avec une large aire de répartition allant du CHOTT DJERID au CAP BON.

Ses biotopes aquatiques sont le plus fréquemment associés à la présence de *Juncus maritimus* ; il supporte des teneurs en sel de plus de 3 à 4 g/l. On ne rencontre jamais une grande densité de larves au niveau de ses gîtes. Nous n'avons d'ailleurs pas trouvé de larves de cette espèce au cours de notre étude alors que nous avons pu récolter des imagos essentiellement sur appât animal, sur le site de l'OUED LEBEN.

A.hispaniola a une répartition très large. On le trouve aussi bien associé à *A.labranchiae* qu'à *A. sergenti*. Il est cependant particulièrement abondant dans les gîtes de ruissellement peu profonds et bien ensoleillés et parfois dans des eaux courantes lorsque des algues lui permettent de se maintenir.

A.claviger est une espèce ombrophile rare, nous l'avons mis en évidence (larves et imagos) à O.CHARCHARA, au Nord-Ouest, au niveau d'une petite source d'eau douce, fraîche (18° C) et très ombragée.

4.3. Dynamique des gîtes pendant la saison entomologique

Dans le cadre de cette étude longitudinale, le suivi des gîtes a été réalisé tout au long de l'été, de juin à octobre.

Nous avons pu ainsi effectuer un certain nombre d'observations qui peuvent apparaître comme évidentes, mais que nous relevons néanmoins compte tenu de leur incidence épidémiologique. Elles résultent essentiellement de deux facteurs, **l'un naturel, l'autre humain**.

1- *facteurs naturels* : l'élévation des températures estivales a pour conséquence, non seulement de favoriser l'évaporation réduisant ainsi pour la plupart des gîtes, leur surface et leur volume (en l'absence de pluies), mais aussi d'augmenter les températures du milieu aquatique, déterminant des répercussions sur la faune, la flore et la teneur en sel du milieu. L'eutrophisation naturelle du milieu aquatique engendre des modifications qui favorisent l'évolution ou la disparition de certaines espèces ;

2- *facteurs humains* ; les gîtes de proximité humaine subissent les conséquences des phénomènes naturels et de la pollution humaine et animale ; cette anthropisation débouche très généralement et rapidement sur une pollution du milieu aquatique conduisant à la disparition des espèces anophéliennes. L'Anophèle est un indicateur de milieu non pollué.

L'ensemencement de gîtes potentiels en poissons larvivores n'apparaît pas toujours comme une arme efficace. Celle-ci semble limitée dès lors qu'une végétation aquatique dense apparaît. Toutefois il convient peut être de moduler cette observation. Ainsi, sur le site d'AIN EL YAUDI en mai, l'eau des marelles rocheuses bordées de quelques mousses, était fraîche et claire. En juin, avec un ensoleillement et une température plus importante des algues du type *Chara* se sont développées jusqu'à former un enchevêtrement végétal très dense. Dès lors, malgré la présence des poissons, de grandes densités larvaires d'*Anopheles labranchiae* à tous les stades d'évolution sont apparues. Toutefois il n'y avait qu'une très faible proportion de

stades nymphaux comme le confirment par ailleurs des captures très faibles d'imagos. On peut alors émettre l'hypothèse que le déficit en nymphes est lié à un comportement qui les rend accessibles aux prédateurs.

L'évolution saisonnière des biotopes aquatiques est donc d'une importance capitale dans l'épidémiologie du paludisme car elle conditionne et explique les variations saisonnières de la densité des espèces anophéliennes.

5 - ETUDE DE LA TRANSMISSION POTENTIELLE

5.1 Etude de la "Capacité Vectorielle" des vecteurs potentiels

Cette étude est loin d'avoir épuisé le sujet dans les deux régions retenues. Elle doit être complétée. Elle a toutefois donné, outre de bonnes approches du problème, l'occasion de rôder l'application des méthodes et des techniques, ainsi que le personnel de capture et d'encadrement. Pour diverses raisons, les unes naturelles (déficit de la pluviométrie, de la température...), les autres humaines (inexpérience des captureurs, adaptation du personnel à l'environnement humain, incompréhension ou habitudes traditionnelles des habitants...), certaines tailles d'échantillonnages sont faibles et sont à manier avec précaution. Néanmoins, ces travaux ont valeur d'exemple de ce qu'il convient d'appliquer comme méthodes et techniques pour déterminer cette "Capacité Vectorielle".

L'indice de Capacité Vectorielle (GARRETT-JONES, 1964) est défini comme le "nombre quotidien moyen d'inoculations à l'homme d'un parasite donné à partir d'un cas de paludisme, dans l'hypothèse où tous les vecteurs qui piquent le malade s'infecteraient". Cet indice correspond à la formule :

$$C.V. = ma^2 p^n / -\log_e p$$

Quand cet indice est inférieur à 0,01, le seuil critique est atteint, c'est-à-dire qu'il ne peut y avoir de transmission.

Notons par ailleurs que l'indice de Capacité Vectorielle (C.V.) est l'équivalent de l'indice de propagation de base (=Indice de reproduction de base) de MAC DONALD (1957) qui est le "nombre escompté d'infections nouvelles à partir d'un cas primaire en l'absence d'immunité", mais établi sur une base quotidienne.

Pour être valable, l'indice calculé se rapporte toujours à un lieu, à une période donnée et à une seule espèce, non seulement anophélienne mais aussi plasmodiale.

En présence de plusieurs vecteurs potentiels en un lieu, on doit établir la somme des C.V. de chaque vecteur.

Les composantes de cet indice sont les suivantes :

a) Indice d'agressivité (traduit en général par le sigle *ma*) c'est-à-dire le nombre de piqûres par homme et par nuit infligées par la population vectrice (par exemple 15).

Il est obtenu par des captures nocturnes sur homme, sur les lieux où celui-ci stationne habituellement. Ainsi, si les hommes couchent à l'extérieur (ainsi en saison chaude), les captures se feront à l'extérieur ; *a contrario*, s'ils couchent à l'intérieur, il n'y a pas lieu de capturer à l'extérieur, mais on doit capturer à l'intérieur évidemment.

b) Mode d'agressivité pour l'homme (traduit par a). C'est le rythme **quotidien** de piqure sur homme. C'est le produit de la **fréquence d'alimentation**, évalué d'après le cycle gonotrophique (durée de la période entre 2 pontes ou 2 repas de sang, l'un tenant à l'autre) et de l'**indice d'anthropophilie** c'est-à-dire la proportion des femelles qui se gorgent sur l'homme. Le calcul de cet indice fait appel à plusieurs techniques qui se recoupent :

- Analyse de repas de sang sur échantillonnages représentatifs de la population locale. L'échantillonnage le plus sûr correspond à l'analyse des repas de sang de spécimens capturés au repos dans des gîtes extérieurs.

- Captures comparées sur appâts différents représentés dans le milieu "naturel" villageois. Cette technique n'est toutefois qu'une approche.

Ainsi, si les femelles prennent un repas de sang tous les deux jours (soit 0,5 repas/jour), et choisissent de piquer l'homme plutôt que l'âne, dans 40 % des cas (soit, 0,40) le mode d'agressivité (a) sera de $0,5 \times 0,4 = 0,20$.

c) Probabilité de survie du vecteur pendant la durée du cycle sporogonique du parasite : elle procède du taux de survie journalier moyen du vecteur (p), (exprimé par rapport à l'unité) et de la durée du développement sexué du Plasmodium (n). p est déterminé à partir de la proportion de femelles pures ou Taux de Parturité (TP). La parturité des femelles est appréciée après dissection des ovaires par différentes méthodes basées, l'une sur l'aspect des funicules des ovarioles (POLOVODOVA), l'autre sur l'aspect des trachéoles de l'ovaire (DETINOVA). C'est cette dernière méthode que nous avons employée, mais elle ne s'adresse qu'aux femelles en début de cycle, telles celles capturées, agressives en chasse de nuit.

Connaissant ce taux de parturité et la durée du cycle gonotrophique (g), on peut calculer p à partir de la formule suivante :

$$p = \sqrt[n]{TP}$$

Ainsi, pour un cycle gonotrophique de deux jours, il s'agira d'une racine carrée, pour trois jours, d'une racine cubique...

Epidémiologiquement parlant, ce qui nous intéresse est l'espérance de vie **infectante**, c'est-à-dire celle correspondant à la durée (n) du cycle sporogonique du parasite. Elle se traduit par p^n . Un tableau a été dressé par MAC DONALD à partir de données recueillies sur le terrain ; il permet de trouver la valeur de p^n à partir de p (Tableau V).

d) La dernière composante est l'Espérance de vie au moment de l'infection. Elle se traduit par :

$$1/\log_e p$$

L'espérance de vie **infectante** après survie de n jours, soit

$$p^n/\log_e p$$

peut être calculée suivant les données du tableau de MAC DONALD (V).

e) L'indice de Capacité Vectorielle est le produit de $a \times b \times c \times d$.

Il permet d'évaluer la réceptivité d'une zone même en l'absence de cas de paludisme importé ou autres.

Pratiquement, nous avons donc oeuvré pour calculer ces divers indices. Leurs obtentions relèvent d'observations sur le comportement et la physiologie du développement anophélien pour chacune des espèces capturées reconnues sensibles aux Plasmodium.

5.2 Ethologie

5.2.1 Période d'activité annuelle

La campagne d'étude s'est étalée de juin à octobre. Les fluctuations mensuelles des espèces sont suivies à travers les moyennes mensuelles de capture sur homme par chasse.

5.2.1.1 *A.sergenti* (Tableau III et XVI)

L'espèce apparaît en très faible nombre en juin (13 femelles pour 58 chasses), reste très discrète en juillet, "explose" en août et demeure dense les 2 mois suivants.

5.2.1.2 *A.multicolor* (Tableau III et XVII)

L'espèce est déjà capturée en juin et se maintient à son meilleur niveau en juillet, août et septembre avec un pic en août. En octobre, l'espèce retrouve une faible densité.

5.2.1.3 *A.labranchiae* (Tableau IV et XVIII)

Déjà présente en juin en faible nombre, l'espèce atteint son point culminant de densité dès juillet, reste en nombre important en août puis perdure en septembre et octobre à un niveau modeste.

5.2.2 Rythme d'agressivité nocturne

Sur les tableaux précédents, nous avons également noté les variations des captures par tranches de deux heures, excepté pour la première qui dure seulement une heure, pour chacun des mois de juin à octobre.

Il faut souligner que dans la région centre du pays pendant la période "Aouissou" favorable aux anophèles, la fréquence de vents secs dans la première moitié de la nuit a sans doute une action négative sur le rythme d'agressivité nocturne.

5.2.2.1 *A.sergenti* (Tableau XVI)

L'espèce est très active toute la nuit avec une période plus intense de 20 à 4 heures, le pic est atteint entre 22 et 24 heures en août, puis de plus en plus tardivement les mois suivants.

Il ne semble pas y avoir de différence importante suivant que l'espèce est capturée sur homme en milieu villageois ou en milieu naturel (où en principe la population anophélienne est plus jeune).

5.2.2.2 *A.multicolor* (Tableau XVII)

L'activité nocturne est la plus intense dans la seconde partie de la nuit et jusqu'à l'aube (24 à 06 heures). Le pic se situe très probablement vers 02 heures.

5.2.2.3 *A.labranchiae* (Tableau XVIII)

L'espèce est la plus active durant la seconde partie de la nuit.

5.2.3 Choix de l'hôte - Préférences trophiques

Nous avons effectué des captures sous moustiquaires-pièges occupées, soit par un Homme, soit par un Ane, situées à l'extérieur en milieu villageois (comme le sont naturellement les hôtes des anophèles) ainsi qu'en milieu "naturel", c'est-à-dire plus proche des gîtes et moins près des habitations (en général à moins de 300 m).

5.2.3.1. *A. sergenti* (Tableau VI)

Il apparaît que l'espèce est d'abord attirée par l'animal ; suivant les stations, le rapport Ane/Homme est de l'ordre de 1 à 13 pour le plus élevé, de 1 à 7 pour le plus faible.

5.2.3.2 *A. multicolor* (Tableau VII)

Cette espèce est également plus zoophage qu'anthropophage, mais dans un degré moindre que l'espèce précédente puisque le rapport A/H est de l'ordre de 1 à 5 (AIN JMEL), voire de 1 à 2 (Oued LEBEN) ; dans ce cas, les effectifs sont toutefois faibles, malgré un nombre de chasses important (10 chasses/mois durant 4 mois).

5.2.3.3 *A. labranchiae* (Tableau VIII)

L'étude de l'espèce n'a été abordée qu'à JOUMINE, les densités y étant cependant très faibles ; malgré 21 essais répartis sur 3 mois, les captures y ont été dérisoires. Ceci étant précisé, le rapport A/H égal à 3,4 souligne ici encore une attirance de l'espèce pour l'Ane.

5.2.3.4 *A. hispaniola* (Tableau IX)

Pour cette espèce comme pour la suivante, il n'y a pas de préoccupations épidémiologiques comme précédemment ; nous indiquons seulement le comportement trophique d'une espèce très courante en TUNISIE et singulièrement dans les régions Nord et Centre.

Cette espèce marque également une préférence marquée pour l'Ane ; en moyenne, le rapport est de l'ordre de 1 à 10. Les tailles des échantillonnages mensuels étant assez élevées, il est intéressant de constater qu'au moment où l'espèce est à ses plus fortes densités (juillet et août), ce qui peut représenter un excès de jeunes femelles, le rapport A/H est d'une façon évidente plus élevé (10 à 24), alors que de part et d'autre de cette période, il correspond à 7 en juin et 5 en septembre-octobre. Dès lors, on pourrait émettre l'hypothèse que la zoophagie est d'autant plus élevée que la population anophélienne est jeune.

En outre, les résultats obtenus par les pièges CDC (tableau III) placés en milieu villageois, dans des abris à moutons, confirment cette forte déviation zoophagique.

5.2.3.5 *A. algeriensis* (Tableau X)

Pour cette espèce, nous avons distingué les captures suivant qu'elles ont été exécutées en milieu villageois ou en milieu naturel. Il est en effet remarquable de constater que l'espèce semble demeurer près de ses gîtes de ponte bien que ceux-ci soient très proches des habitations (300 m au plus) ; en milieu villageois 4 exemplaires capturés en 20 chasses de nuit alors qu'en milieu naturel 331 spécimens pour 23 chasses. Dans ce dernier lieu, la zoophagie est très élevée (A/H = 13,4).

5.2.4 Choix du lieu de piqûre ; Endo-exophagie - Indice d'agressivité (ma)

Bien que classique en science du comportement des anophèles anthropophiles, cette notion n'a ici qu'une importance relative, compte tenu des habitudes de repos nocturne des habitants qui dorment pour la plupart d'entre eux couramment hors de leurs habitations durant la saison chaude (Cf. *Sup*). Il y a une tendance exophagique imposée par les moeurs de repos nocturne d'une majorité de villageois.

Les tableaux XI et XII traitent respectivement la région de SIDI-BOUZID-MAKNASSY et la région de JOUMINE, et regroupent les données obtenues après un nombre important de chasse de nuit sur Homme.

Nous noterons que nous raisonnons sur des densités de capture souvent faibles, dues pour une large part, à la forte déviation zoophagique notée au chapitre précédent.

5.2.4.1 Région de SIDI BOUZID-MAKNASSY (Tableau XI)

Les observations sont basées sur un total de 144 nuits/Homme à l'intérieur.

1- *A.sergenti*

Durant la "saison entomologique", nous observons qu'en moyenne pour 1 piqûre effectuée à l'intérieur, 8,3 le sont à l'extérieur. L'essentiel de l'observation correspond aux mois de septembre et octobre ; ce dernier mois, le rapport E/I s'élève même jusqu'à 11.

Pour la fraction anthropophile de l'espèce, l'exophagie prime donc largement. L'indice d'agressivité au moment de la plus forte densité de l'espèce est proche de 5 ($ma = 5$).

2- *A.multicolor*

Le rapport E/I est sensiblement proche de 1. La fraction anthropophile de l'espèce pique donc tout autant à l'extérieur qu'à l'intérieur. Pendant les mois de plus forte densité, on peut retenir $ma = 9$ en août et 5 en juillet et septembre.

Au tableau XIII, il est intéressant de noter que les captures les plus denses se rapportent aux échantillonnages des captures exécutées en milieu villageois ; par ailleurs, les captures à l'intérieur des habitations sont importantes avec cette espèce alors qu'elles étaient pratiquement nulles avec l'espèce précédente *A.multicolor* a une tendance exophagique faible alors qu'*A.sergenti* présente une forte exophagie.

3- *A.hispaniola*

Il y aurait une certaine tendance à l'exophagie avec un E/I proche de 1,4, excepté en juin où ce rapport est négatif. Ces observations sont toutefois basées sur de faibles captures malgré le nombre important de chasses effectuées.

4- *A.labranchiae*

Effectifs très faibles malgré le nombre important de chasses et les cinq mois considérés. *A.labranchiae* aurait une tendance exophagique avec un E/I d'environ 3,5. On retiendra pour les besoins du raisonnement $ma = 0,15$

5.2.4.2 Région de JOUMINE (Tableau XII)

1- *A. labranchiae*

Effectifs trop faibles pour posséder toute leur valeur démonstrative. L'exophagie prime également sur l'endophagie avec un rapport E/I = 2,9. Dans cette région dominée par l'espèce, l'indice d'agressivité est estimé à 3,5 pendant les deux mois de plus forte présence (juillet, août).

5.2.5 Fréquence des repas sanguins

Nous avons noté au paragraphe 4.1 l'importance que revêt la fréquence d'alimentation des femelles dans le calcul du "mode d'agressivité" a. Plus cette fréquence sera élevée, plus le risque pour la femelle de s'infecter puis d'infecter sera grand.

Cet aspect de comportement est lié, en fait, à des phénomènes relevant de la physiologie du développement ovarien. En effet, la fréquence des repas est fonction de la rapidité de digestion du repas sanguin qui conditionne le développement des follicules ovariens. Cette fréquence dépendant du catabolisme sanguin, est, dès lors, fonction pour une part, de la température et peut donc varier d'une saison à l'autre.

5.3 Physiologie du développement

5.3.1 Cycle gonotrophique

L'intervalle entre 2 repas de sang correspond à l'intervalle entre 2 pontes, c'est-à-dire entre 2 cycles gonotrophiques chez les femelles pures. On estime habituellement la durée du cycle gonotrophique à partir de lots de femelles fraîchement gorgées (celles par exemple capturées au petit matin dans une habitation, dans un abri de repos) que l'on dissèque par fractions successives, de 12 heures en 12 heures, pour déterminer l'âge physiologique, le degré d'évolution des ovarioles et l'état de digestion du sang y correspondant.

Faute d'avoir obtenu des lots importants de femelles fraîchement gorgées, cette détermination n'a pas été systématiquement abordée. Toutefois, diverses observations à partir de femelles capturées en faune résiduelle du matin nous permettent de retenir une durée de 2 à 3 jours pour chacune des espèces pendant la saison chaude (juin-septembre). Dans la suite, nous envisagerons donc une fréquence de repas intermédiaire de 2,5. (= 2,5)

5.3.2 Taux de parturité

Ce taux est calculé sur les seuls échantillonnages correspondant à la fraction anthropophile des populations. Ces échantillonnages proviennent :

- a) des captures sur Homme à l'intérieur des habitations ;
- b) des captures sur Homme à l'extérieur de celles-ci ;
- c) des captures dans les moustiquaires-pièges à appâts-Homme situées en milieu villageois.

Compte tenu que pour être représentatifs on ne peut regrouper que des échantillons d'une même espèce provenant d'une même station et d'un même mois, la taille des échantillons est, d'une façon assez générale, faible en ce qui concerne *A. labranchiae* et *A. sergenti* ; il s'ensuit que les taux calculés ne sont que des approximations mais d'autant plus crédibles que l'effectif est plus élevé.

Ces résultats indiquent néanmoins des tendances et permettent, tout au moins de raisonner et d'indiquer la marche à suivre pour les études futures.

En ce qui concerne *A.multicolor*, les effectifs suffisamment élevés, permettent une démonstration tout à fait correcte.

5.3.2.1 *A.labranchiae* (Tableau XIII)

Pour JOUMINE, nous admettrons que le T.P. pour chacun des deux mois considérés est proche de 0,75.

Pour AIN EL YAUDI, nous considérons pour juillet un T.P. de 0,50 et pour le mois de septembre un T.P. de 0,90 (ce faisant, nous nous mettons dans les conditions pratiquement optimales de longévité de l'espèce et même des espèces anophéliennes en général

5.3.2.2 *A.sergenti* (Tableau XIV)

Nous retiendrons pour la station d'OUED LEBEN-HOUEZ, les deux taux extrêmes reconnus en septembre (0,20 environ) et août (0,40 environ) et pour le COL HADDEGE, celui de 0,75.

5.3.2.3 *A.multicolor* (Tableau XV)

A AIN JMEL, suivant les trois mois considérés, les T.P. s'élèvent depuis juillet jusqu'en septembre. Les effectifs sont suffisamment élevés pour être considérés avec une bonne sécurité. Pour la suite des calculs nous retiendrons 0,20 , T.P. le plus élevé.

Pour les deux autres stations, nous considérerons un T.P. de 0,50.

5.3.3 Taux de survie journalier (p)

Nous rappelons que p est calculé en fonction de la durée du cycle gonotrophique et du T.P. de l'espèce considérée.

Dans le chapitre traitant de ce cycle (5.3.1), nous avons retenu pour la saison chaude un cycle gonotrophique de 2,5 jours.

Sur cette base, les valeurs de p arrondies à l'unité 5 ou à la dizaine la plus proche afin de faciliter la lecture du tableau de MAC DONALD, sont les suivantes :

	T.P.	p (2,5)
<i>A.labranchiae</i>	0,50	0,75
	0,75	0,89 \approx 0,90
	0,90	0,96 \approx 0,95
<i>A.sergenti</i>	0,40	0,69 \approx 0,70
	0,75	0,89 \approx 0,90
<i>A.multicolor</i>	0,20	0,52 \approx 0,50
	0,50	0,76 \approx 0,75

5.3.4 *Probabilité de survie pendant la durée n du cycle du Plasmodium retenu (p^n) et espérance de vie infectante après survie de n jours : $p^n / -\log_e p$*

La rapidité de développement sporogonique d'un Plasmodium dépend de la température ambiante moyenne à condition de rester au-dessus du seuil de létalité du parasite qui se situe en-dessous de 16°. Dès alors, nous nous rapportons au Tableau des températures moyennes 1991 des stations proches des lieux de capture (Tableaux I et II) en les considérant mois par mois. En TUNISIE, les 4 espèces plasmodiales sont susceptibles d'être rencontrées. Elles seront donc toutes considérées en fonction des mois et des températures y afférant.

Pour les stations regroupées sous le nom de SIDI BOUZID-MAKNASSY, les températures moyennes de juillet-août sont proches de 28°, en septembre de 26° et en octobre de 20°.

Pour les stations de JOUMINE, les températures moyennes sont de 26° en juillet, 28° en août, 25° en septembre et légèrement en-dessous de 20° en octobre.

Aux températures de 28, 26, 25 et 20°, les durées du cycle sexué des différentes espèces plasmodiales sont proches de :

pour <i>P. falciparum</i>	10, 14 16 et 23 jours
pour <i>P. vivax</i>	8, 9, 10 et 17 jours
pour <i>P. ovale</i>	14, 16, 18 (20°?)
pour <i>P. malariae</i>	15, 19, 22 et 28 jours

Sur le tableau de MACDONALD des probabilités de survie, nous retiendrons donc

pour <i>P. falciparum</i>	p^{10} , p^{14} , p^{16} et p^{23}
pour <i>P. vivax</i>	p^8 , p^9 , p^{10} et p^{17}
pour <i>P. ovale</i>	p^{14} , p^{16} , p^{18}
pour <i>P. malariae</i>	p^{15} , p^{19} , p^{22} et p^{28}

Les données correspondantes sont notées dans ce tableau des probabilités de survie des Anophèles et de l'espérance de vie infectante (EVI).

$p(2,5)=$	p^8	p^9	p^{10}	p^{14}	p^{15}	p^{16}	p^{18}	p^{19}	p^{20}	
0,70	0,058	0,040	0,028	0,007	0,005	0,003	0,002	0,001	-	
0,75	0,100	0,075	0,056	0,018	0,013	0,010	0,005	0,004	0,003	
0,90	0,430	0,387	0,349	0,229	0,206	0,185	0,150	0,135	0,169	
0,95	0,663	0,630	0,599	0,488	0,463	0,440	0,397	0,377	0,358	
EVI pour $p =$										
0,70	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,75	2,6	0,26	-	-	-	-	-	-	-	
0,90	4,0	3,68	3,32	-	-	-	-	-	-	
0,95	13	12,3	11,7	9,56	8,60	8,19	7,78	7,39	7	
Nbre repas infectant supplé- mentaire	- 1 1 5	- - 1 4	- - 1 4	- - - 3	- - - 3	- - - 3	- - - 3	- - - 3	- - - 2	- - - 2

Les données de la première partie du tableau signifient que pour 1000 femelles initiales, il n'en survit plus que x pour un p et un p^n donnés ; ainsi pour $p = 0,75$ $p^{10} = 0,056$ c'est-à-dire qu'il ne survit au 10ème jour que 56 femelles.

Les données de la deuxième partie donnent les espérances de vie infectante après une survie de n jours ; ainsi, pour l'exemple précédent, l'espérance de vie infectante après le 10ème jour est nulle, par contre si p avait été 0,90 par exemple au lieu de 0,75 l'espérance de vie infectante aurait été de 3,3 jours c'est-à-dire qu'un nouveau repas éventuellement infestant aurait pu être pris.

Nous remarquerons :

1. Que $p = 0,50$ (celui correspondant à un T.P. de 0,20 ; *A. multicolor* à AIN JMEL) n'a pas été retenu dans le tableau de MAC DONALD - et donc dans le nôtre - puisqu'il ne permet probablement pas un taux de survie suffisant pour assurer même le développement du cycle sporogonique le plus court, celui correspondant à *P. vivax* à 28°C avec p^8 .

2. $p = 70$ (celui correspondant à un T.P. de 0,40 ; *A. sergenti* à l'Oued LEBEN) ne permet probablement pas un taux de survie suffisant pour assurer même le développement du cycle sporogonique le plus court, celui correspondant à *P. vivax* à 28° C avec p^8 .

3. $p = 0,75$ (celui correspondant tant à *A. multicolor* en août à AIN RABAOU et Oued LEBEN qu'à *A. labranchiae* en juillet à AIN EL YOUDI avec des T.P. = 0,50) ne permet également que des taux de survie très faibles à partir de p^{16} , c'est-à-dire qu'il ne peut permettre pratiquement le développement sexué tant de *P. falciparum* que de *P. vivax* en-deçà de 25° et celui tant de *P. ovale* que de *P. malariae* en-deçà de 26°.

Par contre, il représente un certain danger théorique jusqu'à p^{10} ce qui permettrait le déroulement du cycle extrinsèque de *P. falciparum* à 28° et de *P. vivax* jusqu'à 25°.

4. $p = 0,90$ (celui correspondant à *A. labranchiae* en juillet-août à JOUMINE et à *A. sergenti* en août au col HADDEGE avec un T.P. de 0,75) est une excellente probabilité de survie puisqu'il permet le développement sporogonique de tous les Plasmodium jusqu'au 20ème jour et le temps d'un repas, éventuellement infectant, supplémentaire jusqu'au 10ème jour.

5. $p = 0,95$ (celui correspondant à *A. labranchiae* en septembre à AIN EL YOUDI avec un T.P. de 0,89). Une telle probabilité de survie peut correspondre à un danger potentiel important ; en effet, la survie est importante jusqu'au 20ème jour, ce qui permet le développement sexué de *P. falciparum* en deçà de 25°C, celui de *P. vivax* en deçà de 20° et *P. malariae* en deçà de 25°C, et également des repas de sang supplémentaires pouvant être infectants pour l'homme allant de 5 au-delà de 8 jours, 4 au-delà de 9 à 10 Jours, 3 du 14ème au 18ème jour, 2 au-delà de 19 à 20 jours.

5.3.5 Indices approchés des capacités vectorielles calculées

Nous récapitulons ci-dessus les différentes valeurs de chacun des paramètres recueillis durant cette étude puis nous calculons les indices de capacité vectorielle par espèce anophélienne et par mois (auxquels correspondent bien évidemment des températures qui interviennent tant sur le taux de parturité que sur des densités anophéliennes et les durées des cycles sporogoniques des espèces plasmodiales.

Ces calculs sont plus des approches ou des démonstrations d'applications de données que des résultats représentatifs. En effet, comme nous avons été amenés à le souligner tout au long des différents paragraphes de ce chapitre, les données sont d'une part souvent approximatives compte tenu de la taille des échantillonnages et d'autre part doivent se regrouper par stations.

Ainsi les observations sur *A. multicolor* se rapportent à la station d'AIN JMEL où les différents paramètres ont été recueillis chaque mois, malheureusement les taux de survie quotidiens sont si faibles (de 0,35 à 0,51) que la démonstration ne peut aboutir. Concernant *A. sergenti*, les données mensuelles les plus complètes concernent l'Oued LEBEN mais il y manque l'important mois d'Août, nous retenons dès lors pour ce mois là, la station du col NADDEGE.

Enfin pour *A. labranchiae*, la seule station que l'on puisse analyser est celle de JOUMINE mais seulement au mois d'Août et alors que les taux d'anthropophilie utilisés pour calculer \underline{a} est basé sur un échantillonnage de taille insuffisante.

Toutes les colonnes n'ont pu être utilisées faute de donnée suffisantes.

	<i>A. multicolor</i> (AIN JMEL)					<i>A. sergenti</i> (O. LEBEN)			<i>A. labranchiae</i> (JOURMINE)	
	Jt(28°)	A(28°)	A*	S(26°)	O(20°)	A**	S.	O.	A.	S.
ma	5,2	9	9	5,2	1,6	1,4	4,7	5,1	2	0,74
a	0,08	0,072	0,19	0,032	0,056	0,03	0,04	0,06	"0,16"	"0,06"
ma2	0,42	0,65	1,71	0,17	0,09	0,04	0,19	0,30	0,32	0,04
TP	0,09	0,13	0,54	0,19	?	0,75	0,21	0,25	0,72	
p	0,38	0,44	0,78	0,51		0,89	0,53	0,57	0,98	
arrondi à			≅0,80			≅0,90	≅0,55	≅0,55	≅0,90	
p8 (1)			0,160			0,430	0,008	0,008	0,430	
p9 (2)			0,134			0,387	0,005	0,005	0,387	
p16 (3)			0,107			0,349	0,003	0,003	0,349	
p15 (4)			0,035			0,206	-	-	0,206	
-log _e p			0,223			0,105	0,598	0,598	0,105	
EVI (5)										
avec										
p8			0,72			4,09	0,013	0,013	4,09	
p9			0,60			3,68	0,008	0,008	3,68	
p10			0,48			3,32	0,005	0,005	3,32	
p15			0,16			1,96	-	-	1,96	
CV (6)										
avec										
p8			1,23			0,16	0,002	0,004	1,30	
p9			1,02			0,15	0,001	0,002	1,17	
p10			0,82			0,13	-	-	1,06	
p15			0,27			0,08	-	-	0,63	

* Oued LEBEN, ** O. HADDEGE

(1) 8, car à 28°C en Août, le cycle sporogonique de *P. vivax* se déroule en 8 jours

(2) 9, car à 26°C en Septembre le cycle sporogonique de *P. vivax* peut se dérouler en 9 jour

(3) 10, car à 28°C en Août le cycle sporogonique de *P. falciparum* peut se dérouler 10 jours

(4) 15, car à 28°C en Août le cycle sporogonique de *P. ovale* et *P. malariae* peut se dérouler respectivement en 14 et 15 jours

(5) EVI Espérance de Vie Infectante après survie de n jours ou $p^n / -\log_e p$

(6) CV Indice de Capacité vectorielle ou $ma^2 p^n / -\log_e p$

Ces divers indices sont très faibles (certains atteignent même le seuil critique fixé à 0,01, *A. sergenti* en septembre et octobre) alors même qu'ils peuvent se référer au mois d'Août, mois particulièrement propice au développement rapide des moustiques et aux cycles sporogoniques courts permettant d'envisager des \underline{n} égaux à 8,9 ...

6 - DISCUSSION

A travers les résultats exposés et les commentaires qu'ils ont déjà entraînés, il apparaît que bien des échantillonnages ont des tailles peu élevées, ce qui peut entraîner des erreurs importantes. Ainsi, si $n = 11$ et $\underline{p} = 0,75$, l'E.V.I. est égale à 0,145 mais si la vraie valeur de p était 0,80, l'E.V.I. serait de 0,385 soit 2,65 fois plus élevée que l'estimation première. De même pour un nombre de repas de 0,4/jour (1 repas tous les 2,5 jours) si l'on retient un indice d'anthropophilie de 0,10, \underline{a} est égal à 0,04, mais s'il est réellement de 0,20, \underline{a} est alors égal à 0,08 soit le double ; il en sera de même au niveau de ma^2 , de E.V.I. et donc de l'indice de C.V.

Pourtant cette étude conserve une évidente valeur pratique, d'une part, pour les observations quantifiées qui sont recueillies pour la première fois à notre connaissance tant au niveau de données comportementales que de données de physiologie se rapportant à la transmission, d'autre part pour la mise en oeuvre d'un indice permettant, **en l'absence de transmission**, d'évaluer la réceptivité d'une zone et enfin pour la formation du personnel.

Dans nos raisonnements, nous avons envisagé la présence de *P. falciparum* compte tenu qu'une vingtaine de cas importés sont dépistés durant chacune de ces dernières années. Que ces souches d'origine tropicale puissent ou non infecter les espèces maghrébines posent problème, problème qui n'est pas résolu clairement quoiqu'il puisse en être dit. Rappelons simplement que dans un passé proche, des souches de *P. falciparum* étaient tout à fait adaptées aux conditions locales.

7 - CONCLUSION

Ces études entreprises pour la première fois en TUNISIE, permettent de montrer, sur des exemples concrets, relevés sur le terrain, comment obtenir **un indice de capacité vectorielle** d'une espèce dans un lieu et à une période donnée.

A partir de cet indice, on peut quantifier le danger potentiel que présente une zone homogène, qui a toutes les qualités propres pour être paludogène, réceptive.

Bien qu'imparfaites, les données recueillies d'une façon intensive pendant les 5 mois de la "saison entomologique", tendent à confirmer la situation qui prévaut actuellement "**Anophélisme sans paludisme**", compte tenu d'une très importante déviation zoophagique et dès lors **une faible anthropophagie et un taux d'agressivité modeste**. Pourtant nous devons rester très vigilant car nous avons rencontré certains mois, des probabilités de survie journalière très élevées (0,90 pour *A. sergenti*, pour *A. labranchiae*) et des températures importantes qui permettent un déroulement rapide du cycle sporogonique des espèces plasmodiales tout particulièrement de *P. vivax* et *P. falciparum*.

Il convient certainement de maintenir l'effort entrepris et de renouveler ces études en ces lieux et de les étendre à d'autres régions réceptives. Devant la nécessité d'obtenir des échantillons de taille élevée, il faudra concentrer toutes les énergies pour obtenir les paramètres les plus intéressants. \underline{ma} , \underline{a} et \underline{p} , c'est-à-dire capture de nuit sur homme, capture dans des gîtes extérieurs de repos proches des hommes et du bétail et dissections de la totalité des captures tant pour atteindre des taux de parturité significatifs que pour obtenir la fréquence d'alimentation la plus exacte possible.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre reconnaissance à Monsieur le Professeur K. DELLAGI, pour le soutien constant qu'il a bien voulu apporter à ce travail et pour son action décisive dans la contribution financière obtenue auprès de l'ANPE.

Nous soulignerons, la collaboration déterminante du Docteur GARRAOUI, Directeur Régional de la Santé de Sidi Bouzid qui nous a chaleureusement accueilli et nous a aidé en dégageant notamment de ses effectifs, deux techniciens supérieurs de qualité.

Nous nous plaignons également à rapporter l'excellence de nos contacts avec les Responsables du Ministère de la Santé Publique de Tunisie, notamment le Dr CHAHED, et ceux de l'Université, tout particulièrement le Professeur BEN RACHID.

Nous remercions le Ministère des Affaires Etrangères français qui a accordé son soutien et sa contribution logistique au laboratoire d'Entomologie Médicale de l'IPT, durant ces trois années.

Une pensée amicale à notre collègue Ali BOUATTOUR qui nous a aidé lors du dépouillement des données ainsi qu'à D. BACH-HAMBA, "Copilote" des nombreuses missions préliminaires de prospection sur le terrain.

Nous exprimons notre gratitude à tous nos collègues de l'ORSTOM qui se sont intéressés à notre travail et en premier lieu au Responsable de la mission, M. B. DALMAYRAC qui n'a pas ménagé ses efforts pour que nos travaux se déroulent au mieux des possibilités de l'ORSTOM.

Nous noterons enfin le soutien scientifique et financier au titre du Département Santé de l'ORSTOM, du Dr J. BRENGUES, pendant ces trois années.

DOCUMENTATION

BACH HAMBA (D.), BOUCHITE (B.), RHAIEM (A.) 1990. "Etude chorologique et morphotaxonomique des Anophèles de Tunisie. ORSTOM/IPT, multigr., 30 p., Tunis.

BACH-HAMBA (D.). Rapport d'activité 1991. Etude chorologique et morphotaxonomique des Anophèles de Tunisie. IPT. multigr. Tunis

BOUCHITE (B.), BACH HAMBA (D.) 1990. "Risque de réintroduction du paludisme en Tunisie", résultats préliminaires de l'année 1990 et perspective d'étude de la "capacité vectorielle" des vecteurs potentiels du paludisme de la région Nord-Ouest de Tunisie (SEJNANA, JOUMINE, NEFZA). ORSTOM/IPT, multigr., 27 p., Tunis

BOUCHITE (B.), BACH HAMBA (D.), RHAIEM (A.) 1990. "Risque de réintroduction du paludisme en Tunisie". Résultats préliminaires de l'année 1990 et perspective d'étude de la "capacité vectorielle" des vecteurs potentiels du paludisme de la région de Tunisie centrale (MAKNASSY). ORSTOM/IPT, multigr., 21 p., Tunis

BOUCHITE (B.) 1991. Etude de la "capacité vectorielle" des anophèles de Tunisie. Rapport préliminaire. I.P. Tunis, multigr., 28 p., Tunisie

CLAUDE (J.), PONTANIER (R.). 1970. Quelques données sur les crues, les modifications morphologiques et l'évolution des eaux et des alluvions du Bassin LEBEN-OUDRANE après les pluies de l'automne 1969. Rép. Tunisienne. Minist. Agric. Doc. multigr. 36 pp. et cartes

DETINOVA (T.S.), 1945b. Determination of the physiological age of female Anopheles from the changes of the tracheal system of the ovaries, Med. Parazit. (Mosk), 14, 45

DETINOVA (T.S.), 1962. Age-grouping methods in diptera of medical importance, Wld Hlth Org. Monogr. Ser., 47

GARRET-JONES (C.) & SHI DRAVI (G.R.), 1969. Malaria vectorial capacity of a population of *Anopheles gambiae*. Bull. Org. Mond. Santé, 40, 531-545

GARRETT-JONES (C.) & CRAB (B.), 1964. The Assessment of Insecticidal Impact on the Malaria Mosquito's vectorial Capacity, from Data on the Proportion of Parous Females. Bull. Org. Mond. Santé, 31, 71-76

KIRCKPATRICK T.W. 1925. The mosquitoes of Egypt. Gouvernement Press, Le Caire.

LANGERON (H.). 1921. Deuxième mission parasitologique en Tunisie ; Tamerza. Arch. I.P. Afr. du Nord, T1, n°4, pp 347-382

MACDONALD (G.), 1957. The epidemiology and control of malaria. Oxford : Oxf. Univ. Press ; 201 p.

POLOVODOVA (V.P.) 1949. Determination of the physiological age of female *Anopheles*, Med. Parazit. (Mosk.), 18, 352

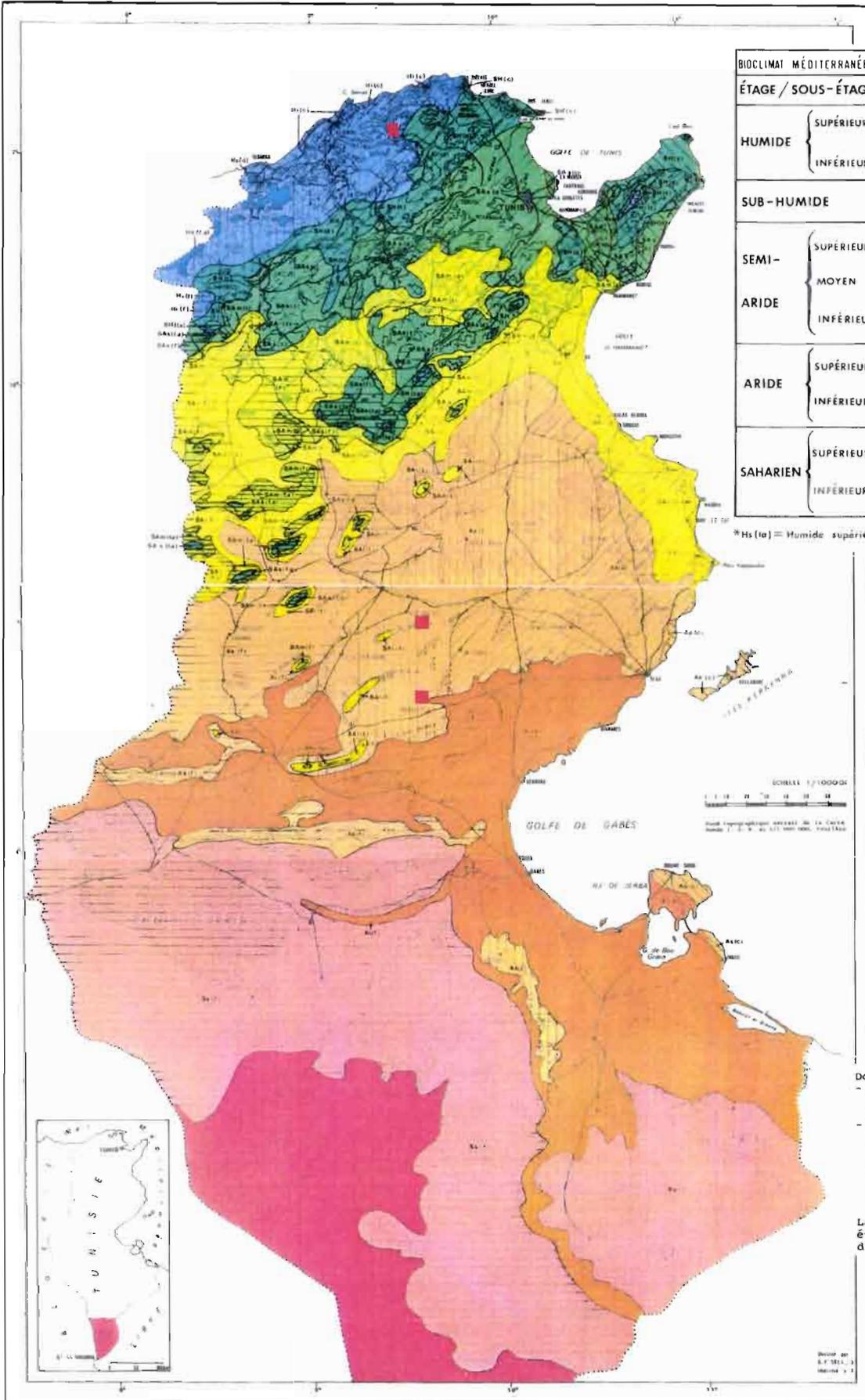
RIOUX (J.A.) 1958. Les culicidés du "Midi" méditerranéen. Etude systématique et écologique. Lechevalier ed., Paris

SENEVET (G.), ANDARELLI (L.) 1955. Les Anophèles de l'Afrique du Nord et du bassin méditerranéens. Lechevalier ed., Paris

VERMEIL (C.F.) 1950. Contribution à l'étude des culicidés de Tunisie. Thèse doct. médecine, Strasbourg

WASSILIEFF (A.) & RISTORCELLI (A.) 1937. L'Anophélisme dans la région du NEFZAOUA. Arch. IPT, TXXVI 269-287

WASSILIEFF (A.) 1934. Quelques remarques sur les moustiques de Tunisie. Arch. IPT, T XXIII, 368-383



LÉGENDE

BIOCLIMAT MÉDITERRANÉEN		VARIANTE A HIVERS				
ÉTAGE / SOUS-ÉTAGE		Frais d'altitude	Frais	tempérés	doux	chauds
HUMIDE	SUPÉRIEUR			Hs(ta)	Hs(d)	
	INFÉRIEUR	HI(t)	HI(t)	Hs(d)	HI(c)	
SUB-HUMIDE		SH(ta)	SH(t)	SH(t)	SH(d)	SH(c)
SEMI-ARIDE	SUPÉRIEUR	SA(ta)	SA(t)	SA(t)	SA(d)	SA(c)
	MOYEN	SAm(ta)	SAm(t)	SAm(t)	SAm(d)	SAm(c)
ARIDE	INFÉRIEUR	SA(ta)	SA(t)	SA(t)	SA(d)	SA(c)
	SUPÉRIEUR	As(t)	As(t)	As(d)	As(c)	
ARIDE	INFÉRIEUR	A(t)	A(t)	A(t)		
	SUPÉRIEUR	S(t)	S(t)			
SAHARIEN	INFÉRIEUR	S(t)				

*Hs(ta) = Humide supérieur variante à hivers tempérés d'altitude.

■ Stations d'étude

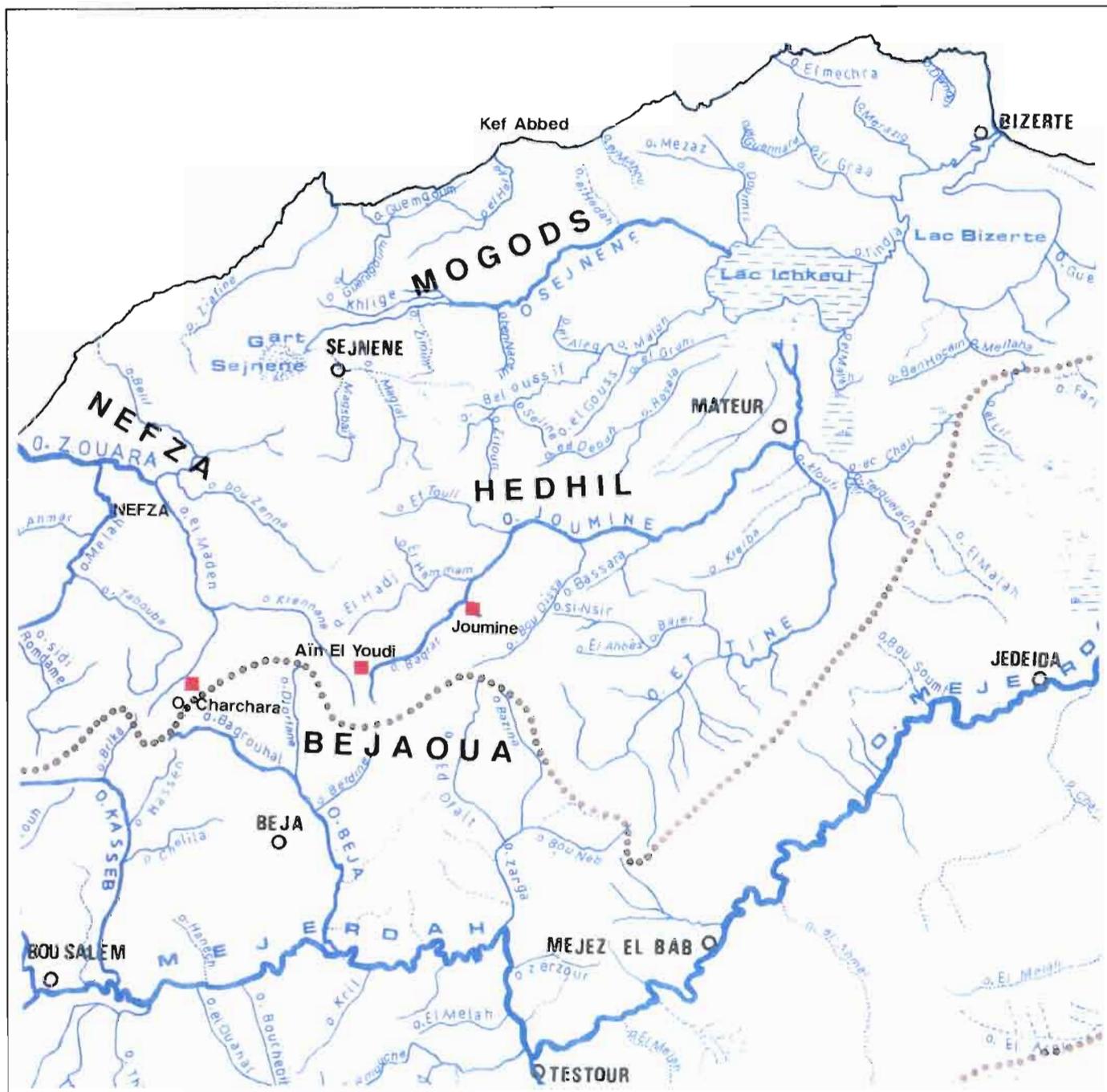
Document établi d'après :

- la Carte des Étages Bioclimatiques de la Tunisie 1/2 000 000 ; M. GOUNOT et H.N. LE HOUEYOU, 1955.
- la Carte Bioclimatique de la Tunisie Septentrionale 1/500 000 ; M. GOUNOT et H.N. LE HOUEYOU, 1967 avec le concours de : Ch. BALDY, L. BORTOLI, A. BIGOT, C. FLORET, O. FROMENT, L. GUILLERM, J.C. JACQUINET, E. LE FLOC'H, A. SCHOENENBERGER, A. SOLER, H. VAN SWINDEREN.

La maquette du présent document a été établie par E. LE FLOC'H sous la direction de M. GOUNOT.

Carte N°3

Carte Hydrographique*
de la région de Joumine et Aïn El Youdi
et
Situation des stations de captures



..... Limite de bassin

Echelle : 1/500 000

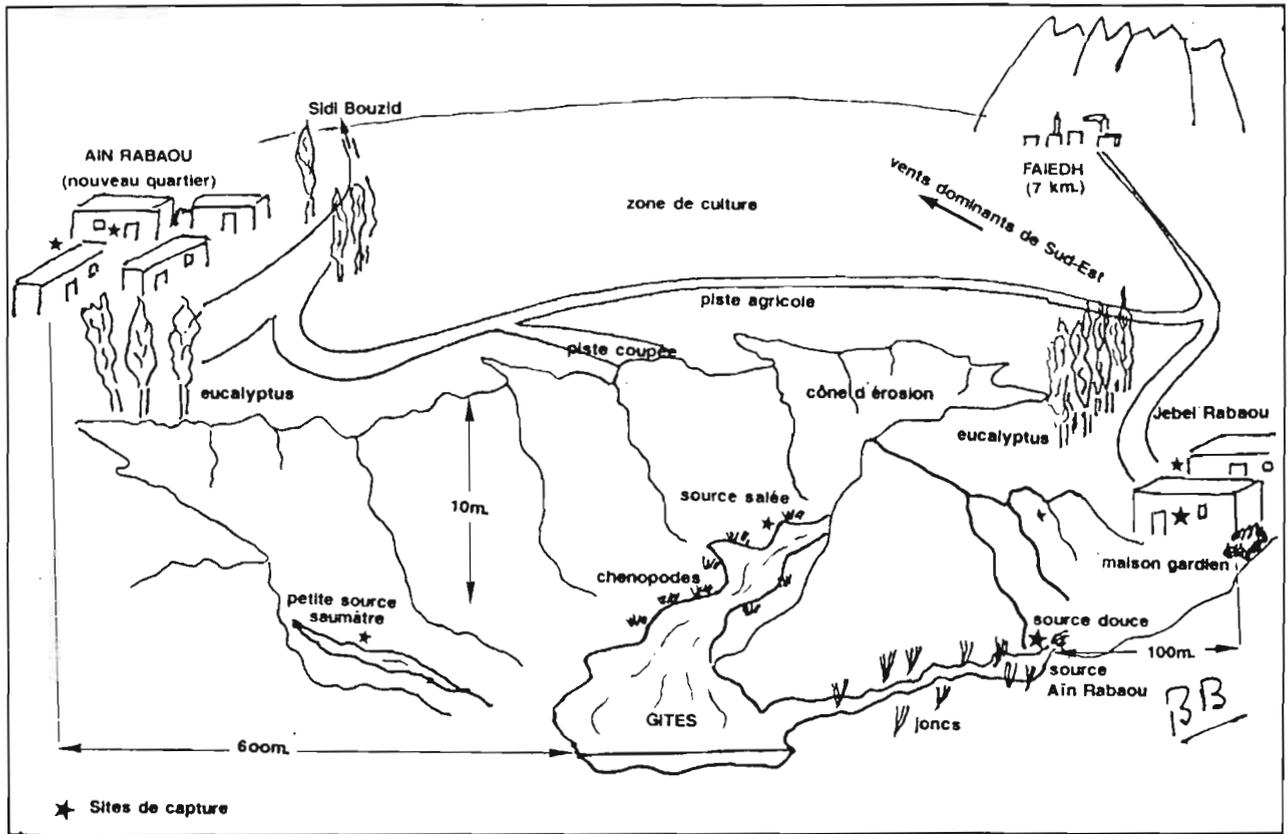
* D'après la carte du réseau hydrographique
Direction des Ressources en Eau et en Sol
Bureau de l'Inventaire et des Recherches Hydrologiques
Ministère de l'Agriculture de Tunisie

DESCRIPTION DU PAYSAGE "EPIDEMIOLOGIQUE"

Sites à A. multicolor

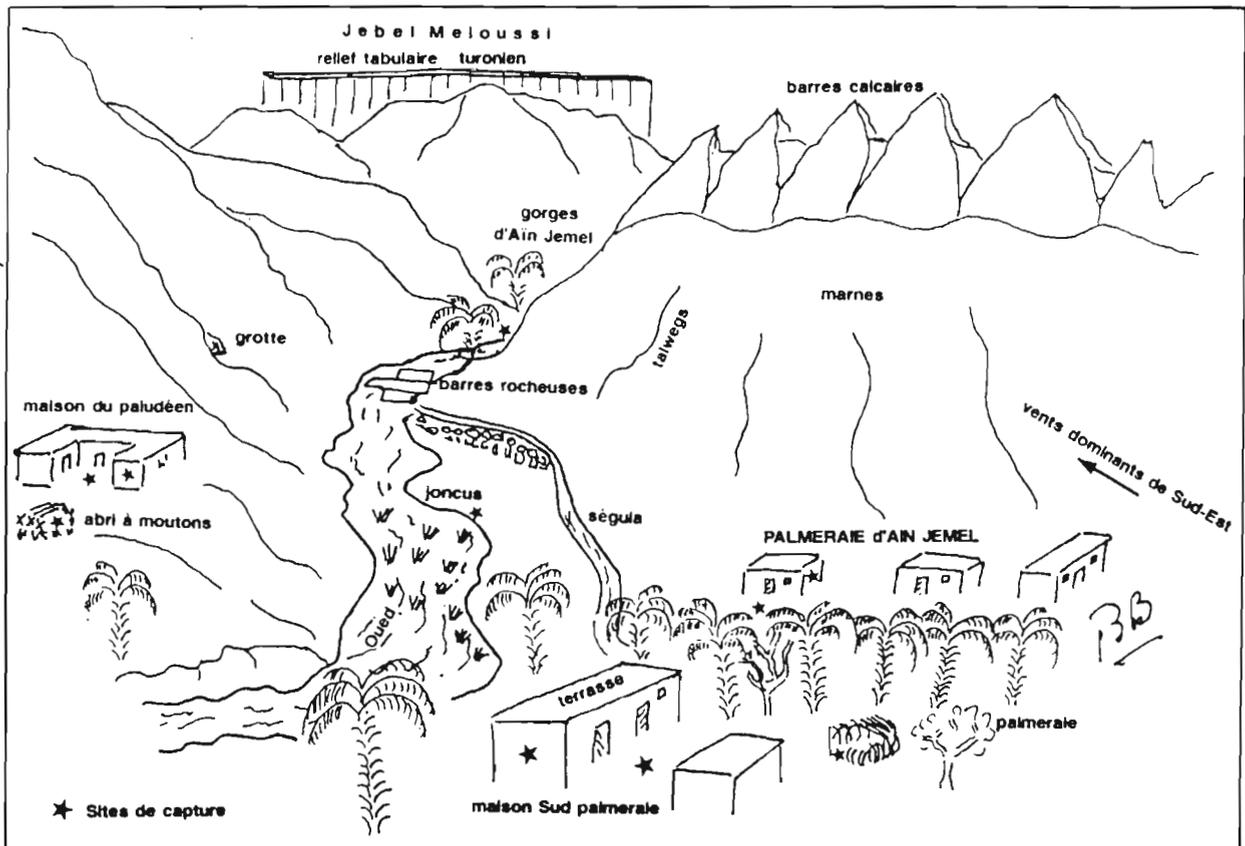
Bloc diagramme N°1

CROQUIS DE LA STATION D'AIN RABAOU



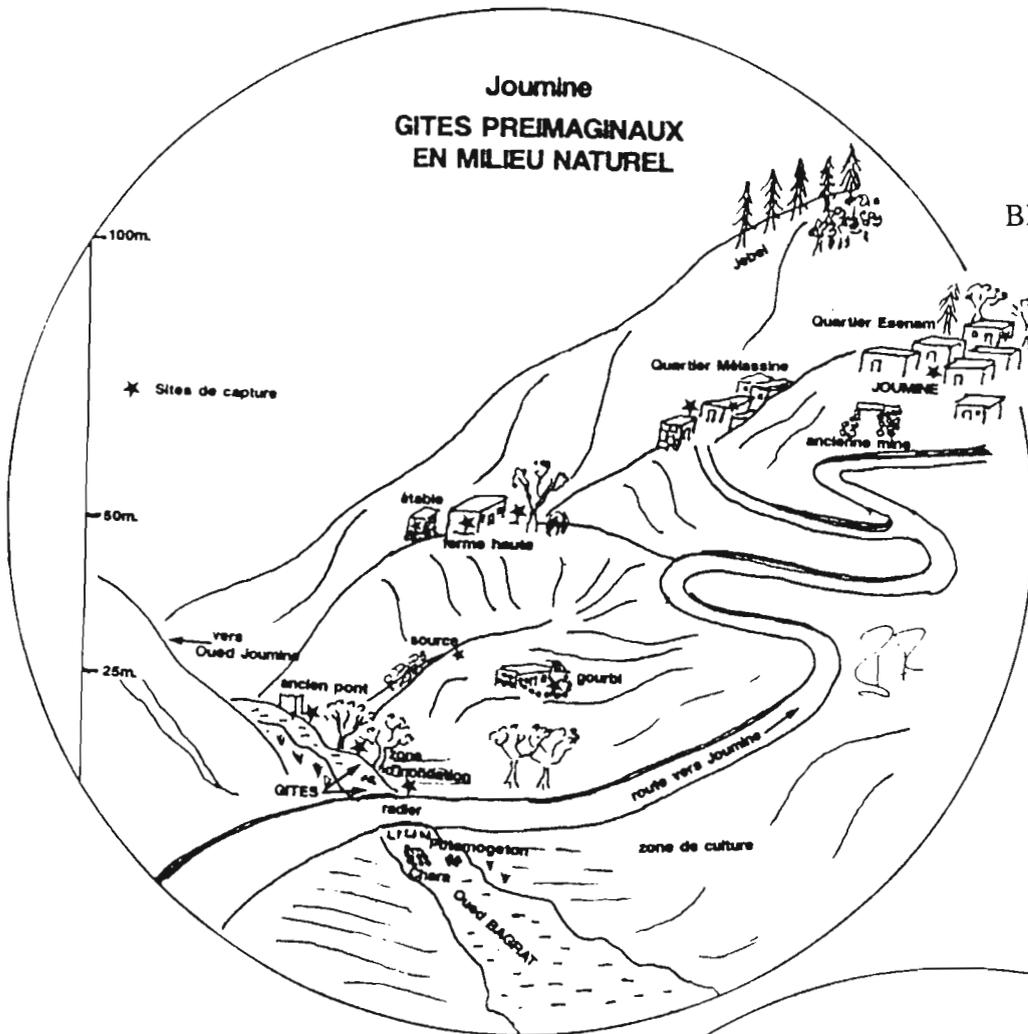
Bloc diagramme N°2

CROQUIS DE LA STATION D'AIN JEMEL

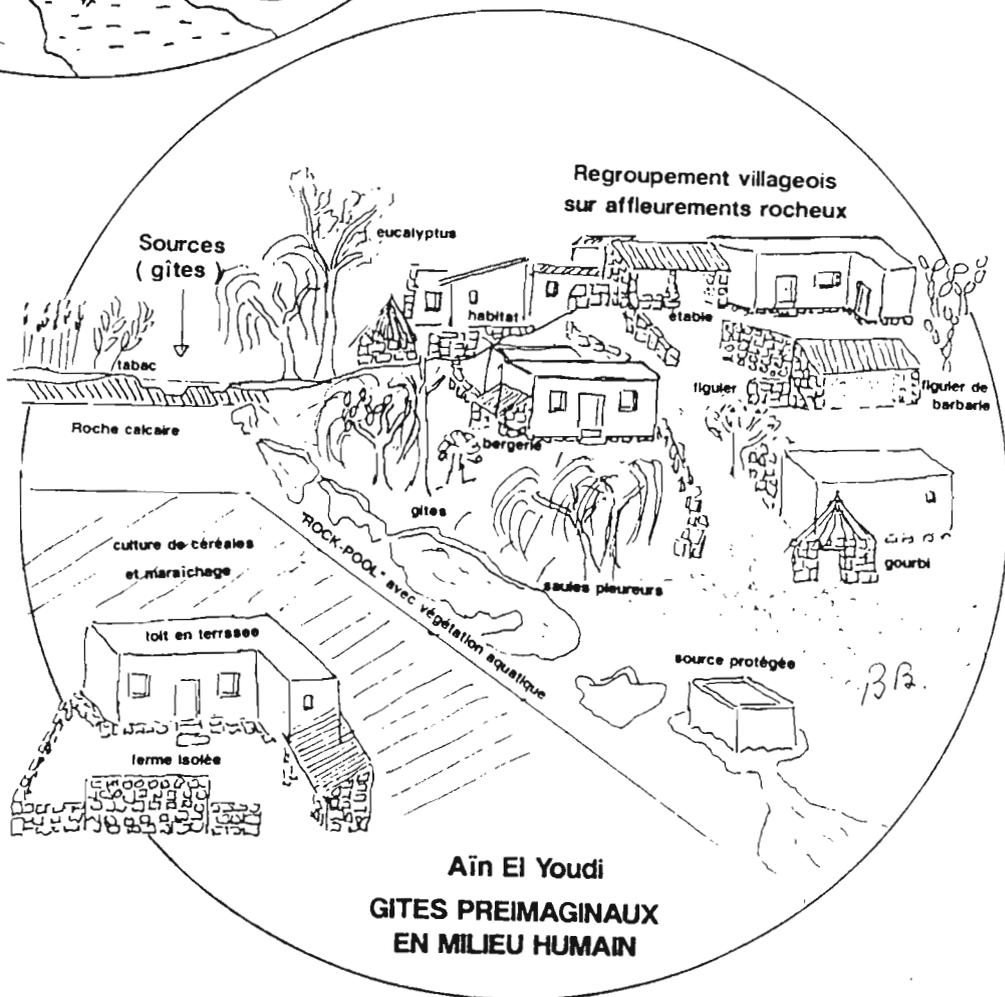


DESCRIPTION DU PAYSAGE "EPIDEMIOLOGIQUE"

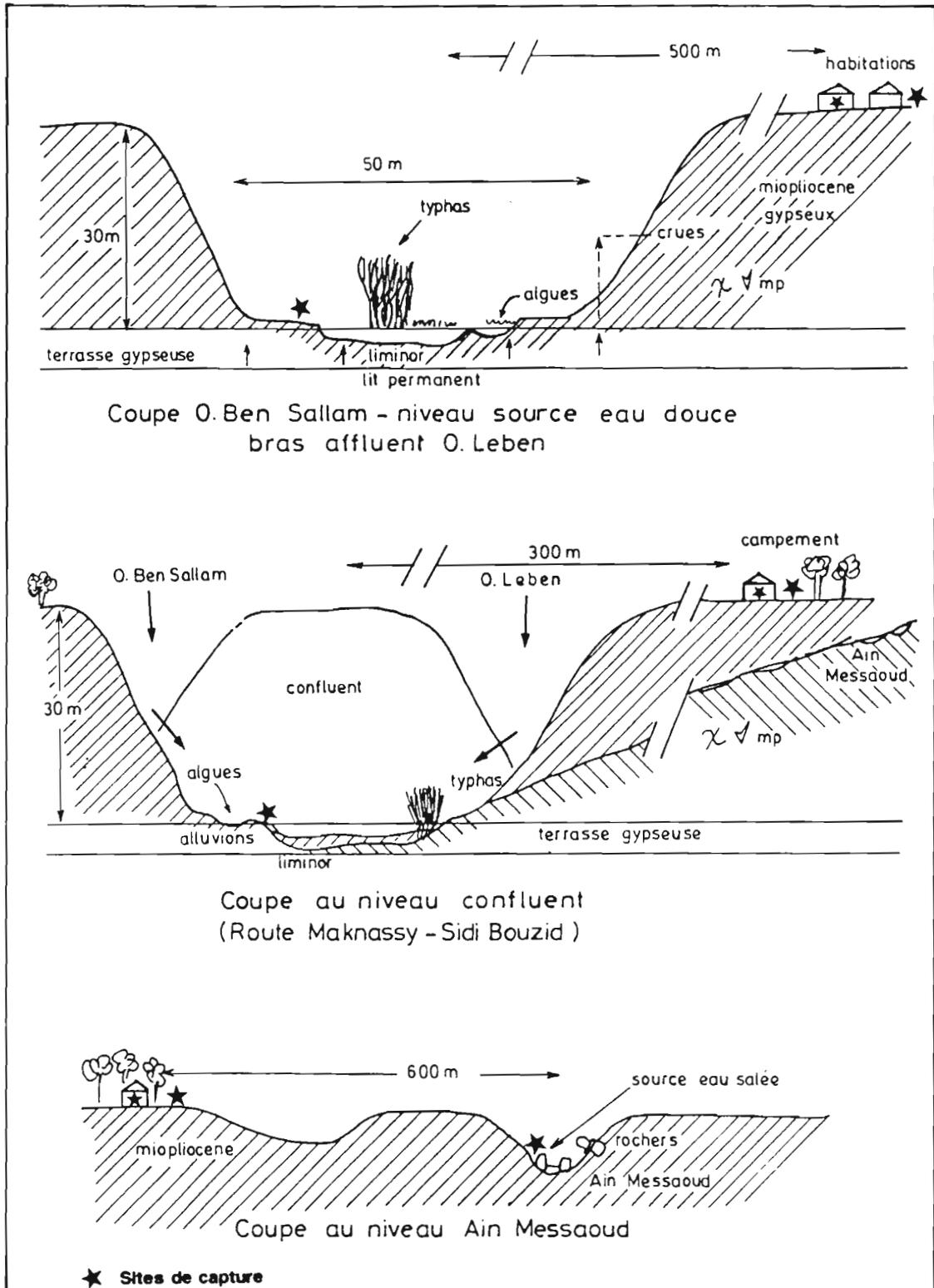
Sites à *A. labranchiae*



Bloc diagramme N°4



**COUPES TRANSVERSALES
AU NIVEAU DES SITES DE CAPTURE
DE L'OUED LEBEN**



Bloc diagramme N°5

Tableau I

Données climatiques des stations météorologiques
proches des lieux d'étude

Mois	SIDI BOUZID					MAKNASSY				
	nj	tp	tx	tn	mtm	nj	tp	tx	tn	mtm
1990										
Oct.		17,7	33,4	11,8	23,1					
Nov.		28,3	33,4	4,0	15,2					
Dec.		54,3	22,3	-2,1	9,4					
1991										
Janv.	9	29,9	14,7	3,9	9,3	4	30,7	14,9	3,5	9,2
Fevr.	4	29,1	15,2	5,6	10,4	1	4,0	15,5	3,9	9,7
Mars	7	34,0	19,8	9,5	14,7	0	0,0	21,4	9,1	15,2
Avri.	6	10,0	20,6	8,5	14,5	1	0,7	21,7	8,8	15,3
Mai	7	14,7	24,4	10,5	17,4	2	6,4	26,3	11,3	18,8
Juin	3	9,5	31,5	16,8	24,2	0	0,0	34,5	17,1	25,8
Juil.	3	7,9	36,5	19,5	28,0	0	0,6	36,6	20,2	28,4
Aout	0	0,0	36,1	19,6	21,8	0	0,0	36,2	20,3	28,2
Sept.	7	11,8	32,1	19,5	25,8	1	5,6	33,4	19,6	26,5
Octo.	9	8,0	26,3	14,8	20,5	3	17,9	26,0	14,5	20,2

nj : *nombre de jours de pluie*
 tp : *total mensuel de pluies*
 tx : *Températures maximum absolue*
 tn : *Températures minimum absolue*
 mtm : *Températures moyennes mensuelles*

Relevé des photopériodes
heures de lever et coucher du soleil à Maknassy

Date	lever	coucher
5 Juin	6.01	20.35
14 Juin	6.00	20.39
1 Juil.	6.04	20.42
11 Juil.	6.09	20.40
30 Juil.	2.23	20.28
9 Août	6.31	20.18
26 Août	6.45	19.57
5 Sept.	7.13	18.05
30 Sept.	7.13	18.05
6 Octo.	7.18	17.56

Tableau II

Données climatiques des stations météorologiques
proches des lieux d'étude

mois	MATEUR					BEJA					NEFZA				
	nj	tp	tx	tn	mtm	nj	tp	tx	tn	mtm	nj	tp	tx	tn	mtm
1990															
Oct.		46,4	34,4	11,7	22,9										
Nov.		171,6	25,0	4,5	16,1										
Dec.		226,9	20,2	2,8	11,0										
1991															
Janv.	13	9,3	14,7	5,7	10,2	14	85,9	14,6	4,0	9,3	*	*	*	*	
Fevr.	6	56,7	15,3	7,2	11,2	9	56,9	15,1	4,7	9,9	*	*	*	*	
Mars	6	60,9	68,6	9,0	13,8	10	81,7	19,7	7,9	13,8	*	*	*	*	
Avri.	4	41,6	17,8	7,2	12,5	3	35,5	19,2	5,8	12,5	*	*	*	*	
Mai	2	0,5	23,3	9,5	16,4	2	13,1	22,8	7,5	15,1	2	8,5	26,2	16,0	21,1
Juin	0	0,0	29,6	14,3	21,9	1	25,0	29,7	13,7	21,7	1	0,5	28,9	18,0	23,8
Juil.	0	0,0	34,4	16,9	25,0	0	0,0	35,4	16,9	26,1	0	0,0	33,4	21,4	27,4
Aout	0	0,0	35,3	19,1	27,2	0	0,0	36,0	18,9	27,4	0	0,0	34,4	20,8	27,6
Sept.	4	31,8	32,8	19,0	25,9	6	53,9	31,9	18,9	25,4	8	51,0	31,7	21,6	26,6
Octo.	7	58,3	25,9	14,5	20,2	8	69,2	25,7	13,8	19,7	7	96,0	27,1	18,5	22,8

nj : nombre de jours de pluie

tp : total mensuel de pluies

tx : Températures maximum absolue

tn : Températures minimum absolue

mtm : Températures moyennes mensuelles

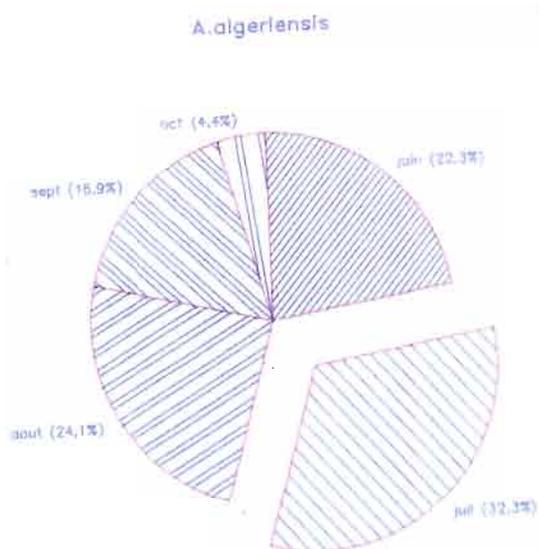
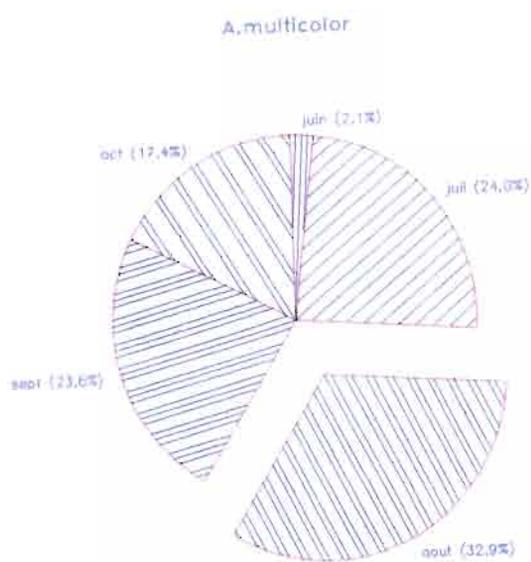
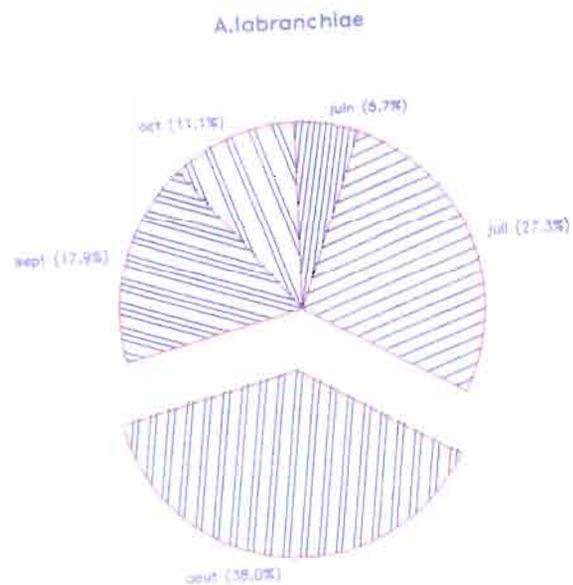
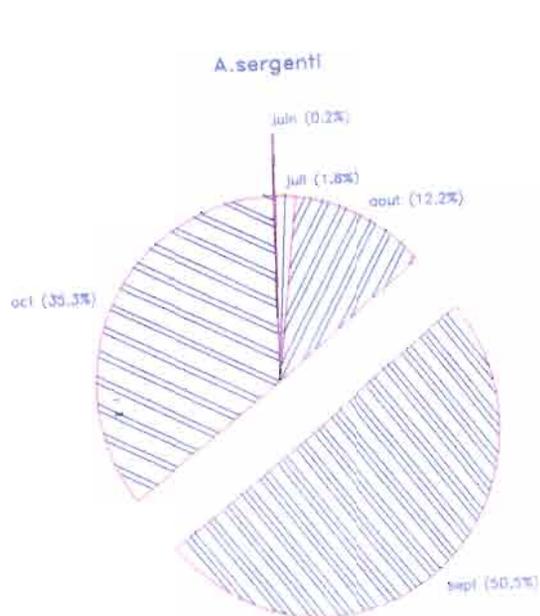
Relevé des photopériodes
heures de lever et coucher du soleil à Joumine

Date	lever	coucher
17 juin	6.00	20.40
19 juin	6.00	20.40
15 juil.	6.11	20.38
18 juil.	6.14	20.37
19 août	6.39	20.06
23 août	6.42	20.01
23 sept.	7.07	19.16
17 sept.	7.08	19.14
25 oct.	7.36	17.31
25 oct.	7.37	17.28

Espèces mois	MILIEU NATUREL					TOUTES REGIONS CONFONDUES		
	CDC	homme	animal	mtotal	%3	total general	%4	%5
Juin 1991								
nb de captures	1	64	6	71		155		
A.sergenti	0,0	0,20	0,17	0,37	0,1	1,19	0,2	0,9
A.labranchiae	0,0	0,34	0,33	0,67	6,8	0,67	5,7	0,5
A.multicolor	0,0	0,13	2,83	2,96	6,4	9,69	2,1	7,6
A.hispaniola	0,0	3,72	7,83	11,55	12,5	101,62	29,1	79,6
A.algeriensis	0,0	0,66	13,67	14,33	22,7	14,50	22,8	11,4
						127,67		100
Juillet 1991								
nb de captures	2	40	6	48		208		
A.sergenti	0,0	0,65	3,17	3,82	0,2	9,66	1,8	3,8
A.labranchiae	0,0	0,68	2,17	2,85	28,7	3,22	27,3	1,3
A.multicolor	0,0	1,00	1,66	2,66	5,7	108,89	24,0	42,4
A.hispaniola	0,0	2,10	30,00	32,10	34,7	114,18	32,7	44,4
A.algeriensis	0,0	0,80	20,00	20,80	33,0	21,02	33,0	8,2
						256,96		100
Août 1991								
nb de captures	0	35	5	40		251		
A.sergenti	-	11,31	18,40	29,71	11,9	65,55	12,2	21,7
A.labranchiae	-	0,74	3,40	4,14	41,8	4,46	38,0	1,5
A.multicolor	-	2,49	1,60	4,09	8,8	149,24	32,9	49,5
A.hispaniola	-	2,34	38,00	40,34	43,7	66,66	19,1	22,1
A.algeriensis	-	0,29	15,20	15,49	24,6	15,64	24,6	5,2
						301,54		100
Septembre 1991								
nb de captures	2	52	8	62		234		
A.sergenti	2,0	20,19	119,37	141,56	56,5	271,05	50,5	64,0
A.labranchiae	0,0	0,17	1,62	1,79	18,1	2,10	17,9	0,5
A.multicolor	0,0	1,04	35,63	36,67	79,0	107,02	23,6	25,3
A.hispaniola	1,5	0,67	4,50	6,67	7,2	41,81	12,0	9,9
A.algeriensis	0,0	0,19	1,25	1,44	2,3	1,46	2,3	0,3
						423,44		100
octobre 1991								
nb de captures	1	28	4	33		134		
A.sergenti	1,0	8,25	65,75	75,00	29,9	189,18	35,3	61,9
A.labranchiae	0,0	0,21	0,25	0,46	4,7	1,31	11,1	0,4
A.multicolor	0,0	0,07	0,00	0,07	0,2	79,19	17,4	25,9
A.hispaniola	0,0	0,46	1,25	1,71	1,9	24,87	7,1	8,1
A.algeriensis	0,0	0,25	10,75	11,00	17,4	11,03	17,3	3,6
						305,57		100
Total Anopheles tous mois confondus								
total nb capt.	6	219	29	254		982		
A.sergenti	3,0	40,61	206,86	250,47	54,2	536,36	38,3	38,3
A.labranchiae	0,0	2,15	7,77	9,92	2,1	11,76	0,8	0,8
A.multicolor	0,0	4,72	41,72	46,44	10,0	454,02	32,4	32,4
A.hispaniola	1,5	9,30	81,58	92,38	20,0	349,14	24,9	24,9
A.algeriensis	0,0	2,18	60,87	63,05	13,6	63,64	4,5	4,5
total captures Anopheles				462,26	100	1401,29	101	101

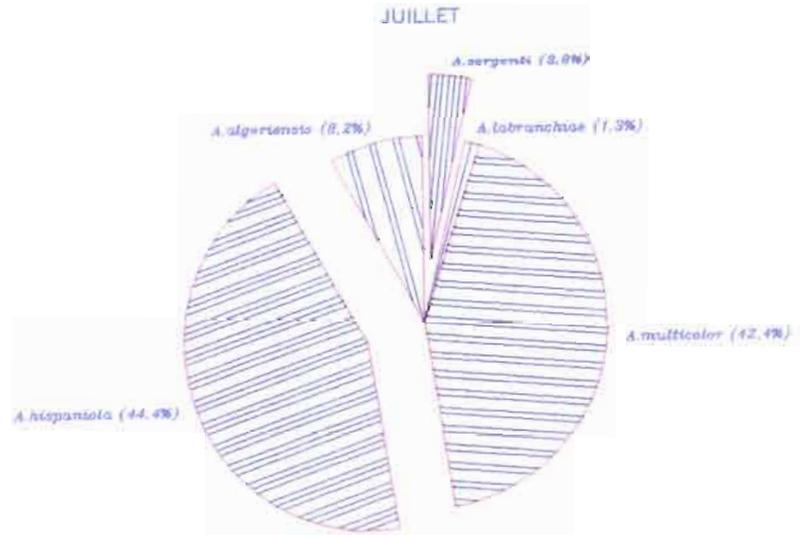
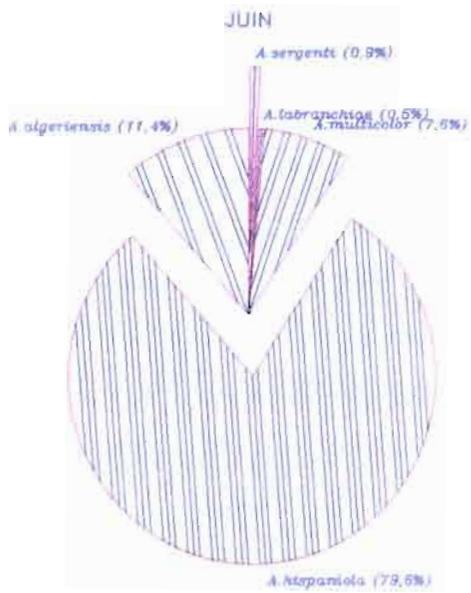
% 5 = fréquence relative des espèces anophéliennes par mois

VARIATIONS MENSUELLE DE DENSITE DES ESPECES ANOPHELIENNES pour la période d'étude, juin à octobre

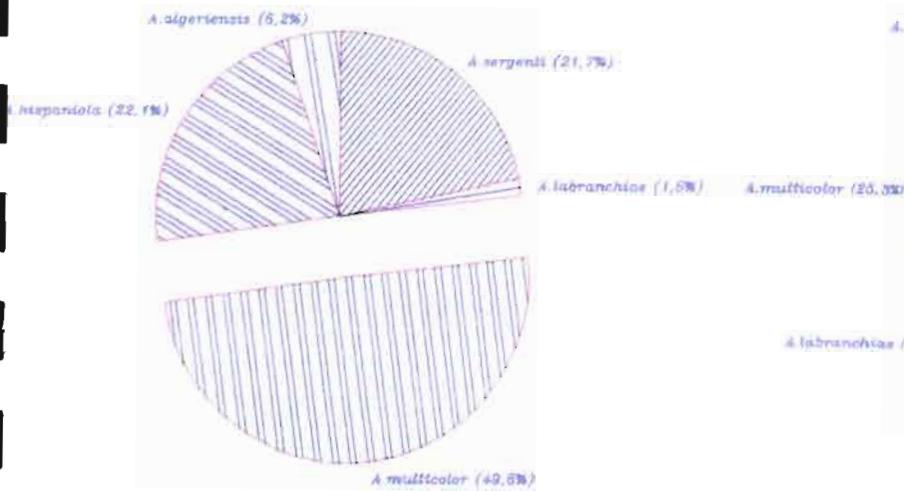


Voir Tableau III %4

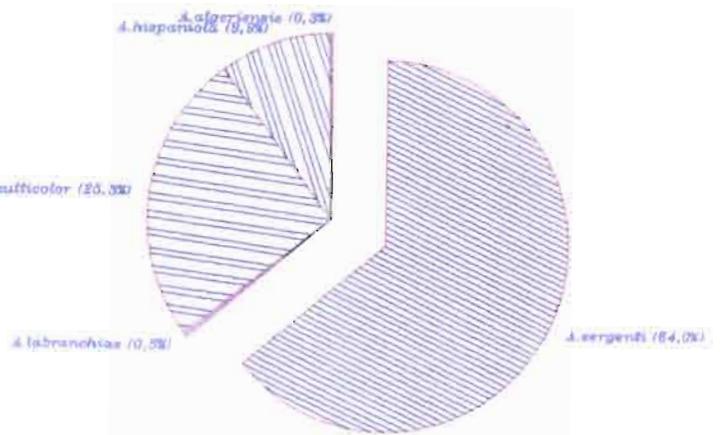
FREQUENCE RELATIVE DES ESPECES ANOPHELIENNES PAR MOIS entre juin et octobre 1991



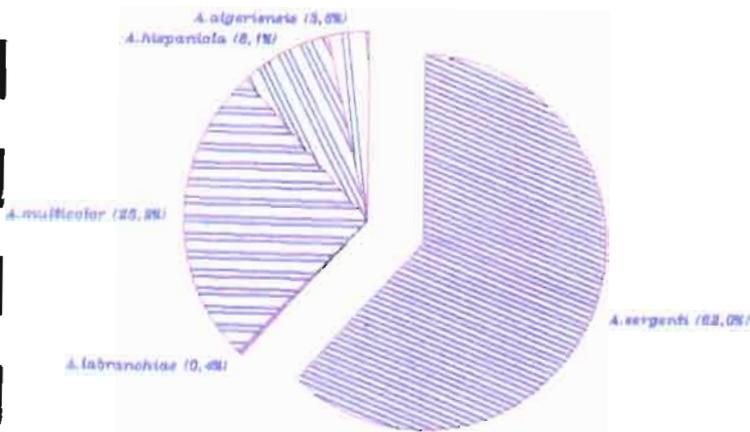
AOUT



SEPTEMBRE



OCTOBRE



TOUS MOIS CONFONDUS

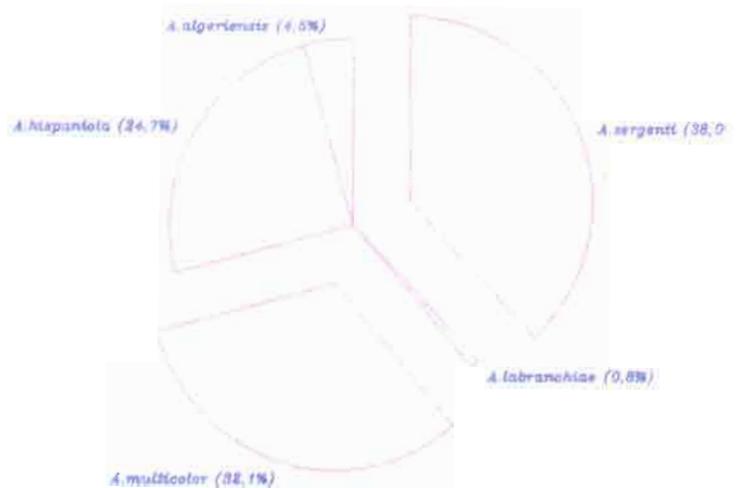


Tableau IV

Tableau synoptique des moyennes de captures d'Anopheles
durant la campagne de l'été 1991
dans la région de Joumine et Ain El Youdi

	MILIEU HUMAIN								MILIEU NATUREL			TOUTES CAPTURES CONFONDUES			
	homme		animal	total	% 1	FR	CDC		total	homme	animal	mtot	total	% 2	% 3
int	ext	ext	int				ext								
JUIN															
nb captures	6	11	2	19		0	1	2	3	6	0	6	28		
A.labranchiae	0,00	1,27	0,00	1,27	7,83		2,00	0,00	2,00	0,50	0,00	0,50	3,77	10,91	100,00
A.hispaniola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A.claviger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
													3,77		100
JUILLET															
nb captures	18	23	5	46		2	0	6	6	15	3	18	72		
A.labranchiae	0,61	5,00	1,00	6,61	40,75	4,50		0,66	0,66	1,06	0,33	1,39	13,16	38,08	87,50
A.hispaniola	0,00	0,08	0,00	0,08	7,55	0,00		0,50	0,50	0,13	0,00	0,13	0,71	13,55	4,72
A.claviger	0,05	0,00	0,00	0,05	21,74	0,00		0,00	0,00	0,46	0,66	1,12	1,17	52,23	7,78
													15,04		100
AOUT															
nb captures	26	35	6	67		7	1	7	8	16	2	18	100		
A.labranchiae	0,96	2,00	1,33	4,29	26,45	0,57	0,00	0,28	0,28	2,12	1,00	3,12	8,26	23,90	72,39
A.hispaniola	0,19	0,08	0,16	0,43	40,57	0,00	1,00	0,57	1,57	0,33	0,50	0,83	2,83	54,01	24,80
A.claviger	0,07	0,03	0,00	0,10	43,48	0,00	0,00	0,14	0,14	0,08	0,00	0,08	0,32	14,29	2,00
													11,41		100
SEPTEMBRE															
nb captures	26	42	6	74		12	0	7	7	12	2	14	107		
A.labranchiae	0,65	0,74	1,67	3,06	18,87	1,2		0,00	0,00	0,83	3,00	3,83	8,05	23,29	80,99
A.hispaniola	0,00	0,05	0,50	0,55	51,89	0,00		0,57	0,57	0,08	0,50	0,58	1,70	32,44	17,10
A.claviger	0,00	0,02	0,00	0,02	8,70	0,00		0,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,19	8,48	1,91
													9,94		100
OCTOBRE															
nb captures	16	16	2	34		3		4	4	6	2	8	49		
A.labranchiae	0,37	0,12	0,50	0,99	6,10	0,00		0,00	0,00	0,33	0,00	0,33	1,32	3,82	70,21
A.hispaniola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A.claviger	0,06	0,00	0,00	0,06	26,09	0,00		0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,56	25,00	29,79
													1,88		100
TOTAL ANOPHELES															
nb captures	92	127	21	240		24	2	26	28	55	9	64	356		
A.labranchiae	2,59	9,13	4,50	16,22	92,63	6,23	2,00	0,94	2,94	4,84	4,33	9,17	34,56	-	36,45
A.hispaniola	0,19	0,21	0,66	1,06	6,05	0,00	1,00	1,64	2,64	0,54	1,00	1,54	5,24	-	6,12
A.claviger	0,18	0,05	0,00	0,23	1,31	0,00	0,00	0,14	0,14	0,71	1,16	1,87	2,24	-	7,43
	2,96	9,39	5,16	17,51	100	6,23	3,00	2,72	5,72	6,09	6,49	12,58	42,04	-	50,00
												25,16			100

% 1, % 2 = variations mensuelle de densité des espèces anophéliennes

% 3 = fréquence relative des espèces anophéliennes par mois

Tableau V

PROBABILITE DE SURVIE DES ANOPHELES
 (D'après Mac Donald, 1956)
 Valeurs de p^n et $-\log_e P$
 pour une probabilité de survie journalière de :

Valeur de p:-	0.95	0.9	0.85	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6	0.55
p^8	0.663	0.430	0.272	0.160	0.100	0.058	0.032	0.017	0.008
p^9	0.630	0.387	0.232	0.134	0.075	0.040	0.021	0.010	0.005
p^{10}	0.599	0.349	0.197	0.107	0.056	0.028	0.013	0.006	0.003
p^{11}	0.569	0.314	0.167	0.086	0.042	0.020	0.009	0.004	0.001
p^{12}	0.540	0.282	0.142	0.069	0.032	0.014	0.006	0.002	
p^{13}	0.513	0.252	0.121	0.055	0.024	0.010	0.004	0.001	
p^{14}	0.488	0.229	0.103	0.044	0.018	0.007	0.002		
p^{15}	0.463	0.206	0.087	0.035	0.013	0.005	0.002		
p^{16}	0.440	0.185	0.074	0.028	0.010	0.003	0.001		
p^{17}	0.418	0.167	0.063	0.022	0.007	0.002			
p^{18}	0.397	0.150	0.054	0.018	0.005	0.002			
p^{19}	0.377	0.135	0.046	0.014	0.004	0.001			
p^{20}	0.358	0.121	0.039	0.011	0.003				
$-\log_e P$	0.051	0.105	0.162	0.223	0.288	0.357	0.431	0.511	0.598

N.B. : L'espérance de vie infectante après une survie de n jours est $p^n / -\log_e P$

Tableau VI

Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât
Humain(H) ou Ane(A) d'*A.sergenti*

I-STATION D'OUED HADDEGE

Mois (nb essais)	Tranches horaires								Totaux (m/essai)		Rapport
	19-21		21-24		24-03		03-06		H	A	A/H
	H	A	H	A	H	A	H	A			
Août (2)	10	146	21	210	23	155	4	208	58 (29)	758 (379)	13

II-STATION D'AIN JMEL

Juil.(2)	1	0	0	2	0	0	0	1	1 (0,5)	3 (1,5)	12,6
Août (5)	1	1	1	14	0	18	1	5	3 (0,6)	38 (7,6)	
Sept.(2)	0	0	0	0	1	7	4	4	1 (0,5)	11 (5,5)	
oct.(2)	0	0	0	2	1	5	0	3	1 (0,5)	10 (5,0)	
Tot.(11)	2	1	1	18	2	30	1	13	6 (0,5)	62 (5,0)	10

III-STATION DE L'OUED LEBEN

Juil.(10)	0	0	0	4	0	11	0	3	0	18 (1,8)	12
Août(10)	0	30	2	15	7	51	3	49	12 (1,2)	145 (14,5)	
Sept.(10)	0	70	16	92	11	88	6	40	33 (3,3)	290 (29,0)	
Octo.(4)	15	50	21	34	27	261	25	145	88 (22,0)	490 (122,5)	
Tot.(34)	15	150	39	145	45	411	34	237	133 (3,9)	943 (27,7)	7

Tableau VII

Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât
Humain(H) ou Ane(A) d'*A.multicolor*

I-STATION DE AIN JMEL

Mois (nb essais)	Tranches horaires								Totaux (m/essai)		Rapport
	19-21		21-24		24-03		03-06		H	A	A.H
	H	A	H	A	H	A	H	A			
juil.(6)	4	13	18	53	26	70	15	108	63 (10,5)	244 (40,6)	3,8
Août(6)	19	44	17	95	56	204	47	276	139 (28,2)	629 (104,8)	4,5
Sept.(4)	1	14	3	35	14	77	11	194	29 (7,25)	320 (80,0)	11
Oct.(2)	0	2	0	15	11	95	13	30	24 (12,0)	142 (71,0)	5,9
Tot.(18)	24	73	38	198	107	446	86	608	255 (14,2)	1335 (74,2)	5,2

II- STATION DE L'OUED LEBEN

Juin (10)	0	3	1	4	3	2	0	2	4 (0,4)	11 (0,11)	2,7
Juil.(10)	0	4	0	0	1	1	0	2	1 (0,1)	7 (0,7)	1,1
Août (10)	0	0	0	2	6	6	9	9	15 (1,5)	17 (1,7)	
Sept.(10)	1	12	4	13	5	10	12	14	22 (2,2)	49 (4,6)	
Tot.(40)	1	19	5	19	15	19	21	27	42 (1,05)	84 (2,1)	2,0

Tableau VIII

Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât
Humain(H) ou Ane(A) d'*A. labranchiae* à JOUMINE

Mois (nb essais)	Tranches horaires								Totaux (m/essai)		Rapport
	19-21		21-24		24-03		03-06		H	A	A/H
	H	A	H	A	H	A	H	A			
Juil.(9)	0	2	0	5	0	0	0	0	0	7	
Août(7)	5	3	2	5	0	2	0	0	7	10	
Sept.(5)	1	6	0	3	0	5	1	0	2	14	
Tot.(21)	6	11	2	13	0	7	1	0	9 (0,4)	31 (1,5)	3,4

Tableau IX

Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât
Humain(H) ou Ane(A) d'*A. hispaniola*, station OUED LEBEN

Mois (nb essais)	Tranches horaires								Totaux (m/chasse)		Rapport
	19-21		21-24		24-03		03-06		H	A	A/H
	H	A	H	A	H	A	H	A			
juin (10)	1	5	6	13	3	36	1	29	11 (1,1)	83 (8,3)	7,5
Juil. (10)	1	38	7	48	14	69	7	129	26 (2,6)	284 (28,4)	10,9
Août (10)	1	35	2	28	6	112	2	92	11 (1,1)	267 (26,7)	24,3
Sept.(10)	0	12	7	27	6	32	2	8	15 (1,5)	79 (7,9)	5,2
Octo. (4)	2	4	0	0	4	21	5	29	11 (2,7)	54 (13,5)	4,9
Tot.(44)	5	94	19	116	33	270	17	287	74 (1,7)	767 (17,4)	10,3

Tableau X

Captures comparées sous moustiquaire-piège à appât
Humain(H) ou Ane(A) d'*A. algeriensis* station OUED LEBEN

1. Milieu villageois

Mois (nb essais)	Tranches horaires								Totaux (m/essai)		Rapport
	19-21		21-24		24-03		03-06		H	A	A/H
	H	A	H	A	H	A	H	A			
Juin (5)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
Juil.(5)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Août (5)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	
Sept.(5)	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
Tot.(20)	0	0	0	1	1	1	0	1	1 (0,05)	3 (0,15)	3

2. Milieu naturel

Juin (5)	1	35	5	10	1	8	2	8	9 (1,8)	61 (12,2)	6,7
Juil.(5)	0	50	0	25	5	25	2	20	7 (1,4)	120 (24,0)	17
Août (5)	1	9	2	16	1	22	1	29	5 (1,0)	76 (15,2)	15
Sept.(5)	0	4	0	4	0	2	0	0	0 (0,0)	10 (2,0)	
Octo.(3)	1	20	1	12	0	5	0	4	2 (0,6)	41 (13,6)	20,5
Tot.(23)	3	118	8	67	7	62	5	61	23 (1,0)	308 (13,4)	13,4

Tableau XI

Moyenne des captures sur homme et par nuit (ma)
à l'intérieur (I) ou à l'extérieur (E) suivant les espèces et les mois
(Région de Sidi Bouzid-Maknassy)

Mois	Lieux de Captures	Nuits par par homme	A. <i>sergenti</i>	Moyenne spécimen captures			
				A. <i>multicolor</i>	A. <i>labranchiae</i>	A. <i>hispaniola</i>	A. <i>algeriensis</i>
Juin	I	16	0	0	0	0,37*	0
	E	28	0	0,18	0	0,25	0
Juillet	I	28	0,04	5,4*	0	0,89	0
	E	39	0,05	5,13	0,05	0,92	
Août	I	40	0,2	8,3	0	0,1	0
	E	51	1,39	9,8	0	0,21	0
Septembre	I	34	0,65*	4,21	0	0,03	0
	E	61	4,77	6,18	0,15	0,18	0,01
Octobre	I	26	0,46	1,65	0,12	0,08	0
	E	33	5,09	1,57	0,12	0,42	0,03
m général	I	144	0,30 (43)	4,63 (667)	0,02 (3)	0,26 (38)	(0)
(n)	E	212 (532)	2,51(1134)	5,35 (15)	0,07 (78)	0,36 (2)	
Rapport ma E / ma I			8,3	1,1	3,5	1,4	

(*) ma souligné = plus fortes valeurs mensuelles obtenue pendant l'enquête

Tableau XII

Moyenne des captures sur homme et par nuit (m_a)
à l'intérieur (I) ou à l'extérieur (E) suivant les espèces et les mois
(Région de JOUMINE)

Mois	Lieux de Captures	Nuits par par homme	A. <i>labranchiae</i>	A. <i>hispaniola</i>	A. <i>claviger</i>
Juin	I	6	0	0	0
	E	11	1,27	0	0
Juillet	I	18	0,61	0	1
	E	23	5	0,08	0
Août	I	26	0,96	0,19	2
	E	35	2	0,08	1
Septembre	I	26	0,65	0	0
	E	42	0,74	0,05	1
Octobre	I	16	0,37	0	1
	E	16	0,12	0	0
m général	I	92	0,63 (58)	0,05 (5)	
(n)	E	127	1,81 (230)	0,05 (7)	2
Rapport $m_a E / m_a I$			2,9	1	

Tableau XIII

Taux mensuel de parturité de la population d'*A. labranchiae* anthropophile (*) de différentes stations.

1-JOUMINE

Mois	Méth.capt.	Nullipares	Pares	Total (Tx parturité)
Juillet	IH	0	3	3
	EH	5	12	17
		--	--	--
		5	15	20 "(0,75)"(**)
Août	IH	8	7	15
	EH	3	20	23
	MPH	0	2	2
		--	--	--
		11	29	40 (0,72)

2-AIN EL YAUDI

Juillet	IH	6	7	13
	EH	42	42	84
		--	--	--
		48	49	97 (0,50)
Août	IH	2	5	7
	EH	2	11	13
	MPH	0	1	1
		--	--	--
		4	17	21 "(0,81)"
Septembre	IH	2	9	11
	EH	1	14	15
	MPH	0	1	1
		--	--	--
		3	24	27 "(0,89)"

(*) Capture sur l'homme à l'Intérieur (I.H.) et à l'Extérieur (E.H.) d'habitations et sous Moustiquaires- pièges à appât Homme (M.P.H) en milieu villageois.

(**)"()" : ordre de grandeur apparent, taille échantillon trop faible.

Tableau XIV

Taux mensuel de parturité de la population d'*A.sergenti* anthropophile (*) de différentes stations.

1-OUED LEBEN-HOUZ

Mois	Méth.capt.	Nullipares	Pares	Total (Tx parturité)
Août	IH	2	3	5
	EH	24	13	37
		--	--	--
		26	16	42 (0,38)
Septembre	EH	62	14	79 (0,21)
Octobre	IH	1	8	9
	EH	108	25	133
	MPH	5	5	10
		--	--	--
		114	38	152 (0,25)

2-CoI HADDEGE

Août	EH	30	10	40 (0,75)
Septembre	EH	7	18	25 "(0,72)"(**)

(*) Capture sur l'homme à l'Intérieur (I.H.) et à l'Extérieur (E.H.) d'habitations et sous Moustiquaires- pièges à appât Homme (M.P.H) en milieu villageois.

(**) "()" : ordre de grandeur apparent, taille échantillon trop faible.

Tableau XV

Taux mensuel de parturité de la population d'*A. multicolor* anthropophile (*) de différentes stations.

1-Station d'AIN JMEL

Mois	Méth.capt.	Nullipare	Pares	Total (Tx parturité)
Juillet	IH	132	11	143
	EH	190	22	212
	MPH	30	1	31
	--	--	--	--
		352	34	386 (0,09)
Août	IH	231	29	260
	EH	180	32	212
	MPH	16	3	19
	--	--	--	--
		427	64	491 (0,13)
Septembre	IH	113	23	136
	EH	133	39	172
	MPH	19	4	23
	--	--	--	--
		165	66	331 (0,19)

2-AIN RABAOU

Août	IH	4	12	16
	EH	14	10	24
	MPH	12	11	23
	--	--	--	--
		30	33	63 (0,52)

3-OUED LEBEN

Août	IH	4	3	7
	EH	4	5	9
	MPH	2	4	6
	--	--	--	--
		10	12	22 "(0,54)"(**)

(*) Capture sur l'homme à l'Intérieur (I.H.) et à l'Extérieur (E.H.) d'habitations et sous Moustiquaires- pièges à appât Homme (M.P.H) en milieu villageois.

(**) "()" : ordre de grandeur apparent, taille échantillon trop faible.

Tableau XVI

Captures sur homme par tranches horaires d'*A.sergenti*
dans la région de Maknassy et Sidi Bouzid

Mois	Lieux	nb ess	moy.	nb Anop	Tranches horaires					
					19-20	20-22	22-24	24-02	02-04	04-06
Juin	EV*	18	0,00	0	0	0	0	0	0	0
	EN*	40	0,33	13	2	8	2	0	1	0
	Total	58		13	2	8	2	0	1	0
	moy tot		0,22							
Juillet	EV	18	0,06	1	0	0	0	0	0	0
	EN	38	1,63	62	0	15	13	9	16	9
	Total	56		63	0	15	13	9	16	9
	moy tot		1,13							
Aout	EV	26	5,77	150	11	17	46	40	30	6
	EN	38	25,89	984	65	144	265	207	222	81
	Total	64		1134	76	161	311	247	252	87
	moy tot		17,72							
Septembre	EV	31	6,00	186	15	27	63	44	31	6
	EN	22	13,00	286	40	35	41	98	46	26
	Total	53		472	55	62	104	142	77	32
	moy tot		8,91							
Octobre	EV	8	17,00	136	2	16	15	30	61	12
	EN	18	9,39	169	35	42	18	32	19	23
	Total	26		305	37	58	33	62	80	35
	moy tot		11,73							

* EV : capture à l'extérieur en milieu villageois

EN : capture à l'extérieur en milieu naturel

nb ess : nombre d'essai

Tableau XVII

Captures sur homme par tranches horaires d'*A. multicolor*
dans la région de Maknassy et Sidi Bouzid

Mois	Lieux	nb ess	moy.	nb Anop	Tranches horaires					
					19-20	20-22	22-24	24-02	02-04	04-06
Juin	EV*	28	0,11	3					3	
	EN*	58	0,57	33	1	8	6	9	5	4
	IH*	14	0,14	2			1			1
	Total	100		38	1	8	7	9	8	5
	moy tot		0,38							
Juillet	EV	28	7,68	215	0	15	32	53	86	29
	EN	32	1,38	44	1	0	2	7	12	22
	IH	28	5,36	150	0	3	25	35	57	30
	Total	88		409	1	18	59	95	155	81
	moy tot		4,65							
Aout	EV	42	7,07	297	1	21	51	95	82	47
	EN	28	3,07	86	1	6	8	19	29	25
	IH	36	8,44	304	5	16	44	77	94	68
	Total	106		687	7	43	103	191	205	140
	moy tot		6,48							
Septembre	EV	44	6,27	276	4	15	41	85	60	70
	EN	32	0,94	30	1	3	6	10	8	2
	IH	36	3,89	140	0	6	11	40	47	36
	Total	112		446	5	24	58	135	115	108
	moy tot		3,98							
Octobre	EV	20	1,15	23	4	3	8	6	3	1
	EN	18	0,11	2	0	0	0	1	1	0
	IH	18	2,39	43	0	3	2	6	18	14
	Total	56		68	4	6	10	13	22	15
	moy tot		1,21							

* EV : capture à l'extérieur en milieu villageois

* EN : capture à l'extérieur en milieu naturel

* IH : capture à l'intérieur d'habitation

Tableau XVIII

Captures sur homme par tranches horaires d'*A.labranchiae*
dans la région de Joumine

Mois	Lieux	nb ess	moy.	nb Anop	Tranches horaires					
					19-20	20-22	22-24	24-02	02-04	04-06
Juin	EV*	5	2,80	14	0	3	3	5	2	1
	EN*	3	1,00	3	1	1			1	
	IH*	3	0,00	0						
	Total	11		17	1	4	3	5	3	1
	moy total		1,55							
Juillet	EV	10	11,30	113	10	8	13	16	25	41
	EN	6	2,67	16	2	5	2		2	5
	IH	8	1,25	10		3	3	2	2	
	Total	24		139	12	16	18	18	29	46
	moy total		5,79							
Aout	EV	13	2,85	37	2	9	9	5	10	5
	EN	3	9,00	27	1	6	8	4	7	1
	IH	11	2,09	23	1	3	7	3	8	1
	Total	27		87	4	18	24	12	25	7
	moy total		3,22							
Septembre	EV	18	1,61	29	1	2	7	10	4	5
	EN	3	3,00	9	1	3	2		2	1
	IH	13	1,23	16	1	2	1	6	5	1
	Total	34		54	3	7	10	16	11	7
	moy total		1,59							
Octobre	EV	7	0,29	2		1	1			
	EN	2	1,00	2		1	1			
	IH	6	1,17	7	1	2	1	1	1	1
	Total	15		11	1	4	3	1	1	1
	moy total		0,73							

- * EV : capture à l'extérieur en milieu villageois
- * EN : capture à l'extérieur en milieu naturel
- * IH : capture à l'intérieur d'habitation

nb ess : nombre d'essai

Tableau XIX

Variation de fréquence relative mensuelle
de la positivité des gîtes
dans chacune des stations
de la région de Maknassy et Sidi Bouzid

	1	2	6	9	10	11	Total
MAI 1991							
nbre recolte	2	-	-	-	2	-	4
A.labranchiae	0	-	-	-	0	-	0
A.sergenti	0	-	-	-	0	-	0
A.hispaniola	0	-	-	-	0	-	0
A.multicolor	0	-	-	-	1	-	1
JUIN 1991							
nbre recolte	7	7	2	-	2	-	18
A.labranchiae	0	0	0	-	0	-	0
A.sergenti	0	2	0	-	0	-	2
A.hispaniola	7	7	0	-	0	-	14
A.multicolor	2	0	0	-	0	-	2
JUILLET 1991							
nbre recolte	8	4	10	-	3	-	25
A.labranchiae	3	0	1	-	0	-	4
A.sergenti	1	0	0	-	0	-	1
A.hispaniola	11	4	0	-	0	-	15
A.multicolor	0	0	7	-	2	-	9
AOUT 1991							
nbre recolte	4	2	3	3	2	2	16
A.labranchiae	0	0	0	0	0	0	0
A.sergenti	4	4	1	6	0	2	17
A.hispaniola	3	2	1	1	1	2	10
A.multicolor	0	1	3	0	1	1	6
A.coustani	0	0	1	0	0	0	1
SEPTEMBRE 1991							
nbre recolte	5	4	5	2	2	-	18
A.labranchiae	1	0	0	0	0	-	1
A.sergenti	7	3	1	5	0	-	16
A.hispaniola	1	0	0	0	0	-	1
A.multicolor	0	0	2	0	3	-	5
OCTOBRE 1991							
nbre recolte	6	4	3	-	4	5	22
A.labranchiae	3	0	0	-	0	0	3
A.sergenti	10	4	3	-	1	5	23
A.hispaniola	5	2	0	-	2	4	13
A.multicolor	0	0	2	-	8	0	10

*1 : O.Leben, (O.Kech 4)

2 : O.B.Sallam, Houez

6 : Ain Jmel (Ain Oum henda 5, Ain Zelassi 7, Ain ghenam 8)

9 : Col Haddege

10 : Ain Rabaou

11 : O.Faiedh

* N° des stations sur la carte de situation n°2

Tableau XX

Variation de fréquence relative mensuelle
de la positivité des gîtes
dans chacune des stations
de la région de Joumine

	O.Bagrat	Ain El Youdi	O.Charchara	Total
JUIN 1991				
nbre recolte	2	2	-	4
A.labranchiae	1	4	-	5
A.hispaniola	0	0	-	0
A.claviger	0	0	-	0
JUILLET 1991				
nbre recolte	6	5	4	15
A.labranchiae	4	12	0	16
A.hispaniola	1	0	3	4
A.claviger	0	0	1	1
AOUT 1991				
nbre recolte	5	4	3	12
A.labranchiae	4	4	1	9
A.hispaniola	1	1	0	2
A.claviger	0	0	0	0
SEPTEMBRE 1991				
nbre recolte	5	5	3	13
A.labranchiae	2	6	1	9
A.hispaniola	3	4	1	8
A.claviger	0	0	0	0
OCTOBRE 1991				
nbre recolte	2	2	-	4
A.labranchiae	1	2	-	3
A.hispaniola	0	1	-	1
A.multicolor	0	0	-	0

STATION DE L'OUED LEBEN



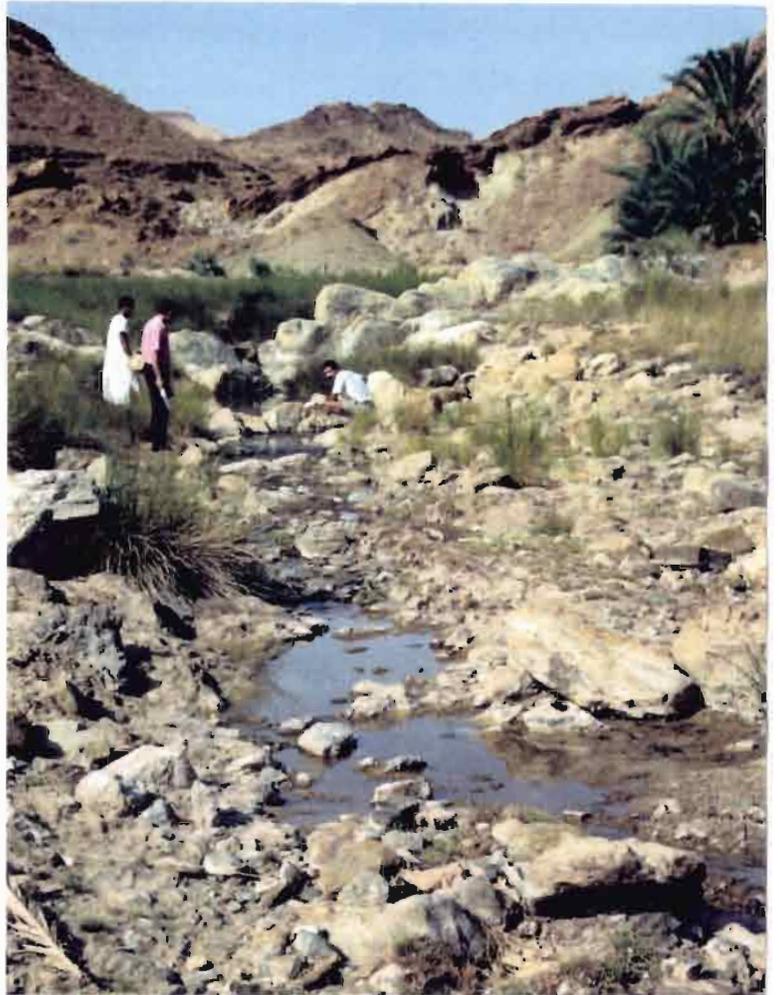
Site à *A. hispaniola*



Site à *A. sergenti* et à *A. labranchiae*

STATIONS DU JEBEL MELOUSSI

Aïn Zelassi
Site à *A. multicolor*



Aïn Ghenam
Site à *A. multicolor*

STATIONS DU NORD-OUEST

Aïn Youdi →
Site à *A. labranchiae*



← **Oued Cherchara**
Site à *A. claviger*