

T H È S E

présentée

**A L'UNIVERSITÉ DE PARIS-SUD
CENTRE D'ORSAY**

pour obtenir

LE DIPLÔME DE DOCTEUR DE TROISIÈME CYCLE

Spécialité : Biologie animale

Option ... : Entomologie

par

Jean-François SILVAIN

ÉTUDE DE L'ÉCOLOGIE D'*Anopheles (Nyssorhynchus) aquasalis* CURRY, 1932

(DIPTERA, CULICIDAE)

EN RELATION AVEC L'ÉPIDÉMIOLOGIE DU PALUDISME EN GUYANE FRANÇAISE

Soutenue le janvier 1979 devant la Commission d'Examen :

MM. BERGERARD J. Président

**MOUCHET J. }
COZ J. } Examineurs**

ERRATA

Page 30, ligne 11 et page 32, ligne 17: lire "carte 4" au lieu de "carte 3".

Page 54, ligne 20; page 77, ligne 13 et page 82, ligne 6: lire "émergence" au lieu d'"éclosion".

Page 57, ligne 19: lire "conductivité" au lieu de "résistivité".

Page 58, ligne 27: lire "l'exemple" au lieu de "l'ensemble".

Page 65, ligne 13: lire " 83,9% (effectif 7292) des femelles piquent la nuit et 16,1% piquent le jour".

Ligne 28: lire "(0-1h)" au lieu de "(0-14)".

Ligne 34: lire "t=9,49, supérieur à la valeur..."

Page 69, ligne 5: lire "figure 9" au lieu de "figure 3".

Page 74, ligne 26: lire "(pic entre 18 et 19h)" au lieu de "(pic entre 18 et 18h)".

Page 78, dernière ligne: lire "la vitesse de maturation des œufs est y ayant aussi à la".

Page 99, ligne 5 et 6: supprimer "retarder le temps de recherche des gîtes".

Page 102, ligne 4: lire " $\sqrt[3]{}$ " au lieu de " $\sqrt{\quad}$ ".

AVANT-PROPOS.

Je tiens à exprimer ma plus profonde reconnaissance à Monsieur le Professeur BERGERARD qui a été à l'origine de mon départ en Guyane française et m'a ainsi ouvert les portes de l'Entomologie tropicale. Après avoir suivi avec beaucoup de sympathie la réalisation de ce travail, il a bien voulu, lors de mon retour en métropole, en corriger la rédaction. Je suis très honoré qu'il ait bien voulu présider le jury de cette thèse.

Je remercie vivement Monsieur J. MOUCHET, Président du Comité Microbiologie, Parasitologie et Entomologie médicale de l'O.R.S.T.O.M., qui a bien voulu m'accueillir comme Volontaire de l'Aide technique au sein de la section d'Entomologie médicale de l'O.R.S.T.O.M. et dont les conseils m'ont été très précieux pour l'orientation et la réalisation de ce travail. Je lui suis très reconnaissant d'avoir bien voulu faire partie du jury de cette thèse.

Je suis très heureux de pouvoir compter au sein de ce jury Monsieur J. COZ, chef du Laboratoire de Recherche en Entomologie médicale des Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M., qui ne m'a ménagé ni son temps ni sa sympathie lors de la rédaction de ce mémoire et dont les encouragements m'ont été précieux.

Monsieur le Professeur CAMUS, Directeur Général de l'O.R.S.T.O.M., qui m'a permis de prolonger au delà de mon temps de Service National mon séjour à Cayenne, trouvera ici l'expression de ma reconnaissance.

La rédaction de ce travail n'aurait pas été possible sans la bienveillance de Mademoiselle COHEN et celle de Monsieur ROTH ; responsables de ma formation actuelle, ils m'ont accordé le temps nécessaire à l'achèvement de ce travail. Monsieur ROTH sait d'autre part combien j'ai apprécié qu'il veuille bien corriger la forme de ce texte.

J'adresse mes plus vifs remerciements à Monsieur F.X. PAJOT, Chef de la section d'Entomologie médicale du Centre O.R.S.T.O.M. de Cayenne, qui a bien voulu me confier le sujet de cette thèse et en a facilité la réalisation tout au long de mon séjour.

Que N. DEGALLIER trouve ici l'expression de mon amitié en souvenir de l'aide qu'il m'a apporté à plusieurs reprises sur le terrain et en

souvenir de nos fructueuses discussions.

F. LE PONT m'a apporté à maintes reprises une aide précieuse par sa grande reconnaissance des Anophèles, je l'en remercie vivement.

Monsieur BRUGIERE, Directeur du Centre ORSTOM de Cayenne, a fait en sorte d'aplanir les difficultés que j'ai pu rencontrer lors de mon séjour dans ce département, je tiens à l'en remercier ainsi que l'ensemble du personnel du Centre O.R.S.T.O.M. de Cayenne

Je voudrais encore remercier Monsieur le Docteur DIGOUTTE, Directeur de l'Institut Pasteur de la Guyane, qui a bien voulu m'accueillir au sein de son Institut et m'a apporté l'aide de son personnel et de ses moyens matériels.

Je tiens à dédier ce travail à ma femme Claire, qui eut pendant toutes ces années la charge morale et matérielle de notre famille.

INTRODUCTION.

A la fin des années 50, on pouvait penser que le programme d'éradication du paludisme, établi suivant les recommandations de la 8ème Assemblée Mondiale de la Santé, en 1955 (NOGUER, 1978) et basé sur les pulvérisations intradomiciliaires de D.D.T., allait être, l'Afrique mise à part, un succès. Il devint évident, à partir de 1968, que ce succès n'était irréversible que dans les pays tempérés, le développement de résistance au D.D.T. et à la dieldrine chez les vecteurs, la mise en cause de l'inocuité de ces produits pour l'environnement et le coût très élevé de leur remplaçants éventuels ainsi que l'amenuisement des fonds disponibles avait fait disparaître, dans la majorité des pays tropicaux, l'espoir d'une éradication (BROWN et al, 1976 ; NOGUER, 1978).

Cette constatation allait amener une révision de la stratégie générale du programme et des tactiques ; en 1969, la 22ème Assemblée Mondiale de la Santé recommandait une approche plus pragmatique et une plus grande flexibilité dans le choix des méthodes à employer ; malheureusement cette adaptation allait très vite se traduire dans les faits par une réduction générale des activités antipaludiques et par l'apparition de flambées épidémiques dans des zones libérées du paludisme depuis des années (NOGUER, 1978).

Ainsi sur le continent américain, où il avait été convenu, dès 1954 (lors de la 14ème Conférence sanitaire Panaméricaine), d'entreprendre l'éradication du paludisme, les progrès furent considérables jusqu'en 1968, date à laquelle on estimait que, même dans plusieurs pays où les résultats n'étaient pas considérés comme étant satisfaisants, la mortalité due au paludisme avait été réduite de 95% depuis 1955 (GRAMICCIA et al in GARCIA-MARTIN, 1972). La situation s'est ensuite dégradée en Amérique tropicale et équatoriale, en 1976 le taux de parasitisme a atteint son niveau le plus élevé depuis 1958 et dans la majorité des pays d'Amérique du Sud où sévit le paludisme, le nombre de cas était en augmentation ces trois dernières années (1975-1977).

Le rôle des vecteurs s'avérant être essentiel dans cette recrudescence du paludisme, aussi bien par le développement de résistances physiologiques aux insecticides que par l'apparition de résistances comportementales (exophilie et paludisme réfractaire, GABALDON, 1972) ; il apparaît

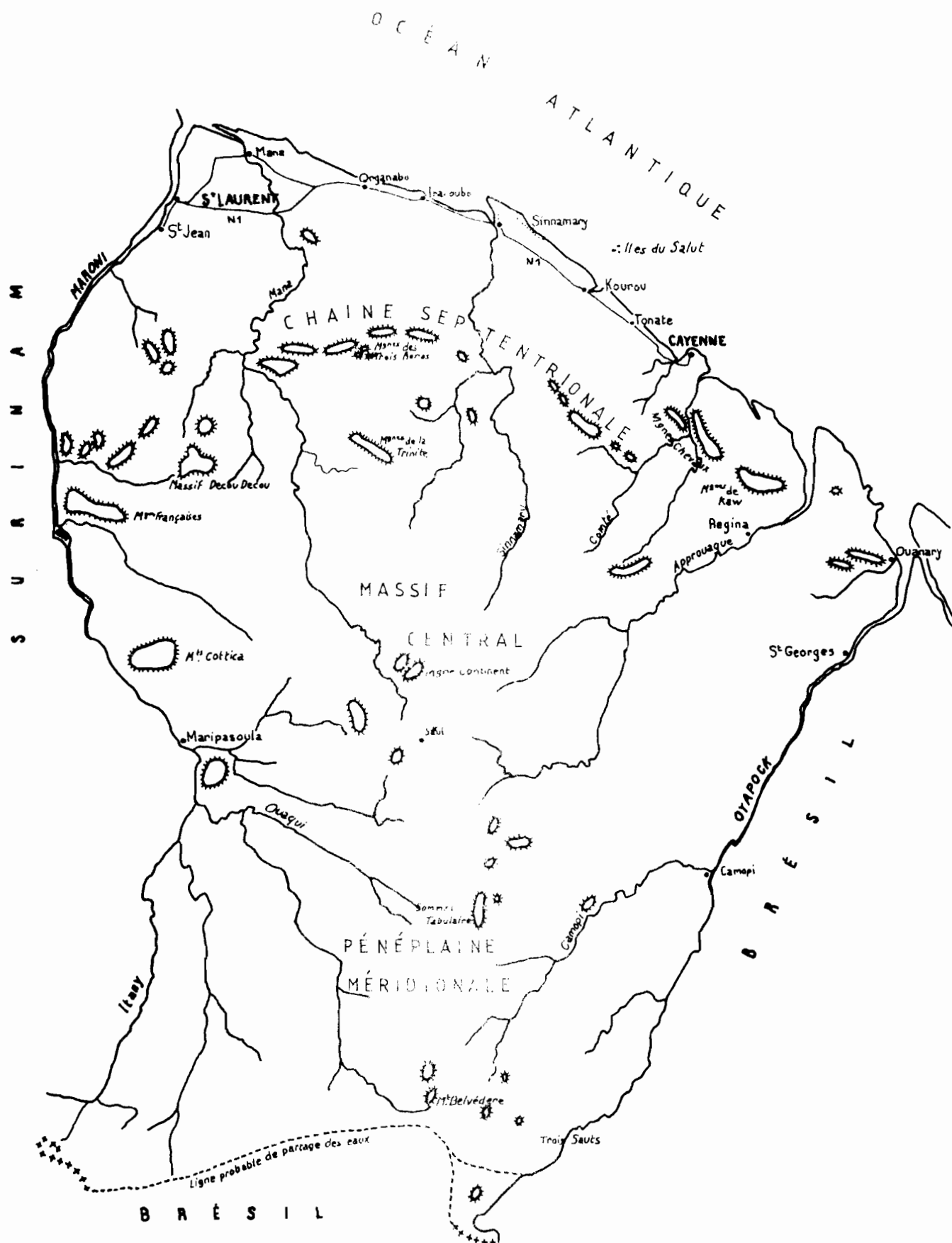
aujourd'hui nécessaire de bien connaître l'écologie de ces vecteurs, afin d'adapter les programmes de lutte antipaludique aux particularités comportementales des vecteurs locaux.

C'est ainsi que la section d'Entomologie médicale du Centre O.R.S.T.O.M. de Cayenne a entrepris, en collaboration avec l'Institut Pasteur, une étude approfondie des vecteurs potentiels du paludisme en Guyane, ce département n'ayant pas échappé, au cours de ces dernières années, à la recrudescence générale du paludisme observée en Amérique du Sud.

L'étude que nous avons entreprise, visant à mieux connaître l'écologie *D'ANOPHELES AQUASALIS* et à en déterminer le rôle dans l'épidémiologie du paludisme en Guyane française, s'inscrit donc dans le cadre de ce programme de recherche.

CHAPITRE I

LA GUYANE FRANCAISE ET LE PALUDISME



CARTE 1: LA GUYANE FRANÇAISE

1.1. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE, CLIMATIQUE ET HUMAINE DE LA GUYANE FRANCAISE.

1.1.1. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE.

La Guyane française (carte N°1) s'étend sur 83500km², entre 51°31' et 54°31' de longitude Ouest et entre 2° et 5° de latitude Nord.

Baignée au Nord-Est par l'Océan Atlantique, elle est séparée du Brésil et du Surinam par deux fleuves frontières : à l'Est l'Oyapock et à l'Ouest, le Maroni. Elle représente la partie française de la vaste entité naturelle que constitue le bouclier guyanais et sa bordure sédimentaire, politiquement partagé entre le Vénézuéla, la Guyana, le Surinam et le Brésil au Nord de l'Amazone (BOULET, 1977). On y distingue, comme dans ces pays, deux régions naturelles :

- la zone côtière (5200km²).

Etablie sur des sédiments quaternaires et actuels, elle ne dépasse pas 40km de large. Elle se subdivise, de la mer vers l'intérieur, en une plaine côtière récente, qui correspond aux "terres basses" et en une plaine côtière ancienne correspondant aux "savanes sèches".

Constituée par des argiles marines sédimentées au cours de trois derniers millénaires, la plaine côtière récente est une vaste plate-forme alluvionnaire bordée, le long du rivage, par une mangrove originale car presque entièrement composée de palétuviers blancs (*Avicennia nitida*) (BOYE, 1975).

Derrière la mangrove s'étendent 370000ha de marécages ou "Pri-Pri". Ce paysage est sillonné par des cordons littoraux sableux s'étendant parallèlement à la côte ; ils correspondent à d'anciennes lignes de rivage.

La plaine côtière ancienne, très peu accidentée, est la terre d'élection des savanes (75000ha), en particulier à l'Ouest de Cayenne. Bien qu'appelées savanes sèches, elles sont souvent submergées par la lame d'eau pluviale (BOULET, 1977). On peut distinguer des savanes "basses", vastes étendues de graminées et de cypéracées et des savanes "hautes", composées d'herbes et de plantes ligneuses pouvant atteindre 1,5m de haut (DE GRANVILLE, 1973).

- la zone intérieure.

Elle représente plus de 90% du département (78300km²). C'est le domaine de la forêt équatoriale, sempervirente et ombrophile. On y distingue trois ensembles.

+ La chaîne septentrionale : c'est une région de plissements ; on y trouve des alignements de collines de quelques dizaines de mètres, coupées de fractures en "dents de peigne" (BOYE, 1975). Cette chaîne est encadrée de roches vertes (Montagne de Kaw en particulier).

+ Le massif central guyanais : il s'étend de cette chaîne jusqu'au Sud de Saül. Il est faiblement incliné vers le Nord et légèrement bombé au centre-Sud ; les fleuves Mana, Sinnamary, Comté et Approuague en divergent. Ce massif est caractérisé par un relief "en demi-oranges" constitué de nombreuses collines séparées par de petites rivières.

+ La pénéplaine méridionale : elle s'étend de la transversale Maripasoula-Camopi à la frontière brésilienne. C'est une zone peu connue, au relief très monotone (BOYE, 1975).

1.1.2. LE CLIMAT DE LA GUYANE.

1.1.2.1. Régime d'alizés.

La Guyane, soumise à la circulation intertropicale d'Est commandée par les anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène, se trouve soumise toute l'année au régime de vents de secteur est des alizés.

L'alizé du nord-est, commandé par l'anticyclone des Açores, souffle sur la Guyane de Novembre à Juillet ; généralement humide et instable il donne des averses parfois abondantes. L'alizé du sud, commandé par l'anticyclone de Sainte-Hélène, souffle de Juillet à Novembre ; il est relativement plus sec et plus chaud que celui du nord-est. Ces deux alizés entrent en conflit le long de la zone intertropicale de convergence (Z.I.C.). La ZIC oscille au cours de l'année entre le 5ème parallèle sud et le 15ème nord ; dans son mouvement vers le Sud, elle traverse la Guyane de Novembre à Février puis, en remontant, elle la retraverse d'Avril à Juillet.

1.1.2.2. Les saisons.

Elles sont déterminées par les mouvements de la ZIC. On distingue, contrairement au climat équatorial classique à quatre saisons, deux saisons

principales :

- la saison des pluies.

Elle débute vers le 15 Novembre, lorsque la ZIC, en mouvement vers le Sud, aborde la Guyane et se termine vers le 15 Août au plus tard, lorsque la ZIC se trouve au Nord de la Guyane.

Cette saison est caractérisée par une pluviométrie importante, Mai et Juin étant les mois les plus pluvieux. On peut observer des périodes de beau temps plus ou moins marquées, en particulier en Février-Mars ("petit été de Mars"). Pendant cette saison l'importance de la nébulosité entraîne une diminution de l'insolation ; l'intensité des précipitations, variable, peut atteindre des valeurs élevées (250mm en 24h). La température est modérée (25°) et présente une faible amplitude diurne, l'humidité est forte.

- la saison sèche.

Elle s'étend du 15 Août au 15 Novembre et se caractérise par une faible pluviométrie, Septembre et Octobre étant les mois les plus secs. Les précipitations présentent un caractère d'averses orageuses très localisées. Les régions côtières bénéficient généralement d'un ciel clair et peu nuageux, la température est de l'ordre de 26°, les variations diurnes de température et d'humidité sont plus importantes qu'en saison des pluies.

1.1.2.3. Les zones climatiques.

On distingue trois zones :

- la bande côtière.

Large de 15 à 35km, elle est soumise à une pluviométrie importante ; les hauteurs d'eau annuelles moyennes vont de trois mètres à l'Est, dans la région directement exposée aux alizés, à deux mètres à l'embouchure du Maroni. Le climat de cette zone présente les caractères suivants :

- saison sèche marquée et de longue durée,
- très forte évaporation entraînant des déficits en eau,
- région bien ventilée et amplitude des températures faible.

- la bande médiane.

Elle s'étend depuis la bande côtière jusqu'à une centaine de kilomètres vers l'intérieur, elle se subdivise en deux régions :

+ La première, à l'Est (de l'Oyapock au Sinnamary), est caractérisée par une pluviométrie importante (4m) et par une saison sèche bien marquée ; les précipitations violentes sont fréquentes et les intervalles de beau temps sont rares en période pluvieuse.

+ La seconde, à l'Ouest (du Sinnamary au Maroni), bénéficie d'un climat plus régulier, avec des précipitations de l'ordre de 2,5 à 3,5m ; la saison sèche est assez courte et on note de longues périodes de beau temps en Février-Mars.

- la zone intérieure.

Elle s'étend jusqu'à la limite sud du département et reçoit 2 à 3 m d'eau par an, la saison sèche est moins marquée que dans les autres zones et on note de grandes variations de température et d'humidité relative.

1.1.2.4. Eléments climatiques.

- Précipitations.

Elles sont de l'ordre de 2 à 3m sur l'intérieur et atteignent 3 à 4m dans la région Nord-Est. Il y a de grandes variations de date et d'intensité dans l'établissement des saisons d'une année à l'autre ; la saison sèche peut durer de un à quatre mois et le petit "été de Mars" peut apparaître en Janvier ou Février ou ne pas apparaître du tout. Le bilan de l'eau peut être déficitaire, même en saison des pluies si le petit "été de Mars" se prolonge.

- Température.

Elle varie peu. La moyenne vraie est de l'ordre de 26°, la moyenne mensuelle ne diffère que de 1 à 1,5° du mois le plus chaud au mois le plus froid. Les amplitudes, faibles sur la zone côtière, sont plus marquées sur l'intérieur.

- Humidité.

L'humidité relative est importante en toutes saisons, particulièrement sur la zone côtière. L'humidité moyenne est de 86 à 88% avec un minimum en Octobre. La variation diurne, inverse de celle de la température, est plus importante en saison sèche où la différence peut atteindre 25%. L'humidité a sa valeur maximale vers 5h, elle décroît ensuite pour atteindre un minimum vers 14h.

- Tension de vapeur.

Elle est importante et varie peu au cours de l'année ; en saison sèche on note une baisse de tension de vapeur entre 12 et 14h.

- Evaporation.

La zone côtière, plus ventilée, accuse une évaporation plus élevée que les régions de l'intérieur. Sur le littoral l'évaporation est aussi élevée en Février-Mars-Avril qu'en saison sèche. Elle présente un maximum en Mars et en Octobre.

- Les vents violents sont rares, leur vitesse diminue à mesure que l'on s'éloigne de la côte (ZONZON, 1978 ; BOYE, 1975).

1.1.3. LE PEUPLEMENT HUMAIN.

La Guyane, où dès la fin du XVIème siècle, RALEIGH signalait la présence de Français installés dans l'île de Cayenne (HENRY, 1946), se situe, depuis 350 ans, dans l'orbite politique et culturelle de la France.

De cette longue histoire a résulté une population extraordinairement variée. Estimée à 55210 personnes (1977), la population guyanaise est composée de la façon suivante (BOYE, 1975) :

+ 78% de Français parmi lesquels 66% de créoles, population métissée, à fond négro-africain et 12% de métropolitains ;

+ 10% de populations tribales, ce vocable regroupant :

a) des "noirs réfugiés" descendant des esclaves échappés, au siècle dernier, des plantations de Surinam. Parmi eux on trouve : 4,5% de Boni d'obédience française et 2,2% d'autres noirs réfugiés (Bosh et Saramaca) ; ces populations vivent le long des fleuves et principalement le long du Maroni où elles ont récréé des structures sociales de type africain.

b) 3,3% d'Amérindiens parmi lesquels on distingue :

- des populations côtières : Galibi sur le littoral, Palikour sur le Bas-Oyapock, ayant gardés une solide cohésion tribale au sein de laquelle on ne remarque aucune coupure entre les ressortissants français et brésiliens (F. et P. GRENAND, 1978), d'où des problèmes épidémiologiques évidents, les membres de la tribu se rendant sans cesse d'une rive à l'autre de l'Oyapock ; Arawack dans l'île de Cayenne et à Saint-Laurent du Maroni ;

- des populations de l'intérieur : Oyampi sur le Moyen et le Haut-Oyapock et Wayana sur le Haut-Maroni.

+ 12% d'étrangers : 3% de Sud-Américains en particulier brésiliens qui, souvent immigrants clandestins, sont une des voies d'introduction de *Plasmodium vivax* ; 5% d'anglophones des Antilles ; 2 à 3% de Chinois et autres extrêmes-orientaux et 1 à 2% de divers.

Cette population, très urbanisée puisque 85% des habitants vivent dans des agglomérations de plus de 2000ha, est rassemblée essentiellement dans l'île de Cayenne (61%) et le long du littoral (32%), 7% seulement de la population vivant dans l'intérieur.

La structure démographique de la population est celle d'un pays jeune, 45% de la population ayant moins de 20 ans, 48% de 20 à 64 ans et seulement 7% plus de 65 ans.

1.2. LE PALUDISME EN GUYANE FRANCAISE.

1.2.1. HISTORIQUE.

1.2.1.1. Des premières implantations à 1949.

Bien qu'on ne sache pas encore si le paludisme a été introduit lors de l'arrivée des européens en Amérique ou s'il existait antérieurement (WOOD, 1975), on peut considérer que le paludisme sévissait en Guyane au début du XVIIIème siècle, lors des premières implantations européennes (GOARANT, 1970).

Au XVIIIème siècle le paludisme fut certainement une des causes du désastre de Kourou, en 1763-1764 ; à partir de cette époque il allait devenir la maladie prédominante mais, du fait de la faible densité de population et de l'usage du quinquina, le paludisme présentait alors rarement un caractère pernicieux (GOARANT, 1970). Cette situation allait changer avec l'apparition du bague en 1852 ; en l'absence de quinine et de moustiquaires, les bagnards allaient payer un lourd tribut au paludisme. Parallèlement on allait assister, pendant tout le XIXème siècle à une importante régression démographique et économique.

Au début du XXème siècle, après la disparition de la fièvre jaune, le paludisme gardait son caractère prédominant du fait de l'absence de médecins et du manque de quinine. La corrélation entre le paludisme et la chute des pluies était mise en évidence (THESE 1916 in GOARANT, 1970) alors que la situation s'améliorait dans les villes de Cayenne et de Saint-Laurent.

Le caractère déficitaire de la balance démographique se maintint jusqu'à l'après-guerre, seules quelques mesures de lutte anti-paludiques ayant été entreprises.

1.2.1.2. Les campagnes anti-paludiques de l'après-guerre.

A partir de 1949, des campagnes annuelles de pulvérisation résiduelle de D.D.T. dans les habitations furent entreprises par l'Institut Pasteur (Pour cette période voir FLOCH Publ. Institut Pasteur de la Guyane française 1949-1957).

Si la campagne de 1949 ne toucha que Cayenne et celle de 1950 la zone côtière, à partir de 1951 toute la Guyane habitée fut traitée. Dès 1950, on assista à une chute brutale du nombre de cas (160/596 en 1949) (FLOCH, 1951); parallèlement un excédent de naissance allait apparaître, la balance démographique devenait positive.

Le nombre de cas recensés diminua jusqu'en 1958 ; à cette date, on pouvait considérer que Cayenne et Saint-Laurent étaient en phase de maintenance, le reste de la bande côtière en phase de consolidation et l'intérieur en phase d'attaque.

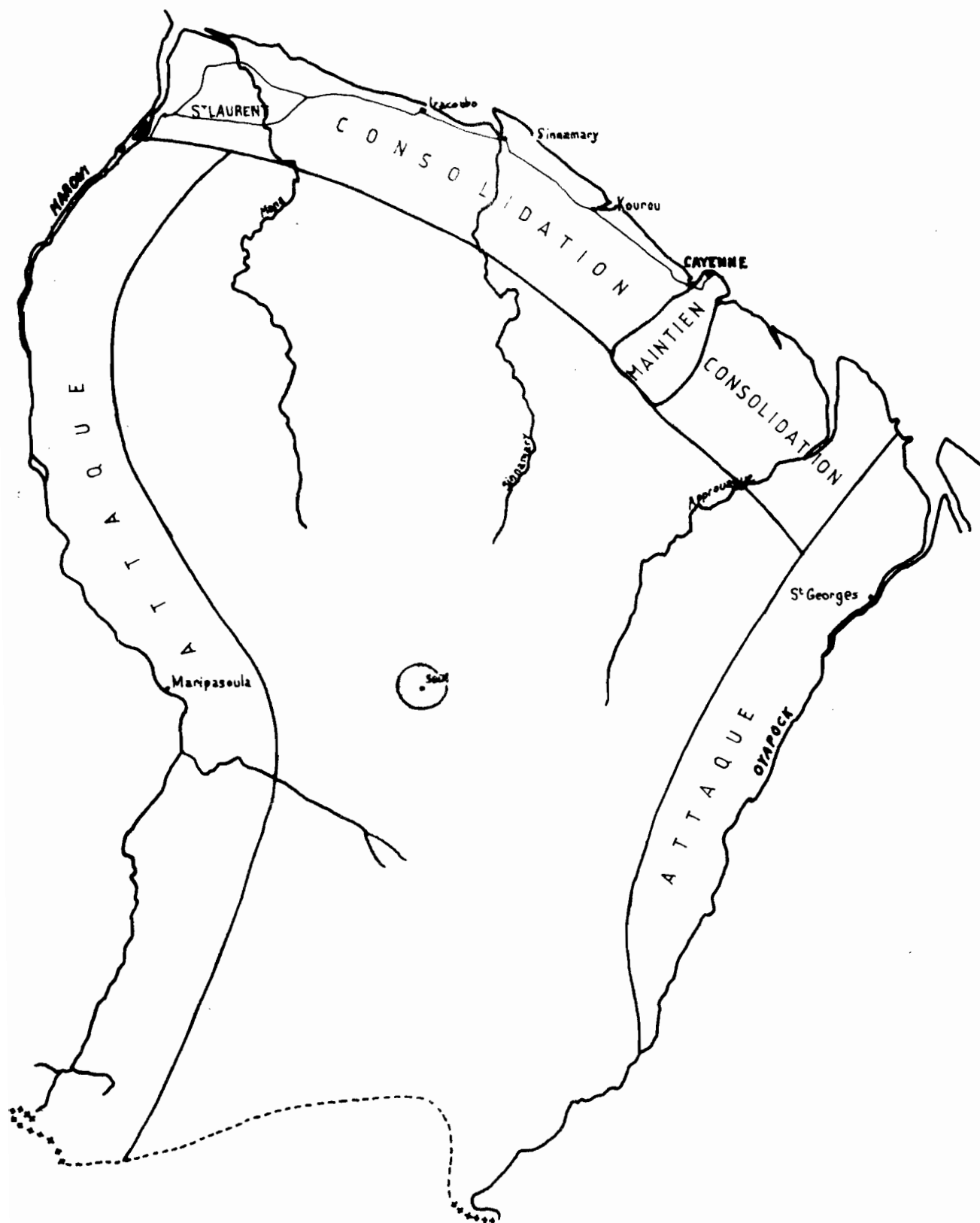
An.darlingi paraissait avoir pratiquement disparu de la région côtière ; on pouvait alors envisager l'extension des zones de maintien et de consolidation (MOLEZ, 1976).

1.2.1.3. La période 1960-1975.

Entre 1960 et 1970, alors que les perspectives étaient favorables, la lutte contre le paludisme n'a pas pu entrer dans sa phase terminale (MOLEZ, 1976). Chaque année, de 12 à 104 cas furent relevés ; les foyers principaux correspondaient au Haut-Maroni et au Haut-Oyapock alors que l'on notait des foyers temporaires le long de la côte (Macouria, Sinnamary, Iracoubo) pour lesquels l'intervention d'*An.aquasalis* fut suspectée (GOARANT, 1970).

L'importance du rôle de l'immigration étrangère dans le maintien de l'endémie palustre s'est accrue avec l'arrivée de nombreux travailleurs étrangers en particulier sur le chantier de la base spatiale de Kourou.

A partir de 1970, on assiste à un accroissement important du nombre de cas de paludisme relevé chaque année, celui-ci variant de 93 à 484 pendant la période 1970-1975.



CARTE 2 : ZONES PALUDIQUES ACTUELLES

Des foyers successifs apparaissent, dans la région de Sinnamary-Iracoubo, mais aussi dans l'île de Cayenne (Remire-Montjoly, Matoury) dont la partie Est dut être remplacée momentanément en zone d'attaque (Rapport Institut Pasteur de la Guyane française, 1970-71-72 ; PAJOT, 1976).

Cette recrudescence serait liée à la fois à la réapparition d'*An. darlingi* en grand nombre dans la zone côtière et dans l'île de Cayenne et à l'arrivée mal contrôlée d'étrangers parasités ; mais il faut aussi rappeler que le Surinam subit depuis 1973 une recrudescence importante du paludisme de même que l'Etat brésilien de l'Amapa qui jouxte la Guyane française (PAJOT, 1976).

1.2.2. SITUATION ACTUELLE.

La Guyane est actuellement un pays d'hypoendémie palustre où 394 cas ont été enregistrés en 1976 et 488 en 1977 (Indice splénique 0, Indice plasmodique 2,88% ; Institut Pasteur de la Guyane française, Comm.pers.).

Les poussées épidémiques ont généralement lieu en saison sèche, d'Août à Novembre et en Février-Mars.

Plasmodium falciparum est responsable de 60 à 80% des cas de paludisme, le reste étant imputable à *P.vivax* (GOARANT, 1970).

Suivant les critères de l'O.M.S., la Guyane est divisée en trois zones (carte N°2.).

- Une zone de maintien de 200km² regroupant 60,4% de la population. Elle correspond à l'île de Cayenne et à la région de Saül ; on considère qu'il ne s'y effectue plus de transmission du paludisme.
- Une zone de consolidation qui correspond à tout le littoral (29% de la population), à l'exception du Bas Oyapock. Seuls deux foyers très localisés y subsistaient en 1977, l'un lié à l'arrivée d'ouvriers brésiliens, l'autre aux déplacements d'indiens Galibi entre Saint-Georges de l'Oyapock et Mana.
- Une zone d'attaque avec à l'Est un foyer s'étendant de Saint-Georges au Bas Oyapock et à l'Ouest un foyer à Grand-Santi sur le Haut Maroni à la frontière du Surinam (Institut Pasteur de la Guyane française, 1978, Comm.pers.).

Un des problèmes essentiels du contrôle du paludisme en Guyane est celui des populations migrantes.

- Les populations indiennes de l'Oyapock ou de la zone côtière effectuent de fréquents déplacements entre ces deux régions et au Brésil ; elles peuvent ainsi être une voie d'introduction de *P.vivax*.

- A l'Ouest les populations Bosh et Boni du Maroni se déplacent indifféremment d'une rive à l'autre du fleuve, compliquant ainsi les opérations de lutte anti-paludique.

- L'immigration étrangère et l'intensification des échanges avec le Surinam jouent également un rôle.

Néanmoins le problème des vecteurs reste primordial, comme nous allons le voir au paragraphe suivant.

1.2.3. LES VECTEURS DU PALUDISME EN GUYANE.

1.2.3.1. Introduction.

Parmi les 22 espèces appartenant au genre *Anophèles* signalées en Guyane, seuls *An.darlingi*, *An.aquasalis* et dans une moindre mesure *An.braziliensis* ont été jusqu'à présent considérés comme étant susceptibles de jouer un rôle dans la transmission du paludisme, sur une grande échelle, dans la région côtière ; compte tenu de leur répartition et de leur densité (FLOCH et ABONNENC, 1951 ; MOLEZ, 1976).

Le tableau ci-dessous, indiquant le nombre d'anophèles capturés en Guyane du 1er Octobre 1974 au 31 Décembre 1976 (DIGOUTTE, 1975 et 1976), fournit un ordre de grandeur des densités respectives des anophèles les plus couramment rencontrés.

ESPECES.	TOTAL DES RECOLTES.
<i>An.(Nyss.)aquasalis</i> * CURRY, 1932	27629
<i>An.(Nyss.)darlingi</i> ROOT, 1926	20480
<i>An.(Nyss.)braziliensis</i> (CHAGAS, 1907)	4681
<i>An.(An.)peryassui</i> DYAR et KNAB, 1908	917
<i>An.(Stethomyia)nimbus</i> (THEOBALD, 1902)	456
<i>An.(An.)mediopunctatus</i> (THEOBALD, 1903)	260
<i>An.(Kerteszia)neivai</i> HOWARD, DYAR et KNAB, 1912	85
<i>An.(An.)intermedius</i> (PERYASSU, 1908)	45
<i>An.(Nyss.)oswaldoi</i> (PERYASSU, 1922)	15
<i>An.(An.)eiseni</i> COQUILLETT, 1902	5
<i>An.(Nyss.)triannulatus</i> (NEIVA et PINTO, 1922)	3
<i>An.(Nyss.)argyritarsis</i> ROBINEAU DEVOIDY, 1827	2

* Les abréviations des noms de Genres et de Sous-Genres sont empruntées à REINERT (1975).

1.2.3.2. Les vecteurs potentiels.

An.darlingi.

C'est un des principaux vecteurs du paludisme en Amérique du Sud, en particulier au Brésil où on le rencontre sur la presque totalité du territoire (PAJOT, 1976) ; au Vénézuëla c'est le vecteur dominant dans la région paludéenne méridionale ainsi qu'au Surinam au Sud du 5ème parallèle Nord ; en Guyane, il est un des principaux vecteur avec *An.albitarsis* (PAJOT, 1976).

En Guyane française, où il a été le seul anophèle trouvé infecté (FLOCH et ABONNENC, 1943), il est considéré comme le principal vecteur du paludisme (FLOCH et ABONNENC, 1951 ; PAJOT et al 1977 a et b). On le trouve dans toute la région côtière, où son implantation est favorisée, à la fois par la proximité de la forêt qui lui sert de réservoir, et par l'existence de vastes marécages et dans l'intérieur. Dans certaines localités du littoral il peut être l'espèce la plus abondante (PAJOT et al, 1977a).

En Guyane il est, des trois vecteurs potentiels, celui qui est le plus attiré par l'homme (PAJOT et al, 1977b) ; ce qui confirme l'anthrophilie généralement attribuée à cette espèce dans les régions côtières (RACHOU, 1958). Sur le littoral guyanais, il présente une superposition d'une activité du type bimodal albo-crépusculaire et d'une activité nocturne culminant entre 01 et 02h du matin (PAJOT et al, 1977a).

Son rôle épidémiologique, en Guyane, est facilité, compte tenu du mode de vie des habitants, par le caractère albo-crépusculaire marqué de son activité à l'extérieur et par le niveau élevé de piqures dans la soirée à partir de 18h (PAJOT et al, 1977a). PAJOT (1976) estime à 2 jours la durée du cycle gonotrophique des femelles pares d'*An.darlingi* en Guyane et à 4,7% le pourcentage de femelles, ayant ingéré des gamétocytes lors de leur premier repas sanguin, capables d'assurer la transmission du paludisme. On notera enfin que les variations saisonnières d'*An.darlingi*, caractérisées par des densités élevées en saison sèche (en particulier pendant la petite saison sèche) (PAJOT in DIGOUTTE, 1975), paraissent assez bien s'accorder avec le caractère saisonnier de l'épidémiologie du paludisme en Guyane française.

An.braziliensis.

Commun dans toute la Guyane, en particulier sur le littoral où il peut être très abondant à certaines époques (saison des pluies : PAJOT in DIGOUTTE, 1975), ce serait le troisième vecteur potentiel par sa densité mais, outre le fait qu'il n'a pas été trouvé infecté en Guyane française, il faut tenir compte des données suivantes :

- son rôle dans l'épidémiologie du paludisme n'a été mis en évidence ni au Surinam, ni en Guyana, ni au Vénézuëla,
- au Brésil, où on ne lui prête ni une anthropophilie, ni une endophilie particulière (FORATTINI, 1962 ; FERREIRA, 1964), il n'a été trouvé infecté qu'une seule fois en Amazonie par DEANE et al. (1946 in FORATTINI, 1962) ; cet auteur considèrerait qu'*An.braziliensis* pouvait jouer un rôle local lorsqu'il était abondant et que le bétail était rare.

En fonction de ces données, il ne semble pas qu'*An.braziliensis* puisse, bien qu'il y soit plus anthropophile qu'*An.aquasalis* (PAJOT, 1977b), jouer en Guyane un rôle autre que purement accidentel dans la transmission du paludisme.

Nous ne ferons ici que citer *An.aquasalis*, cette étude lui étant consacrée.

1.2.3.3. Les autres Anophèles guyanais.

- *An.peryassui* : Anophèle crépusculaire et nocturne (DEGALLIER, 1978), il est présent sur le littoral et dans l'intérieur. Bien que très zoophile (FAURAN, 1961 ; FORATTINI, 1962), on peut le capturer sur homme en extérieur (FORATTINI, 1962 ; DEGALLIER, 1978). Il ne jouerait aucun rôle dans la transmission du paludisme en Guyane (FLOCH et ABONNENC, 1951).
- *An.nimbus* : Espèce diurne (DEGALLIER, 1978), commune en Guyane, (FLOCH et al., 1951 ; FAURAN, 1961) elle pénètre très rarement dans les habitations (FLOCH et al., 1951) mais peut piquer occasionnellement l'homme (FAURAN, 1961). Elle n'a pas de rôle vecteur connu.
- *An.mediopunctatus* : Assez commun en forêt, exophage (DEGALLIER, 1978), il ne présente pas une anthropophilie marquée (FAURAN, 1961) ; FLOCH et al. (1951) considèrerait que cette espèce ne jouait aucun rôle en Guyane, bien qu'elle ait été trouvée infectée en Colombie (FERRER, 1956 in FORATTINI, 1962).

- *An.oswaldoi* : Assez commun dans l'intérieur (FAURAN, 1961), son rôle fut mis en cause au Placer Isnard en 1942 (FLOCH, 1947 in MOLEZ, 1976). Au Surinam, où il est très commun, on le trouve toujours en faible nombre (PAJOT, 1976).
- *An.eiseni* : Très zoophile, sa femelle ne vient qu'exceptionnellement sur appât humain (FORATTINI, 1962).
- *An.intermedius* et *An.triannulatus*, assez rares, ne semblent pas devoir intervenir.

Si les espèces citées ci-dessus ne paraissent jouer actuellement aucun rôle dans la transmission du paludisme en Guyane, *An.(Kerteszia) neivai*, dont les larves se développent dans les broméliacées épiphytes et qui est rencontré dans l'intérieur le long des rivières (FLOCH et ABONNENC, 1951 ; FAURAN, 1961 ; PAJOT in DIGOUTTE, 1976), pourrait intervenir dans la transmission du paludisme dans les zones forestières, en particulier sur le Haut Oyapock où son rôle a été évoqué dans la région de Trois Sauts (PAJOT in DIGOUTTE, 1976). En Guyane, cette espèce paraît être assez anthropophile et s'attaque à l'homme en plein jour (PAJOT in DIGOUTTE, 1976). Elle serait vectrice en Colombie où elle a été trouvée infectée (REY et al in FLOCH, 1951).

En dernier lieu, compte tenu des travaux réalisés dans les pays entourant la Guyane française, il nous faut citer *An.(Nyss.) nunez-tovari* GABALDON, 1940. Présente en Guyane (FLOCH et ABONNENC, 1951), cette espèce a été trouvée infectée en Colombie (REY et al, 1947 in FORATTINI, 1962) et au Vénézuëla (GABALDON, 1959 in FORATTINI, 1962).

C'est actuellement le vecteur principal dans la région paludéenne occidentale du Vénézuëla ; il est anthropophile et présente une forte tendance à se reposer à l'extérieur des habitations, ce qui lui permet d'échapper aux conséquences des pulvérisations intradomiciliaires (PAJOT, 1976).

Au Surinam, où son aire de répartition s'est étendue et où sa densité a augmenté ces dernières années, son rôle a été suspecté dans la région des lacs Brokopondo ; il est devenu dans ce pays l'anophèle anthropophile le plus fréquent dans les régions montagneuses (PANDAY, 1977).

En Guyane, on le rencontre dans l'intérieur le long des fleuves (FAURAN, 1961), on peut le récolter sur homme à l'intérieur des habitations (PAJOT in DIGOUTTE, 1976).

Cette espèce n'intervient pas actuellement dans la transmission du paludisme en Guyane, mais son extension au Surinam, dans une région proche du Maroni, pourrait rapidement augmenter son importance dans la transmission du paludisme le long de ce fleuve.

CHAPITRE II

PRESENTATION *D'ANOPHELES (NYSS.) AQUASALIS* C. 1932
ET DE LA ZONE D'ETUDE CHOISIE

2.1. PRESENTATION D'*ANOPHELES AQUASALIS*.

2.1.1. DESCRIPTION.

+ Caractères du sous-genre *Nyssorhynchus* BLANCHARD, 1902.

Au sein de la famille des Culicidae, la sous-famille des Anophelinae comprend, en Amérique du Sud, deux genres. :

- *Chagasia* CRUZ, 1906
- *Anophèles* MEIGEN, 1818

qui, d'une façon simplifiée, se distinguent par la présence chez l'adulte d'un scutellum trilobé (*Chagasia*) ou arrondi (*Anophèles*) et chez la larve par la présence de soies palmées dont les éléments sont en forme de raquettes (*Chagasia*) ou non (*Anophèles*) (GORHAM, 1973).

Les adultes du sous-genre *Nyssorhynchus* se différencient des autres Anophèles par les caractères suivants :

- les segments abdominaux II et VII présentent généralement des touffes latéro-postérieures d'écailles larges ;
- les tergites abdominaux présentent des écailles blanches ou jaunâtres ;
- la sixième nervure longitudinale est blanche avec une tache sombre à chaque extrémité ;
- les segments III, IV et V des tarses postérieurs sont soit totalement blanc, soit présentent un petit anneau basal sombre.

L'hypopygium des mâles présente une seule épine parabasale, deux épines accessoires insérées entre la précédente et l'épine interne. Les lobes dorsaux des claspettes sont fusionnés, les lobes ventraux restant séparés et portant des appendices rubannés.

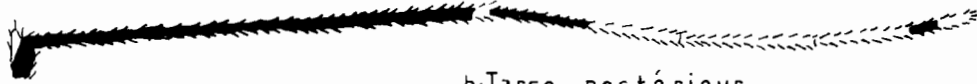
Chez les larves, les touffes de soies palmées abdominales ne sont pas dentées sur les bords et les grandes soies latérales des segments abdominaux sont simples (FLOCH et ABONNENC, 1951 ; FORATTINI, 1962).

+ Caractères morphologiques différentiels d'*An.aquasalis*.

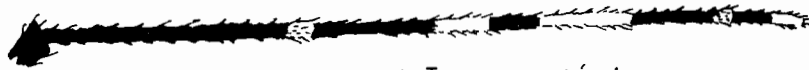
L'adulte femelle présente des palpes dont le segment terminal (V) est blanc, l'avant-dernier (IV) noir aux extrémités et blanc au milieu, les segments II et III étant noirs avec des écailles blanches éparses et présentant un anneau blanc à l'extrémité apicale.



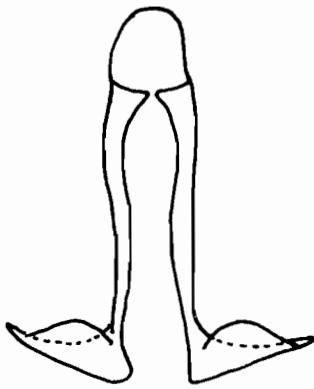
a: Aile



b: Tarse postérieur

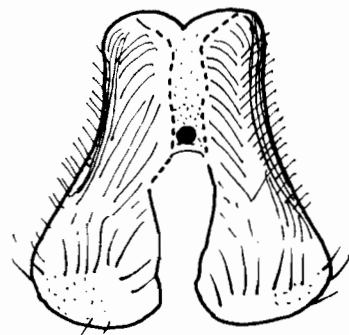
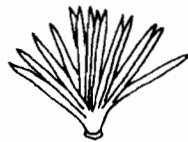


b: Tarse antérieur

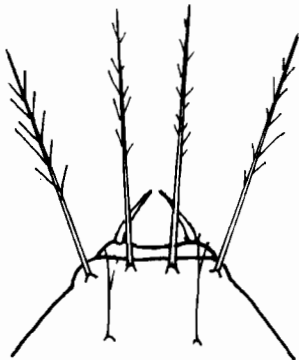


mesosome

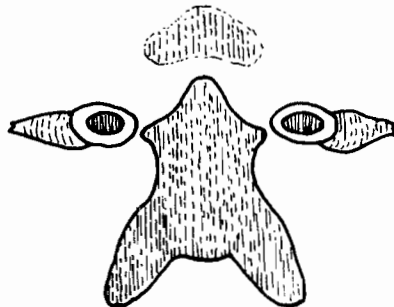
c

fusion dorsale du
lobe des harpagones

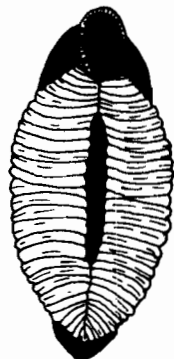
e: soie prothoracique interne



d: soies clypeales



f: plaque interspiraculaire



g: oeuf

(a,b,d et f d'après GORHAM, c d'après FORATTINI et FLOCH et ABONNENC, e et g d'après FLOCH et A.)

FIGURE 1bis: CARACTERES MORPHOLOGIQUES

La tache B2 de l'aile (voir Fig.1bis:a.) est plus grande que la tache préhumérale noire qui la précède ; alors que la tache sous-costale est plus petite que la tache noire qui la précède. La surface claire de l'aile est de couleur jaunâtre.

Le premier segment des tarses antérieurs possède des écailles blanches et noires mélangées et un anneau blanc apical, le segment II est noir avec le tiers apical blanc, le III blanc avec le tiers basal noir, le IV entièrement noir, le V est soit entièrement noir soit avec le tiers où la moitié apical blanc.

Le deuxième segment des tarses postérieurs possède une partie basale noire occupant 40 à 50% environ de la longueur du segment ; les segments III et IV sont entièrement blancs alors que le cinquième présente un anneau basal noir (Fig.1bis:b).

L'hypopygium du mâle présente une fusion dorsale des lobes des harpogones, pileuse à la base et à l'apex ; la plaque préapicale est nettement circulaire ; le mesosome est sans folioles (Fig.1bis:c).

- La larve est caractérisée par des soies clypéales internes bien séparées, la distance entre elles étant presque aussi grande que celle qui les sépare des soies externes ; les internes et les externes portent de nombreuses ramifications simples sur leur moitié apicale (Fig.1bis:d). Les soies prothoraciques internes du groupe dorsal antérieur submédian sont palmées (Fig.1bis:e) avec des branches aplaties en folioles.

Les plaques postérieures de l'appareil respiratoire sont munies de deux ailettes latérales relativement courtes (Fig.1bis:f).

- La forme d'oeuf, la plus commune en Guyane, est munie d'une collerette antérieure avec des flotteurs reliés aux deux extrémités mais qui laissent apparaître une étroite bande de chorion sur la ligne médiane dorsale (FLOCH et ABONNENC, 1951 ; FORATTINI, 1962 ; GORHAM et al, 1973).

2.1.2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE.

L'aire de répartition de cette espèce s'étend (carte N°3), de l'Etat de Sao-Paulo, au Brésil, sur le littoral atlantique de l'Amérique du Sud, au golfe de Guayaquil, en Equateur, sur le littoral pacifique, en passant par Trinidad, les petites Antilles et les Etats du Panama et du Costa-Rica en Amérique centrale (FORATTINI, 1962).

Son aire de répartition étant liée à la teneur en chlorure de

sodium de ses gîtes larvaires potentiels, *An.aquasalis* est un anophèle essentiellement littoral, néanmoins, au Brésil, où il est présent dans 15 états fédéraux (RACHOU, 1958), il a été rencontré loin dans l'arrière pays, lorsque la salinité du sol le permettait : à 252km de la mer et à 750m d'altitude dans l'Etat de Pernambuco (LUCENA, 1946), à des distances de plusieurs dizaines de km de la mer, dans les états de Paraíba, Alagoas, Ceara et Para (LUCENA, 1946 ; BEZERRA, 1956, DEANE, CAUSEY et DEANL, 1948 in FORATTINI, 1962).

Espèce la plus anciennement connue en Guyane française, où elle avait été signalée sous le nom de *Cellia albimana* (THEZE, 1916 et LEGER, 1918 in FLOCH et ABONNENC, 1947) et de *An.tarsimaculatus* (SENEVET, 1934 ; SENEVET et ABONNENC, 1938 in FLOCH et ABONNENC, 1947), *An.aquasalis* est l'espèce la plus couramment rencontrée sur le littoral (FLOCH et al, 1947 ; FAURAN, 1961 et Ch. I, § 1.2.3.1.). Le long des fleuves on ne la rencontre que jusqu'à Saint-Jean sur le Maroni, jusqu'à Saut Maripa sur l'Oyapock et jusqu'à Saut Tigre sur le Sinnamary. On peut le rencontrer dans la ville de Cayenne (FLOCH et al 1943).

2.1.3. ROLE VECTEUR EN AMERIQUE DU SUD.

Les capacités vectrices d'*An.aquasalis* varient à l'intérieur de son aire de répartition. Au Brésil, où il a été trouvé naturellement infecté dans 12 états fédéraux (Para, Amapa, Maranhao, Ceara, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Rio de Janeiro, Guanabara et Sao-Paulo ; FERREIRA, 1964) et où il est considéré comme vecteur primaire, il transmet le paludisme sur la côte sauf dans la partie située au Sud du Tropique du Capricorne (PAJOT, 1976). Son importance épidémiologique diminue le long de la côte atlantique de l'Amérique du Sud à mesure que l'on monte vers le Nord.

Si FLOCH et ABONNENC (1943) ont pu l'infecter expérimentalement, il n'a jamais été trouvé naturellement infecté en Guyane française, où il était jusqu'à présent considéré comme vecteur primaire compte tenu de sa densité et de l'existence de cas de paludisme autochtones en pleine ville de Cayenne en l'absence d'*An.darlingi* (FLOCH et ABONNENC, 1943) ; plus récemment, dans les années 60, après le succès apparent des premières campagnes d'éradication, le rôle d'*An.aquasalis* fut suspecté : il aurait été à l'origine des cas de paludisme à *Plasmodium vivax*, apparus en 1969 dans le village de Pariacabo près de Kourou (GOARANT, 1970).

Au Surinam où il était considéré comme vecteur dans la région côtière, des études récentes (PANDAY, 1974) tendraient à infirmer cette



CARTE 3: Distribution géographique d'Anopheles aquasalis

hypothèse, les taux de parité relevés dans cette espèce étant très bas pendant la majeure partie de l'année.

En Guyane anglaise, il n'avait pas un rôle vecteur autre qu'accidentel avant les campagnes d'éradication d'*An. darlingi*, le paludisme étant absent des zones où *An. aquasalis* était abondant (GIGLIOLI, 1963) ; ultérieurement son rôle fut mis en cause lors d'une épidémie de paludisme à *P. vivax* sur les rives de l'estuaire de la Demerara en 1961-1962 (GIGLIOLI, 1963). Cette épidémie aurait été facilitée par un changement de comportement d'*An. aquasalis* qui, de zoophile, serait devenu anthropophile parallèlement à l'augmentation de la population humaine et à la baisse du nombre d'animaux domestiques. Actuellement il n'intervient dans aucune des zones où sévit le paludisme, dans ce pays (PAJOT, 1976).

Au Vénézuéla, où de façon similaire son rôle fut mis en cause de façon ponctuelle (MORALES, 1961), il n'intervient pas actuellement dans la transmission du paludisme (PAJOT, 1976).

A Trinidad, où DE VERTEUIL (1937) le trouva naturellement infecté, il était considéré comme un vecteur épisodique (SENIOR-WHITE, 1952). Considéré comme un vecteur potentiel à Tobago, Saint-Vincent, Sainte-Lucie et Grenade, il fut trouvé naturellement infecté dans ces deux dernières îles par EARLE (1936 in FLOCH et al, 1943).

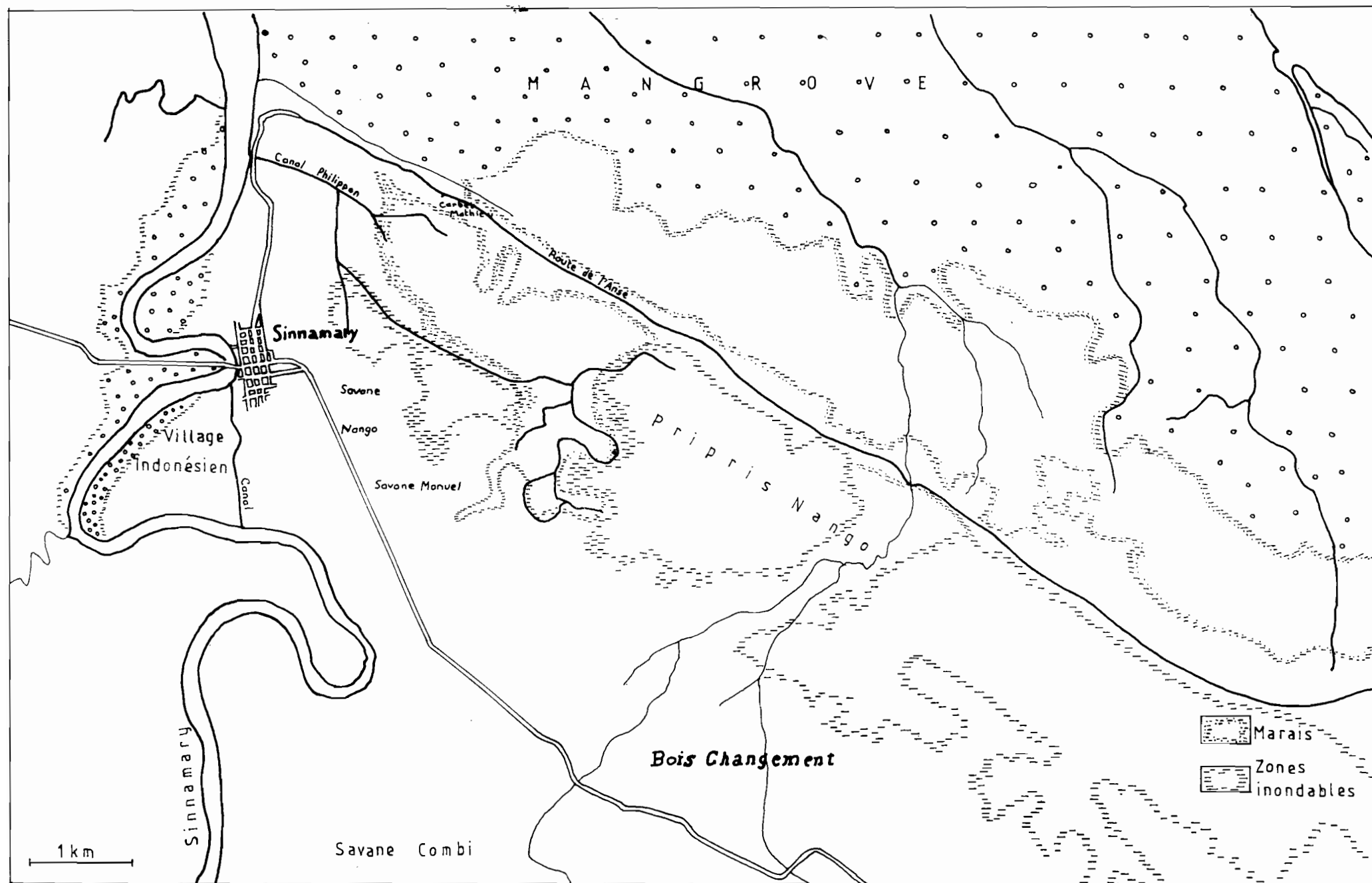
En Amérique centrale, Colombie et Equateur, il n'aurait qu'un rôle secondaire (FORATTINI, 1962).

2.2. LA REGION DE SINNAMARY.

2.2.1. PRESENTATION GENERALE.

Sinnamary est une petite localité d'un peu plus de 2000 habitants, située sur la rive Sud-Est de la rivière Sinnamary, à 100km environ de Cayenne.

Située sur les "terres basses", la ville est bordée à l'Est par une vaste zone de savanes (voir carte N°4), elles-mêmes limitées au Sud par la forêt et au Nord par une vaste étendue de marais qui se poursuivent, par delà la Route de l'Anse, jusqu'à la mer, par une mangrove très étendue. Ancienne région d'élevage, elle fait l'objet actuellement d'un effort de mise en valeur agricole.



CARTE 4: LA REGION DE SINNAMARY

2.2.2. LE PALUDISME A SINNAMARY.

On constate d'après la figure 1, où nous avons indiqué le pourcentage mensuel des cas de paludisme relevés à Sinnamary pendant la période 1973-1977 (Institut Pasteur de la Guyane française, 1978, comm.pers.) et la pluviométrie mensuelle moyenne pour la période 1974-1977, que les poussées épidémiques ont lieu à Sinnamary lors du "petit été de Mars" et en fin de saison sèche (Octobre-Novembre) ; l'épidémiologie du paludisme à Sinnamary est donc tout à fait similaire à ce qu'elle est dans le département tout entier.

Au cours de ces années, deux zones ont été à l'origine de la majorité des cas : les savanes Manuel et Combi (carte N°3). La quasi-totalité des cas ont été imputables à *P.falciparum*.

2.2.3. PRESENCE D'*AN.AQUASALIS* DANS LA VILLE DE SINNAMARY.

La présence d'*An.aquasalis* dans la ville de Sinnamary est connue depuis longtemps (FLOCH et al, 1943, 1947) ; compte tenu des densités élevées rencontrées pour cette espèce dans la région de Sinnamary et en particulier sur la Route de l'Anse (voir § suivant), il était courant en Guyane d'imputer à *An.aquasalis* l'origine des cas de paludisme apparaissant dans cette ville.

Parallèlement à notre étude de l'écologie d'*An.aquasalis*, afin de vérifier la prédominance de cette espèce, nous avons entrepris deux enquêtes visant à déterminer l'importance relative des différents anophèles dans la ville de Sinnamary, au cours des deux saisons principales.

Lors de chacune de ces études, trois équipes de deux captureurs étaient disposées en différents points de la ville et à sa périphérie. Nous avons obtenu les résultats suivants :

- En saison des pluies, les anophèles représentaient 31,4% du total des moustiques capturés (1576/5013), *An.aquasalis* prédominait avec 57,1% de l'ensemble des anophèles, suivi par *An.braziliensis* (42,2%) ; *An.darlingi* représentait moins de 1% des captures anophéliennes. Nous avons pu remarquer qu'il existait un gradient local de densité entre les deux anophèles principaux : *An.aquasalis* prédominait dans le quartier situé au Nord-Est, entre le fleuve et les marais ainsi que dans le village indonésien, alors qu'*An.braziliensis* prédominait dans la partie Sud de la ville, en bordure de forêt.

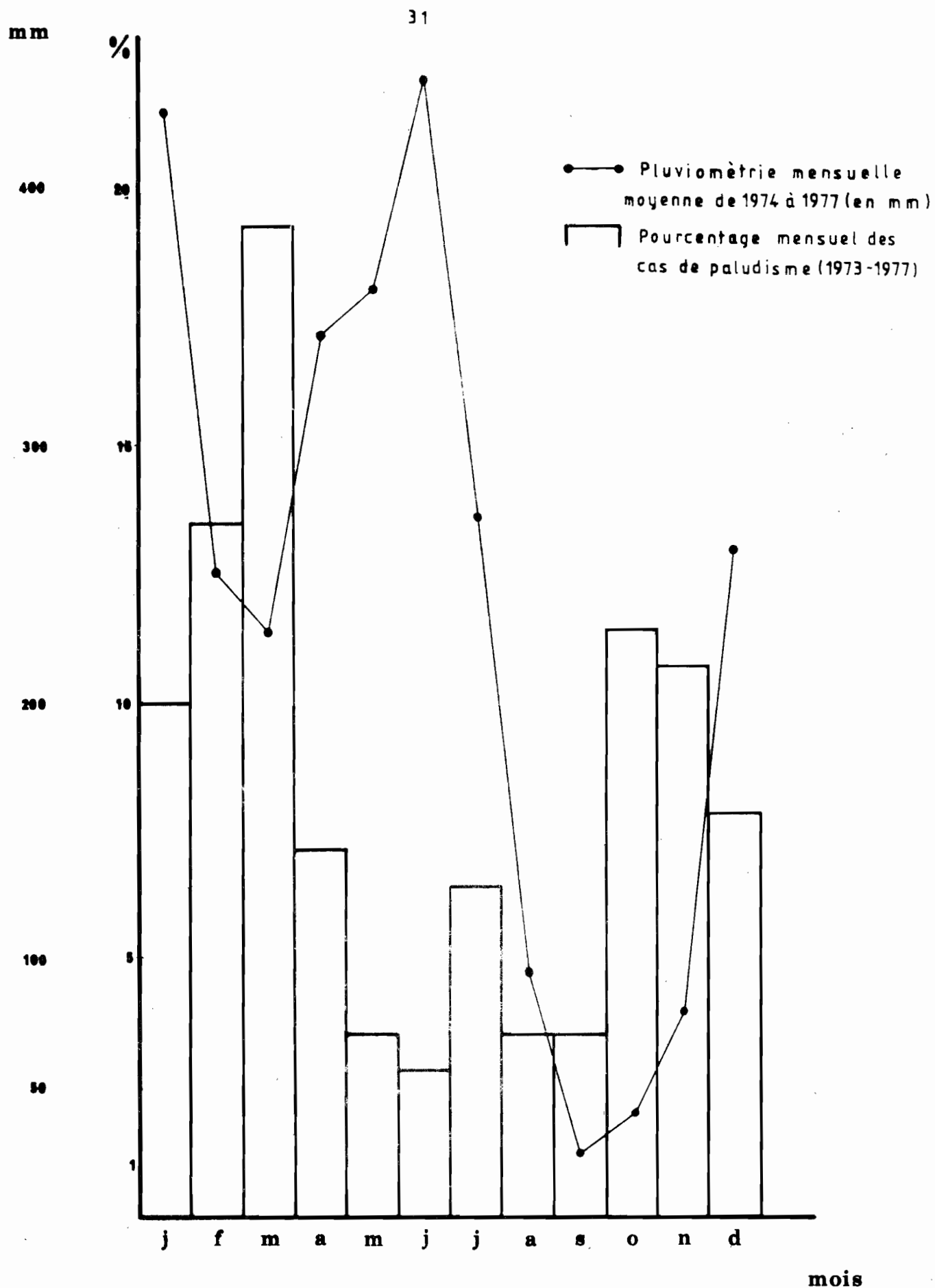


Fig.1: Relation entre paludisme et pluviométrie à Sinnamary

- En saison sèche, les anophèles représentaient 22,9% du total des moustiques capturés ; *An.braziliensis* fut capturé en plus grand nombre qu' *An.aquasalis* (471/430). Au point de vue épidémiologique, le fait le plus intéressant réside dans l'importance des captures d'*An.darlingi*, celui-ci représentant 17,5% du total des anophèles récoltés, ce pourcentage atteignant même, en certains points, 32%. Malgré le caractère limité dans le temps de ces deux enquêtes, on peut constater que si *An.aquasalis* est bien l'anophèle le plus fréquemment capturé en saison des pluies, il n'en est pas de même en saison sèche ; pendant celle-ci, *An.darlingi* peut être capturé en tout point de la ville. Ce résultat infirme donc l'hypothèse selon laquelle les cas de paludisme apparaissant à Sinnamary devaient nécessairement être rapportés à *An.aquasalis*.

2.2.4. CHOIX ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.

- Choix de la zone d'étude.

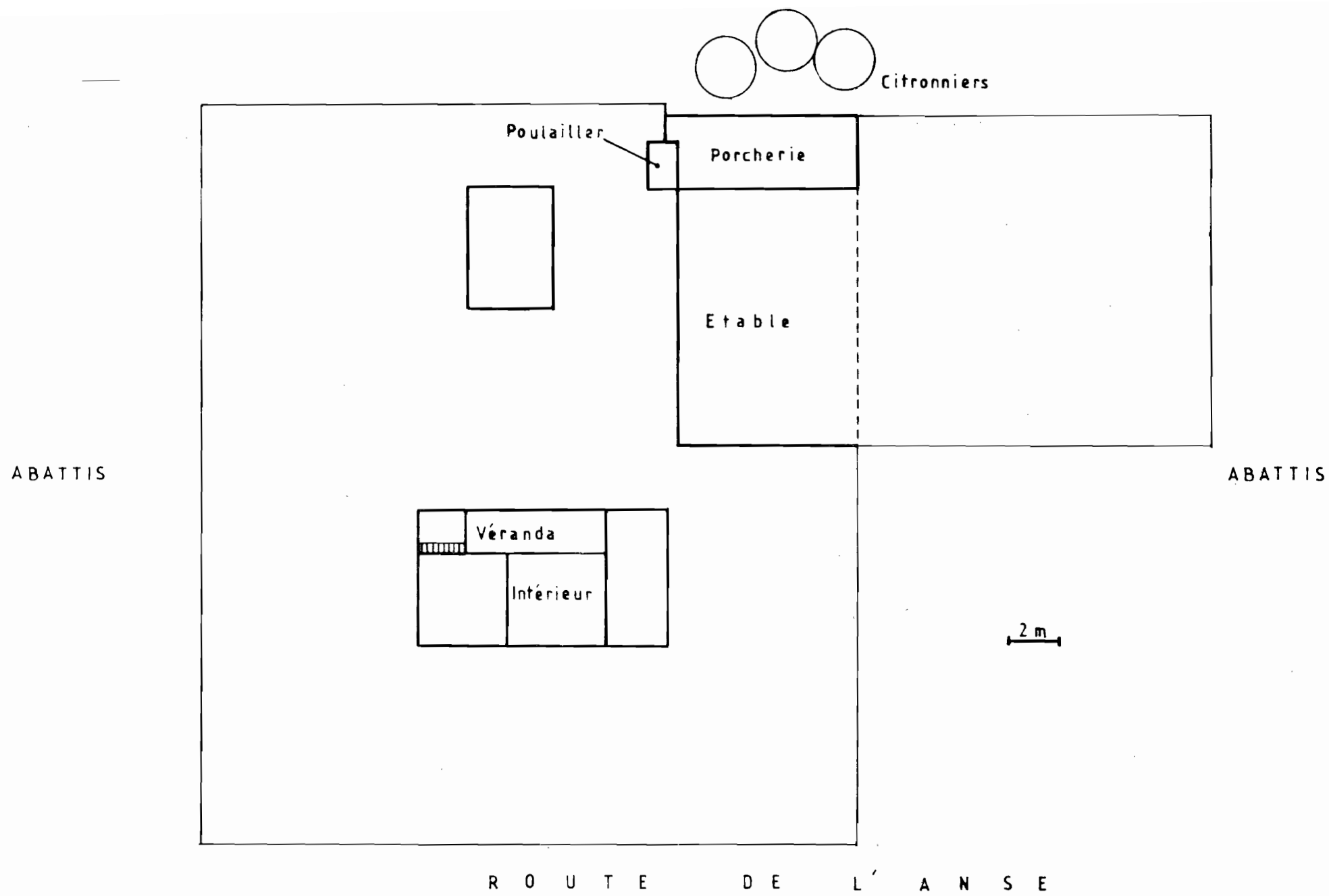
Si *An.aquasalis* n'est pas le seul vecteur potentiel présent dans la ville de Sinnamary, il n'en est pas de même au niveau de la route de l'Anse (carte 3) : lors de onze séances de captures de 24h, réalisées en 1974-1975 sur cette piste (PAJOT et al, 1978 ; comm.pers.), sur un total de 26801 moustiques capturés, 65% étaient des *An.aquasalis* ce qui représentait 96,8% des anophèles, *An.darlingi* et *An.braziliensis* entraient seulement pour 1,8% et 0,47% dans le total des captures. On notera que les densités d'*An.darlingi* varient beaucoup, suivant les captures et les années.

Compte tenu des chiffres précédents, il était intéressant d'étudier l'écologie d'*An.aquasalis* au niveau de la route de l'Anse d'autant plus que nous avons la possibilité d'utiliser sur cette route une propriété appartenant à un habitant de Sinnamary, la propriété Mathieu, à la fois comme base et comme site d'étude.

- Description : La route de l'Anse et la propriété Mathieu.

La route de l'Anse est située sur un cordon littoral sableux qui sépare deux étendues de terres basses inondées ou inondables.

Du point de vue géologique, l'ensemble de la zone d'étude correspond à des terrains quaternaires marins et subcontinentaux appartenant à la série de Demerara (argiles-vases) pour les terrains situés à gauche de la route (côté mer) et à la série de Coswine (sables-argiles) pour les terrains situés à droite de la route, cette dernière servant de limite pour ces deux séries.



PLAN 1: PROPRIETE MATHIEU

De part et d'autre de la route, les zones sableuses sont couvertes par une forêt sèche plus ou moins secondarisée.

L'essentiel de l'étude qui sera exposée au chapitre suivant a été réalisée à l'intérieur de la propriété Mathieu, située à 3,4km du bourg de Sinnamary, sur le côté droit de la route.

Cette propriété dont la partie clôturée s'étend sur un hectare se compose (plan 1) :

- d'une maison créole en bois ou "carbet" de 40m² où eurent lieu les captures intérieur/véranda, effectuées dans le cadre de l'étude du cycle d'activité, ainsi que les captures et recaptures nécessaires à la détermination de la durée du cycle gonotrophique,
- d'un abri sans fonction définie, situé au centre de la propriété,
- d'une étable de 70m², en planches, prolongée par un enclos de 250m² ; elle abrite, la nuit un nombre variable de boeufs sur la trentaine appartenant au propriétaire,
- d'une porcherie de 25m², en planches et plaques de tôle, abritant un nombre variable de porcs,
- d'un poulailler en planches.

Derrière la propriété s'étend une petite plantation de citronniers puis une cocoteraie, au centre de laquelle eurent lieu les captures sur homme, en extérieur. La propriété est bordée de chaque côté par des "abattis", petits champs où pousse du manioc.

Bien que cette propriété ne soit plus habitée, elle est maintenue dans un état proche de celui des propriétés habitées de la route de l'Anse, par le propriétaire qui vient y passer, chaque jour, quelques heures.

CHAPITRE III

ECOLOGIE *D'ANOPHELES (NYSS.) AQUASALIS* C. 1932

1) ETUDE DES VARIATIONS SAISONNIERES DE DENSITE D'ANOPHELES AQUASALIS AU MOYEN DE PIEGES LUMINEUX "C.D.C. MINIATURE LIGHT TRAP"

1.1. INTRODUCTION.

L'évaluation des potentialités vectrices d'un anophèle susceptible de transmettre le paludisme, nécessite la connaissance des variations saisonnières de densité de cet anophèle et la mise en évidence de leurs relations avec les changements de conditions climatiques au cours de l'année.

Les problèmes particuliers soulevés par l'emploi de captureurs en Guyane Française et les contraintes découlant des diverses orientations d'un Laboratoire de Recherche au niveau de la disponibilité du personnel, nous ont amené à envisager l'utilisation de pièges lumineux pour étudier les variations saisonnières de populations d'*An. aquasalis*. Avant d'exposer les résultats obtenus, nous allons tenter d'explicitier ce choix.

1.2. PROBLEMES SOULEVES PAR L'UTILISATION DES PIEGES LUMINEUX.

1.2.1. L'UTILISATION DES PIEGES LUMINEUX DANS LE CADRE DE L'ETUDE DES VARIATIONS DE DENSITE ANOPHELIENNE.

Utilisés à partir de 1928, pour la collecte mécanique des moustiques, par HEADLEE (in SERVICE 1977), les pièges lumineux permirent, dès 1944, à PRITCHARD et PRATT (in BREELAND, 1972) de suivre les variations de densité d'*An. albimanus* à Porto-Rico. Depuis cette époque de nombreux auteurs ont évalué leurs possibilités d'emploi pour ce type d'études.

Après les travaux de BARR, SMITH et BOREHAM (1960 in CHANDLER, 1976) et d'ODETOYINBO (1969), qui montra que l'efficacité maximum d'un piège était obtenue en plaçant celui-ci à proximité immédiate de l'hôte ou des hôtes de l'anophèle étudié, COZ et al. (1971), en Haute Volta, montrèrent que le rendement des pièges établis dans les maisons était d'autant plus important

que les espèces étaient endophages et exophiles ; les pièges lumineux permettaient ainsi de suivre les variations saisonnières d'*An.gambiae*. En République du Congo, où CARNEVALE et Le PONT (1973) puis CARNEVALE (1974) utilisèrent les pièges C.D.C. pour évaluer les variations de densité anophélienne, les pièges C.D.C traduisaient bien les variations de densité et du taux de parité⁽¹⁾ d'*An.nili* et indiquaient une densité, par maison, comparable à celle obtenue en chasse de nuit.

Au Kenya, CHANDLER et al. (1976) conclurent à l'utilité des pièges lumineux pour suivre les variations saisonnières des moustiques de la Plaine de Kano ; dans ce même pays JOSHI et al. (1978) purent montrer que la distribution saisonnière d'*An.gambiae* et d'*An.funestus*, déterminée à partir des récoltes aux pièges lumineux, était similaire à celle déterminée à partir des récoltes sur sujets humains.

Sur le continent Américain, BREELAND (1972-1974) utilisa les pièges lumineux pour suivre les variations de densité d'*An.albimanus* et au Surinam PANDAY (1974) utilisa les pièges C.D.C. pour étudier la faune culicidienne de la Fernandesweg et suivre en particulier les variations de densité et du taux de parité d'*An.aquasalis*.

1.2.2. FACTEURS POUVANT MODIFIER L'EFFICACITE DES PIEGES LUMINEUX.

Du fait de leur principe, l'utilisation des pièges lumineux est limitée aux espèces attirées par la lumière. Cette attraction dépend d'une part de la situation du piège par rapport aux sources de nourriture des anophèles étudiés (ODETOYINBO 1969, COZ 1971, CHANDLER 1976, PAJOT 1977) et d'autre part de facteurs découlant de la nature même du piège : intensité lumineuse et spectre d'émission de la lampe (SERVICE 1977) et surtout du contraste existant entre la luminosité ambiante (déterminée par la lune et la couverture nuageuse) et la lumière émise par le piège (PROVOST, 1959 in BOWDEN, 1973).

De nombreux facteurs vont donc intervenir pour modifier l'attraction des moustiques vis à vis des pièges lumineux et compliquer l'interprétation des résultats. Parmi ces facteurs, la lune est celui dont l'influence est la plus importante, la quantité de lumière provenant de la lune variant en fonction des phases de cet astre, de la durée pendant laquelle il se trouve au-dessus de l'horizon et de son élévation par rapport à celui-ci. BOWDEN (1973) propose, pour tenir compte de ce facteur, de corriger les chiffres de captures à l'aide de tables donnant la quantité de lumière lunaire reçue en fonction de l'époque de l'année pour toute localité située entre le 10°N. et le 10°S., mais ce travail ne résoud pas le problème de la nébulo-

(1) taux de femelles ayant pondu.

sité. Les variations d'intensité de la lumière lunaire peuvent d'autre part avoir une influence sur l'activité des moustiques indépendamment de la présence des pièges lumineux ; la plupart des auteurs notent un accroissement de l'activité des anophèles en période de pleine lune (BIDLINGMAYER, 1964, 1971, 1974 ; SERVICE, 1977).

Les effets de ces variations de luminosité ambiante peuvent être atténués en plaçant les pièges lumineux à proximité d'une canopée forestière (BIDLINGMAYER, 1974), sous le couvert végétal, dans une maison ou une étable ; toutes ces situations augmentant le contraste existant entre la lumière ambiante et celle du piège.

Pour tenir compte des différents facteurs de variabilité pouvant intervenir ISHII et al. (1975 in SERVICE, 1977) ont proposé des méthodes d'analyse et de calcul de l'erreur relative intervenant lors de l'évaluation des récoltes provenant des pièges lumineux.

Pour ce qui est du protocole à suivre lors de l'étude des variations de densité au moyen de pièges lumineux, MAKIYA (1975) considère que si les captures ont lieu trois nuits de suite, par semaine, cela suffit pour approcher, avec une approximation de 90%, la courbe qui aurait été obtenue en effectuant des captures quotidiennes.

L'évaluation des variations de densité d'une espèce au cours du temps allant de pair avec l'étude des variations du taux de parité les auteurs ont cherché à établir dans quelle mesure les récoltes au piège lumineux reflétaient la composition réelle en âge de la population étudiée : COZ (1971) notait en Haute Volta une attraction particulière des jeunes femelles d'*An. funestus* alors que CARNEVALE (1974), au Congo, remarquait que, si les pièges C.D.C. avaient bien traduit les variations du taux de parité d'*An. nîli*, l'échantillon qu'ils avaient fourni était toujours significativement plus âgé que celui provenant des captures sur hommes. En Guyane française les récoltes d'*An. braziliensis* et d'*An. darlingi*, provenant des pièges lumineux, présentaient un excès de femelles nullipares par rapport aux récoltes sur homme (PAJOT, 1977_b).

1.2.3. REPONSE D'*AN. AQUASALIS* AUX PIEGES LUMINEUX EN GUYANE FRANCAISE.

PAJOT et al. (1977_b) ont évalué l'efficacité des pièges lumineux C.D.C. Miniature light trap vis-à-vis des trois principaux anophèles du

littoral guyanais : *An.darlingi*, *An.aquasalis* et *An.braziliensis*.

D'une façon générale l'efficacité des pièges pour une espèce était d'autant plus grande que le piège était placé à proximité de l'hôte préféré de cette espèce, en l'occurrence les bovidés pour *An.aquasalis*. Les pièges ne prenaient aucune femelle gravide et très peu de femelles gorgées ; à ce sujet, il semblerait que les femelles gorgées soient davantage interceptées qu'attirées par les pièges. En extérieur, l'influence de la lumière lunaire sur les récoltes d'*An.aquasalis* est très nette, sans éclairage lunaire les récoltes de cet anophèle étaient dix fois plus abondantes qu'en période de pleine lune. Compte tenu du fait, noté à partir des résultats des captures sur homme, que les femelles agressives d'*An.aquasalis* ne présentent pas une activité plus prononcée lorsque les nuits sont claires, on peut considérer que la diminution des récoltes en périodes de nuits claires est due à l'atténuation relative de la brillance du piège.

Dans les étables, il n'y avait pas de différences significatives pour les récoltes d'*An.aquasalis* entre les nuits claires et les nuits sombres. A l'extérieur et sur la véranda le nombre d'*An.aquasalis*, pris sur homme, a toujours été supérieur à celui pris au piège lumineux ; mais les auteurs ont pu remarquer lors de l'emploi simultané d'un captureur et d'un piège sur véranda, que le nombre d'*An.aquasalis* capturés était nettement supérieur à celui trouvé lorsque soit le piège soit l'homme étaient seuls.

Compte tenu de ces résultats mettant en évidence l'attractivité des pièges lumineux pour *An.aquasalis* et du caractère positif des différentes études de densité entreprises au moyen de pièges lumineux ces dernières années, il était envisageable d'utiliser les pièges "C.D.C. Miniature light trap" (SUDIA et CHAMBERLAIN, 1962) du laboratoire pour suivre les variations de densité d'*An.aquasalis* en Guyane française.

1.3. PROTOCOLE UTILISE.

Afin de minimiser l'effet des variations d'intensité de la lumière lunaire et de multiplier la fréquence des séances de piégeage dans des limites compatibles avec les nécessités du laboratoire, nous avons adopté à partir du mois de Février 1977 le protocole suivant :

- Trois séries (de deux nuits successives) de capture ont été effectuées chaque mois au niveau du carbet Mathieu. Nous nous sommes efforcés de réaliser une des captures mensuelles en nouvelle lune et les deux autres dans l'intervalle compris entre le dernier quartier et le premier quartier. La disponibilité des véhicules et des batteries a parfois altéré cette syn-

chronisation avec les phases lunaires.

- Lors de chaque capture, trois pièges lumineux C.D.C. Miniature light trap ont été utilisés :

+ Le premier (LT1) était placé face au carbet Mathieu, de l'autre côté de la route, à 10m de celle-ci, sous le couvert végétal arbustif ; cette situation le plaçait donc entre les gîtes (voir Fig.5) et le carbet Mathieu.

+ Le second (LT2) était placé à 150m du carbet, sous le couvert végétal, à droite de la route, dans la direction de Kourou. Cette situation correspondait à l'emplacement utilisé lors des tests insecticides.

+ Le troisième (LT3) placé derrière le carbet Mathieu, sous un citronnier, se trouvait à un mètre de l'entrée de la porcherie et donc à proximité immédiate de celle-ci et de l'étable (voir plan).

- Les trois pièges, placés à 60cm environ du sol, étaient mis en marche à 18h et retirés à 6h le lendemain.

- Nous nous sommes efforcés de toujours utiliser le même piège au même emplacement pour éviter l'intervention de facteurs liés à des variations de vitesse de rotation du moteur ou de brillance de l'ampoule.

- Les récoltes provenant des pièges étaient triées après le retour au laboratoire ; le nombre d'*An. aquasalis* était compté et un échantillon de femelles était prélevé au hasard pour les dissections ultérieures. Celles-ci ont porté sur 26 lots de $\pm$ 100 femelles provenant des récoltes effectuées avec le piège LT3.

Au cours de toutes les dissections effectuées dans le cadre de notre étude de l'écologie d'*An. aquasalis*, nous avons déterminé la parité de chaque femelle en utilisant simultanément les méthodes de DETINOVA (1963) : observation, après dessiccation d'un des ovaires, de la présence ou de l'absence de pelotons trachéolaires, et de POLOVODOVA (1949 in DETINOVA, 1963) : dilacération du second ovaire et examen des funicules pour rechercher les dilatations et les reliques de ponte.

1.4. RESULTATS

1.4.1. RAPPEL DES TRAVAUX ANTERIEURS.

Si de nombreux auteurs ont cherché à déterminer les paramètres du cycle d'agressivité des femelles d'*An. aquasalis* et à évaluer son anthropophilie (voir Ch. III, paragraphe 3.3.), les variations saisonnières de densité de cet anophèle ont fait l'objet de peu d'études.

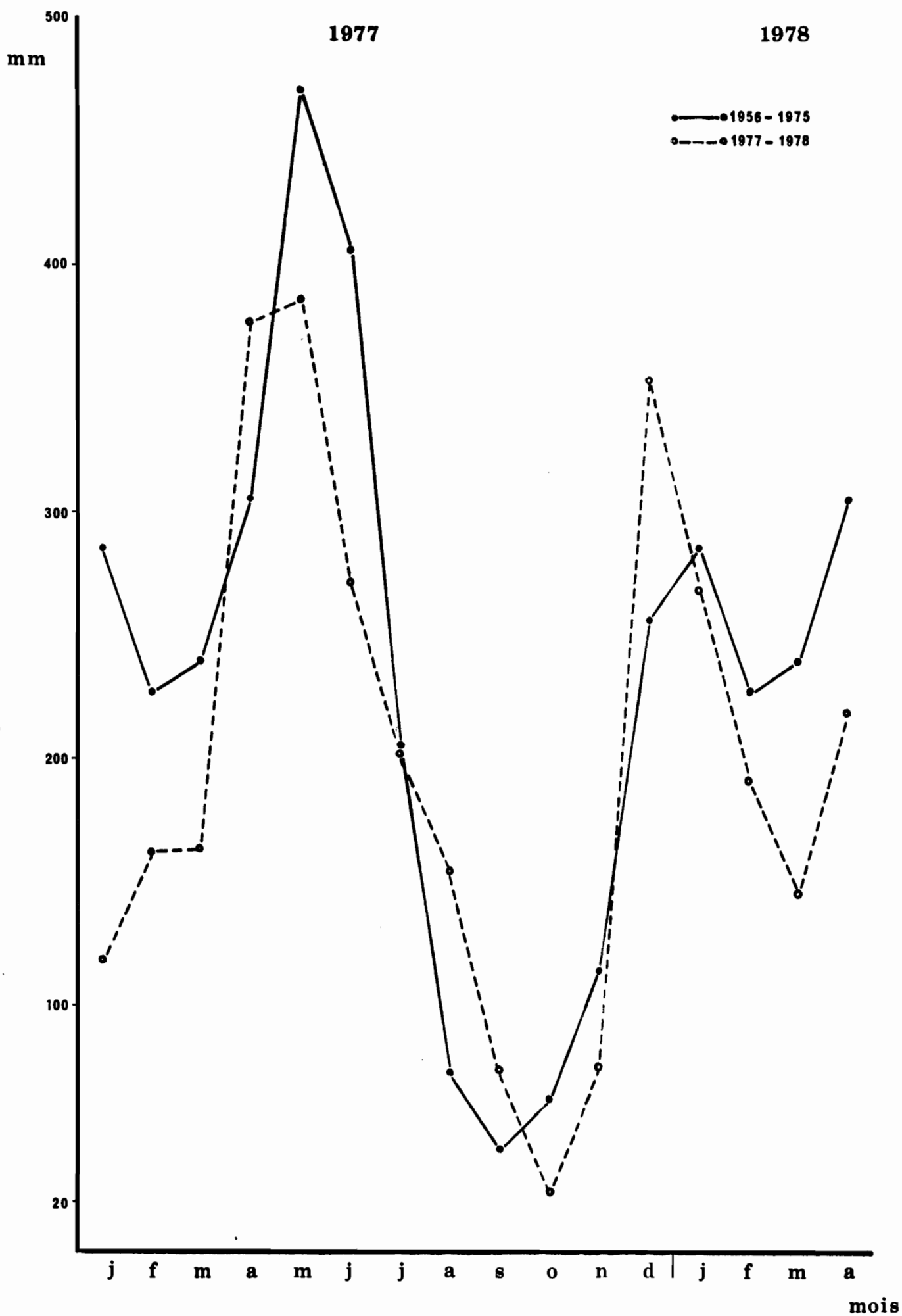


Fig.2: Pluviométrie à Sinnamary

Au Brésil la densité d'*An. aquasalis* subit des variations saisonnières en relation avec le régime des pluies (FORATTINI, 1962) ; ce phénomène est accentué dans les états du Nord-Est où les périodes de sécheresse sont plus marquées ; dans ces régions, par rapport aux différentes espèces anophéliennes, *An. aquasalis* prédomine de Janvier à Juin ; au delà, les autres espèces en particulier *An. albitarsis*, forment l'essentiel des récoltes (LUCENA, 1946). Toujours dans le Nord-Est, DEANE CAUSEY et DEANE in SENIOR-WHITE, 1952) notaient que la densité par homme et par heure à l'embouchure du Rio Jaguaribe passait de 36 en Mars-Avril (à la saison des pluies) à 0 en Octobre (à la saison sèche). A Trinidad, la densité d'*An. aquasalis* est maximale entre Mai et début Septembre (SENIOR-WHITE, 1952). Au Surinam, où PANDAY (1974) a montré que les fluctuations de densité d'*An. aquasalis* suivent celles des précipitations, la densité est maximale de Mars à Juillet, elle diminue ensuite parallèlement à la diminution des précipitations. Il apparaît ainsi que, de Trinidad au Brésil, les populations d'*An. aquasalis* atteignent leur niveau maximum pendant la saison des pluies et leur niveau minimum en saison sèche ; seul SERIE (1968), étudiant le site de Kourou en Guyane Française, a noté un maximum en saison sèche.

1.4.2. EVOLUTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES A SINNAMARY, DE FEVRIER 1977 A JANVIER 1978.

Si on compare (Figure 2) la pluviométrie de l'année 1977 à Sinnamary à la moyenne des années 56-75, on constate qu'il y a eu, pour l'ensemble de l'année 77, un déficit de pluviométrie.

Faisant suite à une année 76 caractérisée par une pluviométrie exceptionnellement forte pendant le premier semestre et par une saison sèche très marquée s'étant terminée par un mois de Décembre très pluvieux, l'année 77 se caractérise par un important déficit de pluviométrie en début d'année avec un "petit été de Mars" bien marqué et par une saison des pluies déficitaires en particulier pour les deux mois généralement les plus pluvieux : Mai et Juin ; la pluviométrie a par contre été excédentaire au début de la saison sèche (Août-Septembre) qui a donc été nettement moins marquée que celle de 1976.

Après un mois de Décembre excédentaire, le début de l'année 78 a été caractérisé, comme celui de l'année précédente, par un déficit de pluviométrie et par un été de Mars bien marqué.

DATES	NOMBRE DE FEMELLES RECOLTEES PAR PIEGE				DATES	NOMBRE DE FEMELLES RECOLTEES PAR PIEGE			
	LT 1	LT 2	LT 3	TOTAL		LT 1	LT 2	LT 3	TOTAL
10-11 Fév.	6	1	-	7	4- 5 Août	14	2	283	299
11-12 Fév.	31	11	6	48	5- 6 Août	24	1	26	51
17-18 Fév.	147	35	2486	2668	11-12 Août	8	1	175	184
18-19 Fév.	164	37	710	911	12-13 Août	30	1	387	418
24-25 Fév.	41	18	497	556	24-25 Août	15	1	363	379
25-26 Fév.	118	30	340	488	25-26 Août	8	4	78	90
9-10 Mars	24	110	47	181	5- 6 Sept.	16	0	14	30
10-11 Mars	13	46	24	83	6- 7 Sept.	7	4	100	111
22-23 Mars	10	45	97	152	12-13 Sept.	31	1	60	92
23-24 Mars	14	33	445	492	13-14 Sept.	11	3	204	218
31 Mars-1er Avr.	5	10	51	66	20-21 Sept.	12	1	125	138
1-12 Avr.	5	7	13	25	21-22 Sept.	9	2	450	461
14-15 Avr.	88	25	234	347	5- 6 Oct.	174	111	208	493
15-16 Avr.	98	40	244	382	6- 7 Oct.	639	75	600	1314
18-19 Avr.	34	33	67	134	10-11 Oct.	14	8	130	152
21-22 Avr.	19	28	238	285	11-12 Oct.	81	5	479	565
28-29 Avr.	5	2	68	75	20-21 Oct.	293	4	674	971
9-10 Mai	22	22	161	205	3- 4 Nov.	4	0	30	34
12-13 Mai	55	32	748	835	4- 5 Nov.	3	1	17	21
13-14 Mai	63	25	3180	3268	15-16 Nov.	4	2	303	309
26-27 Mai	8	21	608	637	16-17 Nov.	19	1	108	128
27-28 Mai	14	2	1652	1668	28-29 Nov.	1	1	0	2
6- 7 Juin	26	12	1175	1213	29-30 Nov.	30	0	23	53
7- 8 Juin	11	21	140	172	7- 8 Déc.	41	34	103	178
12-13 Juin	40	8	569	617	8- 9 Déc.	184	26	410	620
13-14 Juin	14	1	440	455	19-20 Déc.	159	13	3980	4152
23-24 Juin	128	3	2608	2739	20-21 Déc.	51	7	604	662
24-25 Juin	62	3	1221	1286	27-28 Déc.	28	9	28	65
4- 5 Juil.	48	1	376	425	28-29 Déc.	60	8	25	93
5- 6 Juil.	135	3	594	732	5- 6 Janv.	171	0	260	431
13-14 Juil.	146	13	1396	1555	6- 7 Janv.	220	14	188	422
14-15 Juil.	156	24	1892	2072	12-13 Janv.	52	3	887	942
20-21 Juil.	115	8	1537	1660	13-14 Janv.	57	0	212	269
21-22 Juil.	24	5	211	240					

TABLEAU 1

RESULTATS DES CAPTURES EFFECTUEES AU PIEGE LUMINEUX
DE FEVRIER 1977 A JANVIER 1978

Les températures relevées sous abri ont peu varié au cours de l'année. La température mensuelle moyenne minimale fut relevée en Janvier : 25,9°, la température maximale en Août et Septembre : 27,2°, la température moyenne pour l'année ayant été de 26,5°.

1.4.3. VARIATION DE DENSITE *D'AN. AQUASALIS* PENDANT LA PERIODE D'ETUDE.

1.4.3.1. Remarques générales sur les récoltes obtenues.

- 41019 femelles ont été capturées du 11 Février 1977 au 14 Janvier 1978.

- Le tableau 1 montre que le volume des récoltes varie de façon considérable pour un même piège d'une nuit à l'autre, phénomène noté par la plupart des auteurs (PAJOT, 1977_b).

- Le volume des récoltes est très différent selon les pièges. Conformément à la littérature (ODETOYINBO, 1969; COZ, 1971, PAJOT, 1977), le piège situé à proximité immédiate des hôtes, LT3, a eu le rendement le plus élevé : 86,8% du total des récoltes.

Le piège situé face au carbet Mathieu, dans la direction des gîtes présumés, a eu un rendement plus faible : ses récoltes ont représenté 10,6% du total ; bien qu'il ait reflété les variations saisonnières de densité indiquées par le piège LT3, il n'y a pas eu de corrélations au niveau quotidien entre les volumes des récoltes de ces deux pièges (Voir T. 1). Les récoltes obtenues avec le piège LT2, le plus éloigné des sources de nourriture, ont été les plus faibles (2,58% du total) ; le rendement de ce piège paraît avoir été très aléatoire, bien qu'il ait reflété la baisse de densité intervenue en saison sèche et la brusque augmentation de début Décembre. Ce piège a par contre fourni 63% du total des mâles récoltés pendant cette étude (358/562). Les résultats respectifs des différents pièges soulignent le phénomène de rassemblement nocturne des femelles sur l'aire de prise de nourriture formée par l'étable et la porcherie.

1.4.3.2. Variations de densité.

La figure 3, où nous avons porté pour chaque nuit de capture la somme des récoltes des trois pièges, montre que la densité, élevée en Février (moyenne 934,2 femelles/nuits de capture), diminue pendant le petit été de Mars (Mars, Avril : 202 femelles/nuit). Les fortes pluies qui appa-

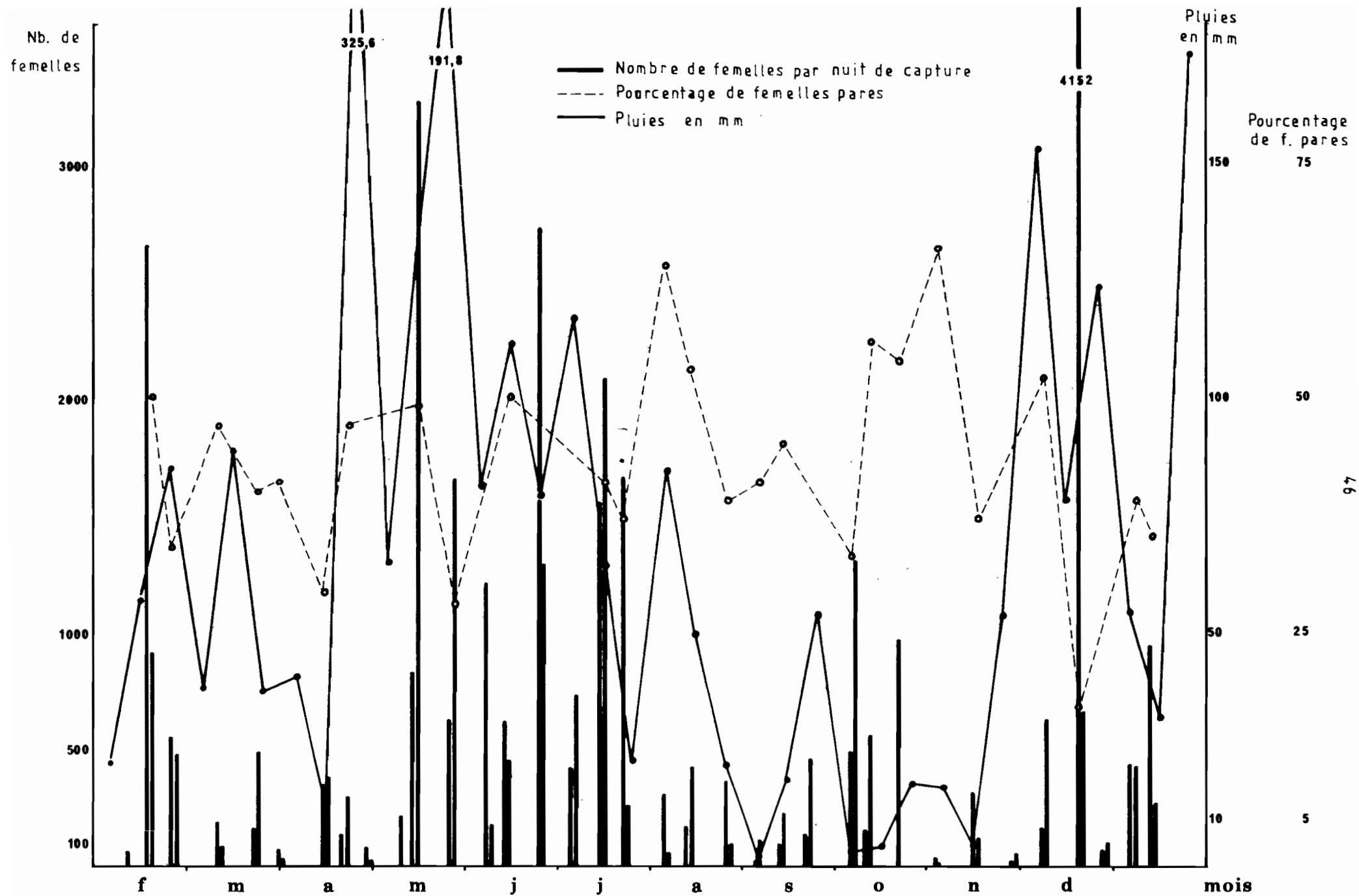


Fig.3 : Variations de la densité et du taux de parité d'*An. aquasalis*
 (février 1977-janvier 1978)

raissent fin Avril sont suivies pendant la deuxième décade de Mai par une brusque augmentation de la densité anophélienne, celle-ci se maintient à un niveau élevé pendant toute la saison des pluies (Mai, Juin, Juillet : 1163 femelles/nuit) ; la diminution importante de ces dernières à partir de la deuxième décade de Juillet entraîne une diminution rapide de la densité anophélienne qui retrouve un niveau comparable à celui du petit été de Mars (Août et Septembre : 205,9 femelles/nuit). La densité remonte de façon importante en Octobre (699 f./nuit) en liaison avec les fortes pluies de la fin Septembre, avant d'atteindre son niveau le plus bas en Novembre (91 f./n.). Le retour des pluies, fin Novembre-début Décembre, est suivi par une augmentation très importante de la densité qui se stabilise en Janvier (Décembre et Janvier : 783 f./n.).

En fonction de ces résultats, on constate qu'en Guyane Française, les variations de densité d'*An. aquasalis* suivent les variations intervenant dans la pluviométrie.

Toute augmentation importante du volume des précipitations par rapport au niveau antérieur entraîne, avec un léger décalage, une importante augmentation de la densité ; cette dernière se maintient à un niveau élevé si les pluies restent abondantes, ce qui est évidemment le cas pendant la saison des pluies, ou diminue très rapidement si les pluies ne sont que momentanées, c'est le cas au mois d'Octobre.

En calculant les moyennes des récoltes par décade et en comparant ces moyennes avec le total des précipitations par décade, à l'aide d'un test de corrélation des rangs de SPEARMAN (in SIEGEL 1956), nous avons trouvé qu'il y avait une corrélation significative ($r_s = 0,52$ et $t = 3,44$ supérieur à la valeur critique pour le risque 1% : 2,75 pour 32dl) entre la densité par décade et la pluviométrie pendant la décade précédente alors qu'il y avait absence de corrélation entre la densité et la pluviométrie pendant la même décade ($r_s = 0,23$). Ce retard des variations de densité sur celles des précipitations correspond globalement à la durée d'une génération larvaire, cette dernière ayant été évalué à 8j1/2 par SENIOR-WHITE (1951).

On constate, (Fig.4) que les récoltes au piège lumineux ont fidèlement traduit les variations de densité telles qu'elles résultent des captures sur hommes effectuées dans la véranda de Février à Mai 1977.

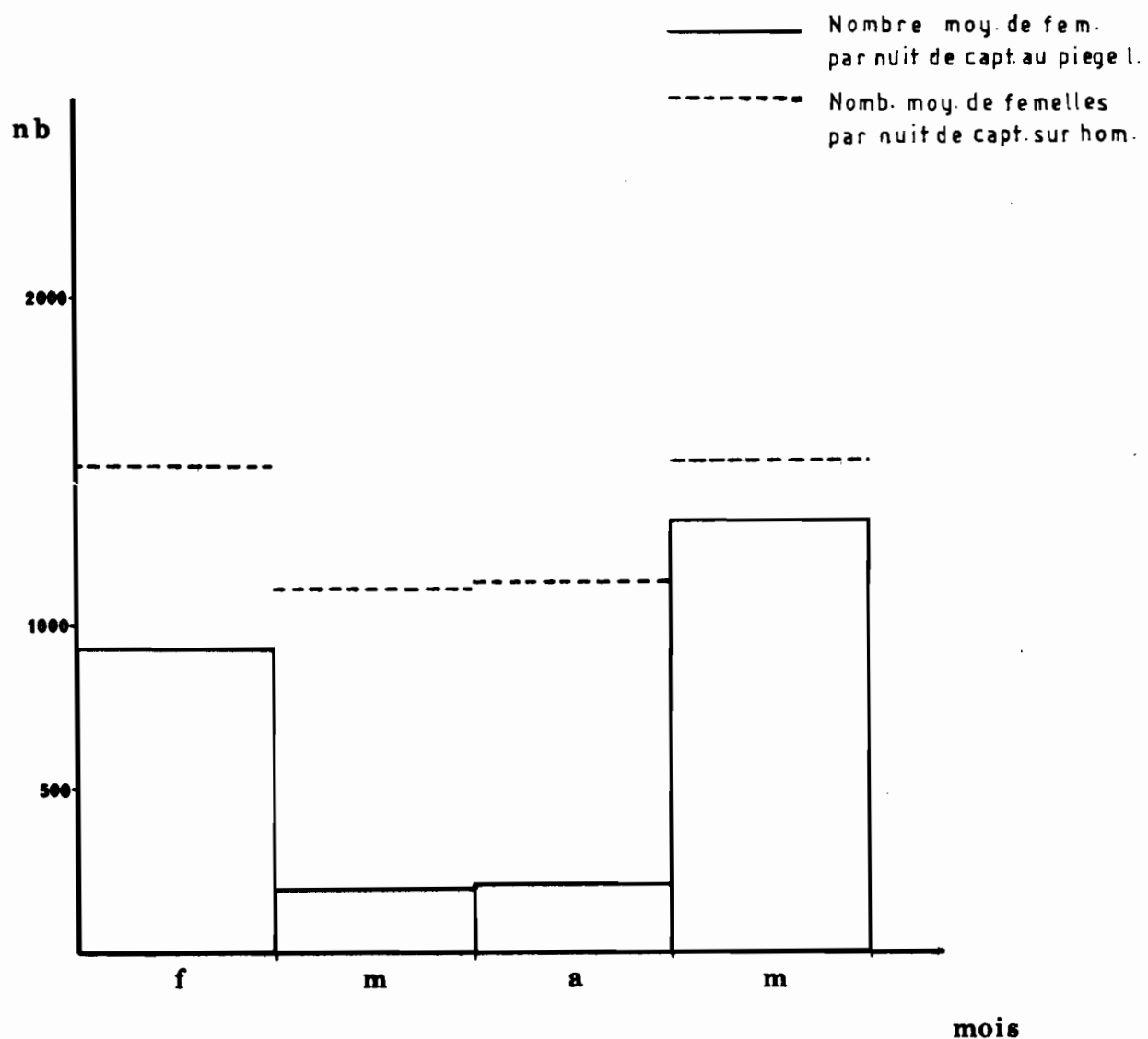


Fig.4 COMPARAISON DES VARIATIONS DE DENSITE
MESUREES AU PIEGE LUMINEUX ET SUR HOMME DE
FEVRIER A MAI 1977

1.4.4. VARIATION DU TAUX DE PARITE PENDANT LA PERIODE D'ETUDE.

1.4.4.1. Remarques générales concernant les résultats des dissections effectuées.

- 2303 femelles ont été disséquées, parmi elles 994 étaient pares, soit 43%.

- Aucune femelle présentant plus de trois reliques folliculaires n'a été trouvée au cours de ces dissections.

- 9,3% des femelles pares présentaient des oeufs résiduels (93/994). Quatre femelles gravides ont été capturées ; nous pensons que ces femelles, au repos sur les parois de l'étable ou de la porcherie, ont été interceptées et non attirées par le piège lumineux. Il doit en être de même, comme le signalait PAJOT (1977_b) des femelles gorgées récoltées au cours de cette étude ; le pourcentage de ces dernières variant de façon aléatoire de 0 à 57% au cours de l'année.

- Seules quatre femelles présentaient un méconium, ce qui représente 0,31% des femelles nullipares.

1.4.4.2. Variation du taux de parité.

La figure 3 montre que le taux de parité se maintient en dessous de 50% de Février à Juillet, il tombe à moins de 30% en Mai alors que la population atteint sa densité maximale. L'arrêt des pluies et la rapide diminution de la population qui lui fait suite entraîne, début Août, une importante augmentation du taux de parité, le renouvellement de la population ne se faisant plus ; c'est à cette époque que l'on note le pourcentage maximum des femelles bi-ou tripares (8%).

Le taux de parité se maintient jusqu'à Octobre entre 40 et 50% ; les pluies de fin Septembre, entraînant une augmentation de densité, le font redescendre à 33%.

Cette augmentation de densité restant momentanée, la parité remonte fin Octobre et début Novembre ; elle se maintient alors constamment au dessus de 54%. L'essor rapide de la population en Décembre amène le taux de parité à son niveau le plus bas : 17%.

On constate à partir de ces résultats que les variations du taux de parité ont suivi, en sens opposé, celles de la densité ; néanmoins

on remarque que, pendant le petit été de Mars, alors que la densité se maintenait à un niveau très bas, le taux de parité est toujours resté inférieur à 50%. Le taux de renouvellement de la population aurait donc été élevé pendant cette période parallèlement à un taux de survie inférieur à celui existant en saison sèche ; mais nous ne disposons pas d'éléments permettant de confirmer ce dernier point.

1.5 CONCLUSION.

Conformément aux résultats des travaux réalisés à Trinidad (SENIOR-WHITE, 1952), au Brésil (FORATTINI 1962, LUCENA 1946) et au Surinam (PANDAY 1974), il apparaît qu'en Guyane Française les populations d'*An. aquasalis* atteignent leur densité maximale en saison des pluies, de Mai à Juillet, et leur niveau minimal en saison sèche, d'Août à Novembre. Toute interruption prolongée des pluies (petit été de Mars) entraîne une diminution importante des populations imaginale.

Le taux de parité subit des fluctuations tout au long de l'année les plus importantes intervenant en début de saison des pluies, (Mai et Décembre), où ce taux diminue fortement et en fin de saison des pluies-début de saison sèche où il augmente rapidement, ce dernier phénomène a été retrouvé par PANDAY (1974) au Surinam. Le taux de parité n'arrive à se maintenir au dessus de 50% que pendant la saison sèche. La parité moyenne pour l'année (43%) est nettement supérieure à celle trouvée au Surinam, où elle est de 11% à l'exception de la période comprise entre fin Juillet et début Août où elle atteint 46% (PANDAY, 1974).

Ces résultats, mettant en évidence l'étroite relation entre la densité imaginaire d'*An. aquasalis* et la pluviométrie, posent le problème des gîtes larvaires, puisque à Sinnamary, l'étendue et la permanence des gîtes larvaires potentiels permettent difficilement d'expliquer des variations aussi rapides de densité en liaison avec l'arrêt ou le début des pluies. Nous verrons au chapitre suivant dans quelle mesure il est possible de préciser la nature réelle des gîtes à *An. aquasalis* bordant la Route de l'Anse./

2) ETUDE DES GITES LARVAIRES D'*ANOPHELES AQUASALIS* LE LONG DE LA ROUTE DE L'ANSE A SINNAMARY

2.1. INTRODUCTION.

Le caractère principal de l'écologie d'*An.aquasalis* est de présenter une distribution géographique liée à la teneur en chlorure de sodium des gîtes larvaires potentiels.

De nombreuses études ont permis de montrer que les larves d'*An.aquasalis* peuvent être rencontrées dans des eaux présentant des teneurs très variables en chlorure de sodium : 23g/l, au Vénézuëla (GABALDON, 1949 in FORATTINI, 1962) et à Trinidad (SENIOR-WHITE, 1951) ; 2 à 10g/l (DEANE, CAUSEY et DEANE, 1948 in RACHOU, 1958) et 9,5 à 27,5g/l (RACHOU, 1950 in RACHOU, 1958) dans l'état de Ceara au Brésil ; 0,117 à 33,3g/l, dans les états du Nord-Est de ce pays (LUCENA, 1946). Les larves d'*An.aquasalis* peuvent donc se développer dans des eaux présentant des teneurs voisines de celle de l'eau de mer (35g/l).

An.aquasalis peut s'adapter à des variations locales, de grande amplitude, de la teneur en sel, variations entraînées par le flux des marées ou le régime des précipitations ; il n'est rencontré qu'exceptionnellement dans les zones où prédominent les étendues d'eau douce (LUCENA, 1946).

Indépendamment de leurs caractéristiques physico-chimiques, les gîtes sont variables : étangs côtiers, "Rios tapados" et "Maceios" du Nordeste Brésilien (LUCENA, 1946), excavations diverses, fossés de drainage et d'irrigation, zones irriguées à des fins agricoles ; PANDAY lors de son étude dans la "Fernandesweg area" au Surinam (1974), trouva des larves d'*An.aquasalis* dans une mare semi-permanente en bordure de plage, dans une crique et dans un marécage en bordure de route ; dans l'île de Cayenne, sur 41 gîtes à *An.aquasalis*, 27 correspondaient à des gîtes artificiels (fossés, lacs de retenue, canaux) et 14 à des gîtes naturels permanents (marais, rivières) ou semi-permanents (flaques) (F.X. PAJOT et F. Le PONT, 1977 comm. pers.).

En général les gîtes seraient exposés au soleil et les larves auraient un caractère héliophile ; la végétation peut être dense (Cyperacées) mais peut aussi être limitée aux bords des gîtes, ou même être totalement absente (excavations récentes), parfois de simples débris végétaux flottants peuvent servir d'abri aux larves (LUCENA 1946).

L'essentiel de ces travaux ont porté sur des régions déjà en partie façonnées par l'homme, il était de ce fait intéressant d'étudier le cas particulier constitué par les immenses étendues de marais et de mangrove bordant la Route de l'Anse, à Sinnamary.

2.2. PRESENTATION DES MARAIS ETUDIES : SITUATION ET VEGETATION.

- COTE DROIT DE LA ROUTE EN DIRECTION DES TERRES.

Au niveau du carbet Mathieu, on trouve, (Fig.5) à 50m. de la route, un grand marais à "Moucou-Moucou", *Montrichardia arborescens* S. (*Araceae*). Ce marais est appelé G₃ sur les schémas. A partir du bord, les trois premiers mètres sont occupés par des troncs de Moucou-Moucou morts ; l'eau, claire, y est dépourvue d'autres plantes aquatiques. Au delà, une barrière de Moucou-Moucou vivants, très denses, limite l'accessibilité au reste du marais ; à ce niveau l'eau est profonde et les espaces entre les Moucou-Moucou sont occupés par d'autres plantes aquatiques, *Eleocharis* (*Cyperaceae*) en particulier.

Derrière le carbet Vernet, à 1,5km. du carbet Mathieu, dans la direction de Kourou se trouve un marais du même type (G₄) mais plus accessibles. Nous n'avons pas pu déterminer s'il communiquait ou non avec le précédent.

- COTE GAUCHE DE LA ROUTE EN DIRECTION DE LA MER.

Un grand marais, G₁, se confond rapidement avec la mangrove, celle-ci étant caractérisée par la présence de palétuviers blancs, *Avicennia nitida* J. (*Verbenaceae*) et de la fougère dorée, *Acrostichum aureum* L. (*Adiantaceae*).

En partant de la route, et en allant vers la mer, on peut distinguer en fonction de l'augmentation de la salinité (voir § 2.4.) :

- des zones à *Eleocharis intersticia* R. et Sch. (*Cyperaceae*) et *Nymphoides indica* (*Menyanthaceae*)⁺

⁺ C'est à Mme A. RAYNAL du Museum d'Histoire Naturelle de Paris que nous sommes redevables de la caractérisation végétale des marais bordant la route de l'Anse.

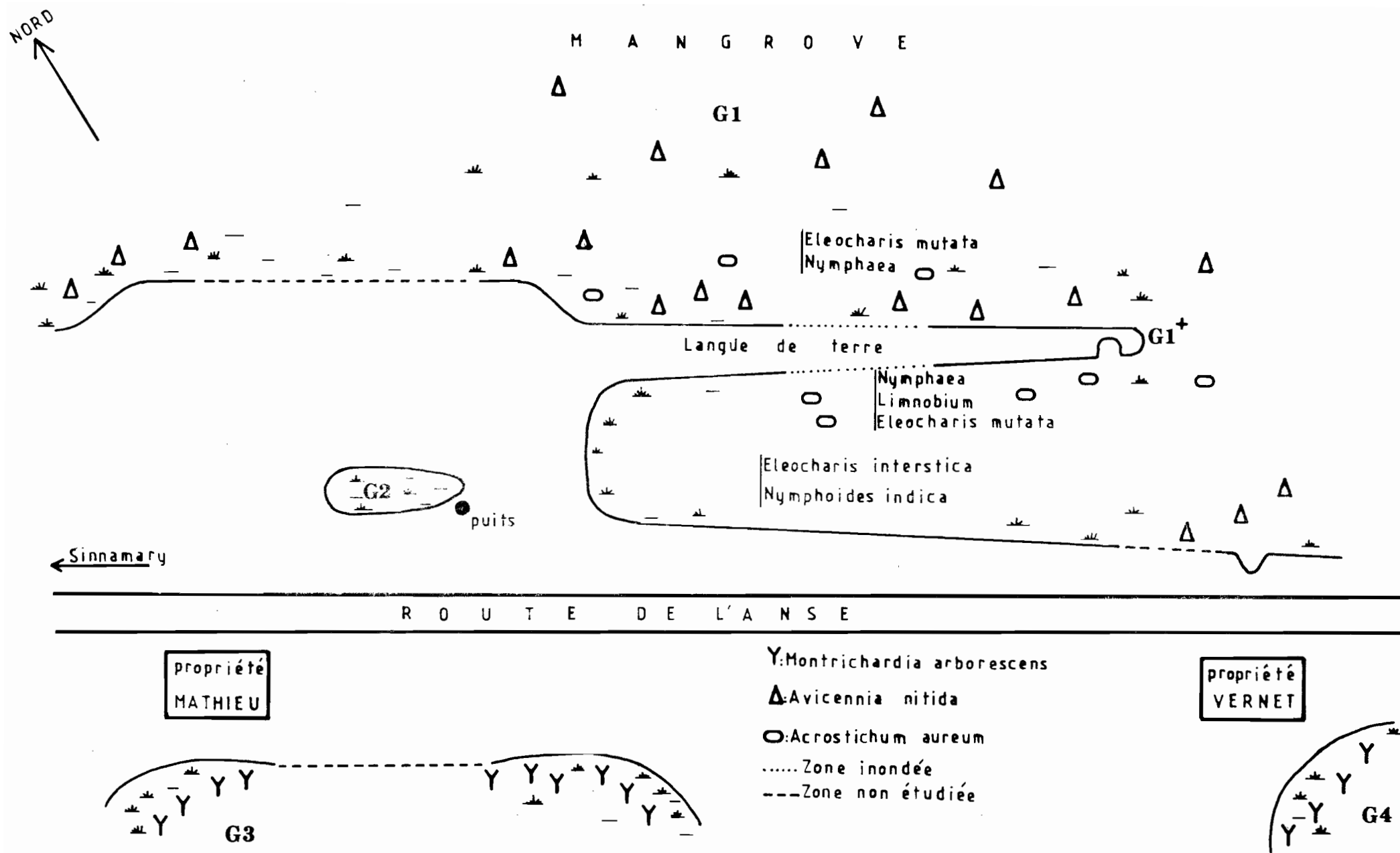


Fig.5: Situation et végétation des marais

- des zones où *Eleocharis mutata* R. et S. domine avec quelques *Nymphaea* (*Nymphaeaceae*) associées à des zones où *Nymphaea* et *Limnobiium* (*Hydrochanteaceae*) prédominent avec quelques *Eleocharis* clairsemés.

D'une façon générale la densité en plantes aquatiques est importante et les espaces d'eau libre très rares.

Ce marais est traversé par des bandes de terre sableuse parallèles à la route de l'Anse ; posées sur des sédiments marins, elles correspondent à des lignes de rivage successives. Elles sont couvertes d'une végétation arbustive.

Toujours côté mer, à 50m. du carbet Mathieu, le long d'un chemin menant à G₁ on trouve un petit étang riche en plantes aquatiques d'eau douce (18 espèces) ; G₂, il présente une superficie de 100 à 150m², à proximité se trouve l'orifice d'un puits d'eau douce.

2.3. RESULTATS DES CAPTURES DE LARVES.

2.3.1. DEROULEMENT DES CAPTURES.

Du 2 Décembre 1977 au 26 Avril 1978, treize séances de capture ont été réalisées avec des équipes de 3 à 5 captureurs munis de louches et de pipettes ; les larves, rapportées au Laboratoire dans les piluliers remplis d'eau, étaient élevées et déterminées soit à l'état larvaire soit après éclosion de l'adulte.

Nous n'avons pas cherché à procéder à une évaluation de densité compte tenu de l'étendue des gîtes, du caractère aléatoire de tels procédés et de la variabilité des conditions de collecte : nombre de captureurs et durée des captures.

2.3.2. MARAIS SITUES A DROITE DE LA ROUTE : G₃ ET G₄.

Au cours des trois séances de capture effectuées dans les marais situés à droite de la route, nous n'avons trouvé aucune larve d'*An.aquasalis* alors que des larves d'autres moustiques s'y trouvaient ; par contre un grand nombre d'adultes d'*An.aquasalis* ont été capturés sur homme, de jour, dans le sous-bois qui borde le marais G₃. Il ne semble pas que ces marais soient des gîtes à *An.aquasalis* ; bien que nous n'ayons pas pu pénétrer profondément dans les Moucou-Moucou en G₃, il est peu probable que des larves d'*An.aquasalis* puissent s'y trouver car nous en aurions récolté à la limite des

Moucou-Moucou vivants. Le sous-bois, comme probablement tout le sous-bois de la Route de l'Anse, doit servir de gîte de repos aux adultes pendant le jour tout en permettant à quelques individus de se nourrir sur les animaux qui s'y trouvent dans la journée (porcs en particulier).

2.3.3. MARAIS SITUES A GAUCHE DE LA ROUTE.

- G₂ ET PUIITS.

L'étang G₂, situé près du carbet Mathieu, a fourni, à trois reprises, des larves de stades âgés d'*An.aquasalis*, dans le puits nous en avons trouvé à deux reprises ; on peut penser que la présence de ces larves est en relation directe avec la proximité du carbet Mathieu et de son bétail et ne correspond pas à une activité de ponte orientée. Les larves trouvées en G₂ ne l'ont été que dans les parties ombragées de ce gîte.

- G₁.

Ce marais, qui se poursuit jusqu'à la mer, a été le plus étudié, d'abord le long de la route puis le long des 1,5km. de la première langue de terre, la seule accessible. Seules deux larves ont été récoltées le long de la route entre le carbet Mathieu et le carbet Vernet en trois séances de capture.

Dans un premier temps, le long de la langue de terre, aussi bien à droite côté terre qu'à gauche côté mer, aucune larve n'a pu être récoltée et ceci aussi bien au bord qu'à quelques mètres de celui-ci.

Puis un important gîte ponctuel, appelé G₁+, a été découvert sous un buisson dense de *Mouriri acutiflora* N. (*Melastomataceae*) à 100m. de l'extrémité de la langue de terre, côté Kourou ; il correspondait au seul endroit où une étendue d'eau, libre de plantes aquatiques, formait une enclave entourée de terre sur deux côtés et fermée par des racines et une bordure de plantes aquatiques sur les deux autres ; en deux séances il permit la récolte de plus d'un millier de larves d'*An.aquasalis*, de différents stades et quelques nymphes. Aucune larve n'a été trouvée au delà de la zone ombrée par le buisson, ces résultats et plus précisément l'importance du rôle joué par la couverture végétale, nous ont amené à nous intéresser aux buissons formés en pleine eau par la fougère dorée, *Acrostichum aureum* L. Nous avons récolté un grand nombre de larves de stades âgés sous cette formation végétale qui détermine à la surface du marais une zone ombragée dépourvue d'autres plantes aquatiques.

NORD

M A N G R O V E

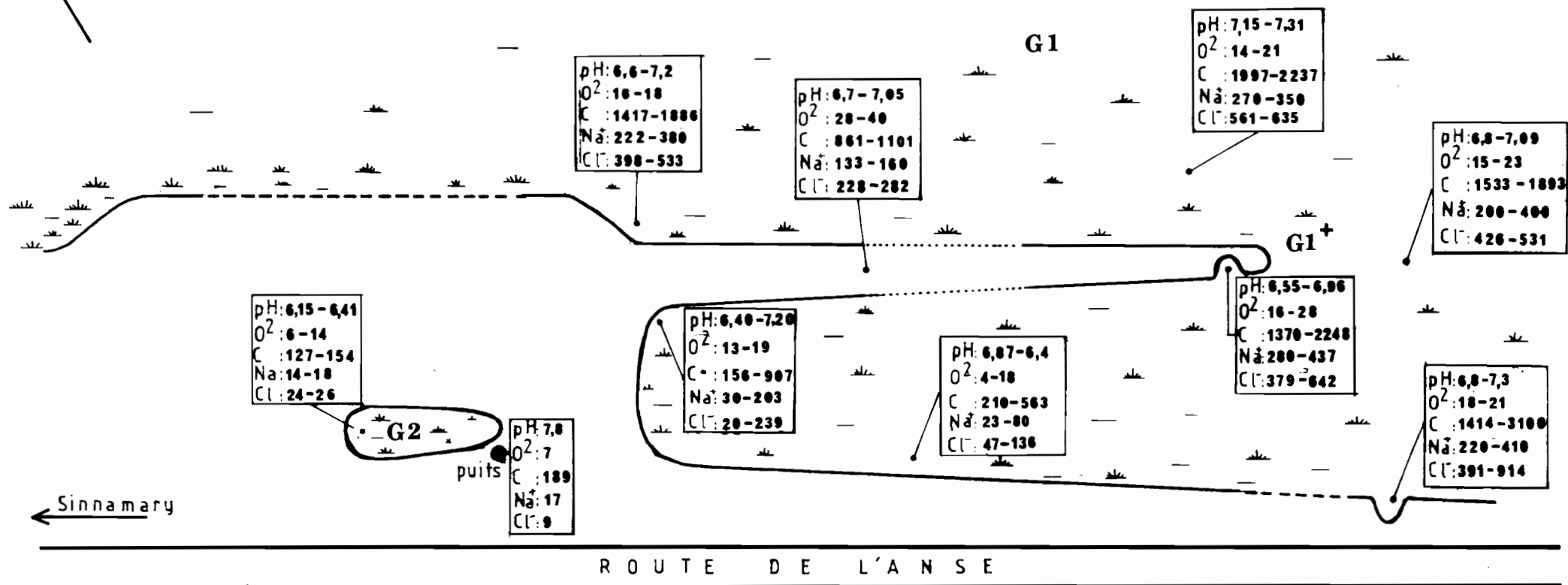


Fig.6: Résultats des analyses d'eau

Deux exemples de tels gîtes ont été trouvés à quelques mètres de distance l'un de l'autre, à proximité du gîte ponctuel cité précédemment. Ultérieurement nous avons étudié les abords du carbet Vernet ; devant celui-ci une zone d'une trentaine de mètres de large, plantée de cocotiers et défrichée, descend en pente douce vers le marais G₁. Une trentaine de larves d'*An.aquasalis* ont été trouvées en deux séances à ce niveau. La végétation terrestre ombrage en grande partie cette étendue d'eau dont le fond est recouvert d'une épaisse couche de vase piétinée par les boeufs de l'étable située à proximité. L'eau est relativement libre de plantes aquatiques.

2.4. RESULTATS DES ANALYSES D'EAU.

Nous avons procédé à 30 prélèvements d'eau couvrant l'ensemble de la zone étudiée. Les analyses ont porté sur le pH, l'oxygène dissous, la conductivité et la teneur en Na⁺ et Cl⁻ ; elles ont été effectuées par le Laboratoire de chimie du Centre O.R.S.T.O.M. de Cayenne. Les résultats indiqués sur la figure 6, montrent qu'il existe un gradient de salinité croissant depuis les marais situés à droite de la route jusqu'à la mangrove ; le pH présente un gradient semblable. On peut considérer que les étendues d'eau situées à droite de la route sont constituées d'eau douce (Na⁺ : 14-29mg/l, Cl⁻ : 29-38mg/l, résistivité C : 114-159) ; le gîte G₂ et le puits appartiennent, malgré leur situation, à ce premier groupe.

Le gîte G₁ correspond à une étendue d'eau saumâtre non uniforme ; les teneurs en sels trouvées, voisines de 1g/l de NaCl sont relativement faibles par rapport aux moyennes relevées par les auteurs brésiliens (LUCENA, 1946 ; RACHOU, 1958) ce fait est en rapport avec la faible salinité des eaux qui bordent la Guyane (Courant des Guyanes). La langue de terre paraît, par sa présence, limiter la teneur en chlorure de sodium et la conductivité entre elle-même et la Route de l'Anse, ce qui est confirmé par les valeurs élevées trouvées au niveau du carbet Vernet qui, se trouvant au delà de l'extrémité de la langue de terre, n'est pas affecté par l'influence de celle-ci ; les valeurs les plus élevées de salinité et de pH ont d'ailleurs été trouvées à cet endroit et au delà de la langue de terre, côté mer.

Cette limitation de la salinité due à la présence de la langue de terre est confirmée par la présence dans les marais, entre celle-ci et la route, de plantes telle *Eleocharis intersticia* qui ne supportent pas des teneurs élevées en sel ; cette espèce est remplacée de l'autre côté de

la langue de terre par *Eleocharis mutata*, mieux adaptée à la mangrove.

Il n'apparaît pas que les concentrations en O_2 dissous influent sur la présence des larves, la teneur en matières organiques est relativement constante sur toute l'étendue de ces marais. Ponctuellement la concentration en sel peut varier de façon importante comme le montre le tableau 2 regroupant les analyses effectuées au cours du mois, au niveau du gîte ponctuel trouvé en G_1 ; on constate en particulier que la teneur en Na^+ et Cl^- a doublé entre le 2 et le 22 Mars, alors que le nombre de larves récoltées diminuait de façon importante. Comme nous n'avons pu enquêter loin au delà de cette langue de terre dans la direction de la mer et compte tenu des valeurs de salinité rencontrée sur le littoral guyannais, il est difficile de discuter du rôle éventuel de celle-ci en tant que facteur limitant ; mais on peut remarquer qu'au niveau du carbet Vernet la présence de larves allait de pair avec des valeurs de salinité encore plus élevées, d'ailleurs MORALES (1961), au Vénézuëla, avait établi un lien entre l'augmentation de la production larvaire et l'augmentation de la salinité.

2.5. CONCLUSIONS.

Au vu de ces résultats on constate qu'*An. aquasalis* pond préférentiellement dans les étendues d'eau présentant une certaine teneur en chlorure de sodium, ce qui est conforme à la littérature.

Cette préférence n'est pas absolue et certains individus peuvent pondre dans des étendues d'eau douce si elles sont situées à proximité immédiate des zones de gorgement et de repos et sur le trajet des gîtes larvaires habituels ; le gîte G_2 en est un exemple. Les étendues d'eau saumâtre bordant la Route de l'Anse correspondent à trois types de gîtes bien particuliers :

- Le premier type, dont l'ensemble est fourni par le marais G_1 , présente les caractères généraux suivants :
 - Très grande superficie.
 - Forte densité de plantes aquatiques limitant les étendues d'eau libre.
 - Forte densité de prédateurs : poissons ; larves d'*Odonates* , de coléoptères *Dytiscidae* ; hétéroptères *Nepidae* en particulier.
 - Ensoleillement constant tout au long de la journée.

Dans ce type de gîte les larves sont très dispersées ; la productivité, très faible, ne dépendrait que de leur superficie ; de ce fait elle serait peu soumise à des variations annuelles. Les populations larvai-

res resteraient en équilibre face à la pression d'un milieu riche en prédateurs (Nous n'avons pas effectué de mesures de turbidité mais nous pensons avec SENIOR-WHITE (1951) que ce facteur doit intervenir dans la faible productivité des mangroves).

- Le deuxième type correspond à des gîtes ponctuels dispersés sur toute l'étendue des grands marais et présentant des caractères écologiques précis :

- Ombre constante tout au long du jour.
- Eau libre, claire, avec un fond vaseux riche en matières organiques (feuilles mortes).
- Faible densité de prédateurs.
- Isolement relatif par rapport au reste du marais.

Ces gîtes, dont nous avons vu trois exemples, pourraient avoir une productivité élevée. Nous avons pu constater lors du petit été de Février-Mars 1978 que le gîte G₁+ devenait, parallèlement à la baisse des eaux, moins productif ; ce type de gîte du fait de son relatif isolement serait très sensible aux variations du niveau des eaux, variations plus importantes que celles intervenant dans le grand gîte lui-même ; de même les gîtes formés sous les buissons de fougère dorées, proches des bords, seraient sensibles aux variations du niveau des eaux.

L'assèchement périodique d'un gîte tel que G₁+, par ses effets sur une vase riche en matières organiques, pourrait expliquer la forte productivité momentanée ; chaque réimmersion entraînant une production importante en un temps limité de microorganismes permettant ultérieurement le développement d'un grand nombre de larves et ce avant que les prédateurs aient pu intervenir. Alors que les grands gîtes du fait de leur étendue, de leur profondeur plus importante et de leur population de prédateurs stable, resteraient en équilibre. PANDAY (1974) avait émis une hypothèse similaire lors de son étude des variations saisonnières d'*An.aquasalis* au Surinam. Les mêmes facteurs interviennent en Afrique où *An.gambiae* A. est surtout rencontré dans des gîtes temporaires : flaques au bord des marais (HAMON, 1959 ; COZ, 1973 ; CARNEVALE, 1974)

Compte tenu des résultats obtenus lors de cette étude, nous pensons que les deux types de gîtes ponctuels trouvés (G₁+ et les fougères dorées) ont des origines différentes.

- G₁+, entouré d'une végétation arbustive servant de gîte de repos aux adultes pendant le jour (de nombreux adultes d'*An.aquasalis* y ont été capturés parallèlement aux captures de larves) et isolé du reste du marais, pourrait résulter d'une activité de ponte orientée de la part des femelles déjà présentes à cet endroit avant la ponte, mais aussi de la part de femelles qui, attirées par les caractères écologiques particuliers de ce gîte, n'y seraient venues que pour pondre.

- Les fougères dorées, formant un milieu favorable et protégé, concentreraient sous elles les larves résultant d'un ensemble de pontes ayant eu lieu à une certaine distance alentour dans le marais ; ce qui expliquerait l'absence totale de larves tout autour de ces gîtes ponctuels et la forte proportion de larves de stades âgés récoltées sous les fougères dorées. Ce dernier type de gîte ne résulterait donc pas directement d'une activité de ponte orientée.

- En dernier lieu il existe des gîtes de types intermédiaires dont l'exemple est donné par l'étendue d'eau située face au carbet Vernet. Ces gîtes, moins bien définis écologiquement que les gîtes ponctuels, sont étroitement dépendant de la proximité d'une population d'hôtes stable correspondant à une étable ou à une porcherie.

En résumé, au sein d'une étendue d'eau saumâtre apparemment homogène, les gîtes larvaires d'*An.aquasalis* correspondent à des zones précises, constamment ombragées et où l'eau est peu encombrée de plantes aquatiques ; cette importance de l'ombre va à l'encontre de ce que l'on trouve ordinairement dans la littérature, *An.aquasalis* étant considéré au Brésil comme un anophèle dont les larves se développent dans des étendues d'eau ensoleillées (FORATTINI, 1962 ; RACHOU, 1958), de même lors des enquêtes effectuées dans l'île de Cayenne (PAJOT et Le PONT, 1977, Comm.pers.) et à La Martinique (FIZE, 1976), la majorité des gîtes correspondait à des zones peu ombragées ; la situation à Sinnamary peut être considérée comme caractéristique d'une zone entièrement marécageuse, à moins qu'il faille envisager, à la suite de SENIOR-WHITE (1951), l'existence de sous espèces particulières au sein d'un complexe d'espèces.

Le choix de tels gîtes permet d'expliquer qu'il y ait d'importantes variations de densité imaginale en rapport avec l'abondance de précipitations au cours de l'année.

Dates	pH	O2	C	Na	Cl	Cl/Na	Nombre Larves
2/3	6,62	17,54	1370	205,06	379,4	1,85	1000
8/3	6,60	16,30	1533	200	427,9	2,14	120
15/3	6,55	21,9	1905,9	266,7	537,1	2,01	80
22/3	6,96	18,6	2248,5	437,7	642,7	1,47	40
29/3	6,80	28	2150,2	296,7	616,7	2,08	70
		mg/l	Ω	mg/l	mg/l		

T.2 Analyses d'eau et captures de larves effectuées en G₁+
Mars 1978

HEURES	$\frac{12}{13}$	$\frac{13}{14}$	$\frac{14}{15}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{16}{17}$	$\frac{17}{18}$	$\frac{18}{19}$	$\frac{19}{20}$	$\frac{20}{21}$	$\frac{21}{22}$	$\frac{22}{23}$	$\frac{23}{24}$
Nombre de femelles récoltées à l'extérieur	76	104	43	47	81	115	296	326	594	900	614	646
Moyenne de Williams (Extérieur)	2,22	2,18	2,14	1,96	4,33	3,17	15,18	24,06	42,37	61,17	49,54	55,82
Nombre de femelles récoltées sur la véranda	0	1	2	4	10	37	886	1994	2223	2701	2758	2785
Moyenne de Williams (Véranda)	0	0,05	0,10	0,16	0,32	0,78	17,15	52,5	49,8	60,5	65,4	72,6
Nombre de femelles récoltées à l'intérieur	0	2	1	0	1	12	144	561	289	242	314	309
Moyenne de Williams (Intérieur)	0	0,44	0,25	0	0,08	0,37	8,98	34,2	18,8	17,6	19,4	21,3

Heures	$\frac{0}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{10}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{11}{12}$
Nombre de femelles récoltées à l'extérieur	807	623	844	818	515	605	262	128	100	75	49	22
Moyenne de Williams (Extérieur)	56,42	30	58,25	52,92	33,89	36,86	17,19	5,12	3,77	2,40	1,89	0,94
Nombre de femelles récoltées sur la véranda	3124	2651	2650	2823	2387	2177	1385	390	105	39	3	0
Moyenne de Williams (Véranda)	73,80	67	68,3	72,8	52,2	46,5	43,3	9,87	2,14	0,71	0,13	0
Nombre de femelles récoltées à l'intérieur	355	418	393	385	519	533	435	64	11	4	4	1
Moyenne de Williams (Intérieur)	25,9	25,4	24,8	26,2	26,4	28,7	31	3,65	0,69	0,31	0,70	0,25

TABLEAU 3 .

CYCLE D'AGRESSIVITE DES FEMELLES D'*ANOPHELES AQUASALIS* A L'EXTERIEUR
SUR LA VERANDA ET A L'INTERIEUR DES HABITATIONS

3) AGRESSIVITE DES FEMELLES D'*ANOPHELES AQUASALIS*

3.1. INTRODUCTION.

Considéré comme vecteur primaire au Brésil, *An.aquasalis* fit l'objet, dans ce pays, de nombreuses études entre 1940 et 1960. Sur le littoral, au Sud de l'état de Pernambuco, il ne présente pas de caractère endophile particulier (COUTINHO, in RACHOU, 1958) ; par contre dans le Nord-Est on le rencontre en nombre élevé dans les habitations, à Ceara 92,7% des *An.aquasalis* capturés de 1945 à 1948 le furent dans les habitations (RACHOU, LIMA et LIMA in RACHOU, 1958), et à Russinha et Pontezinha dans l'état de Pernambuco, ce taux était de 91,7% (LUCENA in RACHOU, 1958).

Plus zoophile qu'anthropophile, il ne se nourrit sur homme que lorsque les animaux domestiques, en particulier les bovidés et les chevaux, sont en nombre insuffisant (FORATTINI, 1962), l'importance de ce rapport animaux domestiques/hommes a été retrouvé à Trinidad par SENIOR-WHITE (1952) et en Guyana (GIGLIOLI, 1963). Dans le Nord-Est du Brésil son anthropophilie paraît plus marquée (RACHOU, 1958).

Au Brésil, il peut piquer à toute heure du jour et de la nuit mais son activité majeure a lieu au crépuscule (RACHOU, 1958) ; dans le Nord-Est, son activité nocturne présente deux pics : le premier entre 22 et 24 heures et le second entre 6 et 8 heures (LUCENA, 1946) ; à Ceara, DEANE, CAUSEY et DEANE (in RACHOU, 1958) notent une affluence majeure dans les habitations entre 23 et 5 heures. A trinidad 42,8% des attaques de la nuit avaient lieu avant 20h30 (SENIOR-WHITE, 1953).

Au vu de ces résultats dont le caractère parfois contradictoire peut être lié à l'importance de l'aire de répartition de cet anophèle et donc à l'existence éventuelle d'un complexe d'espèces (SENIOR-WHITE, 1951) chacune présentant des caractères éthologiques différents, il était nécessaire de déterminer le cycle d'agressivité des femelles d'*An.aquasalis* en Guyane française afin de mettre en évidence les possibilités de contact entre

ce vecteur et l'homme, compte tenu du mode de vie des habitants de ce département et de comparer ces potentialités à celles découlant du cycle d'un vecteur reconnu tel qu'*An. darlingi*.

3.2. MATERIEL ET METHODES.

3.2.1. DEROULEMENT DES CAPTURES.

Trente captures sur homme ont été réalisées sur la Route de l'Anse à Sinnamary dans le but d'établir le cycle d'agressivité des femelles d'*An. aquasalis*. Les captures se sont réparties de la façon suivante :

- Onze captures de 24 heures sur la véranda et à l'extérieur du carbet Mathieu.

Huit captures de 12 heures sur la véranda de ce carbet.

Ces 19 captures ont été réalisées en 1975-1976, pour le Laboratoire d'Entomologie Médicale, par Messieurs F. Le PONT et J.F. MOLEZ, (F.X. PAJOT 1977, comm. pers.).

Nous avons complété ce travail en procédant, de Février à Mai 1977, à 11 captures à l'intérieur du carbet Mathieu et sur sa véranda :

- Trois captures de 24 heures.
- Huit captures de 16-18 heures.

Les moustiques ont été capturés au tube à hémolyse ; au cours des captures simultanées véranda/extérieur ou intérieur/véranda, chaque équipe de deux captureurs travaillait deux heures puis se reposait quatre heures ; un captureur se trouvait sur la véranda, le deuxième étant à l'intérieur ou à l'extérieur suivant les captures. Nous nous sommes efforcés de minimiser les conséquences des différences d'attractivité des captureurs en effectuant un roulement des équipes tout au long des captures, pour chaque heure, dans le but d'éviter qu'un individu se retrouve à un point donné et à une heure donnée plus fréquemment qu'un autre.

Les Anophèles ramassés heure par heure étaient triés sur place et placés en tubes de Nunc, dans l'azote liquide, avant le retour au laboratoire où ils étaient conservés au congélateur à -60° avant dissection.

3.2.2. INTERPRETATION DES RESULTATS.

Pour chaque site de capture nous avons établi le cycle d'agressivité en calculant la moyenne de Williams pour chaque heure (in HADDOW 1960) ; cette méthode permet de diminuer l'influence des effectifs les plus faibles ou les plus élevées, et de regrouper l'ensemble des résultats des captures effectuées, qu'elles se soient déroulées en 18 ou 24h.

3.3. ACTIVITE DES FEMELLES D'*ANOPHELES AQUASALIS* A L'EXTERIEUR DES HABITATIONS.

L'examen de la figure 7 et du tableau 3 permet de tirer les conclusions suivantes :

- Bien que l'activité à l'extérieur s'étende durant le nycthémère, l'agressivité d'*An. aquasalis* à l'extérieur des habitations est essentiellement nocturne : 83,9% (effectif 7292) des femelles piquent le jour.
- L'activité maximale se situe entre 21 et 22h.
- L'activité se maintient à un niveau très bas entre 9 et 16h. mais n'est pas totalement interrompue.

3.4. ACTIVITE DES FEMELLES D'*ANOPHELES AQUASALIS* SUR LA VERANDA DES HABITATIONS.

Considérant le tableau 3 et la figure 8 nous pouvons déduire les conclusions suivantes :

- Le niveau d'activité sur la véranda est équivalent à celui existant à l'extérieur ; sur un total de 17072 (captures de 24 heures véranda/extérieur réalisées en 1975) 8690 soit 50,9% des femelles ont été récoltées en extérieur et 8382, soit 49,1%, sur la véranda.
- L'activité diurne, très basse sur la véranda, est interrompue de 11 à 13h.
- L'activité nocturne, assez régulière, débute entre 18 et 19h ; elle présente un maximum au milieu de la nuit (0-14) et se prolonge jusqu'à 7-8h. du matin.

Le cycle, sur la véranda, paraît en première analyse très semblable à celui trouvé en extérieur ; pour le vérifier nous avons analysé cette ressemblance en calculant le coefficient de corrélation des rangs de Spearmann, cette analyse montre une corrélation significative entre les deux cycles. ($R_s=0,928$ et $t=9,49$) à la valeur critique de t pour $p=0,0005$ et $dl : 23$

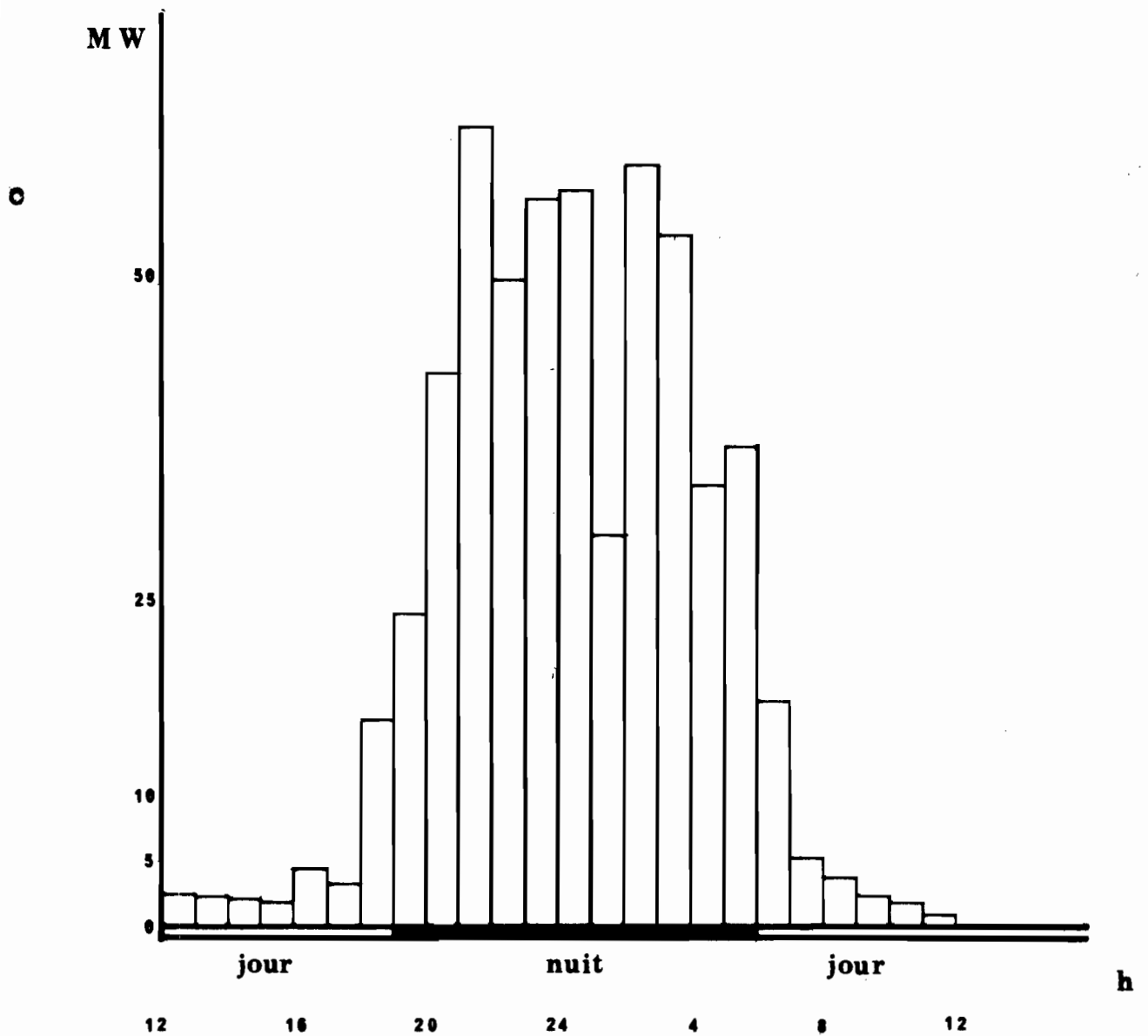


Fig.7 : Cycle d'agressivité d'*Anopheles aquasalis* à l'extérieur des habitations (MW:moyenne de Williams).

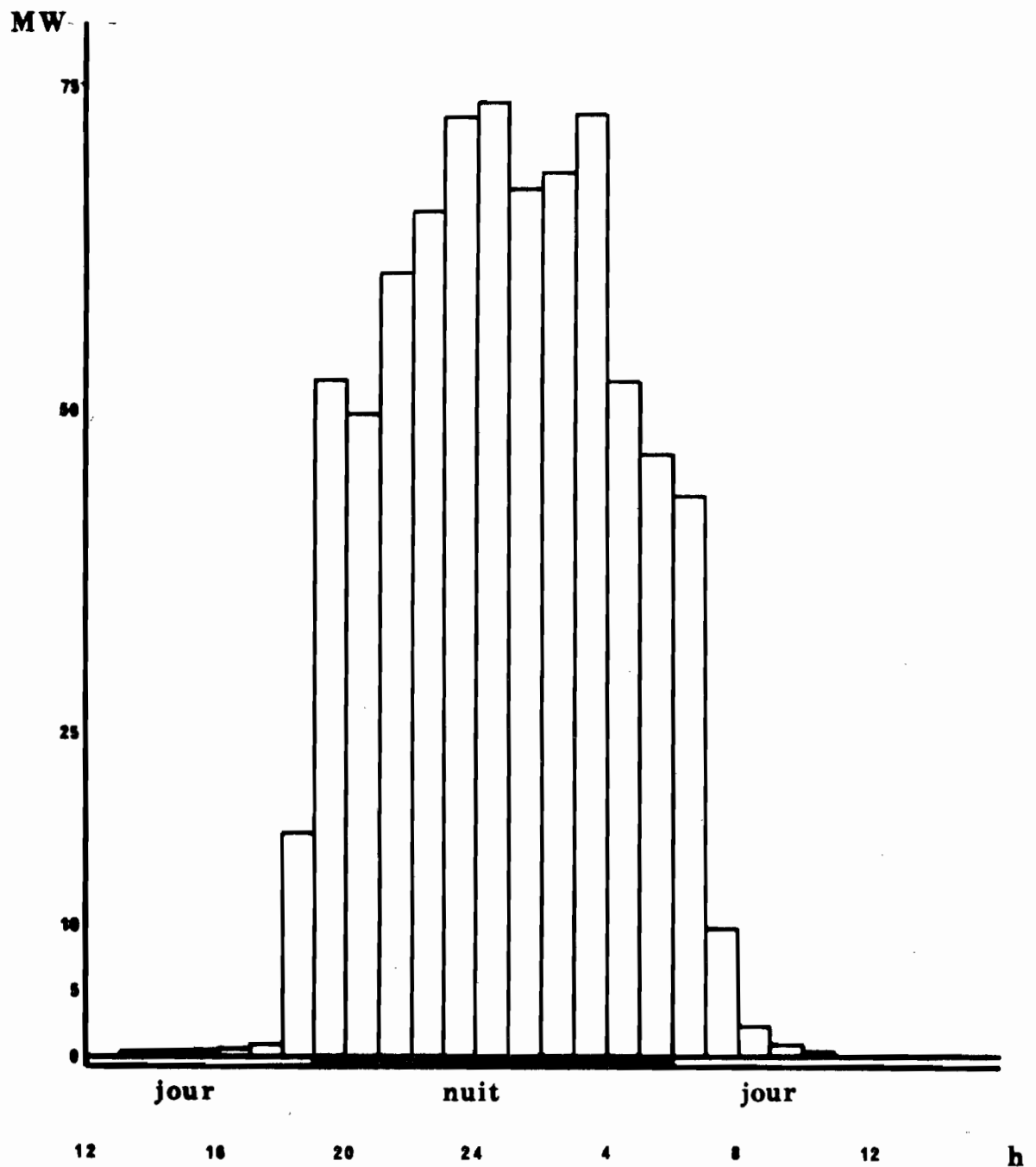


Fig.8 :Cycle d'agressivité d'Anopheles aquasalis dans la véranda des habitations(MW:moyenne de Williams).

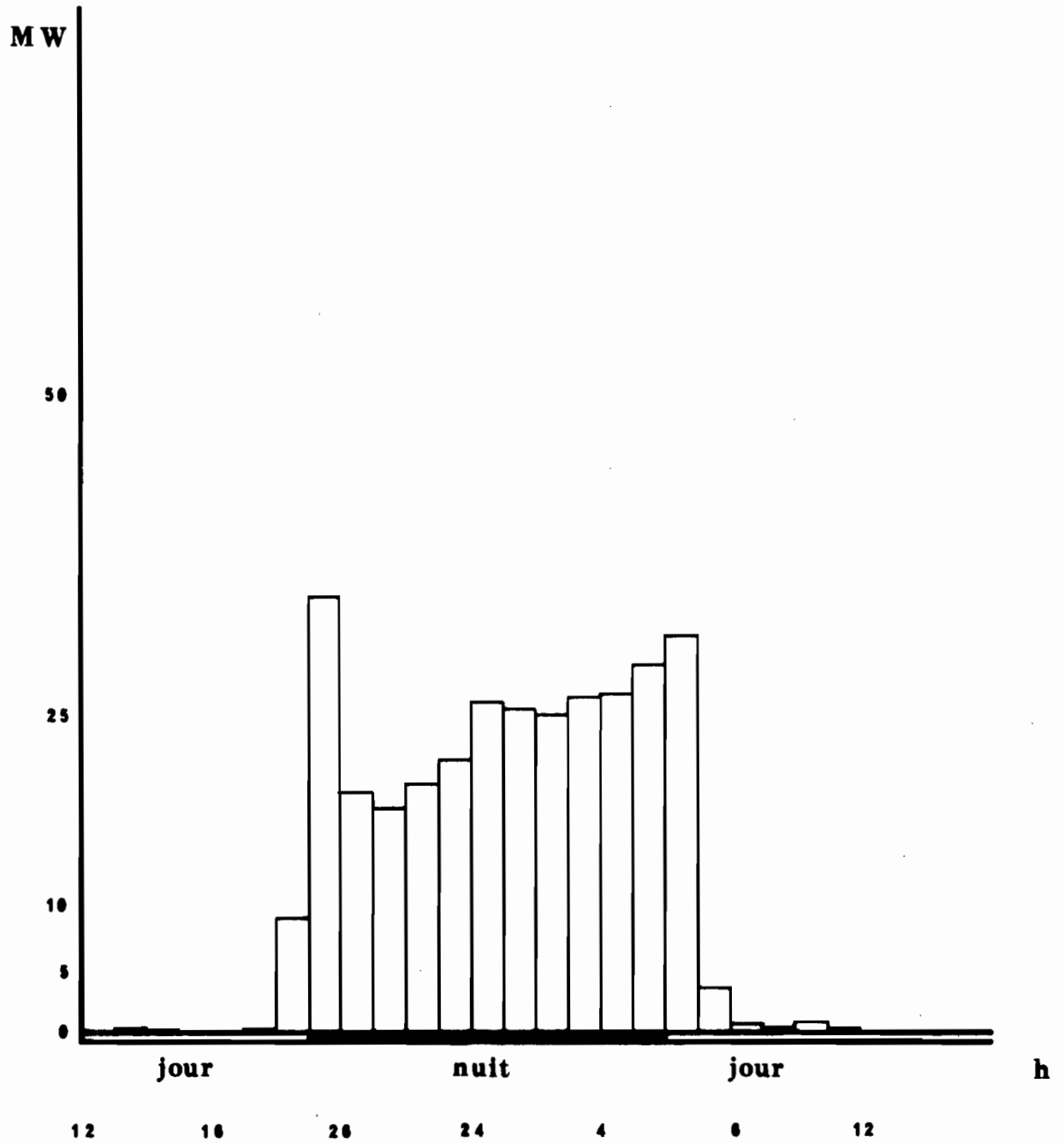


Fig.9 : Cycle d'agressivité d'*Anopheles aquasalis* à l'intérieur des habitations (MW: moyenne de Williams).

3.5. ACTIVITE DES FEMELLES D'*ANOPHELES AQUASALIS* A L'INTERIEUR DES HABITATIONS.

L'activité des femelles d'*An.aquasalis* à l'intérieur des habitations a été 2,91 fois moindre que l'activité simultanée sur la véranda (4997/14574). L'activité à l'intérieur des habitations (fig.3) est pratiquement limitée à la période comprise entre 18h et 8h du matin ; seules 15 femelles ont été capturées en dehors de cet intervalle, soit moins de 1% du total des femelles récoltées lors des 3 captures de 24h effectuées à l'intérieur.

L'allure du cycle d'activité à l'intérieur diffère de celle du cycle sur la véranda de 18 à 6h ; le test de corrélation des rangs de Spearman nous indique qu'il y a une très légère corrélation négative non significative ($R_s = -0,118$; $t = 0,356$ inférieur à la valeur critique pour $p = 0,1$).

Un pic d'activité important se manifeste entre 19 et 20 heures puis l'activité diminue de moitié et, à partir de cette valeur, croît jusqu'au lever du soleil (pic à 6-7 heures).

3.6. INFLUENCE DE L'AGE DES FEMELLES SUR L'ACTIVITE A L'INTERIEUR DES HABITATIONS ET SUR LA VERANDA.

Nous avons procédé aux dissections des anophèles récoltées au cours des captures de 24 heures des 24/25 Février et 31 Mars-1 Avril 1977 ; les figures 10 et 11 permettent de constater la similitude des cycles d'agressivité des femelles pares et nullipares sur la véranda et à l'intérieur des habitations.

Pour la capture du 24-25 Février l'utilisation du test de corrélation des rangs de Spearman montre une corrélation significative (Véranda, $R_s = 0,832$, $t = 5,19$ supérieur à la valeur limite pour $p = 0,0005$; intérieur, $R_s = 0,850$, $t = 8,23$ supérieur à la valeur limite pour $p = 0,0005$ pour 13 dl).

Pour la capture du 31 Mars-1 Avril la corrélation est significative pour la véranda ($R_s = 0,608$, $t = 2,65$ supérieur à la valeur limite pour $p = 0,001$) ; pour l'intérieur il y a une absence de corrélation non significative ($R_s = 0,41$, $t = 1,55$ supérieur à la valeur limite pour $p = 0,1$ et inférieur à la valeur limite pour $p = 0,05$).

Ce résultat pourrait être en relation avec la faiblesse des effectifs récoltés à l'intérieur lors de cette capture.

nb. femelles

VERANDA

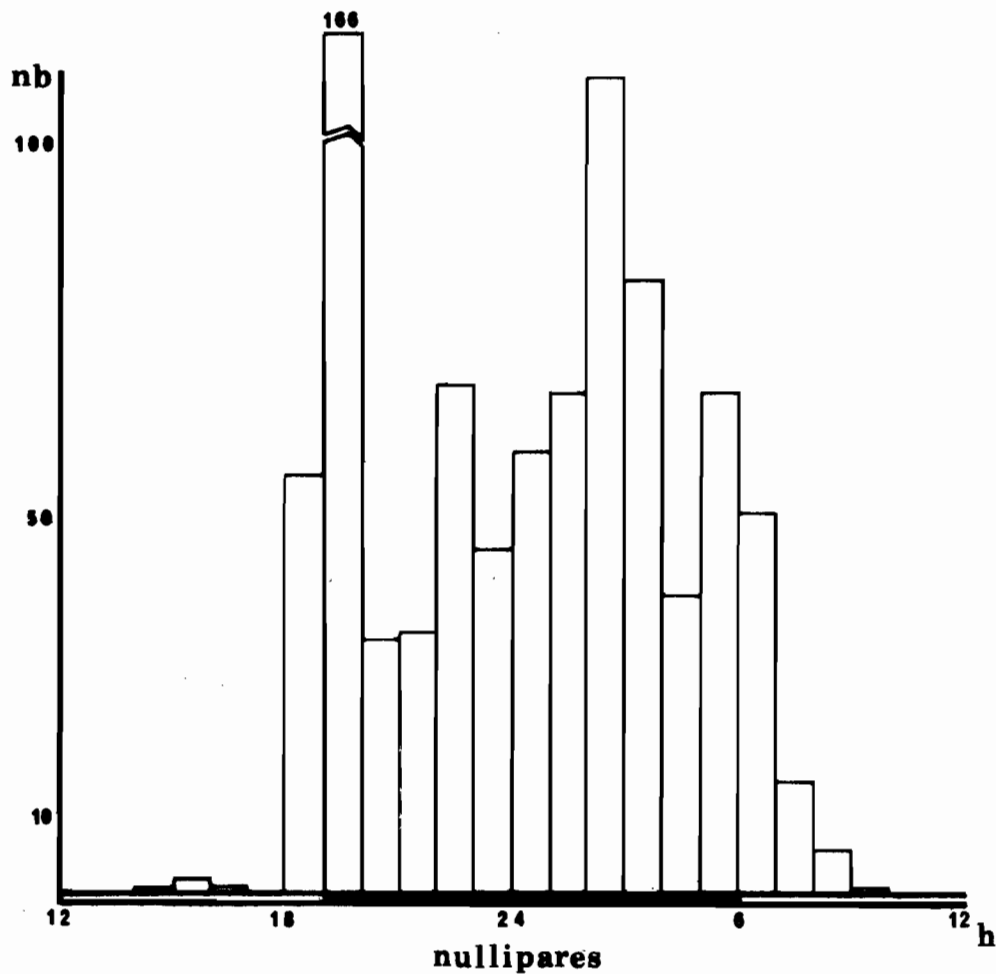
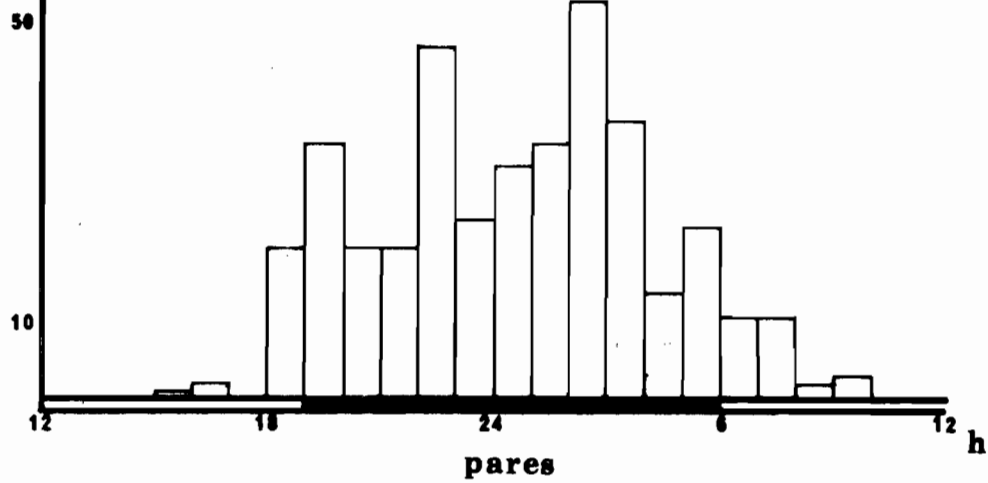


Fig.10; Cycle d'agressivité des femelles pares et nullipares
d'*Anopheles aquasalis* dans la véranda :24-25 février 1977

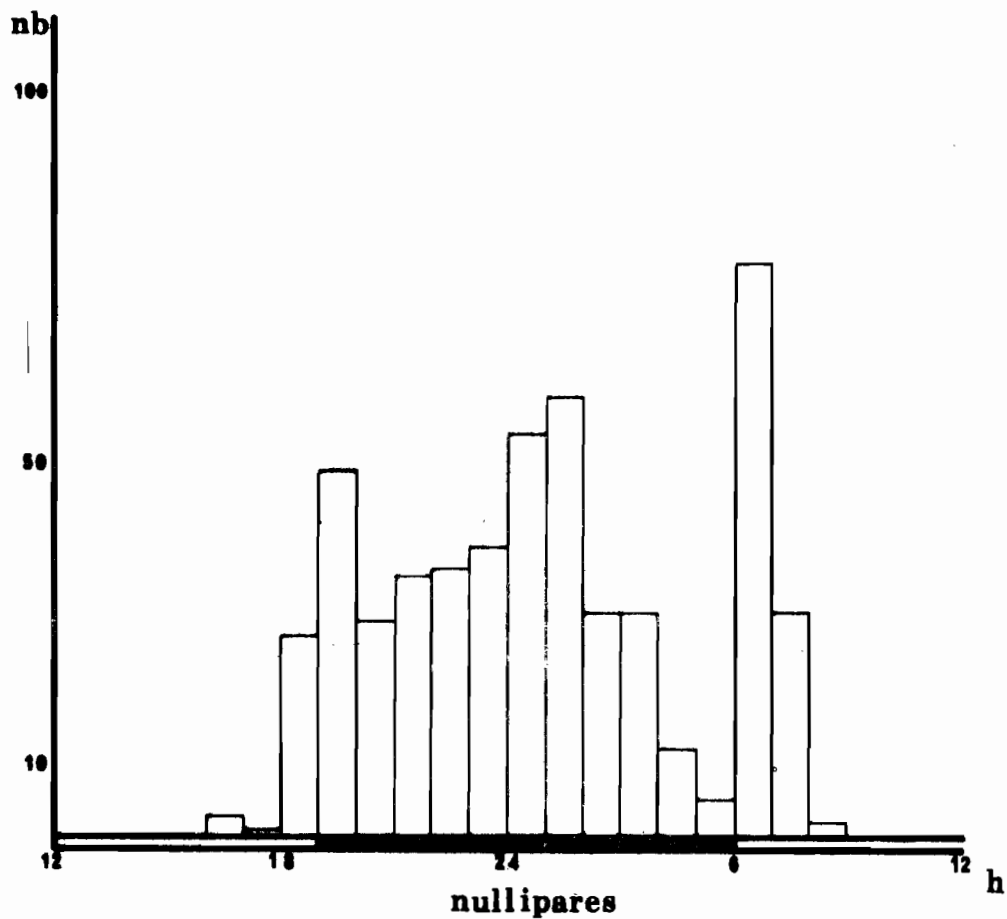
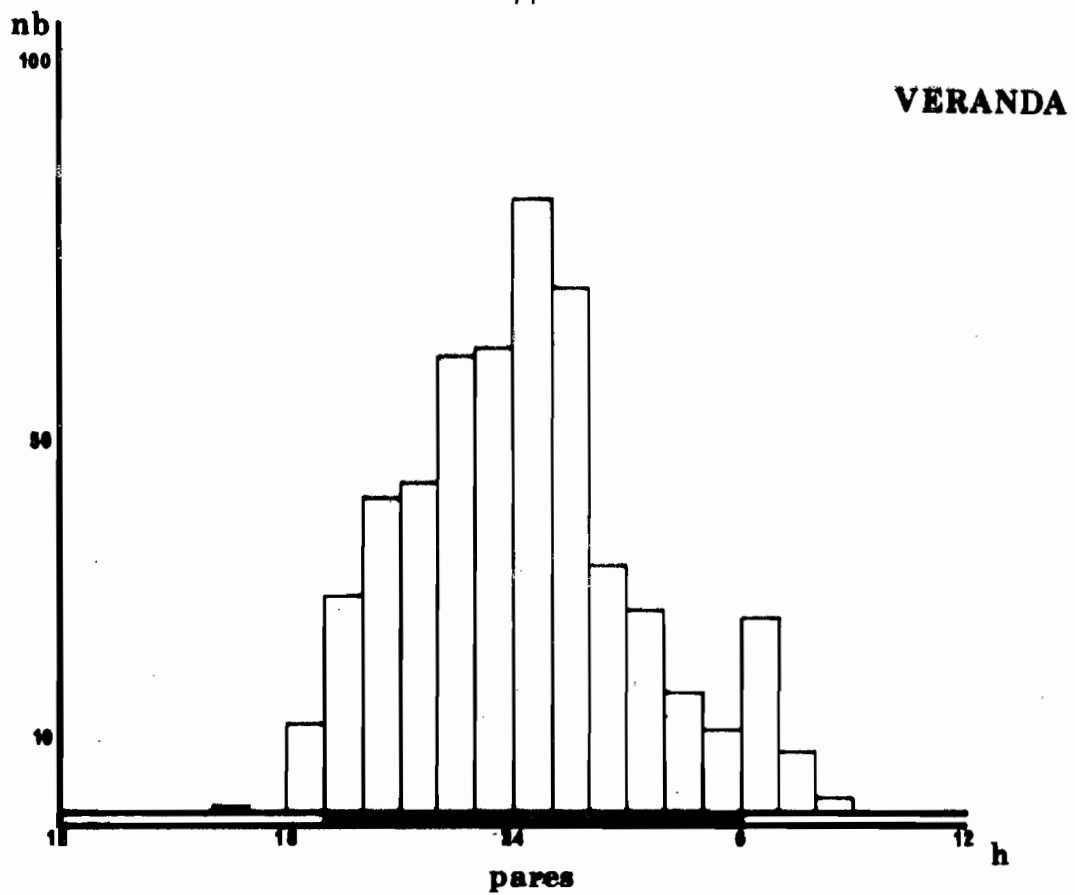
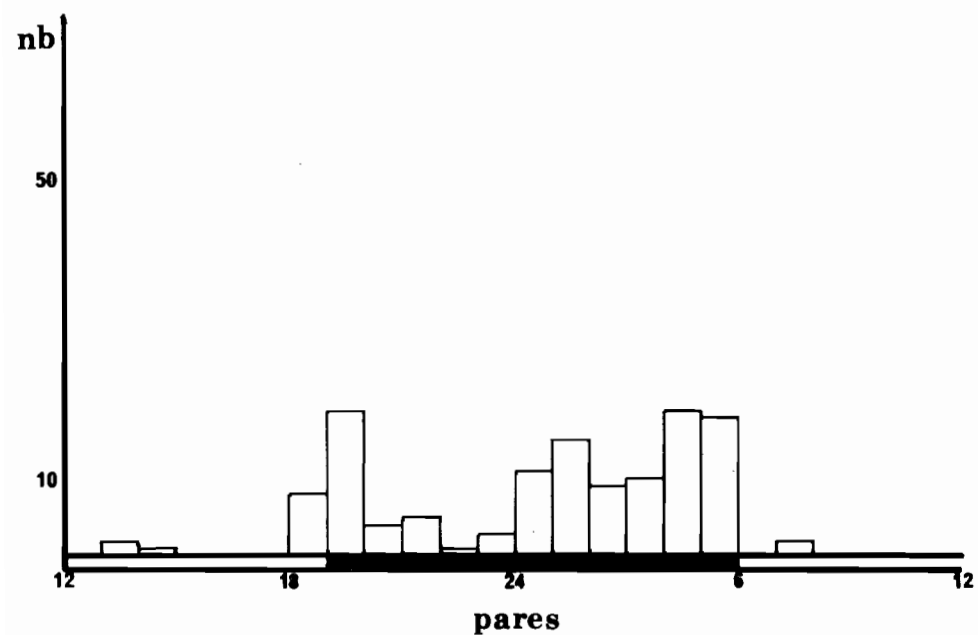
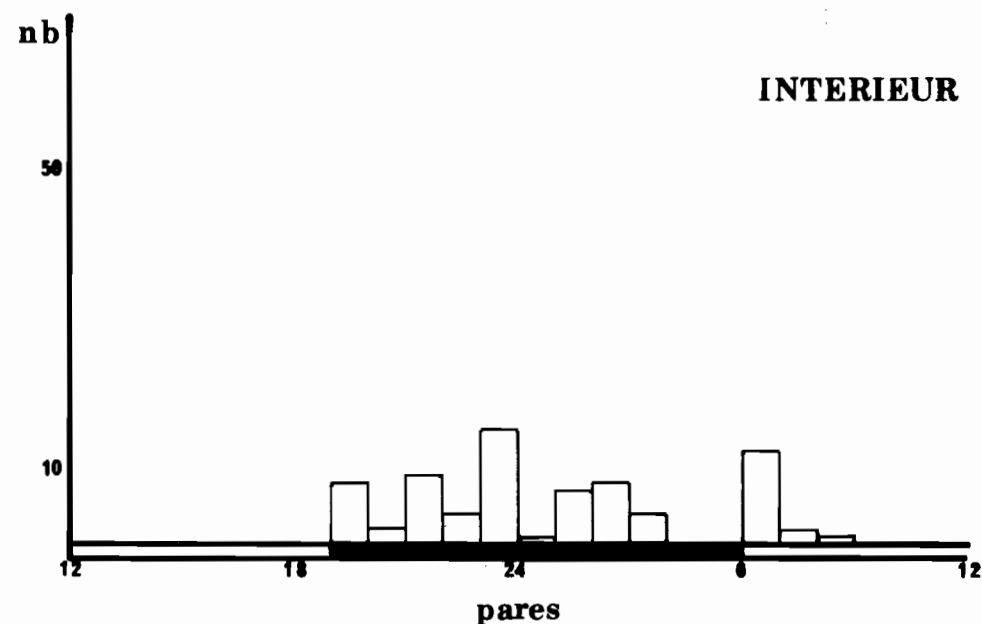


Fig.10: Cycle d'agressivité des femelles pares et nullipares
d'*Anopheles aquasalis* dans la véranda : 31 mars-1 avril 1977



24-25 février 1977



31 mars - 1 avril 1977

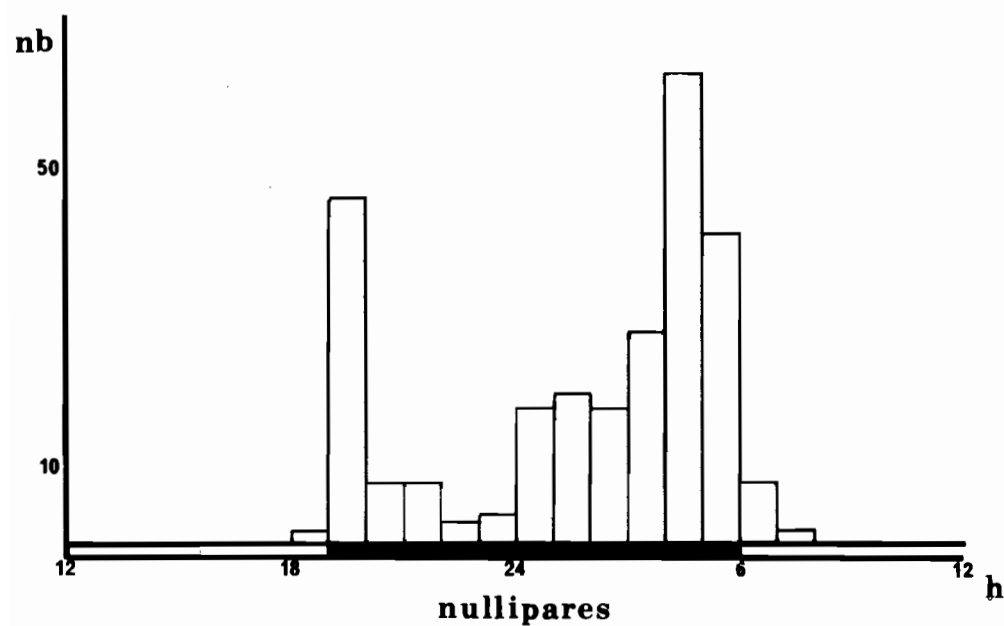


Fig.11: Cycle d'agressivité des femelles pares et nullipares d'*Anopheles aquasalis* à l'intérieur.

Néanmoins s'il apparaît que l'allure générale des cycles des femelles pares et nullipares est significativement identique, on notera l'existence de pics plus marqués à la tombée du jour et au lever du soleil chez les femelles nullipares. Comme nous le verrons ultérieurement (Chap.III, § 4.12.11) les femelles nullipares d'*An.aquasalis* prennent leur 1er repas de sang 24h après l'émergence ; on pourrait donc penser que ces deux pics d'activités sont en relation avec des pics d'émergence l'un en fin d'après-midi et l'autre en fin de nuit.

En conclusion, les cycles d'agressivité des femelles pares et nullipares sont globalement similaires aussi bien sur la véranda qu'à l'intérieur des habitations ; mais l'âge des femelles intervient en accentuant l'activité des femelles nullipares en début et fin de nuit.

3.7. VARIATIONS DU CYCLE NYCTEMERAL ET ACTION DES FACTEURS EXTERNES.

Que ce soit à l'extérieur, sur la véranda ou à l'intérieur, l'allure du cycle d'activité d'*An.aquasalis* varie d'une capture à l'autre ; en particulier le pic d'activité peut se situer à différentes heures de la nuit (de 19-20h à 5-6h sur la véranda).

Au cours des captures simultanées extérieur/véranda les pics d'activité à l'extérieur et sur la véranda ne se situent jamais à la même heure ; on notera en particulier, lors de 8 de ces 11 captures, le pic à l'extérieur se manifeste plus tard que sur la véranda ; il n'y aurait donc pas de phase d'attente à l'extérieur avant l'entrée dans la véranda, ce phénomène avait déjà été noté chez *An.darlingi* (PAJOT, 1977_a).

Nous n'avons pas pu établir de relations entre l'allure du cycle nyctéméral d'*An.aquasalis* à l'extérieur et sur la véranda et les conditions climatiques saisonnières régnant à Sunnamary, ces dernières n'entraîneraient donc pas de modifications sensibles du cycle d'activité de cet anophèle. Il n'apparaît pas non plus que les variations de température et d'humidité relative interviennent sur l'activité d'*An.aquasalis* ; durant la période pendant laquelle ont été effectuées les captures intérieur/véranda (Février à Mai 1977), la température a varié au niveau du carbet Mathieu en moyenne de 8° en 24h et l'humidité relative a varié au maximum de 23%. A la suite de PAJOT (1977_a) nous pensons que les faibles variations de ces deux facteurs ne peuvent créer de conditions défavorables aux anophèles et n'interviennent donc pas sur leur activité, néanmoins il est

possible que l'action de ces facteurs soit masquée par l'effet des différences d'attractivité des captureurs.

Nous rappellerons, enfin, que PAJOT (1977_b) a montré que l'activité d'*An.aquasalis* dans une véranda ne dépendait pas de l'intensité de la lumière lunaire.

3.8. CONCLUSION.

L'activité des femelles d'*An.aquasalis* est essentiellement nocturne aussi bien en extérieur que sur la véranda et à l'intérieur des habitations ; ce qui correspond aux résultats trouvés précédemment en Amérique du Sud (LUCENA, 1946 ; RACHOU, 1958) et à Trinidad (SENIOR-WHITE, 1953) ; *An.darlingi* vecteur principal du paludisme en Guyane française présente une activité diurne beaucoup plus marquée à l'extérieur (49,5%) et sur la véranda des habitations (22,8%) (PAJOT, 1977_a). Cette différence a un intérêt non négligeable du point de vue épidémiologique ; les contacts entre *An.darlingi* et l'homme pouvant être ainsi plus fréquent pendant la journée que ceux existant entre *An.aquasalis* et l'homme pendant la même période, ce phénomène va dans le sens d'une mise en doute des capacités vectrices d'*An.aquasalis*.

De même les cycles d'activité à l'extérieur et dans la véranda des habitations, caractérisés par une courbe en cloche, ne présentent pas le caractère albo-crépusculaire des cycles d'*An.darlingi* dans les mêmes conditions (PAJOT, 1977_a), il n'y a donc pas pour *An.aquasalis* de pics d'activité aux heures où les activités humaines sont importantes autour des habitations. On notera qu'au Surinam *An.nunez-tovari*, dont le rôle a été suspecté lors de certaines épidémies récentes, présente un cycle d'activité strictement crépusculaire (pic entre 18 et 18h) (PANDAY, 1977). L'activité sur la véranda, étroitement similaire à celle existant à l'extérieur, paraît donc être le reflet de cette dernière ; ce qui est conforme au caractère peu anthropophile de cette espèce ; le cycle sur les vérandas, lieu de contact privilégié avec l'homme dans ce département, ne reflétant pas une adaptation particulière, due à la présence de l'homme.

Le faible niveau d'activité à l'intérieur des habitations et le fait que le niveau d'activité soit équivalent sur la véranda et à l'extérieur, alors que chez *An.darlingi* il est nettement plus élevé sur la véranda (PAJOT, 1977_a), confirme le caractère exophage prêté par les auteurs à *An.aquasalis*.

Le caractère particulier du cycle, en intérieur, marqué par un pic très important entre 19 et 20 heures paraît être dû à deux causes principales :

- L'habitation où se déroulaient les captures intérieur/véranda servait aussi, à l'étage supérieur, de dortoir aux captureurs ; ceux qui étaient au repos présentaient une activité importante entre 18 et 20 heures, heures du repas, d'où une interaction que nous ne pouvions pas toujours complètement éviter avec la capture en intérieur, cette activité des captureurs entraînant l'ouverture fréquente des portes et donc la pénétration de nombreux Anophèles. Nous ne pensons pas qu'il s'agisse là d'un biais mais plutôt du reflet de la réalité existant dans les habitations guyanaises, les habitants manifestant une grande activité pendant cette période crépusculaire et n'obturant les ouvertures de leur habitation que plus tard dans la soirée. Ce phénomène se termine vers 20h la densité anophélienne obligeant ensuite les captureurs (et dans la réalité les habitants) à gagner l'abri de leur moustiquaire.

- Après 20h, la fermeture des portes et des fenêtres diminue fortement l'entrée des Anophèles ; d'autant que seule l'attraction humaine peut alors jouer, les captureurs utilisant une lampe de poche pour leur travail à l'exclusion de tout autre éclairage.

En résumé, la comparaison des cycles d'activité des femelles d'*An.aquasalis* et d'*An.darlingi* met en évidence un certain nombre de facteurs qui contribuent à mettre en doute la capacité vectrice d'*An.aquasalis* par rapport à *An.darlingi*.

- Activité essentiellement nocturne avec absence de pics albo-crépusculaire.

- Niveau d'activité équivalent dans la véranda et à l'extérieur.

- Faible niveau d'activité à l'intérieur des habitations

Tous ces facteurs intervenant dans le domaine des rapports homme/vecteur.

4) ETUDE DE LA DUREE DU CYCLE GONOTROPHIQUE

D'ANOPHELES AQUASALIS

EVALUATION DU TAUX DE SURVIE ET DE LA FRACTION EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUSE DE LA POPULATION.

4.1. ETUDE DE LA DUREE DU CYCLE GONOTROPHIQUE.

4.1.1. RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES.

- DEFINITIONS.

La définition du cycle gonotrophique varie suivant les auteurs : d'après DETINOVA (1963), le cycle gonotrophique correspond à la période s'écoulant entre le commencement d'un repas sanguin et le suivant, le premier cycle (femelles nullipares) incluant la période séparant l'émergence de l'adulte du premier repas sanguin. On peut aussi considérer qu'il s'agit de l'intervalle de temps séparant l'éclosion de la femelle, du dépôt de sa première ponte ou s'écoulant entre deux pontes successives (BRENGUES et COZ, 1973). D'une façon plus générale il s'agit de l'intervalle de temps séparant au cours de la vie de la femelle la répétition de deux phénomènes identiques, ces derniers étant soit la ponte soit le repas sanguin.

- LES DIFFERENTES PHASES DU CYCLE GONOTROPHIQUE.

BEKLEMISHEV (1940 in DETINOVA, 1963) a divisé le cycle gonotrophique en trois phases :

+ Première phase.

Elle correspond à la période de recherche et d'attaque de l'hôte. Cette phase, pour les femelles nullipares, va de l'émergence au premier repas sanguin, pour les femelles pares, de l'oviposition au repas sanguin suivant. Dans le cas des femelles nullipares la durée de cette phase est au moins égale à l'intervalle de temps nécessaire pour que l'ovaire atteigne le stade d'évolution auquel est habituellement pris le repas sanguin (SUBRA, 1972) ; en Afrique de l'Ouest les femelles nullipares d'*An.gambiae* A piquent un jour après l'émergence et celles d'*An.funestus* deux jours après (BRENGUES et COZ, 1973), chez les femelles nullipares d'*An.darlingi*, en

Guyane française, un jour sépare l'éclosion du premier repas sanguin (PAJOT in DIGOUTTE, 1976).

Chez les femelles pares il est possible, après avoir préalablement déterminé la vitesse de rétraction des sacs de ponte, d'évaluer la durée de cette phase en étudiant l'état de rétraction des reliques de pontes chez les femelles venant se gorger.

Chez *An. maculipennis* les ovarioles reprennent des dimensions normales 24 heures après la ponte (DETINOVA, 1963) ; en Afrique de l'Ouest les deux tiers des femelles d'*An. gambiae* A et d'*An. funestus* pondent et prennent un nouveau repas de sang au cours de la même nuit (BRENGUES et COZ, 1973) alors qu'en Afrique de l'Est un délai d'un jour est observé toute l'année entre la ponte et le repas suivant chez *An. gambiae* et chez *An. funestus* en saison chaude (GILLIES et WILKES, 1965), chez *An. darlingi* la majorité des femelles gravides pondent et prennent un nouveau repas de sang au cours de la même nuit (PAJOT in DIGOUTTE, 1976).

+ Deuxième phase.

Elle correspond à la digestion du repas sanguin et à la maturation des ovaires ; c'est à ce niveau que l'on doit faire intervenir la notion de concordance trophogonique (SWELLEN GREBEL, 1929 in SUBRA, 1972) : à chaque repas de sang doit correspondre un développement ovarien complet suivi d'une oviposition ; cette concordance n'est pas obligatoire, dans certains cas un seul repas ne sera pas suffisant pour assurer le développement complet des ovaires et un deuxième repas sera nécessaire pour achever ce développement ; cette phase de développement incomplet faisant suite au premier repas a reçu le nom de phase prégravide ; elle se rencontre chez 42% des femelles nullipares d'*An. gambiae* A et 63% de celles d'*An. funestus* en Afrique de l'Ouest (BRENGUES et COZ, 1973), on la trouve aussi chez la plupart des femelles nullipares de ces espèces en Afrique de l'Est (GILLIES, 1954, 1955 ; GILLIES et WILKES, 1963 in BRENGUES et COZ, 1973) et à Madagascar (COZ, 1961). Chez *An. caroni* il peut y avoir deux stades prégravides et chez *An. hamoni* trois stades prégravides ont été observés (PAJOT, 1964 ; ADAM, VATTIER, PAJOT, 1964 in PAJOT, 1973). Ce stade semble rare chez *An. darlingi* (PAJOT in DIGOUTTE, 1976).

La durée de la deuxième phase de BEKLEMISHEV est conditionnée par divers facteurs en particulier la température, chez *An. gambiae* la vitesse de maturation des oeufs est inversement proportionnelle à la tempé-

rature (GILLIES, 1953 in SUBRA, 1972), il en est de même chez *An.maculipennis* pour ce qui est de la vitesse de digestion sanguine (SHLENOVA, 1938 in CLEMENTS, 1963) ; l'humidité relative pourrait aussi intervenir (MAYNE, 1928 in PAJOT, 1973).

+ Troisième phase.

Elle correspond à la recherche du plan d'eau adéquat et à l'oviposition, en général elle n'excède pas 24 heures chez les Anophèles (DETINOVA, 1963) et souvent elle ne dure que quelques heures (BRENGUES et COZ, 1973) ; il est possible que sa durée soit variable suivant les individus en fonction de l'heure du repas de sang au cours de la nuit, chez *Culex pipiens fatigans* les femelles ayant pris leur repas de sang avant minuit pondraient deux jours plus tard alors que celles l'ayant pris après minuit pondraient trois jours plus tard (De MEILLON et al, 1967 in SUBRA, 1972). D'une façon plus générale, elle varie en fonction de la distance séparant les gîtes du lieu de prise de nourriture (CARNEVALE, 1978 Comm.pers.). Chez *An.darlingi* il semble que cette phase soit très courte (PAJOT, 1976).

- TRAVAUX ANTERIEURS CONCERNANT *AN.AQUASALIS*.

SENIOR-WHITE (1951), dans son importante étude sur la biologie d'*An.aquasalis*, évaluait à 32,5 heures le délai moyen s'écoulant entre l'émergence et le premier repas et à 59 heures le délai entre ce repas et l'oviposition.

Plus récemment, PANDAY, (1974), au Surinam, évaluait la durée du cycle d'*An.aquasalis* à moins d'une semaine et considérait que les femelles d'*An.aquasalis* devaient être capables d'effectuer, au cours de leur vie, quatre cycles gonotrophiques,

- TRAVAUX CONCERNANT LES AUTRES VECTEURS SUD-AMERICAINS.

Pour ce qui est des autres vecteurs sud-américains, PAJOT in DIGOUTTE, 1976) évalue à deux jours la durée du cycle gonotrophique des femelles pares d'*An.darlingi*, pour les femelles nullipares le premier cycle serait de trois jours en moyenne.

HAILE et WEIDHASS (1977) évaluent à six jours le premier cycle d'*An.albimanus* et à trois jours les cycles suivants ; au Surinam *An.nuneztovari* ferait son premier cycle en cinq jours et les suivants en quatre

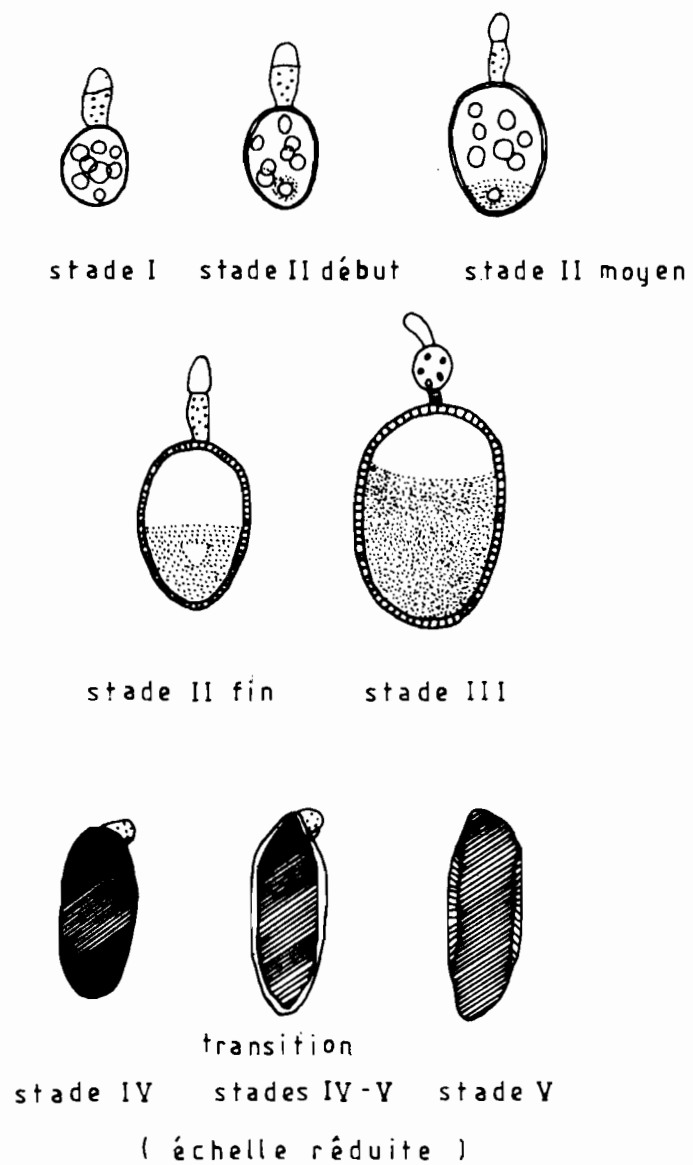


Fig.12: STADES DU DÉVELOPPEMENT OVARIEN

RAPPEL DE LA CLASSIFICATION DE CHRISTOPHERS

jours (PANDAY, 1977).

4.1.2. ETUDES EXPERIMENTALES.

Nous exposerons, dans un premier temps, les résultats fournis par les expériences de laboratoire :

- Détermination des stades de développement folliculaire des femelles pares et nullipares agressives,
 - Etude des stades de rétraction des reliques de ponte chez les femelles pares agressives,
 - Etude de la vitesse de développement des follicules ovariens ;
- ces résultats permettant d'appréhender en laboratoire la durée des différentes phases du cycle gonotrophique.

Les données fournies par la méthode de lacher-recapture, permettant d'évaluer la durée totale du cycle dans la nature, seront exposées en second lieu, les résultats précédents étant nécessaires à l'interprétation des recaptures.

4.1.2.1. Résultats des expériences de laboratoire.

4.1.2.1.1. Résultats apportés par les dissections effectuées dans le cadre de l'étude de la parité horaire.

- STADES D'EVOLUTION DES OVAIRES CHEZ LES FEMELLES NULLIPARES AGRESSIVES. DUREE DE LA PREMIERE PHASE DE BEKLEMISHEV.

Lors de la dissection des femelles récoltées pendant la capture de 24 heures, du 31 Mars-1er Avril, nous avons noté le stade de développement des ovaires de 594 femelles nullipares : 2,19% étaient venues prendre leur premier repas de sang avec des follicules ovariens au stade I ; 23,9% avec des follicules au stade II_d ; 65,9% avec des follicules au stade II_m ; 4,7% avec des follicules au stade II_f et 3,2% avec des follicules au stade III.

Une très forte majorité de femelles prennent leur premier repas de sang au stade II_m, nous retrouvons là, amplifié, le phénomène déjà noté chez *An.darlingi* (PAJOT in DIGOUTTE, 1976) chez lequel les femelles nullipares agressives piquent aux stades I-II_m. Au cours de l'expérience d'élevage citée ultérieurement, nous avons pu noter que des femelles non gorgées, maintenues sur eau sucrée et disséquées à 30 heures, présentaient des ovaires

au stade II_m ; il apparaît donc que, chez *An.aquasalis*, les femelles nullipares peuvent piquer aux stades II_d-II_m à la différence des Anophèles africains, en particulier *An.gambiae* A et *An.funestus* chez lesquels les follicules ovariens ne dépassent pas le stade II_d avant le repas de sang (BRENGUES et COZ, 1973). Le stade II_d est atteint 12 à 20 heures après l'éclosion, c'est aussi vers 20 heures que disparaît le méconium (F. Le PONT, 1977, comm.pers.) 7,9% seulement des femelles nullipares piquent avec des follicules ayant dépassé le stade II_m, si la présence de ces femelles doit être rattachée à l'existence d'une phase prégravide, le pourcentage de femelles présentant cette phase sera donc très faible.

Au vu de l'ensemble de ces résultats et compte tenu du fait, noté lors d'une observation réalisée en laboratoire, portant sur 50 individus, que les émergences ont lieu en quasi totalité entre 16 et 07h du lendemain matin (98% des émergences), nous pouvons considérer que les femelles émergent en fin d'après-midi ou la nuit et prennent leur premier repas de sang en majorité la nuit suivante. Seules les femelles présentant des follicules ovariens aux stades I ou II_d et ayant éclos en fin d'après-midi ou en début de soirée, pourraient se gorger la première nuit ; mais la faible fréquence, moins de 0,2%, de femelles présentant un méconium et le fait que ce dernier disparaisse au bout d'une vingtaine d'heures, nous amène à penser que la fréquence de ces femelles est en fait très faible.

Pendant l'intervalle de temps séparant l'émergence du premier repas, 97,5% des femelles sont fécondées, cette valeur est proche de celle trouvée à Trinidad par SENIOR-WHITE (1951-1952) et qui était de 90% ; comme le montre cet auteur, cette fécondation a lieu à la fois dans les essaims qui se forment à la tombée de la nuit et en dehors de ceux-ci. La grande majorité des femelles non fécondées a des ovaires aux stades I et II_d (84,5%).

- STADES D'EVOLUTION DES OVAIRES CHEZ LES FEMELLES PARES AGRESSIVES.

Nous avons relevé le stade de développement des ovaires de 523 femelles pares agressives : aucune femelle n'est venue piquer avec des follicules ovariens au stade I, 41,8% sont venues avec des follicules au stade II_d ou à un stade intermédiaire entre les stades II_d et II_m : le follicule d'une taille proche (0,07mm contre 0,08mm) de celle des follicules au stade II_m, ne présente qu'une étroite zone de vitellus autour de l'ovocyte, il est possible que ces follicules soient en fait des stades II_m au

vitellus peu visible ; la majorité des femelles, 54%, piquent au stade IIm, 2,5% piquent au stade II f et 1,72% au stade III.

- STADES DE RETRACTION DES RELIQUES DE PONTES CHEZ LES FEMELLES PARES AGRESSIVES.

Nous avons pu examiner les reliques de ponte chez 439 femelles pares agressives : parmi celles-ci, 9,8% étaient revenues piquer avec des ovaires présentant des sacs ouverts, 62,8% avec des ovaires présentant des sacs demi rétractés et 27,4% avec des sacs rétractés ou des dilatations.

- DETERMINATION DE LA VITESSE DE RETRACTION DES SACS DE PONTE, DUREE DE LA PREMIERE PHASE CHEZ LES FEMELLES PARES.

Au cours de cette même dissection nous avons noté, heure par heure, le pourcentage de femelles pares présentant :

- 1 - des oeufs résiduels
- 2 - des sacs ouverts
- 3 - des sacs demi rétractés
- 4 - des sacs rétractés ou des dilatations

Les résultats de cette étude ont été regroupés en quatre graphiques (F.₁₃) suivant cet ordre. On constate que le pourcentage de femelles présentant des oeufs résiduels est maximum entre 18 et 19h, il décroît ensuite pour se stabiliser à 11%. Au cours des dissections effectuées dans le cadre de l'étude du cycle d'agressivité, nous avons pu noter que, si toutes les femelles présentant des oeufs résiduels étaient pares, moins de 14% d'entre elles présentaient des sacs ouverts, la majorité présentant des dilatations ou des sacs rétractés et demi-rétractés. Le pic des femelles présentant des oeufs résiduels serait donc à rapprocher du pic des femelles présentant des sacs rétractés ou des dilatations qui est situé à la même heure.

Le pourcentage maximum de femelles présentant des sacs ouverts est atteint de 19 à 22h, il décroît ensuite pour s'annuler complètement à partir de 3h du matin. *An. aquasalis* présenterait donc une importante activité de ponte en fin d'après-midi et à la tombée du jour ; 4 heures après le pic des sacs ouverts, le pourcentage de femelles présentant des sacs demi-rétractés devient maximum. Le pourcentage de femelles présentant des sacs rétractés ou des dilatations, présente deux pics, le premier entre

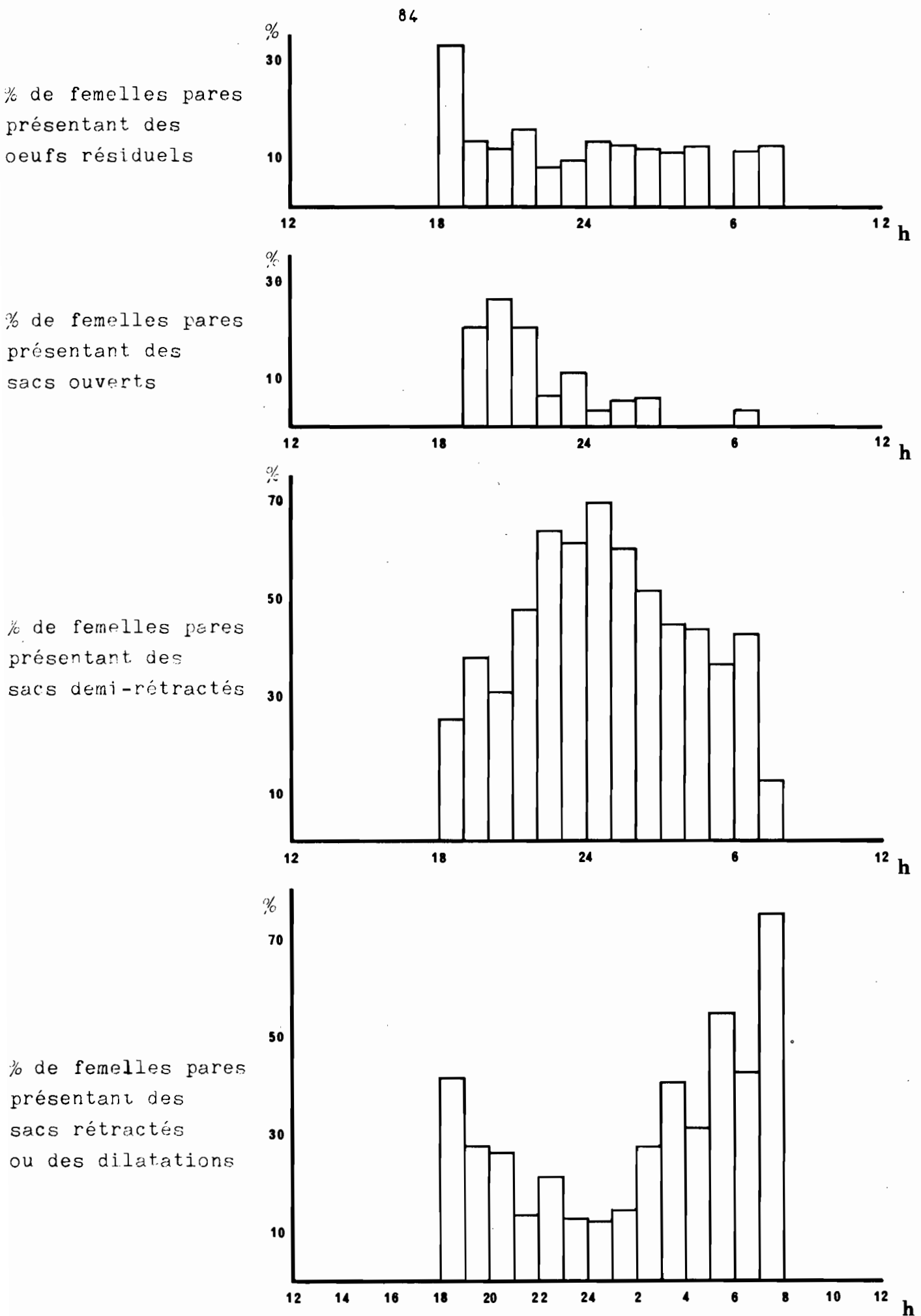


Fig.13 : Détermination de la vitesse de rétraction des sacs de ponte

18 et 19h et le second à l'aube ; il est possible de considérer que le deuxième pic survenant sept heures après celui des sacs demi-rétractés et onze heures après celui des sacs ouverts correspond aux femelles ayant pondu la veille, les reliques de ponte mettraient donc plus de onze heures pour se rétracter ; la présence d'un pic de sacs rétractés à la tombée de la nuit, parallèlement au pic des femelles présentant des oeufs résiduels, indique la venue de femelles ayant pondu plus de onze heures auparavant, ce qui amène à reporter ces pontes à l'aube de ce même jour ou à la soirée du jour précédent. Dans la suite de cet exposé nous adopterons le schéma simplifié suivant : les reliques de ponte, se rétractent, compte tenu d'un temps de retour à l'hôte, non déterminé mais que nous fixerons au minimum à 1h, en 12h ou plus, le stade demi-rétracté étant atteint 6 à 12h après la ponte. Si on se rapporte aux résultats du paragraphe 1.2.1.1.3. on constate que 72,6% des femelles pares sont venues se nourrir moins de douze heures après la ponte et 27,4% plus de douze heures après la ponte, donc pratiquement la nuit suivante.

4.1.2.1.2. Expériences d'élevage : Etude de la vitesse de développement des ovaires, durée de la deuxième phase de BEKLEMISHEV.

Lors de la première expérience de lâcher-recapture réalisée du 6 au 14 Juin 1977, nous avons procédé à l'étude de la vitesse d'évolution des follicules ovariens des femelles d'*An.aquasalis* en réalisant sur place en élevage en cage à partir de femelles capturées sur homme ; les femelles nourries sur cobayes au début de l'expérience disposaient de cotons imbibés d'eau sucrée renouvelés régulièrement, toutes les dix heures dix femelles étaient prélevées, tuées à l'éther et placées en tube de Nunc dans l'azote liquide, elles ont été disséquées ultérieurement au laboratoire ; du fait de la mortalité élevée d'*An.aquasalis* en cage, nous n'avons pas pu poursuivre l'expérience au delà de 50h pour cette même raison le prélèvement à 40h n'a pas été effectué afin de conserver suffisamment d'individus pour celui de 50h. Les résultats des dissections peuvent être schématisés ainsi :

Heures					
0	10	20	30	40	50
IIm	IIa/IIId	IIIIm/IIIIf	IV		V
Stades					

On constate qu'à 50h toutes les femelles ont atteint le stade V, une grande homogénéité a été observée dans le développement des follicules ovariens à chaque heure ; cette constatation nous permet à nouveau de douter de l'existence d'une phase prégravide chez cet anophèle en Guyane française,

mais compte-tenu du fait que SENIOR-WHITE, à Trinidad (1951), considérait que 24% d'une population d'*An.aquasalis* devait faire deux repas pour assurer la maturation des oeufs, il nous faut néanmoins tenir compte du caractère limité à la fois en nombre et dans le temps de l'expérience citée ci-dessus.

En conclusion il apparaît que 50h après le repas de sang les femelles d'*An.aquasalis* sont capables de pondre, cette valeur apparaît comme devant être un maximum car à 30h certaines femelles ont des follicules se trouvant déjà à un stade IV fin (ou transition). En fonction de ces résultats les femelles paires et nullipares pourraient donc effectuer un cycle gonotrophique en deux jours (pour les nullipares la période séparant l'éclosion du premier repas n'étant pas prise en compte), nous allons maintenant voir si ce résultat est confirmé par les expériences de lâcher-recapture.

4.1.2.2. Résultats des expériences de lâcher-recapture

4.1.2.2.1. Rappels bibliographiques.

Si les méthodes de marquage, que ce soit au moyen de radio-isotopes incorporés à la nourriture ou de colorants divers apposés sur des individus ou des colonies, ont été fréquemment utilisées pour étudier les déplacements des moustiques (SUBRA, 1972) ce n'est que récemment que les auteurs ont commencé à utiliser les méthodes de marquage et de lâcher-recapture pour étudier la durée des cycles gonotrophiques des diptères hématophages.

GILLIES et WILKES en Tanzanie (1965), BRENGUES et COZ en Afrique de l'Ouest (1973) utilisèrent ce type de méthode pour étudier la durée des cycles gonotrophiques d'*An.gambiae* et d'*An.funestus*, alors qu'en Iran, QURAISHI et al l'utilisaient pour l'étude du cycle d'*An.stephensi mysorensis* (1966) ; SHEPPARD et al (1969), PANT et YASUNO (1973) déterminèrent ainsi la durée du cycle gonotrophique d'*Aedes aegypti* à Bangkok alors qu'en Afrique de l'Est cette méthode était appliquée au même moustique par Mc CLELLAND et CONWAY (1971) et en Afrique de l'Ouest par HERVY (1977) ; SUBRA (1972) l'appliqua à *Culex pipiens f.* en zone urbaine de savane soudanienne ouest africaine ; PAJOT l'utilisa pour étudier le cycle d'*Aedes simpsoni* en Empire Centrafricain (1973) et celui d'*An.darlingi* en Guyane française (in DIGOUTTE, 1976), GERMAIN et al (1974) firent de même en Empire Centrafricain pour *Aedes africanus*.

Les modalités d'application de la méthode peuvent varier suivant les animaux étudiés ; les moustiques peuvent avoir été élevés au laboratoire

avant d'être relâchés à jeûn quelques heures après l'éclosion, ce fut le cas pour *An.stephensi* en Iran (QURAIISHI, 1966), *An.gambiae* en Tanzanie (GILLIES et WILKES, 1965) et en Afrique de l'Ouest (BRENGUES et COZ, 1973), *Aedes aegypti* à Bangkok (PANT et YASUNO, 1973) et en Afrique (HERVY, 1977), *Culex pipiens fatigans* en Afrique de l'Ouest (SUBRA, 1972). Cette façon de procéder permet, connaissant l'âge des femelles au moment du lâcher, de déterminer la durée du premier cycle gonotrophique avec une grande précision ; elle n'est utilisable que pour des moustiques dont l'élevage est possible au laboratoire ou dont on peut récolter aisément de grande quantités d'oeufs, ou de larves, dans la nature ; dans le cas contraire, il est nécessaire de relâcher des moustiques capturés au stade adulte dans la nature ; il en a été ainsi en Afrique de l'Est pour *Aedes aegypti* (Mc CLELLAND et CONWAY, 1971), pour *Aedes africanus* en Empire Centrafricain (GERMAIN et al, 1974) et pour *An.darlingi* en Guyane française (PAJOT, 1976).

Si QURAIISHI (1966) utilisa des moustiques marqués au P³² la plupart des auteurs utilisent des poudres colorées. La coloration peut être effectuée individuellement (GILLIES et al, 1965 ; Mc CLELLAND et CONWAY, 1971) à l'aide de touches de peinture, ce qui permet l'établissement d'un code et le marquage de touches successives à chaque recapture d'un même moustique, ou bien par poudrage d'une population de moustiques (GERMAIN et al, 1974 ; PAJOT, 1976) ; dans ce dernier cas il est évidemment impossible d'effectuer des marques successives sur un même moustique.

4.1.2.2.2. Expériences.

Nous avons procédé sur la Route de l'Anse à Sinnamary à deux expériences de lâcher-recapture dans le but de déterminer l'intervalle de temps séparant deux repas sanguins chez *An.aquasalis*.

4.1.2.2.2.1. Première expérience de lâcher-recapture : 6 au 14 Juin 1977.

- SITUATION CLIMATIQUE.

Si les mois de Juin sont généralement les plus pluvieux en Guyane française, il n'en a pas été de même en 1977 ; où, à Sinnamary, on observa un déficit de pluviométrie de 33% par rapport à la moyenne mensuelle de la période 1956-1975.

Du 6 au 14 Juin, 82mm d'eau furent recueillis à Sinnamary. L'humidité relative était de 85% en moyenne ; la température moyenne relevée

pendant l'expérience de 27,5°, la température maximale relevée de jour étant de 32° et la température minimale relevée de nuit de 25° ; l'évaporation moyenne pour le mois s'éleva à 40,5mm.

- PROTOCOLE.

+ Capture, marquage et lâcher.

Les séances de captures ont été effectuées les deux premiers soirs. Les femelles capturées sur homme (voir § 4.1.2.2.1), à partir de 18h et gorgées sur cobayes, étaient colorées à l'aide de poudres micronisées fluorescentes aux U.V. ; les femelles non ou incomplètement gorgées ayant été auparavant éliminées.

La première nuit, du 6 au 7 Juin 1977, 2350 femelles réparties en 4 cages et colorées en orange furent relâchées dans la cocoteraie située derrière le carbet Mathieu, sur l'aire servant habituellement aux captures en "extérieur" ; les trois premières cages furent ouvertes entre 0 et 2h30, la quatrième à 6h15 du matin, toute la nuit des pluies intermittentes et violentes ne laissèrent place qu'à de brèves éclaircies. La deuxième nuit le même nombre de femelles fut relâché suivant les mêmes modalités, les femelles ayant été colorées en vert.

Nous avons eu, au cours de ces deux séances de lâcher, à faire face à une difficulté majeure due au fait que nous utilisions des animaux capturés sur homme et qu'il n'était pas possible de les gorger sur ce même hôte ou sur les bovidés ; nous avons donc dû les gorger sur cobayes. Il s'est avéré qu'*An. aquasalis* se gorgeait mal sur cet animal d'où l'obligation de laisser les anophèles plusieurs heures en contact avec les cobayes ; malgré cela, des femelles non ou mal gorgées persistaient au moment du lâcher et parvenaient à échapper à notre tri.

Ces difficultés de gorgement avaient déjà été notées par SENIOR-WHITE (1951) qui avait remarqué que beaucoup de femelles au cours d'un même repas global se nourrissaient sur plusieurs hôtes.

+ Recapture et observation.

Les recaptures ont été effectuées pendant les six nuits suivantes à l'aide de cinq pièges lumineux "C.D.C. Miniature Light Trap" répartis autour de l'étable et de la porcherie et, parallèlement, à l'aide de captures sur homme qui ne purent être menées de 18 à 6h que pendant les deux premières

nuits suivant les lâchers ; les autres nuits les captures sur homme n'ont eu lieu que jusqu'à 24h, le protocole ayant été modifié pour tenir compte de la fatigue des captureurs.

Les moustiques récoltés sur homme étaient triés aussitôt sous la lampe U.V. Les anophèles colorés étaient placés en tube de Nunc dans l'azote liquide ; les récoltes des pièges lumineux étaient ramassés toutes les deux heures environ, triées, examinées et stockées de façon identique. Les femelles marquées, recapturées, ont été disséquées au laboratoire afin de déterminer leur parité, leur stade folliculaire, l'état de réplétion de leur estomac et leur éventuelle fécondation par examen du contenu de la spermathèque.

- RESULTATS.

+ Dissections des femelles recapturées 24h après le lâcher.

Seules, ont été recapturées, après 24h, les femelles ayant été relâchées et colorées en vert dans la nuit du 7 au 8 Juin ; l'expérience ayant débuté 48h après le lâcher des femelles colorées en orange.

21 femelles ont été recapturées au bout de 24h, 5 sur homme et 16 au piège lumineux ; parmi ces femelles 10 étaient nullipares (4 sur homme et 6 au piège). Nous pensons qu'il s'agit de femelles relâchées non ou mal gorgées et revenues se nourrir la nuit suivant leur lâcher, GERMAIN (1974) attribue de façon similaire le retour prématuré de femelles d'*Aedes africanus* à des repas sanguins insuffisants, entraînés par le caractère semi-artificiel de la prise du repas de sang et non à l'existence d'une phase pré-gravide.

Sept femelles capturées au piège lumineux ne purent être disséquées suite à un accident de décongélation survenu lors de l'expérience.

Deux femelles provenant des pièges étaient pares et présentaient les signes d'une ponte ancienne : sacs rétractés et dilatations ; la présence de sang en voie de digestion dans leur estomac indique qu'il s'agit de femelles pares gorgées la veille et restées au repos sur les parois de l'étable et de la porcherie ; leur attraction aurait donc été fortuite. A la suite de PAJOT (1977), nous avons d'ailleurs pu remarquer (voir § 1.4.4.1) que les pièges C.D.C., placés à proximité immédiate des hôtes, pouvaient attirer un pourcentage élevé de femelles gorgées.

Nbre de jours après lâcher.	Couleur	Heure de capture.	Mode de capture.	Parité	Stade follicul.	Etat des reliques folliculaires	Estomac
1	Verte	18h30-19h30	Homme	NP	IIm	non dét.	vide
1	"	"	"	NP	IIf	"	vert
1	"	19h30-20h30	"	NP	IIIm	"	vert
1	"	19-21h	piège lum.	NP	IIm	"	vert
1	"	23-1h	"	P	IIf	dilat.	brun
1	"	"	"	NP	IIm	non dét.	sg.noir
1	"	"	"	NP	IIm	"	vide
1	"	"	"	NP	III	"	vert
1	"	"	"	P	IId	oeufs résid.	vide
1	"	1h30-2h30	homme	NP	IIm	non dét.	vert
1	"	"	"	P	IId	oeufs résid.	vert
1	"	1-7h	piège lum.	P	III	sacs rét.	sg.r&n
1	"	"	"	NP	III	non dét.	vert
1	"	"	"	NP	IIf	"	n.d.
2	Orange	18h30-19h30	homme	P	IId-m	non dét.	sg.rou.
2	"	19-21h	piège lum.	P	IId	"	vide
2	"	"	"	P	IId	"	vert
2	"	21h30-22h30	homme	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	21-23h	piège lum.	P	n.d.	oeufs résid.	vide
2	"	"	"	P	"	"	vide
2	"	22h30-23h30	homme	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	23h30-0h30	"	P	IId	sacs ouv.	vide
2	"	23h-1h	piège lum.	P	IId	non dét.	vert
2	"	"	"	P	IId	"	vide
2	"	"	"	P	IId	"	vert
2	"	"	"	n.d.	IIIm	"	bleu
2	"	1-6h	"	P	n.d.	non dét.	vert
2	"	"	"	P	n.d.	oeufs résid.	vide
2	"	"	"	P	IIm	non dét.	vert
2	Verte	21-22h	homme	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	tra.br.
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	tra.br.
2	"	22-23h	"	P	IId	sacs ouv.	vide
2	"	22-24h	piège lum.	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	trac.br.
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	0-6h	"	P	IIm	sacs ouv.	vert
2	"	"	"	P	IIm	sacs ouv.	vide
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	vert
2	"	"	"	P	IIm	sacs ouv.	vide
2	"	"	"	P	IIm	sacs ouv.	sg.rou.
2	"	"	"	P	IIm	sacs ouv.	"

T. 4 : DISSECTION DES FEMELLES RECAPTUREES DU 8 AU 14 JUIN 1977

Nbre de jours après lâcher.	Couleur	Heure de capture.	Mode de capture	Parité	Stade follicul.	Etat des reliques folliculaires	Estomac
3	Orange	19-20h	homme	P	IId	sacs 1/2ret	vert
3	"	20-22h	piège lum.	P	IId	sacs ret.	vert
3	"	22-24h	"	P	IIm	sacs 1/2ret	vide
3	"	"	"	P	IIm	sacs ret.	sg.rou.
3	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	vert
3	"	"	"	P	IIm	sacs 1/2ret	vert
3	"	0-6h	"	P	IId	sacs 1/2ret	vide
3	"	"	"	n.d.	IIf	non dét.	vide
3	"	"	"	P	IId	oeufs résid.	vide
3	Verte	21-22h	homme	P	IIm	sacs 1/2ret	vide
3	"	"	"	P	IId	sacs	vert
3	"	22-23h	"	P	IIm	sacs	vert
3	"	"	"	P	IId	sacs 1/2ret	bleu
3	"	20-24h	piège lum.	P	IIm	sacs ret.	vert
3	"	"	"	P	IIm	sacs 1/2ret	vert
3	"	"	"	P	IId	sacs ret.	bleu
3	"	"	"	P	IId	sacs	vide
3	"	0-6h	"	P	IIm	sacs ret.	vert
3	"	"	"	P	IId	sacs	sg.r.s.
3	"	"	"	P	IId	sacs	tra.br.
3	"	"	"	P	IId	sacs	vide
3	"	"	"	P	IIm	sacs ouv.	vide
4	Orange	20-21h	homme	P	IId	non dét.	tra.b.
4	"	21-22h	"	bipare	IId	dilat.	vert
4	"	20-24h	piège lum.	P	IId	sacs ouv.	vert
4	"	"	"	bipare	IId	sacs ouv.	vert
4	"	1-6h	"	P	IId	non dét.	vide
4	"	"	"	n.d.	IIm	"	vide
4	Verte	19-20h	homme	bipare	IId	sacs ouv.	vert
4	"	18-22h	piège lum.	P	IId	non dét.	sg.ro.
5	Orange	18-22h	piège lum.	P	IIm	sacs 1/2ret	tra.b.
5	Verte	"	"	P	IId	non dét.	vert
5	"	22-24h	"	P	IId	"	vide
6	Orange	22-24h	piège lum.	P	IId	sacs ouv.	vide

T. 4 : DISSECTION DES FEMELLES RECAPTUREES DU 8 AU 14 JUIN 1977
(suite)

Abréviations : P:pare ; NP:nullipare ; non dét.:non déterminé ; sacs ret: sacs 1/2ret:sacs demi-rétractés ; sacs ouv.:sacs ouverts ; sg.rou.:sang rouge ; sg.ro.s.:sang rouge sombre ; sg.r&n:sang rouge et noir ; tra.br.: traces brunes ; sg.n.:sang noir.

Deux femelles pares présentant des oeufs résiduels et des sacs paraissent devoir reposer au niveau individuel le problème de l'existence d'une phase prégravide, bien que nous n'ayions pas pu la mettre en évidence lors de notre étude de la vitesse de développement ovarien (voir § 4.1.2.1.2)

+ Dissection des femelles recapturées 48h après le lâcher.

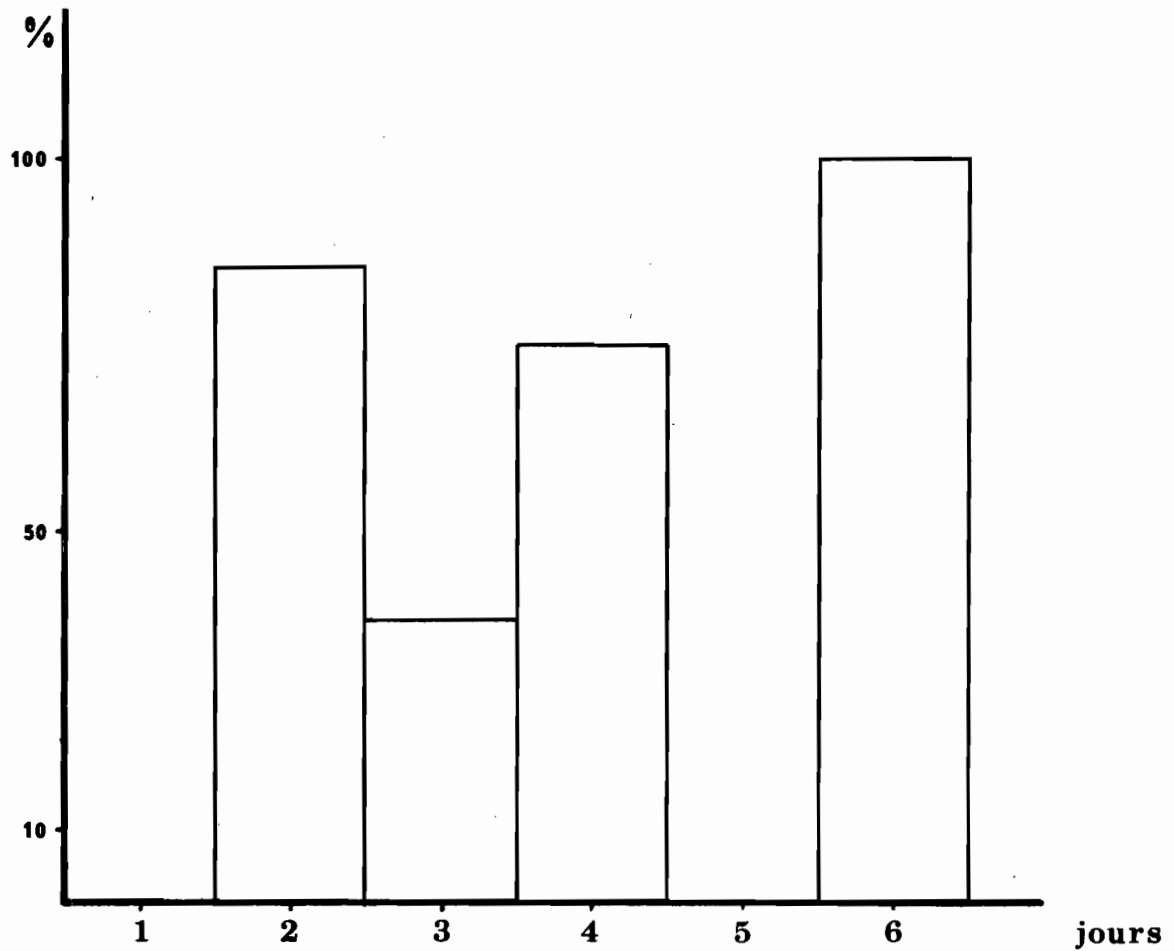
41 femelles ont été recapturées au bout de 48h : 8 sur homme et 33 au piège lumineux ; parmi ces dernières seules 22 purent être disséquées du fait de l'incident de décongélation cité précédemment. Comme le montre le tableau 4 toutes les femelles disséquées étaient pares ; 87% (7/8) des femelles recapturées sur homme présentaient des sacs ouverts et parmi les quatorze femelles capturées au piège lumineux (dont l'état des reliques folliculaires pu être déterminé), onze présentaient des sacs ouverts et trois des oeufs résiduels.

Toutes ces femelles présentant des sacs ouverts ou des oeufs résiduels avaient donc accompli un cycle gonotrophique en 48h (intervalle lâcher-première recapture : 38h, début du gorgement-dernière recapture : 58h). On notera que sur les quinze femelles recapturées, après 48h, avec des sacs ouverts, 10 présentaient des follicules ovariens au stade IId et 5 au stade IIm ; proportion semblable à celle trouvée lors de la dissection des femelles revenues piquer, avec des sacs ouverts, pendant la capture de 24h du 31 Mars-1er Avril (64% de IId et IId transition, 36% de IIm).

+ Dissection des femelles recapturées trois jours après le lâcher.

Vingt deux femelles ont été recapturées la troisième nuit suivant leur lâcher, 21 ont été disséquées. Huit femelles soit 38% présentaient des sacs ouverts, elles avaient accompli un cycle gonotrophique en trois jours (intervalle 62-82h) ; 13 femelles soit 62% présentaient des sacs demi-rétractés ou rétractés ou des oeufs résiduels, elles avaient donc pondu au minimum 6 à 12h avant leur retour vers l'hôte.

Au vu de ces résultats, il apparaît que, si le cycle gonotrophique de certaines femelles d'*An.aquasalis* peut s'effectuer en trois jours, une partie importante des femelles recapturées trois jours après le lâcher correspond en fait à des animaux ayant pondu 48h après le repas de sang. Ces femelles étant revenues trop tard pour se gorger la deuxième nuit, pour des raisons liées à la recherche des gîtes, ont dû, en raison du caractère strictement nocturne de leur cycle d'agressivité, attendre la troisième nuit pour



F14. Première expérience de lâcher-recapture: pourcentage quotidien de femelles présentant des sacs ouverts deux à six jours après le lâcher.
(Seules ont été prises en compte les femelles dont l'état des reliques folliculaires a pu être relevé.)

le faire ; ce qui est conforme au fait que le cycle gonotrophique peut physiologiquement s'accomplir en moins de 50h.

Un bon exemple d'un tel phénomène nous est fourni par la femelle orange capturée, sur homme, entre 19 et 20h, trois jours après le lâcher et celle capturée au piège lumineux entre 20 et 22h, le même soir : ces deux femelles, présentant des sacs rétractés, ont pondu au minimum 12h avant, c'est-à-dire à la fin de la nuit précédente. Elles ont donc attendu la nuit suivante pour se gorger à nouveau.

+ Dissections des femelles recapturées quatre jours après le lâcher.

Huit femelles ont été capturées après quatre jours. Parmi les trois femelles bipares recapturées, deux présentaient des sacs ouverts et avaient donc dû effectuer deux cycles gonotrophiques de 48h, depuis le lâcher.

+ Dissections des femelles recapturées cinq jours après le lâcher.

Trois femelles ont été recapturées au bout de cinq jours ; il n'a pas été possible de tirer des conclusions de leur parité.

+ Dissections des femelles recapturées six jours après le lâcher.

Une seule femelle présentant des sacs ouverts a été recapturée six jours après le lâcher.

La septième nuit aucune femelle n'a été recapturée.

- CONCLUSION.

Au terme de cette première expérience il apparaît, comme le montrent la figure 14 et les résultats précédents, que la durée du cycle gonotrophique des femelles d'*An. aquasalis* était de deux jours pour la majorité de la population ; certaines femelles effectuaient un cycle de trois jours mais une partie de celles-ci peut être rattachées au groupe effectuant le cycle en deux jours : elles ne sont revenues après trois jours que pour des raisons liées au caractère strictement nocturne de leur cycle d'agressivité.

4.1.2.2.2. Deuxième expérience de lâcher-recapture : 30 Janvier au 4 Février 1978.

- SITUATION CLIMATIQUE.

Le début du mois de Février fut caractérisé, du 1er au 6, par d'importantes précipitations ; à partir du 7 Février "le petit été de Mars" s'installa. A Sinnamary, pendant la durée de l'expérience, les précipitations atteignirent 181mm, les températures furent de 26,5° en moyenne, l'humidité relative comprise entre 83 et 86%. L'évaporation atteignit 17,7mm pendant la première décade de Février.

- PROTOCOLE.

Nous avons utilisé un protocole similaire à celui utilisé lors de la première expérience mais nous nous sommes efforcés d'éliminer de façon plus précise les femelles non ou mal gorgées avant les lâchers.

Le 31 Janvier, 1000 femelles colorées en vert furent relâchées à 5h30 du matin, l'enlèvement des cobayes ayant eu lieu une heure plus tôt.

Le 1er Février, 2000 femelles furent relâchées colorées en orange.

- RESULTATS.

+ Dissection des femelles recapturées 24h après le lâcher.

Comme le montre le tableau 5 deux femelles ont été recapturées au bout de 24h. L'une mal conservée n'a pu être étudiée ; l'autre, pare, présentait des sacs rétractés. Il s'agissait donc d'une femelle ayant pondu plus de 12h auparavant, c'est-à-dire dans l'après-midi précédant la nuit de la capture. Nous ne trouvons là encore le cas d'une femelle qui a pu présenter un stade prégravidé mais il faudrait alors noter l'extrême brièveté du temps écoulé entre la prise du repas et la ponte.

L'absence de femelles nullipares 24h après le lâcher, confirme que les femelles récoltées nullipares après 24h, en Juin, correspondaient bien à des femelles non ou mal gorgées et non à des femelles présentant une phase prégravidé.

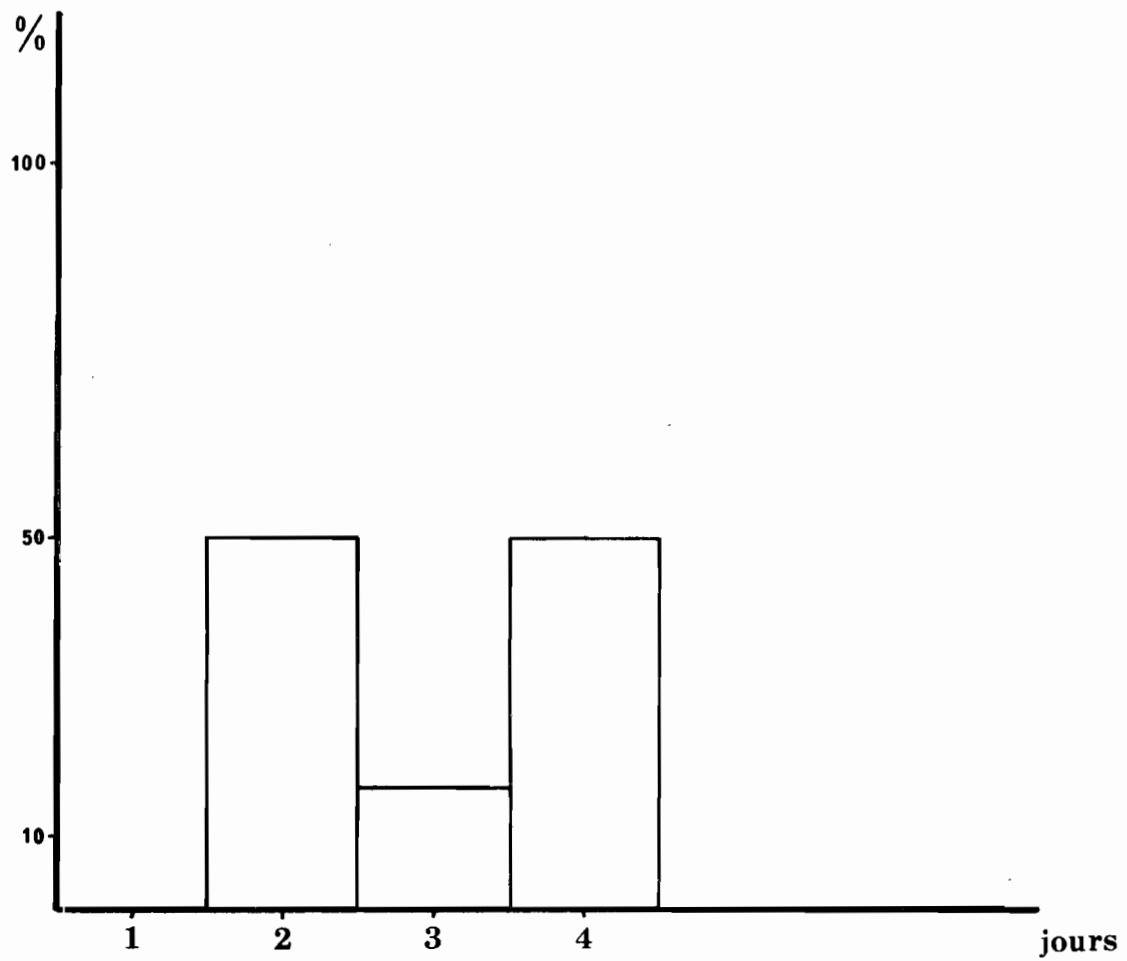
+ Dissection des femelles recapturées 48h après le lâcher.

Compte tenu des heures de captures et de l'état de leurs reliques de ponte, il apparaît que les deux femelles recapturées au bout de deux jours

Nbre de jours après lâcher.	Couleur	Heure de capture.	Mode de capture	Parité	Stade follicul.	Etat des reliques folliculaires	Estomac
1	Orange	1-6h	piège lum.	n.d.	IIm	n.d.	n.d.
1	"	"	"	P	IIm	sacs Ret.	sg.rou.
2	"	19h30-20h	homme	P	IId.	sacs ouv.	bleu
2	"	0-6h	piège lum.	P	n.d.	sacs 1/2ret	vert
3	Vert	18-19h30	homme	P	IId	sacs ret.	bleu
3	"	"	"	P	IId	sacs 1/2ret	bleu
3	"	23-24h	"	P	IId	sacs ouv.	sg.rou.
3	"	22-6h	piège lum.	P	IIm	sacs ret.	sg.rou.
3	"	"	"	P	IId	sacs 1/2ret	vert
3	"	"	"	P	IIm	sacs ret.	vert
3	"	24h	aspirat.	P	IIm	sacs 1/2ret.	tra.b.
3	"	23h	"	P	IIm	sacs 1/2ret.	sg.rou.
3	"	"	"	P	IIm	sacs 1/2ret	sg.rou.
3	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	sg.rou.
3	orange	22h30-24h	homme	P	IId	sacs 1/2ret	vert
3	"	20h	aspirat.	P	IId	oeufs résid.	sg.rou.
3	"	23h30	"	P	IIm	sacs 1/2ret	sg.rou.
3	"	19-22h	piège lum.	P	IId	sacs 1/2ret	vide
3	"	22-0h30	"	P	IId	sacs 1/2ret	vide
3	"	"	"	P	IIm	sacs 1/2ret	vert
3	"	"	"	P	IId	sacs ouv.	bleu
3	"	"	"	bipare	IId	sacs ret.	sg.rou.
4	vert	0h30-6h	piège lum.	bipare	IIm	sacs 1/2ret	brun
4	"	"	"	bipare	IIm	sacs ouv.	sg.rou.

T. 5 : DISSECTION DES FEMELLES RECAPTUREES DU 1er AU 4 FEVRIER 1978.

Abréviations : Voir Tableau 4.



F15. Deuxième expérience de lâcher-recapture: pourcentage quotidien de femelles présentant des sacs ouverts deux à quatre jours après le lâcher.

avaient accompli leur cycle gonotrophique en 48h.

+ Dissection des femelles recapturées trois jours après le lâcher.

Dix huit femelles ont été recapturées au bout de trois jours ; parmi celles-ci, trois présentant des sacs ouverts venaient de pondre, elles avaient donc effectué leur cycle en trois jours. On peut considérer que les autres femelles, présentant des sacs demi-rétractés ou rétractés ou des oeufs résiduels, et ayant été recapturées avant 0h (sauf une), auraient pu effectuer leur cycle en moins de trois jours si elles n'avaient été surprises au niveau des lieux de ponte par le lever du jour ou n'étaient revenues après celui-ci sur les lieux de prise de repas de sang, ce qui les a obligé à attendre la nuit suivante pour piquer à nouveau.

+ Dissection des femelles recapturées quatre jours après le lâcher.

Deux femelles bipares ont été recapturées au bout de quatre jours, elles avaient donc accompli, depuis le lâcher, deux cycles gonotrophiques de 48h.

- CONCLUSION.

Cette deuxième expérience montre :

+ Que les femelles nullipares capturées 24h après le lâcher, lors de la première expérience, correspondaient bien à des femelles non ou mal gorgées et non à des femelles présentant une phase prégravide. Pour ce qui est de cette dernière, nous avons trouvé, au cours de ces deux expériences, 3 femelles sur 117 qui paraissaient avoir pris deux repas sanguins lors du même cycle ; nous pourrions donc conclure que chez *An.aquasalis*, en Guyane française, seul un très faible pourcentage de femelles présentent une phase prégravide. A la suite de ces expériences et des résultats indiqués au § 4.1.2.1.1. nous évaluons ce pourcentage au xamimum à 8% (PAJOT in DIGOUTTE, 1976, évalue ce pourcentage à 15% chez *An.darlingi*).

+ Que la durée du cycle dans la nature est variable.

En Juin, nous avons une majorité de femelles qui revenaient au bout de 48h et une minorité au bout de 3 jours ; en Février, les proportions sont inversées, la majorité de la population revenant piquer au bout de trois jours. Est-il possible d'incriminer l'action des facteurs externes, température, humidité relative, intervenant au niveau de la vitesse du développement des ovaires (voir §1.1.2.) ? Nous n'avons pu procéder, en Février, pour des raisons matérielles, à une nouvelle expérience d'élevage visant à évaluer la vitesse de développement des ovaires mais la comparaison des conditions météorologiques de ces deux mois nous semble devoir infirmer une telle hypothèse : en Juin 1977, la température moyenne pour le mois fut de 26,6°, en Février 1978, elle fut de 26,5° ; l'humidité re-

lative en Juin était de 85%, en Février, de 83 à 86% ; il s'agit donc là de valeurs extrêmement semblables. Par contre les précipitations auraient pu intervenir directement ces dernières ayant été beaucoup plus violentes pendant l'expérience de Février qu'en Juin ; les fortes précipitations des 1 et 2 Février ont pu, en allongeant le temps de recherche des gîtes, retarder le temps de recherche des gîtes, retarder la ponte de certaine femelles et leur retour à l'hôte.

4.1.3. DUREE DU CYCLE GONOTROPHIQUE CHEZ LES FEMELLES *D'AN.AQUASALIS*. DUREE DE LA PREMIERE PHASE DE BEKLEMISHEV.

- Femelles nullipares

Les femelles émergent en fin d'après-midi ou la nuit ; elles prennent leur premier repas de sang en majorité la nuit suivante, une faible fraction de la population pouvant néanmoins prendre ce repas la même nuit. La fécondation a lieu avant le premier repas sanguin.

- Femelles pares

La durée de la première phase dépend du moment de la ponte, cette dernière se situe en fin d'après-midi et certainement aussi en début de matinée. En Mars-Avril 1977 plus de 70% des femelles revenaient piquer la même nuit, moins de 12h après la ponte, moins de 30% des femelles attendant la nuit suivante pour piquer. Du fait du cycle d'agressivité strictement nocturne *d'An.aquasalis*, il s'avère que l'heure de la ponte influe fortement sur la durée totale du cycle ; une femelle pondant dans la matinée devra attendre la nuit suivante pour se nourrir, ce qui pourra entraîner un allongement de la durée du cycle de 12 à 24h.

DUREE DE LA DEUXIEME PHASE DE BEKLEMISHEV.

Les expériences d'élevage et de lâcher-recapture indiquent que la maturation des oeufs s'accomplit en moins de 50h chez cet anophèle ; nous n'avons pas relevé de différences pour cette phase entre femelles pares et nullipares.

DUREE DE LA TROISIEME PHASE DE BEKLEMISHEV.

Comme chez les autres anophèles, elle doit être courte et ne durer que quelques heures (proximité des gîtes de ponte).

La totalité du cycle s'effectuera chez les nullipares en trois (2+1) ou quatre (3+1) jours, et chez les pares en deux ou trois jours.

4.2. EVALUATION DU TAUX THEORIQUE DE SURVIE A PARTIR DU TAUX DE PARITE ANNUEL DETERMINE AU PIEGE LUMINEUX. POURCENTAGE DE LA POPULATION EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUX.

4.2.1. TAUX DE PARITE ANNUEL, VALIDITE.

4.2.1.1. Taux de parité.

Nous avons pu constater, lors de l'étude des variations de parité au cours de l'année (Ch. III, § 1.4.4.1), que la parité des femelles d'*Anophèles aquasalis*, déterminée au piège lumineux sur une année, variait de 17 à 64% ; globalement, sur 2303 femelles disséquées, 994 étaient pares, ce qui donne un taux de parité moyen de 43,16%.

Parmi ces femelles, 952 avaient accompli un seul cycle gonotrophique (41,3%), 40 deux cycles (1,74%), et seulement deux (0,08%) trois cycles.

4.2.1.2. Validité.

Nous avons deux éléments de comparaison pour évaluer la validité de ce taux de parité calculé en utilisant les récoltes au piège lumineux, ce sont les résultats des dissections des captures sur homme réalisées simultanément avec les captures au piège lumineux les 24-25 Février et 31 Mars-1er Avril 1977.

Le 24-25 Février, le taux de parité des femelles capturées sur homme était de 30,4% (514/1688) alors que 23 femelles sur 67 étaient pares au piège lumineux ; si nous utilisons la valeur trouvée sur homme comme valeur théorique nous obtenons un χ^2 de 0,45 inférieur à la valeur limite pour le seuil de signification de 5% (13,84 pour 1 degré de liberté). Les deux valeurs trouvées ne sont donc pas significativement différentes.

Le 31 Mars-1er Avril, sur homme, le taux de parité était de 50,3% (599/1189) alors que 16 femelles sur les 39 capturées au piège lumineux étaient pares ; la valeur trouvée pour le χ^2 , 1,32, est inférieure à la valeur limite pour le seuil de signification 5% (pour 1 degré de liberté). Pour cette capture, les deux valeurs du taux de parité ne sont donc pas significativement différentes. Compte tenu des éléments de comparaison dont nous disposons, nous pouvons utiliser la valeur annuelle moyenne du taux de parité, déterminée à partir des récoltes au piège lumineux, pour l'évaluation du taux de survie.

4.2.2. TAUX DE SURVIE.

Nous utiliserons pour l'évaluation du taux de survie d'*An.aquasalis*, en premier lieu, les formules établies par COZ et al (1961) puis nous essaierons de préciser l'intervalle obtenu en utilisant les facteurs de correction proposés par CARNEVALE et MOLINIER (1978).

4.2.2.1. Détermination du taux de survie à l'aide de la formule de COZ.

- CAS D'UN CYCLE DE DEUX JOURS.

Le cycle gonotrophique d'*An.aquasalis* pouvant être de deux ou trois jours, nous commencerons par établir le taux de survie dans le cas d'un cycle de deux jours.

D'après COZ et al (1961), le total des femelles piquant peut s'écrire :

$$N = xp \frac{1}{1-p^2} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} .x : \text{nombre moyen quotidien de naissances} \\ .p : \text{probabilité de survie} \end{array}$$

Dans le cas que nous étudions le nombre P de femelles ayant déjà pondu pourra s'écrire :

$$P = xp^3 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)$$

en tenant compte du fait que les femelles nullipares piquent un jour après la naissance et que le cycle est de deux jours.

(Nous négligerons le très faible pourcentage de femelles dont on peut dire qu'elles présentent une phase prégravide).

Le pourcentage de femelles pares peut alors s'écrire :

$$\frac{P}{N} = \frac{xp^3 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)}{xp \left(\frac{1}{1-p^2} \right)} = p^2$$

$$\text{d'où le taux de survie } p = \sqrt{\frac{P}{N}} = \sqrt{0,43} = 0,66$$

- CAS D'UN CYCLE DE TROIS JOURS.

Nous aurons alors P nombre de femelles ayant déjà pondu :

$$P = xp^4 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)$$

$$\text{d'où } \frac{P}{N} = \frac{xp^4 \left(\frac{1}{1-p^2} \right)}{xp \left(\frac{1}{1-p^2} \right)} = p^3 \text{ d'où } p = \sqrt[3]{\frac{P}{N}} = \sqrt[3]{0,43}$$

et $p = 0,81$

A partir de ces deux valeurs du taux de survie il est possible de tracer les courbes représentant l'évolution théorique d'une population de femelles d'*An.aquasalis* dans le cas de cycles de 2 ou 3 jours (Fig.16). L'évolution théorique moyenne de cette population sera incluse dans les limites indiquées par ces deux courbes.

4.2.2.2. Utilisation de la formule de CARNEVALE et MOLINIER (1978 com.pers.).

Ces deux auteurs considérant que les modifications du comportement en fonction de la physiologie du site peuvent fausser l'estimation du cycle, proposent la formule suivante pour déterminer le rythme quotidien de piqure :

$$L = \frac{1}{4-A-\alpha}$$

où A : proportion de femelles qui piquent le jour de la ponte et

α : proportion de femelles qui pondent deux jours après le repas de sang.

La formule étant valable dans le cas d'un cycle gonotrophique de 2 ou 3 jours.

Nous avons vu que 72% (ph.1.2.1.3.) des femelles d'*An.aquasalis* revenaient piquer le jour de la ponte d'où $A = 0,72$. Pour déterminer α nous considérerons, en vue d'avoir la meilleure précision, les femelles recapturées sur homme lors des expériences de lâcher-recapture. Lors de la première de ces expériences, sur 16 femelles recapturées sur homme, 69% avaient pondu deux jours après le lâcher ; au cours de la seconde expérience sur 5 femelles recapturées sur homme, 3 soit 60% avaient pondu 2 jours après le lâcher.

L'introduction de A et des deux valeurs de α dans la formule de

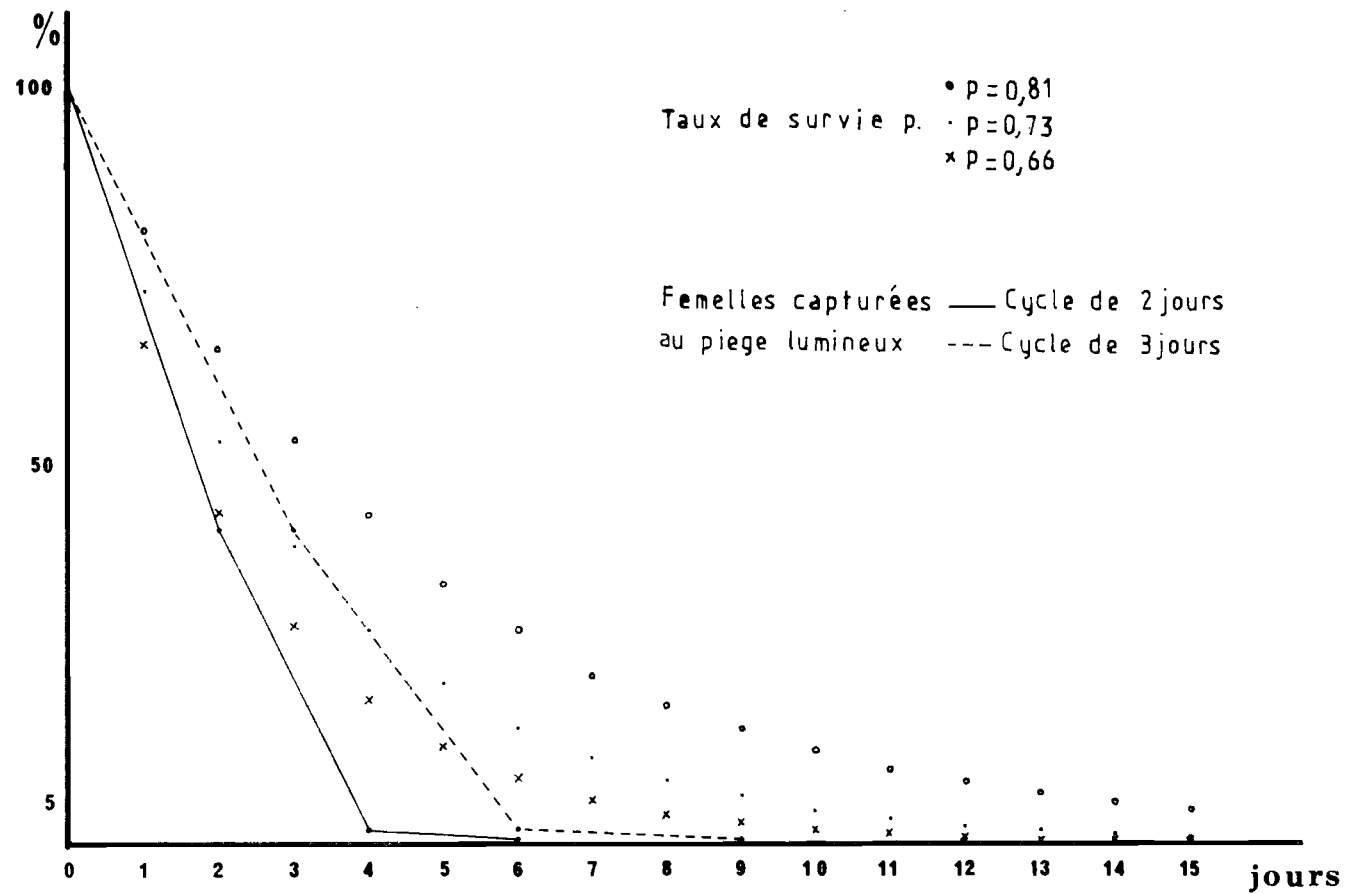


Fig.16 : Evolution d'une population d'An.aquasalis suivant
 différentes valeurs du taux de survie

CARNEVALE nous donne $L=0,39$ et $L=0,37$; si pour α nous sommons les résultats des deux expériences de lâcher, nous arrivons à $L=0,38$, valeur que nous utiliserons pour la suite de notre calcul (ce qui donne un cycle de 2,6 jours).

Cette évaluation du rythme quotidien de piquê nous permet de calculer, compte tenu du pourcentage annuel de parité, un nouveau taux de survie qui sera égal à $0,43^{0,38}$ soit 0,73.

Cette valeur est à rapprocher de celles de vecteurs comme *An. gambiae* A (0,84) ou *An. funestus* (0,9) en Afrique de l'Ouest (BRENGUES et COZ, 1973).

La courbe obtenue à partir de ce nouveau taux de survie se rapproche de la courbe correspondant au cycle de deux jours tracée précédemment.

4.2.2.3. Comparaison des résultats obtenus, lors des dissections, avec les courbes théoriques.

Si l'allure générale des courbes tracées en utilisant les résultats des dissections des anophèles capturés au piège lumineux est proche de celle des courbes théoriques, on constate un déficit en femelles bi et tripares ; ce déficit peut provenir à la fois du mode d'échantillonnage, on notera que nous avons pu obtenir, sur homme, jusqu'à 3% de femelles bipares (capture du 31 Mars-1er Avril), ce qui nous rapproche des valeurs théoriques et que différents auteurs ont noté que les pièges lumineux pouvaient échantillonner une population significativement plus jeune que celle provenant des captures sur homme (COZ, 1971 ; PAJOT, 1977).

Peut-être faut-il mettre en cause la méthode de dilacération des ovarioles ; il est possible que, du fait d'une rupture du funicule, une certaine proportion de femelles bi ou tripares n'aient pu être correctement caractérisées et aient été alors classifiées comme unipares.

Néanmoins, si ce phénomène a pu jouer sur le plan quantitatif, il n'a pu avoir qu'une influence faible sur le plan qualitatif et l'absence de femelles ayant accompli plus de trois cycles gonotrophiques dans nos dissections provient certainement du faible pourcentage de celles-ci dans la nature et non de la méthode d'étude.

4.2.3. POURCENTAGE DE LA POPULATION EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUX.

4.2.3.1. Cas du paludisme à *PLASMODIUM FALCIPARUM*.

En 1977, 68,2% des cas de paludisme recensés en Guyane française ayant été imputé à *Plasmodium falciparum*, nous étudierons plus particulièrement ce type de transmission.

A 26°, température annuelle moyenne régnant en Guyane française, la durée de développement de ce plasmodium est de 13 jours (Mac DONALD, 1957). On constate d'après la courbe tracée pour un taux de survie de 0,73, que seul 1,7% de la population initiale de femelles d'*An.aquasalis* pourra atteindre cette durée de vie après le premier repas. Nous rappellerons que pratiquement nous n'avons pas rencontré de femelles ayant accomplies 4 cycles lors de nos dissections, le pourcentage cité précédemment pourra donc être considéré comme un maximum.

Cette valeur doit être corrigée par le taux d'anthrophilie ; nous ne pouvons donner une valeur précise de ce taux pour la population anophélienne de la Route de l'Anse. Nous avons adressé au Laboratoire du Professeur BOREHAM* 176 repas sanguins provenant de femelles récoltées à l'aide du piège N°3 situé près de l'étable ; 101 repas provenaient de porcs, 73 de bovidés et 1 de gallinacé, aucun repas humain ne fut trouvé, ce qui était prévisible, la propriété étant inhabitée et seuls 4 personnes vivant continuellement le long de la Route de l'Anse. Cela ne nous renseigne pas sur le taux d'anthrophilie en ville ; pour cet anophèle, les auteurs ont trouvé des taux très variables : sur 70 exemplaires trouvés dans les maisons par GALVAO, DAMASCENO et MARQUES (1942) 14,2% s'étaient nourris sur homme ; DEANE, VERNIN et DAMASCENO (1949) trouvèrent, pour 596 exemplaires capturés dans les habitations, 71,8% de femelles nourries sur homme, ces mêmes auteurs après avoir réalisé une expérience de choix trouvèrent 10,9% de femelles gorgées sur homme.

SENIOR-WHITE (1952) pu mettre en évidence le rôle protecteur, pour l'homme, des animaux domestiques, dans le cas d'*An.aquasalis* ; il trouva dans la banlieue de Port of Spain, dans une zone où il y avait peu d'animaux domestiques, des taux variant au cours de l'année entre 5,3 et 36,4%.

Etudiant expérimentalement les préférences sanguines d'*An.aquasalis* SENIOR-WHITE trouva que 4,5% des femelles piquaient l'homme lorsque

* Impérial College Field Station, Silwood Park, Ascot, Berks, SL 57 PY, England.

celui-ci était exposé en même temps qu'un boeuf et un cheval.

Le taux d'anthropophilie varie donc beaucoup en fonction du lieu, des animaux domestiques présents et de l'époque de l'année.

Sur la Route de l'Anse, du fait du très fort excédent d'animaux domestiques par rapport à l'homme (20 à 30/1) et de l'emploi de moustiquaires, nous considérerons que le taux d'anthropophilie ne doit pas dépasser 2,5%.

Si on considère une population de femelles nullipares, x , le pourcentage de femelles piquant l'homme au premier repas sera de $0,025x$, le pourcentage piquant à nouveau l'homme, après ces 13 jours, sera de $0,025x \cdot 0,017 \cdot 0,025$ soit $1 \cdot 10^{-5}$ ou 1/100000.

Compte tenu d'un rythme moyen de piqure par homme et par heure, de 18 à 6h, de 81 femelles/h/h, nous arrivons à $8 \cdot 10^{-4}$ femelles par homme et par heure susceptibles de transmettre le paludisme.

En tenant compte du fait qu'en Guyane française l'indice plasmodique était en 1977 de 2,05% ce qui permet de situer, par comparaison avec les taux africains (HAMON, 1957), l'indice gamétocytaire à moins de 0,2% on peut considérer que, sur la Route de l'Anse, *An. aquasalis* ne peut pas transmettre le paludisme à *Plasmodium falciparum*.

En ville la présence des animaux domestiques est beaucoup plus faible seuls quelques zébus paissent continuellement en différents points de la ville ; par contre il y a un grand nombre de gallinacés et 1,2 ou 3 chiens par habitations, pour ces derniers on notera que SENIOR-WHITE (1952) avait remarqué le fort pourcentage de précipitines de chiens en l'absence d'autres animaux domestiques.

D'autre part les habitants utilisant en presque totalité des moustiquaires et fréquemment des insecticides, nous pourrions dire que le taux d'anthropophilie de la population anophélienne piquant en ville ne doit pas dépasser 25%, c'est-à-dire un taux 10 fois supérieur à celui de la Route de l'Anse.

Un calcul similaire à celui effectué précédemment nous montre qu'une femelle sur mille serait susceptible de transmettre le paludisme ($0,25x \cdot 0,017 \cdot 0,025$) ; à ce niveau il faut tenir compte du rythme moyen de piqure par homme et par heure. Lors des captures en extérieur, effectuée dans la ville de Sinnamary, le nombre moyen de femelles par homme et par

heure était de 8,8 en saison des pluies et de 5,6 en saison sèche (18-24h). Au vu de ces résultats il est peu probable, compte tenu de l'indice gamétocytaire, qu'*An.aquasalis* puisse assurer dans la ville de Sinnamary la transmission du paludisme à *Plasmodium falciparum* d'une façon qui ne soit pas purement accidentelle.

4.2.3.2. Cas du paludisme à *PLASMODIUM VIVAX*.

Les cas de paludisme à *Plasmodium vivax* sont peu fréquents en Guyane française et souvent en relation avec la présence de populations d'origine étrangère.

La durée de développement de ce plasmodium est plus courte que celle de *Plasmodium falciparum* ; à 26° elle est de 9 jours (OGANOV, 1947 in FORATTINI, 1962). A 9 jours, pour un taux de survie de 0,73 on peut escompter 6% de survie et la proportion de femelles d'*An.aquasalis* survivant au delà de 9 jours ne sera plus négligeable. Si ce nouveau pourcentage ne peut pas changer la situation sur la Route de l'Anse du fait de l'importance de la protection apportée à l'homme par les animaux d'élevage ; il en va autrement pour la ville où un calcul similaire à celui du paragraphe précédent nous montre que, en tenant compte des femelles survivant plus de 9 jours, plus de 0,4% des femelles seraient susceptibles de transmettre ce type de paludisme. Comme il semble d'autre part qu'*An.aquasalis* soit plus sensible à l'infestation par *P.vivax* qu'à *P.falciparum* (FLOCH et ABONNEC, 1943), *An.aquasalis*, incapable de maintenir une endémie palustre à *P.vivax*, pourrait jouer un rôle en cas d'introduction, en un lieu déterminé, d'un grand nombre de porteur de gamétocytes de *P.vivax*.

CONCLUSION.

Au terme de cette étude, nous pouvons résumer les caractères principaux de l'écologie d'*An.aquasalis* dans la région de Sinnamary en Guyane française.

- La population d'*An.aquasalis* de la zone étudiée subit, au cours de l'année, des fluctuations de densité liées au régime des pluies (Ch.III,§1), les densités maximales sont observées en saison des pluies et les densités minimales en saison sèche ; la raréfaction de la population en saison sèche et la rapidité des variations de densité sont imputables à la nature ponctuelle des gîtes larvaires de cette espèce (Ch.III,§2).

- Les variations du taux de parité suivent, en sens opposé, les variations de densité : au commencement de la saison des pluies, Mai et Décembre, lorsque la densité augmente brutalement, le taux de parité subit une diminution rapide et provisoire du fait de l'apparition de quantité de jeunes femelles. Au contraire, en fin de saison des pluies-début de saison sèche, lorsque la densité diminue, la parité augmente, la population ne se renouvelant plus au rythme précédent. Entre ces périodes de variations de grande amplitude, le taux de parité fluctue autour de sa moyenne annuelle (43%), à l'exception du mois d'Octobre et du début Novembre où il se maintient au dessus de 50% (Ch.III,§1).

- L'activité des femelles est d'un niveau équivalent à l'extérieur et sur la véranda des habitations et trois fois moindre à l'intérieur de celles-ci. Le cycle d'activité, essentiellement nocturne quelque soit l'emplacement des captures, se caractérise à l'extérieur et sur la véranda par un maximum en milieu de nuit et par l'absence de pics albo-crpusculaires (bien que l'on puisse parfois noter une activité plus soutenue des femelles nullipares à ces deux moments). A l'intérieur des habitations l'activité est maximale entre 19 et 20h (Ch.III,§3).

- A chaque génération, les femelles, dont l'émergence s'est produite en fin d'après-midi ou la nuit, prennent leur premier repas sanguin 24h plus tard, après avoir été fécondées (Ch.III,§4).

La digestion du repas de sang s'effectue en moins de 50h et, aucune phase prégravidé n'apparaissant chez la quasi-totalité des femelles nullipares, elles reviennent se gorger 2 ou 3 nuits après le premier repas sanguin, selon qu'elles ont pondu en fin d'après-midi et en début de nuit

ou plus tardivement ; un retard éventuel, lié au temps de recherche des gîtes, pouvant, compte tenu du caractère strictement nocturne du cycle d'activité, obliger une fraction de la population à attendre 12 à 24h avant de se gorger à nouveau (Ch.III,§4). La durée du cycle gonotrophique est donc de trois à quatre jours chez les femelles nullipares et de deux à trois jours chez les femelles pares.

- Compte tenu du taux de parité annuel moyen (43%), le taux de survie quotidien moyen s'établit à 73%, valeur faible par rapport aux taux de survie des principaux vecteurs africains (Ch.III,§4).

Ce taux de survie nous permet de calculer, compte tenu de la durée du cycle extrinsèque du plasmodium le plus fréquemment rencontré en Guyane, *Plasmodium falciparum* (Ch.1), le pourcentage de femelles épidémiologiquement dangereuses ; le chiffre obtenu, 1,7%, relativement peu élevé, doit être corrigé en tenant compte à la fois du très faible taux d'anthrophilie de cette espèce et du très faible taux de parasitisme existant dans la population humaine en Guyane, ce qui abaisse le taux de femelles épidémiologiquement dangereuses à moins de une pour mille.

Comme d'autre part, nous avons vu que l'absence de pics à l'aube et au crépuscule dans le cycle d'activité d'*An.aquasalis* à l'extérieur et sur la véranda des habitations, ne favorisait pas les contacts de cet anophèle avec l'homme dans ces lieux d'une grande importance épidémiologique en Guyane (PAJOT et al, 1977a), aux heures où justement l'activité humaine y est maximale ; il nous paraît difficile d'imaginer qu'*An.aquasalis* puisse actuellement assurer la transmission du paludisme à *P.falciparum*. Epidémiologiquement, le fait que les variations de densité d'*An.aquasalis*, caractérisées par un maximum de densité en saison des pluies et un minimum en saison sèche, ne sont pas en accord avec le caractère saisonnier de l'épidémiologie du paludisme en Guyane, caractérisé par des poussées épidémiques en saison sèche et pendant le "petit été de Mars", confirme clairement cette hypothèse. Nous limiterons néanmoins notre affirmation au cas de la transmission de *P.falciparum* et nous ferons, compte tenu des données suivantes, une réserve en ce qui concerne le cas de *P.vivax*.

- La durée du cycle extrinsèque de *P.vivax* étant plus courte que celle de *P.falciparum*, le pourcentage de femelles épidémiologiquement dangereuses sera supérieur à celui calculé dans le cas précédent (6% au lieu de 1,7%) (Ch.III,§4).

- FLOCH et ABONNENC (1943) avaient obtenu en ce qui concerne *P.vivax*, chez *An.aquasalis*, un taux d'infestation supérieur à celui obtenu avec *P.falciparum* (néanmoins on doit tenir compte du caractère très limité de cette expérience).

- Ces dernières années, *An.aquasalis* a toujours été mis en cause lors d'épidémies à *P.vivax* (Vénézuéla : MORALES, 1961 ; Guyana : GIGLIOLI, 1962 ; Guyane : GOARANT, 1970) et non lors d'épidémie à *P.falciparum*.

Peut-on en tirer la conclusion qu'au Nord du Brésil *An.aquasalis*, sans être vecteur de *P.falciparum*, pourrait, lorsque sa densité est élevée et dans un environnement particulier (absence d'animaux domestiques, densité humaine élevée), transmettre *P.vivax* ?

Il est difficile de donner en Guyane une réponse à cette question ; l'apparition de cas de paludisme à *P.vivax*, souvent liée à l'arrivée d'étrangers parasités (Ch.I), a un caractère très sporadique et ponctuel qui rend les corrélations difficiles à établir entre l'apparition des cas et l'écologie d'*An.aquasalis* ; d'autre part il peut s'avérer difficile d'exclure l'intervention d'*An.darlingi* qui, comme dans la ville de Sinnamary, est rarement absent des localités du littoral guyanais.

En Guyane française *An.aquasalis* ne semble donc pas pouvoir transmettre le paludisme à *P.falciparum*, plasmodium qui est à l'origine de la majorité des cas recensés (Ch.I), un doute subsiste néanmoins en ce qui concerne ses capacités à transmettre *P.vivax* mais, compte tenu de la faible fréquence statistique de ce dernier plasmodium et de la présence d'*An.darlingi*, dont le rôle vecteur est favorisé par un cycle d'activité bien adapté au mode de vie des habitants de ce département et par une anthropophilie et un taux de survie élevé (PAJOT, 1976, 1977a et b), nous pensons qu'*An.aquasalis* ne doit pas être considéré en Guyane française comme un vecteur autre que très occasionnel (*P.vivax*) du paludisme. Cette conclusion s'accorde avec les travaux réalisés au Surinam, Guyana et Vénézuéla où *An.aquasalis* n'est plus cité en tant que vecteur (PAJOT, 1976).

Néanmoins, nous voudrions rappeler que si son rôle apparaît négligeable dans la transmission du paludisme en Guyane, *An.aquasalis* reste pour les communes du littoral, en particulier dans le domaine de l'élevage, une nuisance très importante du fait de sa densité et de la fréquence de ses piqûres.

BIBLIOGRAPHIE

- BIDLINGMAYER (W.L.), 1964 - The effect of moonlight on the flight activity of mosquitoes.
Ecology, 45 : 87-94.
- BIDLINGMAYER (W.L.)n 1971 - Mosquito flight paths in relation to the environment : 1. Illumination levels, orientation and resting areas.
Ann. Ent. Soc. Amer., 64 (5) : 1121-1131.
- BIDLINGMAYER (W.L.), 1974 - The influence of environmental factors and physiological stage on flight patterns of mosquitoes taken in the vehicle aspirator and truck, suction, bait and New Jersey light traps.
J. Med. Ent., 11 (2) : 119-146.
- BOULET (R.), 1977 - Aperçu sur le milieu pédologique guyanais. Caractères originaux et conséquences sur la mise en valeur.
Multiogr. ORSTOM, Cayenne, 10 p.
- BOWDEN (J.), 1973 - The influence of moonlight on catches of insects in light-traps in Africa. Part 1. The moon and moonlight.
Bull. Ent. Res., 63 : 113-128.
- BOYE (M.), 1975 - La Guyane.
Découvrir la France, 99, 20 p.
- BREELAND (S.G.), 1972 - Methods for measuring Anopheline densities in El Salvador.
Mosq. News, 32 (1) : 62-72.
- BREELAND (S.G.), 1974 - Population patterns of *Anopheles albimanus* and their signifiante to malaria abatement.
Bull. Wld. Hlth. Org., 50 : 307-315.
- BRENGUES (J.), COZ (J.), 1977 - Quelques aspects fondamentaux de la biologie d'*An.gambiae* G. (S p A.) et d'*An.funestus* G. en zone de Savane humide d'Afrique de l'Ouest.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 15 (1) : 15-22.
- BROWN (A.W.A.), HAWORTH (J.), ZAHAR (A.R.), 1976 - Malaria eradication and control from a global standpoint.
J. Med. Ent., 13, (1) : 1-25.
- CARNEVALE (P.), LE PONT (F.), 1973 - Epidémiologie du paludisme humain en république populaire du Congo. II. Utilisation de pièges lumineux "C.D.C. Miniature Light trap." Comme moyen d'échantillonnage des populations anophéliennes.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 11 (4) : 263-270.

- CARNEVALE (P.), 1974 - Comparaison de trois méthodes de capture pour l'échantillonnage d'une population d'*Anopheles nili* (Th.), 1904.
Cah. ORSTOM sér. Ent. méd., Parasitol., 12 (2) : 135-144.
- CARNEVALE (P.), 1974 - Variations saisonnières d'une population d'*Anopheles nili* (Th. 1904) en république populaire du Congo.
Cah. ORSTOM sér. Ent. méd. Parasitol., 12 (3) : 165-174.
- CHANDLER (J.A.), HILL (M.N.), HIGHTON (R.B.), 1976 - The use of light traps for long-term surveillance of mosquitoes of epidemiological importance on the kano plain, Kenya.
East. Afric. Med. Jour., 53 (10) : 596-600.
- CLEMENTS (A.N.), 1963 - The physiology of mosquitoes.
Pergamon Press. New-York.
- COZ (J.), GRUCHET (H.), CHAUVET (G.), COZ (M.), 1961 - Estimation du taux de survie chez les Anophèles.
Bull. Soc. Path. exot., 54, (6) : 1353-1358.
- COZ (J.), HAMON (J.), VERVENT (G.), SALES (S.), 1971 - Contribution à l'étude du piège lumineux "C.D.C. Miniature Light trap" comme moyen d'échantillonnage des populations anophéliennes dans le Sud-Ouest de la Haute-Volta.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 9 (4) : 417-430.
- COZ (J.), 1973 - Contribution à l'étude du complexe *Anopheles gambiae*. Répartition géographique et saisonnière en Afrique de l'Ouest.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 11 (1) : 3-31.
- DEANE (L.M.), VERNIN (C.S.), DAMASCENO (R.G.), 1949 - Avaliação das preferências alimentares das fêmeas de *Anopheles darlingi* e *Anopheles aquasalis* em Belém, Pará, por meio de provas de precipitina.
Revista do serv. espec. de Saude Publica, Juillet 1949 : 793-808.
- DEGALLIER (N.) PAJOT (F.X.), KRAMER (R.), CLAUSTRE (J.), BELLONY (S.), LE PONT (F.), 1978 - Rythmes d'activités des culicidés de la Guyane française (Diptera, Culicidae).
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 16 (7) : 73-84.
- DE GRANVILLE (J.J.), 1973 - Paysages végétaux de la Guyane.
Multigr. ORSTOM, Cayenne, 13 p.
- DETINOVA (T.S.), 1963 - Méthodes à appliquer pour classer par groupes d'âge les diptères présentant une importance médicale.
O.M.S., sér. manogr., 47, 220 p.
- DE VERTEUIL (E.J.), 1937 - Malaria in Trinidad. Low tide level culvert system in coastal drainage.
Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg., 30 (4) : 449-460.
- DIGOUTTE (J.P.), 1975 - Rapport annuel d'activités du groupe de recherche U 79 INSERM.
Multigr. Inst. Pasteur Guyane française, Cayenne, 85 p.

- FAURAN (P.) - Catalogue annoté des culicidés signalés en Guyane Française.
Arch. Inst. Pasteur Guyane française, publ., 465 : 60 p.
- FERREIRA (E.), 1964 - Distribuição geográfica dos anofelinos no Brasil e sua relação com o estado atual da erradicação da malária.
Rev. brasil. Malar., 16 (3) : 329-348.
- FIZE (J.M.), 1976 - Les moustiques de la Martinique.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 14 (1) : 15-29.
- FLOCH (H.), 1964 - Sur la lutte anti-moustique en Guyane française fin 1964.
Arch. Inst. Pasteur Guyane française, publ. 484, 14 p.
- FLOCH (H.), ABONNENC (E.), 1943 - *Anopheles aquasalis* Curry 1932 et le paludisme en Guyane française, infection naturelle et infection expérimentale.
Arch. Inst. Pasteur Guyane française, publ. 72, 8 p.
- FLOCH (H.), ABONNENC (E.), 1947 - Distribution des Anophèles en Guyane française.
Arch. Inst. Pasteur Guyane française, publ. 144, 9 p.
- FLOCH (H.), ABONNENC (E.), 1951 - Anophèles de la Guyane française.
Arch. Inst. Pasteur Guyane française, publ. 236, 91 p.
- FORATTINI (O.P.), 1962 - Entomologia Médica, 1er vol.,
Faculdade de higiene e saúde pública, São Paulo, 662 p.
- GABALDON (A.), 1972 - Difficulties confronting malaria eradication.
Ann. J. trop. med. Hyg., 21 (5) : 634-638.
- GALVAO (A.L.A.), DAMASCENO (R.G.), MARQUES (A.P.), 1942 - Algumas observações sobre a biologia dos anofelinos de importância epidemiológica de Belém, Pará.
Arg. Hi., Rio de Janeiro, 12 (2) : 51-111.
- GARCIA-MARTIN (G.), 1972 - Status of malaria eradication in the Americas.
Ann. J. Trop. med. Hyg., 21 (5) : 617-633.
- GERMAIN (M.), HERVE (J.P.), GEOFFROY (B.), 1974 - Evaluation de la durée du cycle trophogonique d'*Aedes africanus* (th.) vecteur potentiel de fièvre jaune, dans une galerie forestière du Sud de la République Centrafricaine.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 12 (2) : 127-134.
- GIGLIOLI (G.), 1963 - Ecological change as a factor in renewed malaria transmission in an eradicated area. A localized outbreak of *Anopheles aquasalis* transmitted malaria on the Demerara River Estuary British Guiana, in the fifteenth year of *Anopheles darlingi* and malaria eradication.
Bull. Org. Mond. Santé, 29 : 131-145.
- GILLIES (M.T.), WILKES (T.J.), 1965 - Study of the age composition of *Anopheles gambiae* G. and *Anopheles funestus* G. in north east Tanzania.
Bull. Ent. Res., 56 (2) : 237-262.

- GOARANT (M.), 1970 - Considérations sur le paludisme en Guyane 20 ans après les premières campagnes de dédétisation.
Thèse Doct. Med., Nantes, 1970, 75 p.
- GORHAM (J.R.), STOJANOVICH (C.J.), SCOTT (H.G.), 1973 - Clave ilustrada para los mosquitos anofelinos de Sud america occidental.
Mosq. systematics, 5 (2): 97-156.
- GRENAND (F. et P.), 1978 - Les populations amerindiennes de la Guyane française.
Multiogr., ORSTOM, Cayenne, 14 p.
- HADDOW, 1960 - Studies an the biting habits and medical importance of East African mosquitos in the genus Aedes. I subgenera Aedimorphus, Banksinella and Dunnus.
Bull. Ent. Res., 50 : 759-779.
- HAILE (D.G.), WEIDHASS (D.E.), 1977 - Computer simulation of mosquito populations (*Anopheles albimanus*) for comparing the effectiveness of control technologies.
J. Med. Ent., 13 (4-5) : 553-567.
- HAMON (J.), CHOUMARA (R.), ADAM (D.), BAILLY (H.), RICOSSE (J.), 1957 - Le paludisme dans la zone pilote de Bobo-Dioulasso, Haute-Volta.
Cah. ORSTOM, 1, 125 p.
- HENRY (A.), 1974 - La Guyane française. Son histoire 1604-1946.
Laporte ed., Cayenne.
- HERVY (J.P.), 1977 - Expériences de marquage lâcher-recapture portant sur *Aedes aegypti* Linné, en zone de savane soudanienne Ouest africaine. I. Le cycle gonotrophique.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 25 (4) : 353-364.
- JOSHI (G.P.), FONTAINE (R.E.), PRADHAN (G.D.), 1978 - The C.D.C. Battery-operated light trap for assessment of *Anopheles gambiae* and *Anopheles funestus* in a W.H.O. Stage VII, insecticide trial, kisumu, Kenya.
WHO/VBC/75.578, 7 p.
- LUCENA (D.T.), 1946 - Esboço ecológico do *A. (N.) tarsimaculatus* G., 1905, no Nordeste Brasileiro.
A Folha Medica, 27 (15) : 46 p.
- Mac CLELLAND (G.A.H.), CONWAY (G.R.), 1971 - Blood feeding and gonotrophic cycle of the mosquito *Aedes aegypti* assessed by mark release-recapture in a suburban habitat in Tanzania.
WHO/VBC/71.272,
- Mac DONALD (G.), 1957 - The epidemiology and control of malaria.
Oxford University press ed., London, 201 p.

- MAKIYA (K.), 1975 - Some considerations on the fluctuations curves of imaginal population size of mosquitoes and minimal number of samples sufficient to know the curves on the basis of catch size by light traps.
Jap. J. sanit. Zool., 26 (4) : 181-188.
- MOLEZ (J.F.), 1976 - Données épidémiologiques sur l'endémie palustre et sa transmission dans le bassin de l'Oyapock (Guyane française).
Thèse Doct. Med., 20 Sept. 1976, Faculté de Médecine, Université de Reims.
- MORALES (D), 1961 - Observaciones sobre la adaptacion y comportamiento del *Anopheles aquasalis* en pedernales y caripita.
Revista Venez. de Sanidad y asisten.Social, 26 (4).
- NOGUER (A.), 1978 - *Santé du Monde*, Avril 1978 : 13-17.
- ODETOYINBO (J.A.), 1969 - Preliminary investigation on the use of a light trap for sampling malaria vectors in Gambia.
Bull. Wld. Hlth Org., 40 : 547-560.
- PAJOT (F.X.), 1973 - Contribution à l'étude écologique d'*Aedes (Stegomyia) simpsoni* (Théobald) 1905 (*Diptera Culicidae*).
Thèse Doct. es Sci.nat., Faculté des Sciences d'Orsay. Université de Paris. 322 p.
- PAJOT (F.X.), 1976 - Rapport sur le III triennal joint Malaria Border Meeting. (Bresil, Guyana, Guyane française, Surinam, Vénézuéla). 18-20 Oct. 1976. Georgetown, Guyana.
Multigr., ORSTOM, Cayenne, 85 p.
- PAJOT (F.X.), LE PONT (F.), MOLEZ (J.F.), DEGALLIER (N.), 1977_a - Agressivité d'*Anopheles (Nyssorhynchus) darlingi*, Root, 1926 (*Diptera, Culicidae*) en Guyane française.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 15 (1) : 15-22.
- PAJOT (F.X.), LE PONT (F.), MOLEZ (J.F.), 1977_b - Utilisation des pièges lumineux "C.D.C. Miniature Light trap" comme moyen d'échantillonnage des populations Anophéliennes dans un village du littoral de la Guyane française.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 15 (3) : 233-240.
- PANDAY (R.S.), 1974 - Mosquito ecology in relation to the transmission of pathogens in Surinam.
Thèse Doct., Université du Surinam, 203 p.
- PANDAY (R.S.), 1977 - *Anopheles nunez tovari* and malaria. Transmission in Surinam.
Mosq. News, 37 (4) : 728-737.
- PANT (C.P.), YASUNO (M.), 1973 - Fields studies on the gonotrophic cycle of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand.
J. Med. Ent., 10 (2) : 219-223.

- QURAIISHI (M.S.), FAGHIH (M.A.), ESGHI (N.), 1966 - Flight range, lengths of gonotrophic cycles, and longevity of p^{32} labeled *Anopheles stephensi mysorensis*.
J. Econ. Ent., 59 (1) : 50-55.
- RACHOU (R.G.), 1958 - Anofelinos do Brasil : Comportamento das especies vetoras de malaria.
Rev. brasil. Malar., 10 (2) : 145-182.
- REINERT (J.F.), 1975 - Mosquito généric and subgénéric. Abbreviations (*Diptera* : *Culicidae*).
Mosq. Systematics, 7 (2) : 105-110.
- SENIOR-WHITE (R.A.), 1951 - Studies on the bionomics of *Anopheles aquasalis* C., 1932.
Indian J. of Malariology, 5 : 294-405.
- SENIOR-WHITE (R.A.), 1952 - Studies on the bionomics of *Anopheles aquasalis* C., 1932.
Indian J. of Malariology, 6 : 29-72.
- SENIOR-WHITE (R.A.), LEWIS (G.), LEE (P.), 1953 - On swarming and mating in *Anopheles aquasalis* C.
Bull. Ent. Res., 44 : 163-173.
- SENIOR-WHITE (R.A.), 1953 - On the evening biting activity of three neotropical anopheles in Trinidad, British West Indies.
Bull. Ent. Res., 44 : 451-460.
- SERIE (C.), KRAMER (R.), CHATENAY (G.), 1967 - Etude entomologique dans le site de Kourou au cours de l'année 1967.
Arch. Inst. Pasteur Guyane française, publ. 521 : 197-210.
- SERVICE (M.W.), 1977 - A critical review of procedures for sampling populations of adult mosquitoes.
Bull. Ent. Res., 67 (3) : 343-382.
- SIEGEL, 1956 - Nonparametric Statistics for the behavioral sciences.
Mc Graw-Hill ed., New-York.
- SUBRA (R.), 1972 - Etudes écologiques sur *Culex pipiens fatigans* W. 1828. (*Diptera-Culicidae*) dans une zone urbaine de savane soudanienne Ouest africaine : Longévitité et déplacements d'adultes marqués avec des poudres fluorescentes.
Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol., 10 (1) : 3-36.
- SUDIA (W.D.) et CHAMBERLAIN (R.W.), 1962 - Battery operated. Light trap, an improved Model.
Mosq. News, 22 (2) : 126-129.
- WOOD (C.S.), 1975 - New evidence for a late introduction of Malaria into the New World.
Current. Anthropology, 16 (1) : 93-103.
- ZONZON (J.), 1978 - Le climat de la Guyane. Commission météorologique départementale de la Guyane.
Bull. Climatologique, Janvier 1978 : 28-32, Février 1978 : 22-25.

TABLE DES MATIERES

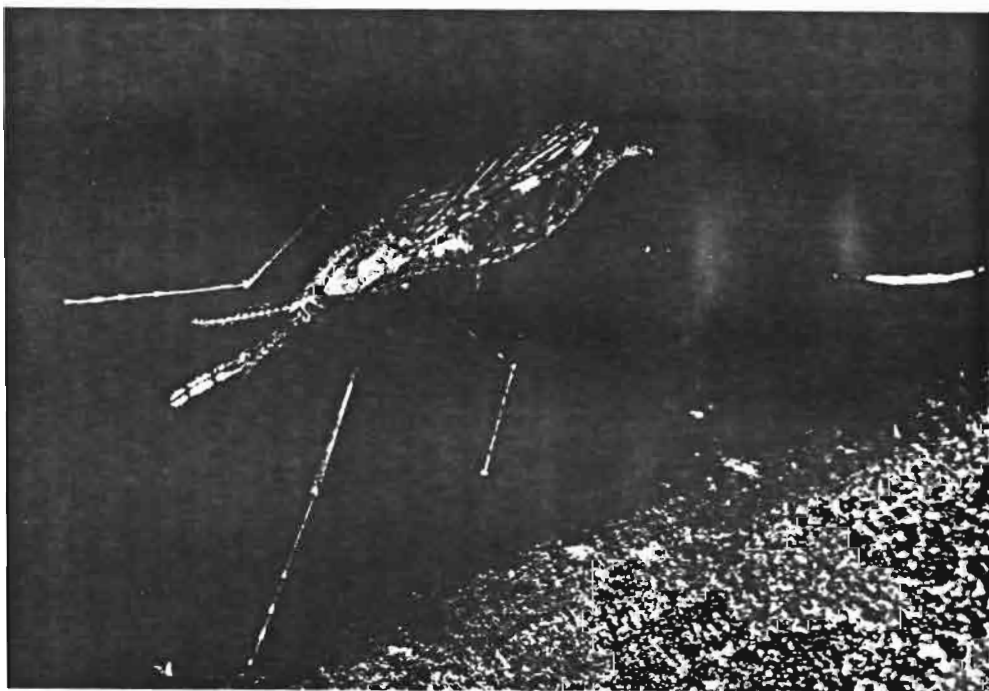
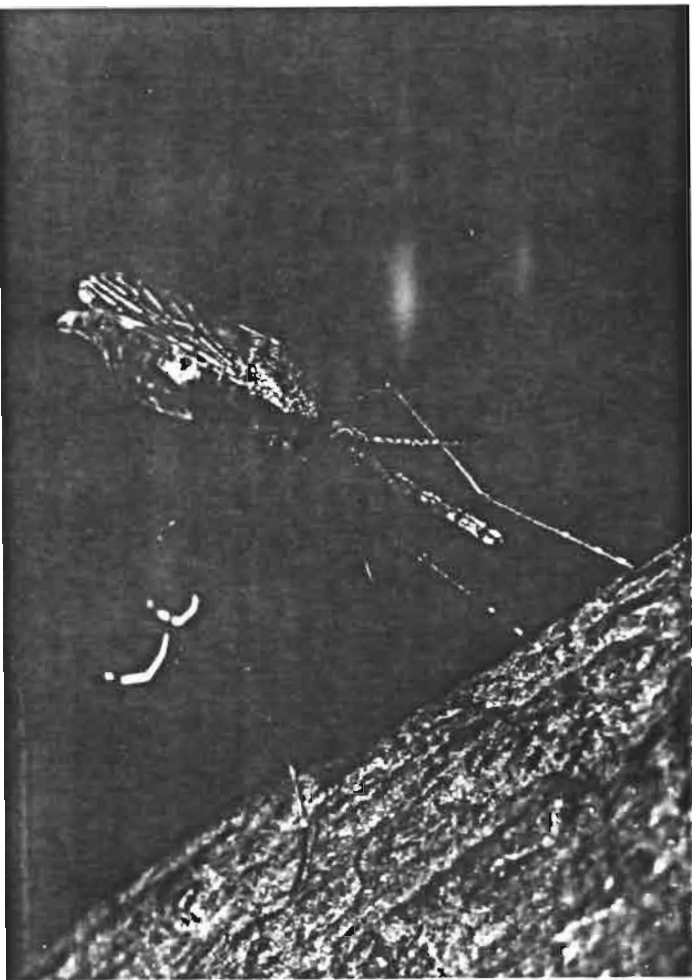
INTRODUCTION	3
CHAPITRE I : LA GUYANE FRANCAISE ET LE PALUDISME	5
1.1. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE, CLIMATIQUE ET HUMAINE DE LA GUYANE FRANCAISE	7
1.1.1. PRESENTATION GEOGRAPHIQUE.....	7
1.1.2. LE CLIMAT DE LA GUYANE.....	8
1.1.2.1. Régime d'alizés	
1.1.2.2. Les saisons	
1.1.2.3. Les zones climatiques	
1.1.2.4. Eléments climatiques	
1.1.3. LE PEUPLEMENT HUMAIN	11
1.2. LE PALUDISME EN GUYANE FRANCAISE	12
1.2.1. HISTORIQUE.....	12
1.2.1.1. Des premières implantations à 1949	
1.2.1.2. Les campagnes anti-paludiques de l'après-guerre	
1.2.1.3. La période 1960-1975	
1.2.2. SITUATION ACTUELLE.....	15
1.2.3. LES VECTEURS DU PALUDISME EN GUYANE.....	16
1.2.3.1. Introduction	
1.2.3.2. Les vecteurs potentiels	
1.2.3.3. Les autres Anophèles guyanais	
CHAPITRE II : PRESENTATION D' <i>ANOPHELES (NYSS.) AQUASALIS</i> C.1932 ET DE LA ZONE D'ETUDE CHOISIE.....	21
2.1. PRESENTATION D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i>	23
2.1.1. DESCRIPTION.....	23
2.1.2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE.....	25
2.1.3. ROLE VECTEUR EN AMERIQUE DU SUD.....	26
2.2. LA REGION DE SINNAMARY.....	28
2.2.1. PRESENTATION GENERALE.....	28
2.2.2. LE PALUDISME A SINNAMARY.....	30
2.2.3. PRESENCE D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> DANS LA VILLE DE SINNAMARY.....	30
2.2.4. CHOIX ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	32

CHAPITRE III : ECOLOGIE D' <i>ANOPHELES</i> (NYSS.) <i>AQUASALIS</i> C.1932.	35
I. ETUDE DES VARIATIONS SAISONNIERES DE DENSITE D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> AU MOYEN DE PIEGES LUMINEUX "C.D.C. MINIATURE LIGHT TRAP"	37
1.1. INTRODUCTION	37
1.2. PROBLEMES SOULEVES PAR L'UTILISATION DES PIEGES LUMINEUX.....	37
1.2.1. L'UTILISATION DES PIEGES LUMINEUX DANS LE CADRE DE L'ETUDE DES VARIATIONS DE DENSITE ANOPHELIENNE.	37
1.2.2. FACTEURS POUVANT MODIFIER L'EFFICACITE DES PIEGES LUMINEUX	38
1.2.3. REPONSE D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> AUX PIEGES LUMINEUX EN GUYANE FRANCAISE	39
1.3. PROTOCOLE UTILISE.....	40
1.4. RESULTATS	41
1.4.1. RAPPELS DES TRAVAUX ANTERIEURS.....	41
1.4.2. EVOLUTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES A SINNAMARY DE FEVRIER 1977 A JANVIER 1978.....	43
1.4.3. VARIATION DE DENSITE D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> PENDANT LA PERIODE D'ETUDE.....	45
1.4.3.1. Remarques générales sur les récoltes obtenues	
1.4.3.2. Variations de densité	
1.4.4. VARIATION DU TAUX DE PARITE PENDANT LA PERIODE D'ETUDE.....	49
1.4.4.1. Remarques générales concernant les résultats des dissections effectuées	
1.4.4.2. Variation du taux de parité	
1.5. CONCLUSION.....	50
II. ETUDE DES GITES LARVAIRES D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> LE LONG DE LA ROUTE DE L'ANSE A SINNAMARY.....	51
2.1. INTRODUCTION	51
2.2. PRESENTATION DES MARAIS ETUDIES : SITUATION ET VEGETATION	52
2.3. RESULTATS DES CAPTURES DE LARVES	54
2.3.1. DEROULEMENT DES CAPTURES.....	54
2.3.2. MARAIS SITUES A DROITE DE LA ROUTE : G ₃ ET G ₄ ..	54
2.3.3. MARAIS SITUES A GAUCHE DE LA ROUTE	55
2.4. RESULTATS DES ANALYSES D'EAU	57
2.5. CONCLUSIONS	58

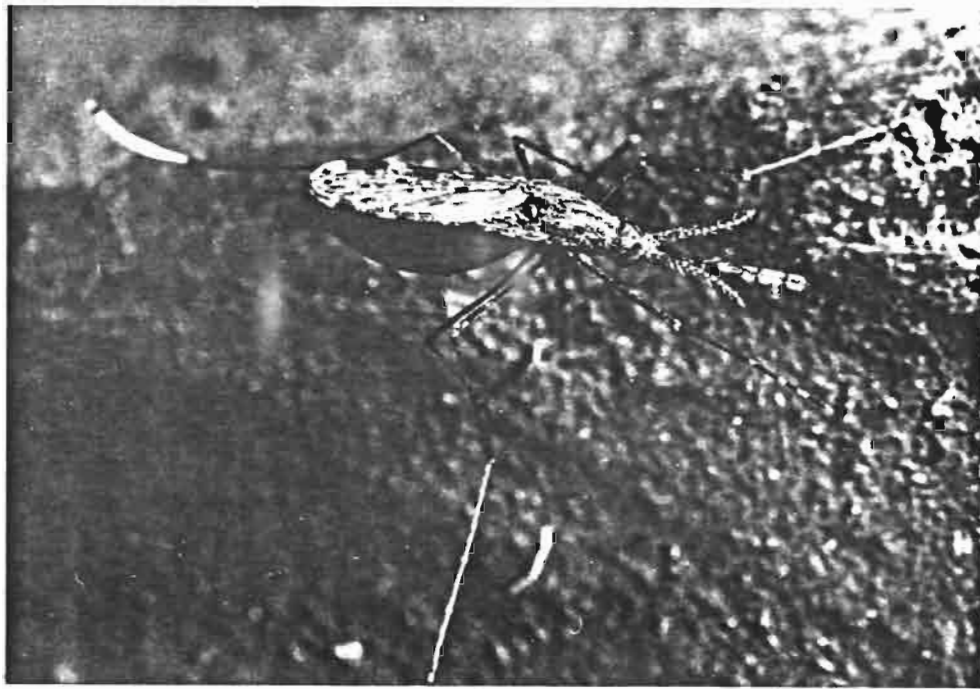
III. AGRESSIVITE DES FEMELLES D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i>	63
3.1. INTRODUCTION	63
3.2. MATERIEL ET METHODES.....	64
3.2.1. DEROULEMENT DES CAPTURES	64
3.2.2. INTERPRETATION DES RESULTATS.....	65
3.3. ACTIVITE DES FEMELLES D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> A L'EXTERIEUR DES HABITATIONS.....	65
3.4. ACTIVITE DES FEMELLES D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> SUR LA VERANDA DES HABITATIONS.....	65
3.5. ACTIVITE DES FEMELLES D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i> A L'INTERIEUR DES HABITATIONS.....	69
3.6. INFLUENCE DE L'AGE DES FEMELLES SUR L'ACTI- VITE A L'INTERIEUR DES HABITATIONS ET SUR LA VERANDA.....	69
3.7. VARIATIONS DU CYCLE NYCTEMERAL ET ACTION DES FACTEURS EXTERNES.....	73
3.8. CONCLUSION.....	74
IV. ETUDE DE LA DUREE DU CYCLE GONOTROPHIQUE D' <i>ANO- PHELES AQUASALIS</i> , EVALUATION DU TAUX DE SURVIE ET DE LA FRACTION EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUSE DE LA POPULATION	77
4.1. ETUDE DE LA DUREE DU CYCLE GONOTROPHIQUE....	77
4.1.1. RAPPELS BIBLIOGRAPHIQUES.....	77
4.1.2. ETUDES EXPERIMENTALES.....	81
4.1.2.1. Résultats des expériences de laboratoire	81
4.1.2.1.1. Résultats apportés par les dissections effectuées dans le cadre de l'étude de la parité horaire.	
4.1.2.1.2. Expérience d'élevage	
4.1.2.2. Résultats des expériences de lâcher-recapture	86
4.1.2.2.1. Rappels bibliographiques	
4.1.2.2.2. Expériences	
4.1.2.2.2.1. Première expérience	
4.1.2.2.2.2. Deuxième expérience	
4.1.3. DUREE DU CYCLE GONOTROPHIQUE CHEZ LES FEMELLES D' <i>ANOPHELES AQUASALIS</i>	99

4.2. EVALUATION DU TAUX THEORIQUE DE SURVIE A PARTIR DU TAUX DE PARITE ANNUEL DETERMINE AU PIEGE LUMINEUX. POURCENTAGE DE LA POPULATION EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUX.....	100
4.2.1. TAUX DE PARITE, VALIDITE.....	100
4.2.1.1. Taux de parité	
4.2.1.2. Validité	
4.2.2. TAUX DE SURVIE.....	101
4.2.2.1. Détermination du taux de survie à l'aide de la formule de COZ	
4.2.2.2. Utilisation de la formule de CARNEVALE et MOLINIER	
4.2.2.3. Comparaison des résultats obtenus, lors des dissections, avec les courbes théoriques	
4.2.3. POURCENTAGE DE LA POPULATION EPIDEMIOLOGIQUEMENT DANGEREUX.....	105
4.2.3.1. Cas du paludisme à <i>PLASMODIUM FALCIPARUM</i>	
4.2.3.2. Cas du paludisme à <i>PLASMODIUM VIVAX</i>	
CONCLUSION	109
BIBLIOGRAPHIE	113

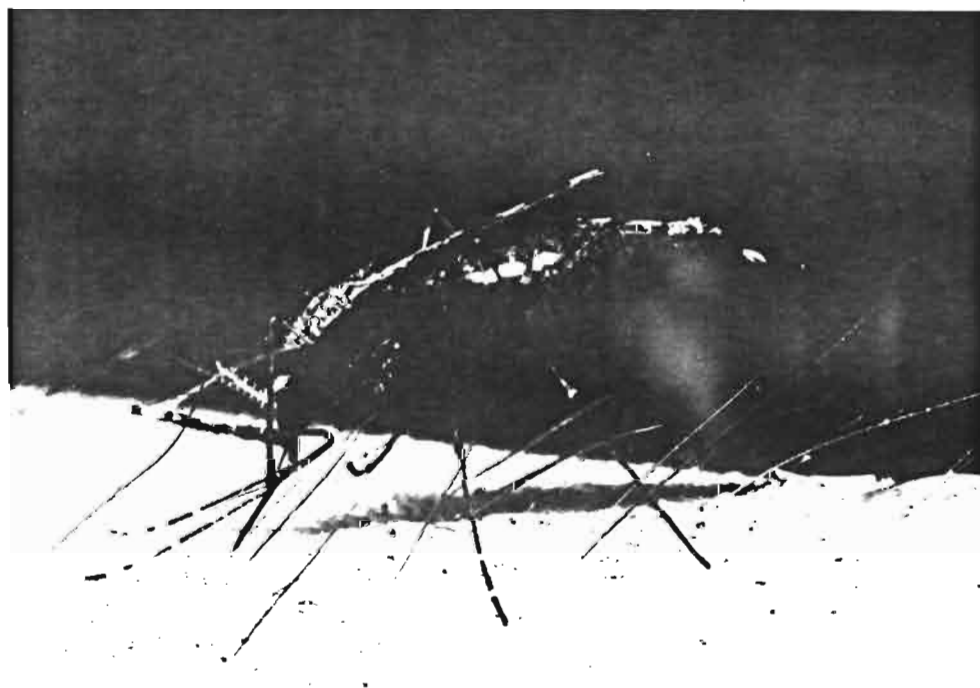
PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES



Femelles d'Anopheles aquasalis au repos
sur les parois de la porcherie de la propriété Mathieu

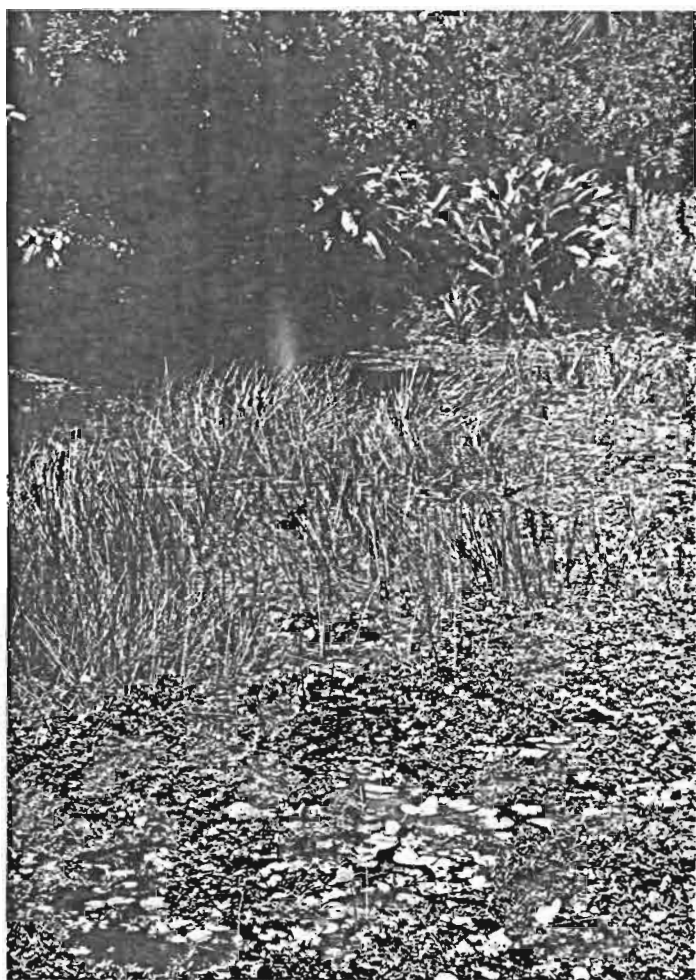


Femelle gorgée d'Anopheles aquasalis



Prise d'un repas sanguin par une femelle d'Anopheles aquasalis

Ces photos ont été réalisées avec la collaboration amicale de N.Degallier



Etang G2



Vue du marais G1



Vue du marais G4

Végétation recouvrant
le gîte G1+



Gîte G1+
en période de basses eaux



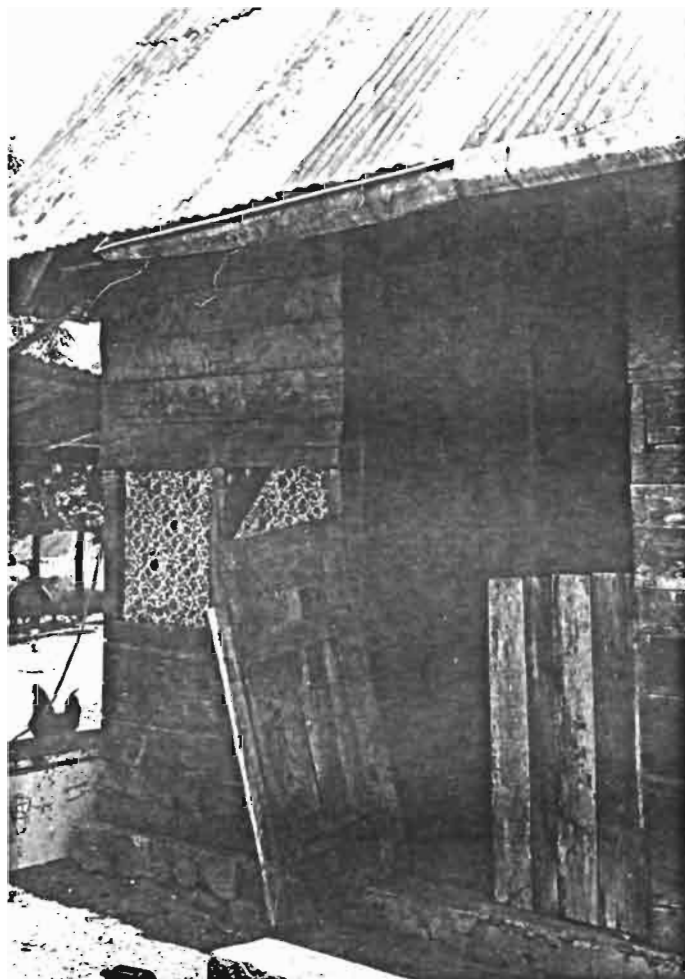
Vue du marais G1
au niveau du carbet Vernet



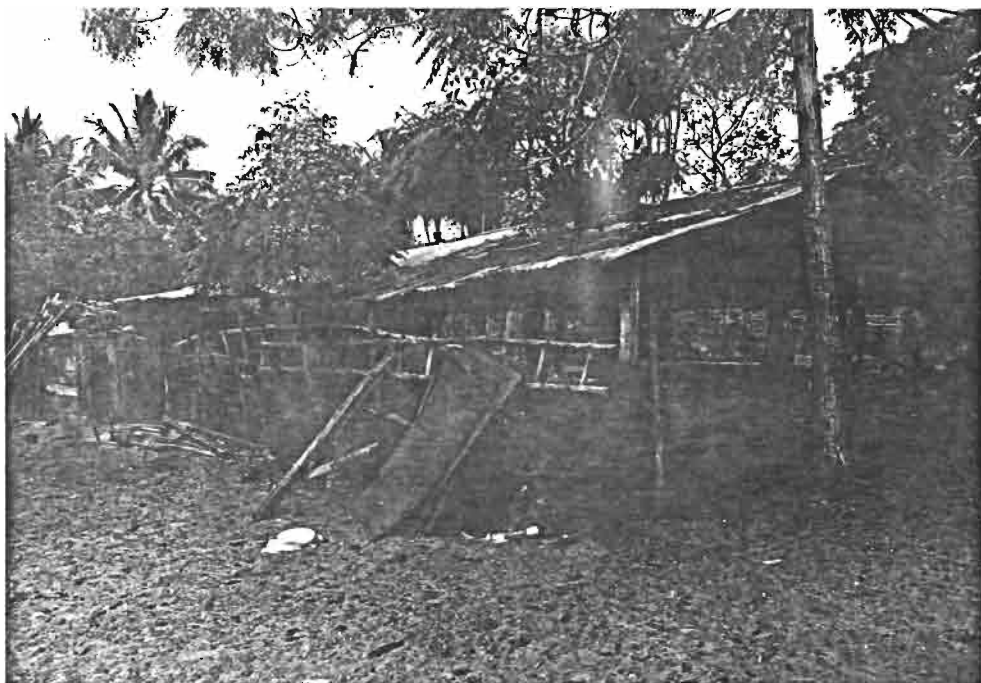


Carbet Mathieu

La porte de droite s'ouvre dans la pièce
qui servait aux captures en intérieur



Véranda du carbet Mathieu



Etable de la propriété Mathieu



Cocoteraie située derrière la propriété Mathieu
lieu des captures en extérieur