

# LA TRANSMISSION DU PALUDISME HUMAIN DANS UN VILLAGE AU CENTRE DE LA RIZIÈRE DE LA VALLÉE DU KOU, BURKINA FASO

VINCENT ROBERT, VINCENT OUEDRAOGO, PIERRE CARNEVALE (1)

Cette recherche a bénéficié d'une aide financière du Programme spécial de recherche et de formation pour les maladies tropicales PNUD/Banque Mondiale/OMS et de la Commission des Communautés Européennes.

(1) Antenne ORSTOM du Centre Muraz, B.P. 171, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.  
Adresse actuelle : OCEAC, B.P. 288, Yaoundé, Cameroun.

## RÉSUMÉ

Une étude longitudinale, basée sur la capture de moustiques sur sujets humains, s'est déroulée pendant un an dans le village VK4 implanté au centre du périmètre rizicole de la Vallée du Kou, dans le sud-ouest du Burkina Faso. L'irrigation est sub-permanente dans cette rizière. La nuisance culicidienne est considérable ; un homme dormant hors moustiquaire dans ce village reçoit 35 000 piqûres de moustiques par an.

*Anopheles gambiae* est observé pendant toute l'année ; sa densité agressive pour l'homme correspond à 66 % de la faune culicidienne agressive totale et présente un maximum en août avec 158 piqûres par homme et par nuit. *A. funestus* est défavorisé par la rizière et sa densité agressive est 43 fois moindre que celle de l'espèce précédente ; il est présent d'octobre à février avec un pic de densité en décembre de 11 piqûres par homme et par nuit.

Le taux de parturité (TP) annuel moyen d'*A. gambiae* est 30,4 % ; il varie entre 0 % à la mi-mars et 90 % au début juin. Les variations du TP de cette espèce vont en sens inverse de celles de sa densité. Le TP d'*A. funestus* est stable à 67 %.

L'indice sporozoïtique d'*A. gambiae* est 0,28 % sur l'ensemble de l'année (sur 7020 dissections) et 0,51 % pendant la période de transmission ; celui d'*A. funestus* est respectivement 1,0 % et 1,4 %.

La transmission du paludisme dure un peu plus de quatre mois entre mi-mai et mi-juillet puis entre octobre et mi-décembre. Elle n'a pas été observée lorsque la densité de vecteur potentiel est la plus élevée alors que son TP est le plus faible. Elle est essentiellement le fait d'*A. gambiae* mais aussi, dans une moindre mesure, d'*A. funestus*. Le taux annuel d'inoculation calculé est de 29,8 piqûres d'anophèles infectés par homme. Après une discussion portant sur les indices sporozoïtiques et sur les densités agressives de vecteurs pour la

population qui utilise des moustiquaires dans ce village, on estime que le taux annuel d'inoculation est de 20. Ce taux est particulièrement faible pour la zone rurale de la région de Bobo-Dioulasso.

**Mots-Clés :** Paludisme - Transmission - Rizière - Afrique.

## SUMMARY

### **The transmission of human malaria in a village inside the rice field area of the Kou Valley, Burkina Faso.**

A longitudinal study based on mosquitoes sampled by catches on humans was carried out during one year in the VK4 village located in the centre of the rice growing area of the Kou Valley, in the southwestern Burkina Faso. Irrigation is subpermanent in this rice field and two complete harvests are done every year. A man sleeping in this village is subjected to 35 000 mosquito bites per year and therefore mosquitoes are felt as a nuisance by the population which extensively use mosquito nets.

*Anopheles gambiae* is observed throughout the year except in January which is both the dry season and the interval between two rice growing cycles. It accounts for 66 % of the total of mosquitoes aggressive for man and reaches its peak in August where 158 bites per man and per night were recorded. The rice field does not seem suitable for the development of *A. funestus* and its density is 43 times smaller than that of *A. gambiae* ; it is observed from October to February with a peak in December of 11 bites per man and per night.

The average annual parity rate of *A. gambiae* amounts to 30.4 %. It ranges from 0 (out of 89 dissections) in mid-March to 90 % (out of 123) in early June. The variations in the parity rate are in inverse ratio to those of its density. The parity rate of *A. funestus* is stable and amounts to 67 %.

The mean sporozoitic index of *A. gambiae* throughout the year is 0.28 % (15 positive cases out of 7020 dissections) and reaches 0.51 % during the main transmission seasons. The sporozoitic index of *A. funestus* is 1.0 % (2 positive cases out of 192 dissections) and, during the transmission, 1.4 %.

Malaria transmission occurs during a little more than four months and it takes place between mid-May and mid-July and between October and mid-December. It is not observed when the vector density is maximum and its parity rate low. It is due mainly to *A. gambiae* and at a lesser extent, to *A. funestus*. The annual inoculation rate amounts to 29.8 infected bites per man. This value is questionable. On one hand the aggressive anopheline density has been calculated on human beings who did not take any protective measures against mosquito bites. But all the inhabitants of this village sleep

under nets. In such a way the biting density for the village dwellers was overestimated by the method used. The anthropophilic index of *A. gambiae* amounts to 50 %, thus implying that the density of anophelines aggressive for man is close to half of that obtained by catches on humans. On the other hand, the sporozoitic index of anophelines have been obtained by the uncrushed microscopic observation of sporozoites in the salivary glands. However this technique leads to numerous falsely negative observations mainly when the percentage of infected anopheles is low ; it is very likely that the sporozoitic indexes have been underestimated. When the latter were obtained with the more sensitive ELISA technique, they were 1,25 times higher than those obtained with the observation of sporozoites. The overestimating and underestimating effects can thus be taken into account in order to correct the inoculation rate and to evaluate it at about 20 infected bites per year and per adult human. This value is particularly low for the rural area around of Bobo-Dioulasso.

**Key Words :** Malaria - Transmission - Rice field - Africa.

## 1. Introduction

Les rizières constituent un type d'aménagement hydro-agricole qui peut être appelé à se multiplier. Elles occasionnent habituellement une pullulation de moustiques, en particulier des anophèles vecteurs potentiels de paludisme. Une étude précédente (Robert *et al.*, 1985) s'est attachée à comparer la quantité de transmission du paludisme dans la rizière de la Vallée du Kou au Burkina Faso et dans la savane classique proche de cette rizière : des différences considérables sont apparues. Cette présente étude n'intéresse plus l'ensemble de la zone rizicole comme c'était le cas pour un travail préliminaire (Robert *et al.*, 1986) mais le seul village VK4 implanté au centre de la rizière ; elle propose une approche entomologique de la transmission du paludisme. Un autre article analyse les modalités de la transmission observée (page 17).

## 2. Matériel et méthode

La région étudiée appartient à la marge méridionale des savanes soudanaises. La saison pluvieuse dure de fin-mai à fin-octobre avec un maximum en août et la saison sèche dure de novembre à avril. Les précipitations annuelles varient autour de 1 000 mm ; en 1985 elles ont été de 1 332 mm. Les maxima thermiques moyens de mars et d'octobre furent respectivement 30,8° et 27,3° (fig. 1).

La zone rizicole de la Vallée du Kou est située à 30 km au nord de Bobo-Dioulasso dans le sud-ouest du Burkina Faso. Elle est aménagée en rizière depuis 1970. Mille hectares d'un seul tenant sont irrigués avec l'eau détournée de la rivière Kou qui permet deux récoltes de riz par an. Douze mille personnes vivent dans sept villages situés au milieu ou en périphérie du périmètre. Le village VK4 (Vallée du Kou numéro quatre) est implanté au centre de la rizière ; il abrite 900 personnes dont 65 % appartiennent à l'ethnie Mossi.

Les moustiques ont été récoltés par des captures nocturnes sur sujets humains (protégés du paludisme et de la fièvre jaune), à l'intérieur de maisons. Les pièces où ont été effectuées ces captures servent de chambres à coucher ; elles sont au nombre de huit et sont réparties dans l'ensemble du village.

Une équipe de quatre captureurs a travaillé de 20 h à 01 h puis une autre équipe de 01 h à 06 h dans quatre pièces de capture. La nuit suivante la même enquête a été répétée dans les quatre autres pièces. Ces deux nuits de capture ont été effectuées régulièrement tous les 14 jours pendant un an.

La détermination spécifique des moustiques capturés et la dissection des vecteurs potentiels de paludisme ont été faites au laboratoire le matin de la capture. L'âge physiologique a été précisé sur l'aspect des trachéoles ovariennes ; ceci a permis de calculer le taux de parturité qui désigne le rapport du nombre de femelles pares sur l'ensemble des femelles pares et nullipares. La présence de sporozoïtes dans les glandes salivaires a été recherchée à frais, sans coloration ni écrasement.

### 3. Résultats

Au total 19 967 moustiques femelles ont été capturés au cours des 52 nuits de capture faites du 12 mars 1985 au 26 février 1986, regroupant 208 hommes-nuits. La densité culicidienne annuelle agressive est 35 038 piqûres par homme soit 96,0 piqûres par homme et par nuit.

16 479 anophèles (soit 82 % des moustiques) dont 13 773 anophèles vecteurs (soit 84 % des anophèles et 69 % des moustiques) ont été capturés (tab. I). Ces anophèles vecteurs appartiennent à *Anopheles gambiae*, *A. funestus* et *A. nili*. Cette dernière espèce sera négligée par la suite à cause de sa très faible densité et seuls seront considérés *A. gambiae* et *A. funestus*.

Les individus endophiles du complexe *A. gambiae* à VK4 appartiennent pour 3,6 % à *A. arabiensis*, largement zoophile, et pour 96,4 % à l'espèce *A. gambiae* (Robert *et al.*, 1989) : aussi dans cette étude qui ne concerne que des spécimens capturés sur sujets humains, l'ensemble des spécimens groupés sous la dénomination d'*A. gambiae* s.l. concerne-t-il quasi exclusivement *A. gambiae* s.s..

Dans cette rizière, Hervy *et al.* (1981) ont examiné plus de 6000 glandes salivaires d'*A. pharoensis* agressifs pour l'homme ; toutes étaient négatives en sporozoïtes. Cette espèce ne sera donc pas considérée comme vectrice dans cette rizière.

#### La densité agressive pour l'homme (m.a)

*A. gambiae* est présent pendant presque toute l'année à une densité importante puisqu'il représente à lui seul 66 % de l'effectif de moustiques capturés et que le m.a quotidien moyen est de 64,6. Les pics de densité sont notés en mars (m.a quotidien = 88) et en août (m.a = 158) au moment où la rizière est mise en eau pour le repiquage des jeunes pousses de riz (fig. 2). Les densités les plus faibles s'observent en saison sèche de mi-décembre à fin-janvier au moment où la rizière est asséchée entre deux cycles cultureux et où la plupart des autres gîtes larvaires de cette espèce ne sont pas fonctionnels.

*A. funestus* est présent seulement d'octobre à février avec un m.a quotidien moyen de 1,5 et un maximum début décembre (m.a quotidien = 11). Il ne représente que 1,6 % de l'ensemble des moustiques et 1,9 % des anophèles capturés. Cette rizière ne semble pas favorable à son développement.

#### Les taux de parturité (TP)

Le TP annuel moyen d'*A. gambiae* est de 30,4 % (1 836 pares et 4 202 nullipares). Le TP moyen pendant la période où des anophèles sont infectés est de 39,4 % (970 pares et 1 489 nullipares). Le TP croît régulièrement de 0 début mars (0 pare et 89 nullipares) jusqu'à 90 % (119 pares et 14 nullipares) début juin ; entre la mi juillet et la fin septembre il est de 20,0 % en moyenne et varie peu (entre 32 % et 14 %) ; il réaugmente jusqu'à 68 % fin novembre et il se maintient probablement assez élevé (9 pares et 3 nullipares) jusqu'à début février où il est de 67 % ; il diminue à 21 % fin février (fig. 2). Les variations du TP vont dans le sens inverse de celles de la m.a.

Le TP d'*A. funestus* est de 67 % (120 pares et 58 nullipares) et ne présente pas de variations particulières.

#### Les indices sporozoïtiques (s)

Sur un total de 7 020 *A. gambiae* disséqués, 15 sont porteurs de sporozoïtes dans leurs glandes salivaires ;  $s = 0,285$  %. Considérant les seules captures de mi-mai à fin juillet et de début octobre, où des anophèles sont trouvés infectés,  $s = 0,513$  % (2 922 examens).

Pour *A. funestus*,  $s = 1,0$  % (2 positifs sur 192 examens) pour l'ensemble de l'année et 1,4 % pour les captures où des anophèles sont infectés.

### Les taux d'inoculation entomologique ( $h = m.a \times s$ )

Alors que des anophèles sont rencontrés toute l'année, la transmission du paludisme est exclusivement observée pendant deux périodes, de mi-mai à fin juillet et de début octobre à mi-décembre, soit un total de cinq mois ; pendant le reste de l'année aucun anophèle infecté n'a été récolté (fig. 2). Le  $h$  annuel d'*A. gambiae* et d'*A. funestus* est respectivement 26,3 et 3,5 soit au total 29,8 piqûres d'anophèles infectés par homme et par an. Cette valeur équivaut à un taux quotidien d'inoculation de 0,082 pour l'ensemble de l'année et de 0,20 pour les cinq mois de transmission.

## 4. Discussion

Le nombre de piqûres reçues par homme a été obtenu avec la méthode classique des captures de moustiques sur sujets humains normalement accessibles aux moustiques. Or dans la rizière de la Vallée du Kou où la nuisance culicidienne est très élevée, l'usage des moustiquaires est généralisé ; dans le village VK4 tous les habitants dorment sous moustiquaires pendant toute l'année et ceci doit être pris en compte dans l'estimation du nombre de piqûres d'anophèles effectivement reçues par chaque membre de la communauté. Il est très difficile d'apprécier directement l'effet des moustiquaires sur la réduction du nombre de piqûres surtout lorsque varient la nature du tissu, le niveau d'entretien et le mode d'utilisation. Le taux d'anthropophilie du vecteur principal *A. gambiae* est faible à VK4 et varie autour de 0,50 (Robert *et al.*, p. 17). En faisant l'hypothèse que les anophèles de cette espèce qui prennent leur repas de sang sur des animaux ont été détournés des hommes à cause des moustiquaires, on peut estimer à 50 % l'efficacité globale des moustiquaires et donc la densité d'anophèle par homme serait la moitié de celle obtenue.

Les indices sporozoïtiques ont été obtenus après la dissection des glandes salivaires des anophèles et la recherche microscopique de sporozoïtes. Une telle méthode présente une grande facilité de réalisation sur le terrain mais procure des faux négatifs d'autant plus fréquemment que les indices sporozoïtiques sont faibles. L'analyse par la technique ELISA proposée par Verhave *et al.* (1987) d'une fraction des anophèles récoltés durant cette étude a montré que la dissection révélait 80 % des positifs en ELISA (Boudin *et al.*, 1988). Les indices sporozoïtiques seraient donc légèrement supérieurs à ceux obtenus.

Ces principaux facteurs de sous-estimation et de sur-estimation du taux d'inoculation entomologique peuvent être pris en compte ; le nombre annuel de piqûres infectées reçues par adulte devrait donc être corrigé à une valeur voisine de 20. D'après Carnevale *et al.* (1978) ce nombre serait plus faible de 33 % chez les enfants (soit 13 piqûres annuelles infectées) et plus faible de 66 % chez les bébés (soit 7 piqûres annuelles infectées).

La quantité de transmission dans ce village est particulièrement faible pour la zone rurale des environs de Bobo-Dioulasso où le taux annuel d'inoculation varie entre 55 et 250. Elle est la plus faible enregistrée, même dans les autres villages de cette rizière ; en particulier, dans les villages de la périphérie de la zone rizière ce taux est de 60 (Robert *et al.*, 1985 et 1988).

La répartition de la transmission sur deux saisons est caractéristique de cette zone de rizière et liée aux deux cycles de culture du riz à l'origine de la majorité des gîtes larvaires des vecteurs. Elle diffère profondément de la transmission répartie sur une seule saison dans les villages de cultures pluviales où les gîtes larvaires sont liés au régime des pluies.

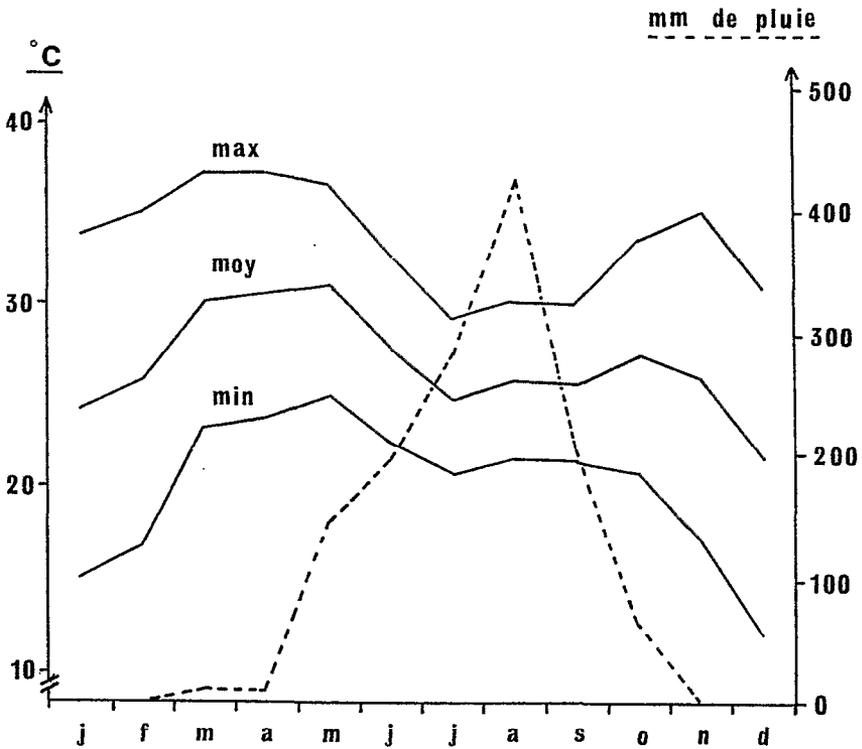
Lorsque la densité agressive pour l'homme est maximale en août et septembre, aucun anophèle n'a été trouvé infecté ; ceci est évidemment lié avec le taux de parturité (20 %) particulièrement bas pendant cette période. Outre la faiblesse de ce taux de parturité, plusieurs autres arguments sont en faveur d'une absence de transmission à cette saison : l'intensité de transmission est décroissante en juillet et croissante en octobre, 2 666 glandes salivaires négatives ont été examinées au microscope à partir d'*A. gambiae* récoltés pendant 10 nuits de captures consécutives, enfin *A. funestus* n'est pas observé à cette époque. Il n'existe pas ici de rapport direct entre la transmission de paludisme et la densité de vecteur. Ce fait que la densité de vecteur peut ne pas être le facteur le plus important pour influencer la transmission du paludisme, a déjà été remarqué par d'autres auteurs (Coosemans, 1985 ; Burkot, 1988). Dans un tel contexte il n'est pas évident qu'une réduction de la densité de vecteur, notamment due à des mesures de lutte, se traduise par une baisse de la transmission.

**Remerciements** : L'ensemble de la section Entomologie du Centre Muraz est remerciée pour l'excellence de son travail tout au long de cette étude ; l'assistance technique de Kienou Jean-Pierre, Sanou Mamourou, Barro Balaji et Dabré David sur le terrain et au laboratoire a particulièrement été appréciée. Jean Mouchet est remercié pour sa lecture critique du manuscrit.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOUDIN C., ROBERT V., VERHAVE J.P., CARNEVALE P. et MEUWISSEN J.H.E.T., 1988 – Utilisation de la technique ELISA dans le dépistage des moustiques infectés par *Plasmodium falciparum*. *Bull. Org. mond. Santé*, 66 : 87-97.
- BURKOT T.R., 1988 : Non-random host selection by anopheline mosquitoes. *Parasitol. Today*, 4 : 156-162.

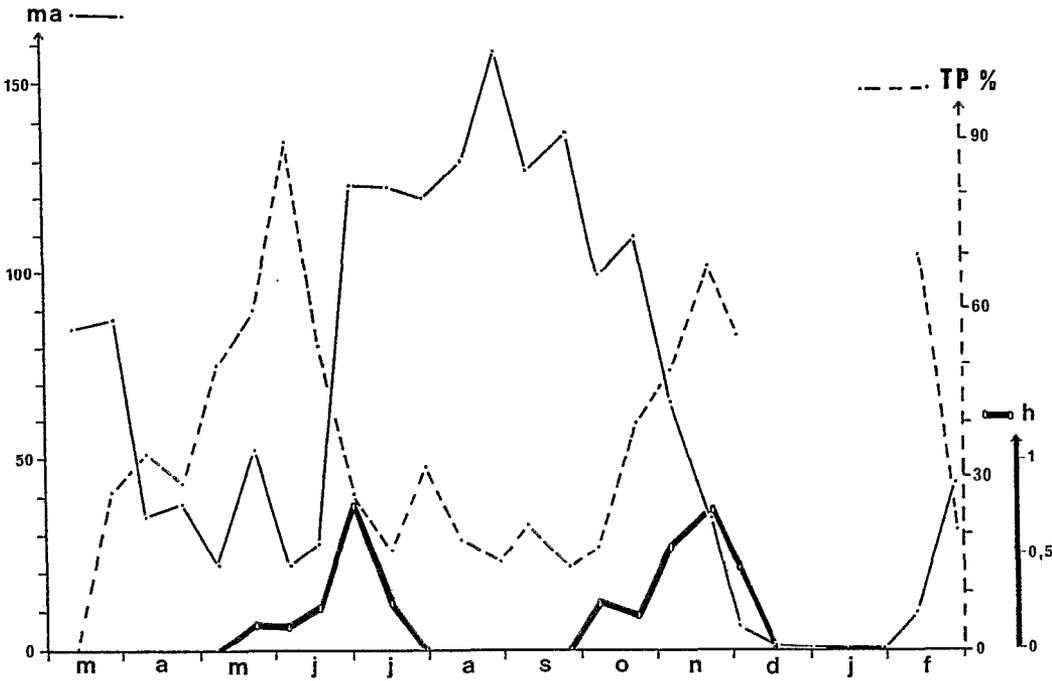
- CARNEVALE P., FREZIL J.L., BOSSENO M.F., LE PONT F. et LANCIEN J., 1978 – Etude de l'agressivité d'*Anopheles gambiae* A en fonction de l'âge et du sexe des sujets humains. *Bull. Org. mond. Santé*, **56** : 147-154.
- COOSEMANS M.H., 1985 – Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture de coton dans la plaine de la Ruzizi, Burundi. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65**, Suppl.2 : 187-200.
- HERVY J.P., LEGROS F. *et al.*, 1981 – Evaluation entomologique de deux thérapeutiques antipalustres à la chloroquine – prophylaxie chez les enfants de moins de 14 ans, traitement systématique de tous les accès fébriles – mises en place dans les villages de la région de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). *Doc. Tech. O.C.C.G.E.* n° 7651/81 et n° 7849/81.
- ROBERT V., CARNEVALE P., OUEDRAOGO V., PETRARCA V. et COLUZZI M., 1988 – La transmission du paludisme humain dans un village de savane du sud-ouest du Burkina Faso. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **68** : 107-121.
- ROBERT V., GAZIN P., BOUDIN C., MOLEZ J.F., OUEDRAOGO V. et CARNEVALE P., 1985 – La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **65**, Suppl. 2 : 201-214.
- ROBERT V., PETRARCA V., CARNEVALE P. et COLUZZI M., 1986 – Le particularisme de la transmission du paludisme dans la zone rizicole de la Vallée du Kou (Burkina Faso) ; l'apport de l'étude cytogénétique des vecteurs à l'épidémiologie. *Parassitologia*, **28** : 327-329.
- ROBERT V., PETRARCA V., CARNEVALE P., OVAZZA L. et COLUZZI M., 1989 – Analyse cytogénétique du complexe *Anopheles gambiae* dans la région de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Ann. Parasito. hum. comp.* **64** : 290-311.
- VERHAVE J.P., LEENWENBERG A.D.E.M., PONNUDURAI T., MEUWISSEN J.H.E.T. et VAN DRUTEN J.A.M., 1988 – The biotine streptavidine system in a two-site ELISA for the detection of plasmodial sporozoite antigen in mosquitoes. *Parasite Immunology*, **10** : 17-31.



**Figure 1**

Températures et quantités de pluies enregistrées mensuellement en 1985 dans la zone rizicole de la Vallée du Kou (station climatologique du village VK1).

Monthly temperatures and rainfalls recorded in 1985 in the rice field area of Kou Valley.



**Figure 2**

Evolution entre mars 1985 et février 1986 de la densité quotidienne agressive pour l'homme (ma) et du taux de parturité (TP) des *Anopheles gambiae* s.l. et taux quotidien d'inoculation (h) dans le village VK4, au centre de la zone rizicole de la Vallée du Kou (Burkina Faso).

Evolution from March 1985 to February 1986 of the daily aggressive density for man (ma) and of the parity rate (TP) of *Anopheles gambiae* s.l. and daily inoculation rate (h) in the village VK4, in the centre of the rice field area of Kou Valley (Burkina Faso).

**Tableau 1**

Total par espèce des moustiques récoltés pendant un an en captures de nuits sur sujets humains dans le village VK4.

*Total by species of mosquitoes collected on men during a one year period of night catches in village VK4.*

Anopheles		Mansonia		Culex		Aedes	
<i>gambiae</i>	13 449	<i>Uniformis</i>	1 070	<i>quinquefasciatus</i>	877	<i>luteocephalus</i>	4
<i>pharoensis</i>	2 412	<i>africana</i>	932	<i>poicilipes</i>	222	<i>hirsutus</i>	3
<i>funestus</i>	312			<i>univittatus</i>	193	<i>fowleri</i>	3
<i>coustani</i>	291			<i>antennatus</i>	70	<i>gr. tarsalis</i>	2
<i>nili</i>	12			<i>gr. decens</i>	5	<i>furcifer</i>	1
<i>rufipes</i>	1			<i>annulioris</i>	4	<i>aegypti</i>	1
<i>flavicosta</i>	1			<i>tigripes</i>	1		
<i>squamosus</i>	1						