

WORLD HEALTH  
ORGANIZATIONORGANISATION MONDIALE  
DE LA SANTÉCONFERENCE SUR LE PALUDISME  
EN AFRIQUEWHO/Mal/143  
Lagos Conf./17  
12 octobre 1955Lagos, Nigeria  
28 novembre - 6 décembre 1955

ORIGINAL : ANGLAIS

Point 2.3 de l'ordre  
du jour provisoire

Le Chef de la Section du Paludisme  
a l'honneur de communiquer la note suivante :

LE PROBLEME DE L'EXOPHILIE CHEZ ANOPHELES GAMBIAE

par le

Dr M.T. Gillies  
East African Institute of Malaria  
and Vector-Borne Diseases, Amani, Tanganyika

Résumé

Il convient d'aborder l'analyse des populations d'anophèles dont les lieux de stationnement sont extérieurs tout d'abord du point de vue des possibilités relatives qui se présentent aux moustiques de se reposer à l'intérieur ou à l'extérieur, et en second lieu suivant le degré de développement ovarien. On peut donc considérer que l'exophilie est obligatoire dans les régions inhabitées, facultative dans les régions en partie construites où les moustiques se gorgent à l'extérieur, ou délibérée lorsque les insectes se gorgent à l'intérieur, mais adoptent par la suite des lieux de stationnement à l'extérieur.

Des études poursuivies dans deux régions du Tanganyika, l'une côtière et humide et l'autre intérieure et aride, ont donné des résultats fort différents. Dans la première région, bien pourvue de végétation, les captures de A. gambiae étaient rares et portaient principalement sur des femelles non

gorgées et des femelles gravides. Dans l'autre zone où les lieux de stationnement convenables se trouvaient en nombre limité, on a capturé, à l'extérieur, de grandes quantités de moustiques qui étaient souvent des femelles récemment gorgées. Ces différences sont attribuées surtout à la présence, dans le secteur continental, d'importants troupeaux de bestiaux, à l'extérieur, qui faisaient défaut près de la côte.

Les cas d'exophilie observés dans d'autres parties d'Afrique sont analysés de la même façon. Ces renseignements ainsi que les nouvelles données qui sont parvenues d'Afrique orientale montrent que le comportement de A. gambiae varie beaucoup suivant les différentes régions. Certaines variations peuvent être expliquées par les conditions diverses du milieu et notamment par la possibilité de piquer la nuit des hôtes différents. Mais dans certains cas on peut trouver une raison génétique. Dans l'ensemble, le travail à poursuivre en ce domaine revêt deux aspects. Il convient tout d'abord d'établir l'existence et la nature des différences du comportement qui sont indiquées, puis d'étudier dans le détail les moustiques qui survivent sous la forme de populations exophiles dans les zones où les habitations sont traitées de façon systématique.

Au cours des années récentes, on s'est attaché de plus en plus au fait que l'on rencontre en de nombreuses parties du monde des populations d'anophèles dont les lieux de stationnement sont à l'extérieur. La présente communication a pour objet de faire connaître des travaux réalisés récemment sur ce sujet, en Afrique orientale, et d'examiner ce problème du point de vue de A. gambiae, dans toute l'Afrique.

### Catégories d'exophilie

Suivant la définition de Senior-White,<sup>15</sup> l'exophilie implique de la part du moustique une tendance à stationner à l'extérieur plutôt que dans des abris artificiels, pendant le jour. Cette tendance peut être due à diverses circonstances qui dépendent de l'état des ovaires des moustiques et des endroits où se trouve l'hôte, la nuit. Si les moustiques se gorgent à l'extérieur, la disponibilité relative d'habitations ou de lieux de stationnement naturels est importante; or, tous

ces facteurs peuvent être entièrement indépendants de toutes caractéristiques inhérentes du comportement. Ce qu'il faut donc savoir, c'est à quel stade du cycle trophogonique sont parvenus les moustiques qui se rencontrent à l'extérieur. L'hôte de prédilection est-il dans un abri au moment où la plupart des moustiques se gorgent ? Les habitations humaines ou les locaux renfermant des animaux conviennent-ils comme lieux de stationnement diurnes et, si les moustiques se gorgent à l'extérieur, se trouvent-ils à proximité du lieu où séjourne l'hôte la nuit ?

L'importance de l'occasion en tant que facteur influençant le choix du moustique quant à son lieu de stationnement est évidente. Mais, de l'avis de l'auteur, il convient de la souligner, surtout lorsqu'on s'occupe des différences de comportement inhérentes qui peuvent, le cas échéant, se présenter entre des groupes de population distincts, appartenant à la même espèce. Ainsi, il est possible de reconnaître trois séries de facteurs qui peuvent conditionner l'exophilie :

i) Exophilie obligatoire

Lorsqu'il n'existe pas d'habitations dans une certaine région, il est évident que tous les moustiques sont exophiles. On peut citer comme exemple la présence de A. culicifacies dans la jungle inhabitée de Ceylan.<sup>14</sup>

ii) Exophilie facultative

Cette situation se rencontre lorsque l'un des hôtes de prédilection se trouve à l'extérieur, mais que les habitations humaines ou les locaux renfermant des animaux sont nombreux dans le voisinage. On a observé un exemple de ces conditions dans certaines parties du District du South Pare au Tanganyika, où les bestiaux sont parqués au bord des villages dans des enclos à ciel ouvert. Après s'être gorgés, les moustiques tels que A. gambiae semblent s'envoler vers le lieu de stationnement le plus commode qui peut être soit naturel, soit artificiel. Ainsi, la préférence dont ils font preuve dépend surtout de facteurs écologiques.

iii) Exophilie délibérée (Type A) (Endophage de Senior-White)

Cet aspect est peut-être le plus important de la question et correspond sans doute à l'idée que se forment de nombreuses personnes de l'exophilie chez les vecteurs du paludisme. Essentiellement, dans ce cas, les moustiques se gorgent à l'intérieur de l'habitation ou du local renfermant des animaux où il existe, semble-t-il, des lieux de stationnement convenables et, pourtant, ils délaissent cet abri pour des lieux de stationnement naturels avant la pointe du jour. A cet égard, le comportement de A. maculatus en Malaisie et de A. aquasalis aux Antilles est bien connu.

(Type B) (Exophage de Senior White)

Un second genre d'exophilie délibérée appartient aux moustiques qui se gorgent surtout à l'extérieur et tendent à éviter les habitations comme lieux de stationnement, même lorsqu'elles sont disponibles. A. coustani (s.l.) et A. pharoensis rentrent dans cette catégorie.

Il importe également de tenir compte des différents stades de développement trophogonique auxquels sont parvenus les moustiques trouvés à l'extérieur. On peut répartir ces stades comme suit :

i) Femelles non gorgées. Ces femelles qui ne renferment ni sang ni oeufs, ou bien viennent d'éclore, ou sont des femelles plus âgées qui stationnent à l'extérieur après la ponte. Dans aucun de ces deux cas, leur activité antérieure n'aura présenté de rapport nécessaire avec les habitations, et leur présence à l'extérieur n'offre qu'un intérêt secondaire.

ii) Femelles gorgées. Celles qui se sont gorgées récemment présentent, du point de vue épidémiologique, un intérêt beaucoup plus grand. La rencontre de ces femelles gorgées de sang humain et appartenant à une espèce qui pique principalement lorsque les habitants se sont retirés pour passer la nuit est une indication certaine de l'existence d'exophilie délibérée. Lorsqu'on compare deux zones pour rechercher des différences à l'intérieur d'une même espèce, c'est sur le comportement des femelles gorgées qu'il convient de diriger surtout son attention.

iii) Femelles gravides. Celles dont les ovaires sont complètement ou presque complètement développés peuvent provenir de trois sources distinctes : a) à un stade antérieur du cycle, elles peuvent s'être gorgées à l'extérieur, sans avoir jamais pénétré dans une habitation; b) elles peuvent s'être gorgées à l'intérieur, mais être ressorties immédiatement après; lorsque le cycle trophogonique s'étend sur 48 heures, elles auront déjà passé environ 36 heures à stationner à l'extérieur; c) elles peuvent avoir piqué et s'être reposées à l'intérieur et n'être sorties des habitations que lorsque le cycle trophogonique n'est qu'à sa moitié. Dans ce dernier cas, la présence de femelles gravides à l'extérieur peut comporter des implications très différentes de la découverte de moustiques récemment gorgés. On peut ne pas être en mesure de déterminer leur origine sans disposer d'autres données sur la sortie, hors des cases, de femelles semi-gravides. Il devient ainsi évident que l'on doit interpréter avec prudence la découverte de femelles gravides à l'extérieur.

iv) Mâles. Il a été déclaré, de temps à autre, que la présence de mâles dans des abris extérieurs peut être considérée comme le critère d'une espèce exophile. Il est difficile d'accepter une telle conclusion. Si les réactions des femelles vis-à-vis des habitations varient suivant le stade du développement ovarien, il semblerait très imprudent de présumer qu'il ne se rencontre pas de différences entre les sexes. Il semble vrai, tout au moins d'après les constatations de l'auteur, que l'on ne trouve pas, normalement, dans les habitations des mâles appartenant à des espèces dont les femelles sont largement exophiles à tous les stades du cycle trophogonique. Mais, en revanche, la présence de mâles dans les abris extérieurs n'indique nullement que l'on trouvera des femelles dans ces abris. L'attitude des mâles vis-à-vis des habitations en tant que lieux de stationnement peut, dans certains cas, coïncider avec celle des femelles. Mais, en général, leur choix sera dicté par le lieu de leur activité précédente qui aura été l'éclosion, l'essaimage, voire la consommation de nectar. Si ces activités se poursuivent près des habitations, telles que l'essaimage de A. gambiae qui a lieu au milieu des villages de la côte d'Afrique orientale, alors certains moustiques peuvent tendre à stationner à l'intérieur. Mais, si elles se produisent à une certaine distance des

maisons, au lever du jour, il est évident que l'adoption d'abris naturels n'a pas de signification en soi.

Il convient de noter un autre point. La composition de la population qui stationne à l'extérieur, du point de vue des stades ovariens, varie suivant l'emplacement des lieux de repos. Les moustiques capturés près des habitations ou près de l'hôte peuvent comporter des femelles gorgées relativement nombreuses. Ceux qui se rencontrent à une certaine distance des habitations, ou dans la proximité des gîtes, sont composés dans une large mesure de femelles non gorgées et de femelles gravides, ainsi qu'il ressort de travaux ayant déjà fait l'objet de communications<sup>6</sup> et des observations qui sont notées ici. C'est pourquoi on devrait toujours s'efforcer de se procurer un échantillon de la population qui stationne à l'extérieur, dans des lieux aussi nombreux que possible, afin de dresser de la composition générale de cette population un tableau digne de foi. Il faut reconnaître que les difficultés peuvent être très grandes. Par exemple, les moustiques qui se reposent près des habitations ou près des locaux renfermant des animaux peuvent être relativement groupés et faciles à trouver, alors que ceux qui sont plus proches des gîtes sont souvent dispersés sur une superficie plus vaste. On pourra donc constater une tendance à effectuer des captures parmi les premiers, bien que les autres puissent être numériquement plus importants.

#### Travaux récents en Afrique orientale

On a étudié ce problème dans deux zones distinctes du Tanganyika et recueilli des résultats fort différents. Le premier secteur se trouvait dans la bande humide voisine du littoral où la hauteur des pluies atteint 40 à 50 pouces. La végétation est abondante et de hautes herbes recouvrent les friches pendant la plus grande partie de l'année, si bien que, dans toutes les directions, on ne peut se déplacer que lentement et difficilement, sauf sur les sentiers qu'empruntent les indigènes. Dans ces conditions, il est difficile de rechercher les lieux de stationnement naturels et il n'est sans doute pas surprenant que l'on ait obtenu de très maigres résultats. On a donc adopté d'autres méthodes que la recherche directe et, après certains essais, mis au point un abri artificiel constitué par une boîte, qui a donné des résultats assez bons.

Les caractéristiques essentielles des populations de A. gambiae et de A. funestus qui stationnent à l'extérieur, dans cette région voisine de la côte, sont constituées par la prédominance de femelles non gorgées et gravides parmi les moustiques capturés.<sup>6</sup> On n'a recueilli que de très petits nombres de femelles gorgées et seulement dans la proximité des habitations. Presque toutes s'étaient gorgées sur l'homme. En rapprochant les observations relatives aux moustiques qui stationnent à l'intérieur de celles qui ont trait aux moustiques qui stationnent à l'extérieur, ainsi que des proportions de ces moustiques qui s'efforcent de s'échapper des cases expérimentales par des fenêtres à pièges, à différents stades du cycle trophogonique, on a pu montrer qu'à 5 % près, environ, tous les moustiques des deux espèces, récemment gorgés, stationnent à l'intérieur des habitations. D'autre part, on a conclu qu'environ la moitié des femelles A. gambiae et une proportion moindre de femelles A. funestus quittent les maisons vers le milieu du cycle et constituent ainsi le groupe le plus important de la population anophélienne stationnant à l'extérieur. On a donc constaté que l'exophilie délibérée constitue un trait ordinaire de la vie de A. gambiae, dans le secteur, bien que ce comportement ne se manifeste que pendant la deuxième partie du cycle trophogonique. Il convient de noter que l'on n'a pas recueilli de signes indiquant l'existence d'hôtes-mammifères sauvages dans ce district. Les moustiques étaient donc obligés de pénétrer dans les habitations pour se gorger; ainsi, toute exophilie éventuelle serait nécessairement classée dans la troisième catégorie mentionnée plus haut.

Les difficultés de ces travaux sur le stationnement à l'extérieur étaient augmentées par le fait que la population de moustiques était relativement faible au regard du nombre de lieux de repos virtuels. On a estimé<sup>8</sup> qu'en période de pointe la densité des moustiques femelles qui stationnent à l'extérieur ne dépasse par 15 à 20 A. gambiae par "acre", c'est-à-dire moins d'un A. gambiae par 200 "yards" carrés. Pendant une grande partie de la campagne, cette densité aurait été très inférieure.

Dans le deuxième secteur, le tableau était fort différent. Ce district comprend une bande de pays aride où l'on trouve des broussailles épineuses, parsemées de marais et de zones largement irriguées aux endroits où les fleuves, qui viennent des montagnes South Pare voisines, abordent les plaines. Les précipitations varient

de un peu plus de 30 pouces par an à 12 pouces, ou même moins peut-être. Pendant une partie importante de l'année, l'herbe peut manquer totalement sauf sur les rives des marais et, dans la campagne, domine la couleur du sol et non point celle de la végétation. Par deux autres caractéristiques, cette zone se distingue de la bande côtière; en premier lieu, les dimensions et la concentration des gîtes et, en second lieu, la présence de grands troupeaux de bestiaux qui passent la nuit dans des parcs à ciel ouvert délimités par des clôtures de branches épineuses. Les constatations entomologiques ont été remarquablement différentes. On capturait des moustiques qui stationnaient à l'extérieur en nombre très important et il était relativement facile de trouver leurs lieux de repos naturels. L'emploi de boîtes-abris dans cette région a été couronné d'un succès étonnant. En une décade, on a capturé avec 23 boîtes, à la saison de la reproduction des moustiques la plus intense, bien plus de 3.000 A. gambiae femelles. Une ou deux fois, on a capturé plus de 100 A. gambiae posés à l'intérieur d'une même boîte (dimensions de la boîte : 3 pieds x 2 pieds x 3 pieds).

L'autre caractéristique de la population qui stationnait à l'extérieur, dans le district du South Pare, était l'incidence élevée de femelles récemment gorgées parmi les moustiques capturés (voir tableau I). C'est parmi les captures d'adultes effectuées dans les villages ou à proximité de ceux-ci qu'elles étaient le plus nombreuses, mais elles n'étaient pas rares parmi les moustiques capturés près des champs et des gîtes larvaires.

Cette exophilie très nette peut s'expliquer en partie de la manière suivante : tout d'abord, la densité effective des populations de moustiques était certainement bien plus élevée que sur la côte; deuxièmement, dans cette région aride, les gîtes convenables étaient peu nombreux et relativement peu protégés; en troisième lieu, les hôtes convenables, dans ce cas les bestiaux, étaient accessibles à découvert, pendant toute la nuit. Les femelles qui se gorgeaient sur ces hôtes et qui restaient ensuite à l'extérieur peuvent être considérées comme relevant de la deuxième catégorie d'exophilie : la facultative. Leur présence à l'extérieur a pu dépendre d'une question de commodité déterminée par la situation de l'hôte et n'implique pas nécessairement que les réactions de ces femelles vis-à-vis

de l'habitation, en tant que lieu de stationnement diurne, soient différentes de celles de la population de A. gambiae étudiée sur la côte.

Il reste cependant deux questions que ces travaux effectués dans le district de South Pare laissent sans réponse. En premier lieu, les 10 à 15 pour cent de femelles gorgées des captures extérieures, sur lesquelles la recherche de sang humain a donné des résultats positifs (voir tableau II), représentent-elles celles qui se sont effectivement gorgées à l'extérieur (à la saison chaude, certains habitants peuvent de temps à autre dormir en dehors des habitations) ou celles qui se sont gorgées à l'intérieur et ont quitté ensuite les habitations pour se rendre dans des abris extérieurs ? En d'autres termes, appartiennent-elles à la troisième catégorie d'exophilie que nous avons appelée "délibérée" ? En second lieu, les femelles qui se sont gorgées et ont stationné, pendant 24 heures, à l'intérieur de l'habitation tendent-elles alors à adopter des lieux de stationnement extérieurs pendant les 24 dernières heures du cycle, comme on l'a constaté dans la proximité du littoral ?

On n'a pas rassemblé assez de renseignements relatifs à la première question, mais on a recueilli l'impression que l'exode des femelles gorgées ne revêtait certainement pas une grande ampleur. Quant à la deuxième question, les observations du Dr A. Smith<sup>16</sup> montrent que, dans les captures faites à l'intérieur des habitations, les femelles gorgées sont beaucoup plus nombreuses que les femelles gravides. On devrait donc trouver, parmi les moustiques qui stationnent à l'extérieur, un nombre assez considérable de femelles du dernier groupe. En fait, la population de femelles gravides qui stationne à l'extérieur devrait contenir presque toutes celles qui ont stationné à l'extérieur peu de temps après s'être gorgées, ainsi qu'une partie de celles qui se sont gorgées à l'intérieur. Et pourtant, il ressort du tableau I que, même dans les captures réalisées près des gîtes, le nombre de femelles gravides n'excédait celui des femelles gorgées que de 50 pour cent. Il semblerait donc que les techniques d'échantillonnage n'étaient pas satisfaisantes ou que de très nombreuses femelles se gorgeaient et, par la suite, stationnaient à l'extérieur. Ces moustiques devraient comprendre environ 50 pour cent de femelles gorgées et la même proportion de femelles gravides. Si leur nombre était

assez élevé, les renforts de femelles gravides sortant des habitations le deuxième jour du cycle ne modifieraient pas de façon spectaculaire les proportions des femelles de chaque catégorie parmi celles qui sont déjà à l'extérieur. Par exemple, sur la côte où l'on trouvait à l'extérieur un très petit nombre de femelles récemment gorgées, l'exode d'environ la moitié des femelles gravides, hors des maisons, avait pour résultat d'établir une proportion de femelles gorgées par rapport aux femelles gravides trouvées à l'extérieur comprise entre 1:5 et 1:12, résultat conforme à la conclusion que les moustiques gorgés sont de 8 à 20 fois plus nombreux à l'intérieur qu'à l'extérieur. En revanche, si la population qui se gorge était répartie également entre les habitations et les abris extérieurs, une sortie de la moitié des femelles gravides, hors des habitations, introduirait dans l'ensemble de la population qui stationne à l'extérieur une proportion de moustiques gorgés par rapport aux moustiques gravides voisine de 1:1,5. Telles sont, en fait, les proportions observées dans les abris éloignés des habitations, dans le district de South Pare. Les données qui proviennent de cette région ne sont pas assez nettes pour qu'on puisse en tirer une conclusion aussi précise, mais elles montrent bien cependant que la population qui se repose à l'extérieur devait correspondre à une fraction très considérable de la totalité des moustiques de la zone. A part les indications qui sont fournies ici, on pourrait raisonner de la même manière pour estimer le volume et l'importance relatifs des éléments exophiles et endophiles de toute population de moustiques récemment gorgée.

Nous disposons donc d'observations assez détaillées sur le degré d'exophilie que présente A. gambiae dans deux régions très différentes de l'Afrique orientale. Le tableau ci-dessous fait ressortir la nature de ces différences.

Analyse de l'exophilie de *A. gambiae*  
dans 2 secteurs du Tanganyika

Côte (Tengeni)			
	Exophilie :		
	Obligatoire	Facultative	Délibérée
Femelles :			
non gorgées	+	+	
gorgées	-	-	-
gravides	-	-	++
South Pare			
Femelles :			
non gorgées	+	+	
gorgées	-	+++	?
gravides.	-	+++	++

Exophilie dans d'autres parties d'Afrique

Les renseignements sur le stationnement de *A. gambiae* à l'extérieur, dans d'autres régions, sont dispersés et leur analyse n'est pas toujours facile. La meilleure manière de déterminer l'état actuel de nos connaissances consiste peut-être à retenir les trois catégories d'exophilie définies au début de la présente étude et à s'efforcer d'y faire entrer les renseignements existants.

Le stationnement à l'extérieur, en l'absence d'habitations, existe sans doute dans certaines régions arides inhabitées telles que diverses parties du Soudan ou du Somaliland par exemple, et certainement dans la forêt humide inhabitée de Bwamba en Ouganda.<sup>9</sup> Cette exophilie doit évidemment être obligatoire et peut ne pas revêtir une grande importance biologique en soi. Toutefois, elle indique, il va sans dire, l'impossibilité d'obtenir l'éradication des espèces, dans ces zones, par les méthodes actuelles de lutte.

Comme nous venons de le montrer en décrivant les conditions qui existent dans le district de Pare au Tanganyika, de très nombreux A. gambiae peuvent stationner à l'extérieur lorsque d'importants troupeaux de bestiaux sont parqués, à ciel ouvert, la nuit. Il est probable que cette exophilie de type facultatif, dans laquelle la distribution des moustiques en stationnement dépend, semble-t-il, de la disponibilité d'habitations ou d'abris naturels, se rencontre dans de nombreuses parties d'Afrique où les bestiaux sont parqués en plein air. Il convient notamment de mentionner les régions de la Haute-Volta et du Soudan français qui ont fait l'objet d'un rapport de Holstein<sup>12</sup> (p. 314) et de Bernet (cité par Holstein<sup>12</sup>).

Les observations concernant un exode déterminé de A. gambiae femelles, hors des habitations, sont très nombreuses mais ont surtout trait à des sujets semi-gravides. Ce n'est que dans une région sèche du Transvaal,<sup>4</sup> et peut-être en Gambie,<sup>2</sup> que les femelles récemment gorgées paraissent abandonner nettement les habitations. Dans le nord-ouest de la Nigeria, Bruce-Chwatt<sup>1</sup> a signalé qu'il avait trouvé à l'extérieur des femelles gorgées assez nombreuses dont 60 % avaient piqué l'homme. De même, Holstein<sup>12</sup> a capturé de nombreuses femelles gorgées stationnant à l'extérieur, dans d'autres parties de l'Afrique occidentale, mais il n'est pas encore possible de déterminer l'origine de ces moustiques et, par conséquent, de fixer le type d'exophilie correspondant. D'autre part, suivant des renseignements assez convaincants provenant de la Rhodésie du Sud,<sup>13</sup> du sud de la Nigeria,<sup>17</sup> d'Ouganda,<sup>3</sup> du Tanganyika,<sup>7</sup> ainsi peut-être que de la Haute-Volta (Holstein,<sup>12</sup> p. 104), l'exophilie partielle de la deuxième moitié du cycle trophogonique se produit ordinairement. Il semble, en fait, que l'on puisse considérer cette exophilie comme une nette caractéristique de l'espèce, dans la plupart des régions qu'elle peuple. Notons toutefois qu'à l'île Maurice, où le comportement de A. gambiae d'eau douce est atypique à plusieurs égards, Halcrow<sup>10</sup> n'a trouvé, à l'extérieur, que des femelles non gorgées. On sait également, grâce surtout aux travaux de Muirhead Thomson,<sup>17,18</sup> que pour les formes de A. gambiae que l'on trouve en eau salée, à la fois les mâles et la forme de la côte orientale font preuve d'un degré considérable d'exophilie délibérée. Tel est également le cas pour les femelles récemment gorgées, et mieux encore pour les femelles qui se trouvent dans la deuxième moitié du cycle.

## Importance pratique de l'exophilie

Nous examinerons cette question de deux points de vue : tout d'abord l'exophilie dans les conditions naturelles et, deuxièmement, en présence d'insecticides à action rémanente.

### f) Conditions naturelles

#### a) Taux de survivance

L'importance du micro-climat du gîte est actuellement inconnue. On a avancé que les moustiques qui stationnent dans les habitations peuvent tendre à survivre plus longtemps du fait qu'à l'intérieur le micro-climat est plus favorable et peut-être que le danger des prédateurs est réduit. Il sera pénible et difficile de recueillir sur ce sujet des renseignements convaincants. Mais on peut souligner que, sur la côte orientale d'Afrique, il a été montré<sup>5</sup> que le taux de survivance est plus élevé pour A. gambiae que pour A. funestus, bien que la première espèce présente un degré plus élevé d'exophilie.<sup>7</sup>

#### b) Mesure de l'infection

Les indices d'infection chez des populations exophiles et endophiles de la même espèce ne sont pas nécessairement les mêmes. En fait, étant donné que la composition de ces deux populations est presque toujours différente, quant au développement ovarien, il n'y a là rien qui puisse surprendre. Par exemple, on a constaté que 33 % des femelles qui stationnent à l'extérieur, sur la côte orientale d'Afrique, n'étaient pas gorgées et, pour la plupart, étaient des femelles vierges.<sup>6</sup> A l'intérieur, 4 % seulement n'étaient pas gorgées.<sup>7</sup> Il est évident qu'une comparaison des indices sporozoïtiques des deux populations serait viciée si l'on ne tenait pas compte de ce fait.

#### c) Races exophiles et endophiles

L'existence virtuelle de telles races, postulée par Holstein,<sup>11</sup> pose une autre question importante. Mais, en l'absence de différences morphologiques probantes entre deux populations de cette nature - et, selon moi, l'indice maxillaire

ne constitue pas un caractère assez précis à cet effet - il devient extrêmement difficile de démontrer l'existence de ces races. Naturellement, pour étudier ce problème, il faudrait commencer par définir le type exact d'exophilie dont pourrait faire preuve la population de moustiques particulière soumise à enquête. La présence de femelles non gorgées à l'extérieur n'aurait pas de signification dans ce contexte, ni d'ailleurs la découverte de moustiques gravides, puisqu'on ignorait le stade du cycle trophogonique auquel les femelles auraient adopté les abris extérieurs. On en serait donc réduit à considérer seulement le comportement de femelles récemment gorgées. Il faudrait, ensuite, éliminer la possibilité que leur exophilie ne soit qu'une simple question d'occasion, déterminée par la présence de l'hôte à l'extérieur ou par l'absence d'habitations convenables dans le voisinage, et montrer que cette exophilie constitue une caractéristique biologique inhérente à ce groupe particulier de moustiques. En fait, une population exophile ne pourrait justifier une étude, en tant que race distincte virtuelle, que si elle était composée de femelles récemment gorgées que l'on capturerait au moment où elles quitteraient les habitations après avoir piqué ou qui seraient trouvées en stationnement à l'extérieur, tandis que l'on saurait que l'hôte était resté à l'intérieur, toute la nuit. Il pourrait naturellement exister d'autres types de races exophiles, mais il faudrait les étudier du point de vue de leur prédilection pour un hôte déterminé, ou d'un autre aspect de leur comportement, puisqu'on ne pourrait démontrer que le choix du lieu de stationnement serait biologiquement déterminé.

Il conviendrait donc de rechercher les différences morphologiques seulement chez les femelles récemment gorgées, et la meilleure technique consisterait sans doute à recourir à des cases expérimentales dont les fenêtres seraient garnies de pièges. Les constatations faites en Afrique orientale n'ont pas confirmé l'hypothèse selon laquelle une race exophile pourrait exister dans les zones qui ont été étudiées dans cette région.<sup>7</sup> En revanche, les travaux de Campbell<sup>2</sup> en Afrique occidentale suggèrent que l'exode des femelles (probablement en majorité des femelles gorgées) avait plus d'ampleur et pourrait indiquer des différences de comportement entre des groupes distincts de la population. Mais, comme le souligne cet auteur, certaine différence dans la tendance à quitter les habitations après le repas pourrait être simplement due à un facteur de fatigue en relation avec la distance qui

sépare les gîtes des villages. En fait, les recherches sur ce point sont lourdes de difficultés et il se pourrait fort bien que ce problème ne puisse pas être élucidé par des études sur les préférences en ce qui concerne le stationnement et ne le soit seulement que par des travaux sur d'autres aspects du comportement.

ii) Influence des insecticides

Le dernier point à examiner pourrait être le plus important de tous : quel rôle joue éventuellement l'exophilie lorsqu'on traite systématiquement les habitations par des pulvérisations d'insecticides à action rémanente ? Certains paludologues peuvent penser que, pourvu que soient tués tous les moustiques qui entrent dans les habitations, on peut, sans inconvénient, ne pas tenir compte de ceux qui stationnent à l'extérieur. Cet argument peut être valable dans le cas d'une espèce comme A. funestus qui semble être très sensible aux insecticides à action rémanente. Mais cette vue peut être fortement erronée dans le cas d'autres moustiques. Nous disposons de renseignements très nets, venant de Malaisie par exemple, suivant lesquels les habitudes exophiles de A. maculatus, à tous les stades de son cycle trophogonique, lui permettent de maintenir la transmission du paludisme à un taux réduit, même en présence d'insecticides bien utilisés.

Si nous considérons A. gambiae, nous ne pouvons pas affirmer, dans la conjoncture présente, que l'interruption complète de la transmission sera inévitablement obtenue après application d'insecticides à action rémanente, quels que soient les conditions locales ou le degré d'endémicité paludéenne. Les résultats qu'obtiendront de futurs programmes de lutte justifieront peut-être cette affirmation. Mais, tant que nous n'aurons pas amassé de preuves assez abondantes pour montrer que nous pouvons, sans risque, négliger les moustiques qui stationnent à l'extérieur, il faudra consacrer du temps et de l'argent à l'étude de ce groupe exophile et évaluer l'effet qu'exercent sur lui les pulvérisations à action rémanente. Rien ne serait plus désastreux que de découvrir, aux stades avancés d'un important programme de lutte, que la transmission se poursuit à petit bruit, et de ne pouvoir en trouver la raison. Sans observations préliminaires, il pourrait être excessivement difficile de déterminer le mécanisme par lequel se maintient la

transmission, et l'on ne pourrait certainement pas se rendre compte s'il s'agirait d'une modification du comportement des moustiques ou - phénomène encore plus important - si cette modification de leurs réactions tendrait à se développer. Pendant la présente phase préparatoire à la lutte antipaludique en Afrique, il est essentiel que tout plan important de lutte dans les zones de forte endémicité comprenne des études préalables sur les moustiques, dans tous les endroits où ils stationnent, et que ces études se poursuivent aussi longtemps qu'il serait indiqué.

Depuis que l'on a entrepris d'effectuer des pulvérisations à action rémanente, de nouvelles conceptions se sont fait jour en entomologie et l'on a étudié, de façon plus critique, les modifications des habitudes d'alimentation et de stationnement et les taux de mortalité chez les espèces d'anophèles qui sont capables de survivre dans les zones où l'on pulvérise des insecticides. Il devrait être possible de perfectionner les techniques auxquelles on a recours, de façon à obtenir des données beaucoup plus précises sur les effets qu'exercent les insecticides à action rémanente sur les populations de moustiques. L'étude des taux de mortalité, par exemple, ne fait que commencer et, pourtant, les méthodes modernes de lutte n'ont, d'habitude, pour seul objectif que de raccourcir la durée de la vie des moustiques. De ce point de vue, les possibilités de progrès - d'un progrès qui aurait une grande importance pratique - sont probablement plus grandes avec A. gambiae qu'avec tout autre moustique. Je suis persuadé que l'on considérera un jour ces connaissances comme essentielles au succès de la lutte antipaludique, lorsque le vecteur sera A. gambiae.

Tableau I

Captures de A. gambiae effectuées dans des abris extérieurs  
du district de South Pare, Tanganyika

	Nombre total de moustiques capturés	Pourcentage de femelles		
		non gorgées	gorgées	gravides
Abris proches des habitations	6512	28,3	44,9	26,8
Abris éloignés des habitations	1049	57,4	16,9	25,7

Tableau II

Résultats de tests de séro-précipitation réalisés sur A. gambiae  
capturés à l'extérieur dans le district de South Pare, Tanganyika

Pourcentage de frottis positifs						
	Homme	Boeuf	Mouton ou chèvre	Chien	Divers (y compris les résultats négatifs)	Nombre de frottis
Dans la proximité des habitations	14,9	70,7	3,6	3,9	6,9	2039
A distance des habi- tations	8,3	75,9	2,1	3,4	10,3	145

#### REMERCIEMENTS

J'exprime ici ma reconnaissance à M. B. Weitz, du Lister Institute of Preventive Medicine, qui a effectué les tests de séro-précipitation mentionnés dans la présente étude.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. Bruce-Chwatt, L. J., (1955) First Annual Report, 1954-1955. Malaria Control Pilot Project in Western Sokoto, Northern Nigeria (Cyclostyled report)
2. Campbell, R. W. H., (1951) Bull. ent. Res. 42, 647-658
3. Davidson, G., (1955) Trans. roy. Soc. trop. Med. Hyg. 49, 339-350
4. De Meillen, B., (1934) Publ. S. Afr. Inst. med. Res. 6, 195-248
5. Draper, C. C. & Davidson, G., (1953) Nature (Lond.) 172, 503
6. Gillies, M. T., (1954) Bull. ent. Res. 45, 361-373
7. Gillies, M. T., (1954) Bull. ent. Res. 45, 375-387
8. Gillies, M. T., (1955) Amer. J. trop. Med. Hyg. (sous presse)
9. Haddow, A. J., Gillett, J. D. & Highton, R. B., (1947) Bull. ent. Res. 37, 301-330
10. Halcrow, J. G., (1955) Nature (Lond.) 175, 396
11. Holstein, M. H., (1952) Biologie d'Anopheles gambiae (Organisation Mondiale de la Santé : Série de Monographies N° 9)
12. Holstein, M. H., (1954) Biology of Anopheles gambiae (Organisation Mondiale de la Santé : Série de Monographies N° 9) (version anglaise)
13. Leeson, H. S., (1931) Mem. Lond. Sch. Hyg. trop. Med. N° 4
14. Rajendram, S., Cader, M. H. M. A. & Visvalingham, T., (1950) Nature (Lond.) 166, 486
15. Senior-White, R. A., (1954) Nature (Lond.) 173, 730
16. Smith, A., (1955) (rapport non publié)
17. Thomson, R. C. Muirhead, (1948) Bull. ent. Res. 38, 527-558
18. Thomson, R. C. Muirhead, (1951) Bull. ent. Res. 41, 487-502