

a 61339

WORLD HEALTH ORGANIZATION

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ



WHO/Ma1/214

9 décembre 1958

*[Cancellée]*

ORIGINAL : FRANCAIS

*does not exist in English*

OBSERVATIONS SUR LE PALUDISME DANS LA ZONE PILOTE DE LUTTE ANTIPALUDIQUE DE BOBO-DIOULASSO

par

R. Choumara, J. Hamon, J. Ricossé, J. P. Adam et H. Bailly  
Service général d'Hygiène mobile et de Prophylaxie,  
Bobo-Dioulasso, Haute-Volta, AOF

Une zone pilote a été créée en 1952 à Bobo-Dioulasso par entente entre le Gouvernement français et les institutions spécialisées de l'ONU pour étudier et mettre au point les méthodes de lutte antipaludique les plus efficaces et les moins coûteuses dans des régions de savane soudanaise, cette région de Bobo-Dioulasso en étant le type même.

Géographie

Cette zone englobe la subdivision centrale du cercle administratif de Bobo-Dioulasso en Haute-Volta et quelques villages de la subdivision voisine de Houndé. Elle a pour coordonnées les 11° de latitude nord et 4° de longitude ouest. Son altitude moyenne est de 300 m. Elle est traversée par une arête rocheuse nord-sud et au point de vue hydrographique dépend du bassin supérieur de la Volta Noire et de la Comoé. Du fait de la configuration du lit des cours d'eau, coupés de nombreux seuils rocheux en saison des pluies, la plus grande partie de la zone n'est qu'un vaste marécage.

Le climat est soudanais avec deux saisons, sèche et humide, nettement tranchées avec le maximum de précipitations en août. Le degré hygrométrique maximum moyen est toujours supérieur à 50 %. La température moyenne jamais inférieure à 25°.

La végétation est du type savane boisée, sauf aux environs des gros villages, où les arbres ont disparu de la main de l'homme pour des besoins domestiques.

Des incendies annuels font chaque année disparaître la végétation buissonnante et herbacée.

Les cultures, de caractère temporaire, par système de jachère par rotation, sont assez variées. Elles ont surtout un caractère familial.

### Population

Trois groupes de races.

Autochtones : Bobo-Fings, Bobo Oulés, Toussians, agriculteurs

Envahisseurs : Nandés, anciennes populations guerrières

Nomades : Peulhs, pasteurs et éleveurs de gros bétail.

Le premier groupe vit dans des villages constitués, près des marigots, villages faits de cases en terre crue, de construction assez primitive, et anarchique. Le dernier groupe vit en campements. L'habitat se réduit à des nattes posées sur une armature de branchages. Pas de stabulation du bétail, ce dernier vit toujours à l'air libre, en liberté ou dans des enclos.

En outre existent de nombreux habitats temporaires de culture, en branchages ou en terre, fréquentés surtout en saison au moment des dites cultures. La population est assez noctambule, du fait des coutumes et du climat chaud et dort assez fréquemment en plein air.

### Historique des pulvérisations dans la zone pilote

Le DDT et le HCH ont été utilisés de 1953 à 1955 sous forme de poudre mouillable à 75 %. Puis ensuite le DDT seul. La dieldrine a été utilisée, également tant sous forme de poudre mouillable que d'émulsion, mais seulement pour 2 villages jamais traités auparavant. Les dosages du produit pur par m<sup>2</sup> furent les suivants :

DDT : 2,2 g

HCH : 0,11 g (isomère gamma)

dieldrine : 0,5 g

Les pulvérisateurs utilisés ont été des Galeazzi puis des Hudson. Leur fonctionnement a donné satisfaction sauf les régulateurs de pression constante.

Faute de suffisamment de rechange, il n'a pas été possible de changer les bases et gicleurs, à un certain stade d'usure.

Début 1953, soit au début des opérations, la zone comprenait 2886 km<sup>2</sup> et trois secteurs selon le tableau suivant :

Secteur 1	groupe 1	HCH trimestriel	8 villages	4 756 habitants
	groupe 2	HCH trimestriel	4 villages	2 088 habitants
Secteur 2	groupe 1	DDT annuel	14 villages	4 491 habitants
	groupe 2	DDT semestriel	12 villages	6 722 habitants
Secteur 3	DDT + HCH annuel		3 villages	765 habitants
Total			41 villages	18 822 habitants

En 1954, on ajouta six nouveaux villages portant donc à 47 villages l'ensemble et à 21 633 habitants.

Mais il faut spécifier que ces 47 villages ne représentaient qu'une partie de la population, car ces 47 villages étaient traités parce que situés sur des axes routiers. Les hameaux de pleine brousse et les cases de culture restèrent en dehors de tout traitement, faute de moyens suffisants.

Il fut donc décidé en 1955 de réduire la zone, mais de traiter alors en entier la surface inférieure. On abandonna 15 villages les plus éloignés, soit 6570 habitants, pour incorporer 16 nouveaux, qu'on rendit accessibles en construisant pistes et ponts provisoires d'accès. Les cases de culture furent atteintes à pied. Le nouvel ensemble faisait 2069 km<sup>2</sup>, 48 villages et 21 373 habitants.

Deux villages furent réservés à un essai à la dieldrine et un troisième au DDT "sélectif", c'est-à-dire en ne traitant que plafond et le haut des murs sur 80 cm.

En 1956, le traitement des villages abandonnés en 1955 put être repris.

Actuellement, en février 1958, la zone pilote comporte donc 7347 km<sup>2</sup>, selon les formules de traitement suivantes :

Secteur 1	DDT annuel	85 villages	37 537 habitants
Secteur 2	DDT semestriel	18 villages	9 074 habitants
Secteur 3	a) DDT sélectif annuel	1 village	2 113 habitants
	b) dieldrine annuelle	2 villages	1 185 habitants
	Total	106 villages	49 909 habitants

Cinq villages témoins avaient été choisis dès l'origine, mais furent abandonnés devant l'impossibilité de remédier à l'absentéisme des populations. Cependant, en 1955, on réussit à obtenir la confiance des habitants et six villages témoins ont pu être retenus pour des enquêtes paludométriques (4 jamais traités, 2 abandonnés en 1955); sur ces six, trois servent également pour le contrôle entomologique.

#### Enquêtes paludométriques

Toute la population fut recensée - et dans les villages témoins et dans les villages traités.

Furent formés les groupes d'âge suivants :

0 - 3 mois	}	dits "nourrissons"
4 - 6 mois		
7 - 12 mois		
13 - 24 mois	}	dits "enfants"
2 - 4 ans		
5 - 9 ans		
10 - 14 ans	}	dits "adultes"
adultes		

Il était pratiqué des examens complets systématiques sur tous les nourrissons et enfants de 0 à 2 ans, des examens d'un échantillonnage des enfants de 2 à 9 ans et des contrôles sur les adultes (50 pris au hasard).

En plus des deux index classiques ont été utilisés chez les nourrissons l'index de contamination nouvelle (index ICN) au cours du mois et l'index cumulatif (index I.cum.) qui est donné par la formule

$$I.cum. = \frac{\text{Somme de tous ceux qui sont, ou ont été, positifs} \times 100}{\text{Nombre de nourrissons recensés}}$$

Il n'existe pas à proprement parler de zone témoin, puisque les villages témoins sont au-delà de la zone traitée et très hétérogènes les uns par rapport aux autres. Cependant, les résultats ont été parfaitement superposables, donnant des index de même ordre de grandeur.

Index splénique entre 82 et 94

Index plasmodique entre 70 et 85

De toute façon, les données complétées par des enquêtes sporadiques effectuées dans des régions proches de la zone pilote permettent d'établir que dans le cercle de Bobo-Dioulasso règne un paludisme stable holo-endémique (IS = 80 %; IP = jamais inférieur à 60%), et quelle que soit la saison. Pour les adultes, la prémunition est incontestable.

L'étude des nourrissons a établi aussi 1) que la transmission a lieu toute l'année, mais ralentit en mai-juin, a sa poussée maximum de juillet à octobre, frappant de 40 à 60 % desdits nourrissons; 2) que sur l'ensemble de l'année plus de 85 % desdits nourrissons de 7 à 12 mois sont contaminés.

Aucune différence sensible n'a pu être notée dans la partie de la zone à DDT semestriel et celle à DDT annuel, de même pour le village au DDT "sélectif". On peut donc en rapporter globalement les résultats.

En mai 1955, après 2 ans, les IS et IP de 2 à 9 ans sont encore supérieurs à 50 %, et en octobre 1957 l'IP reste sensiblement le même. Cependant, des variations saisonnières superposables à celles notées dans les villages témoins sont constatées.

Quant aux villages soumis à la dieldrine, au départ, la situation était comparable aux témoins, mais la chute des index a jusqu'en août 1957 été nettement plus marquée. Malheureusement, en août 1957, apparut chez A. gambiae de la dieldrine résistance et l'index de contamination nouvelle dépassa chez les nourrissons de 0 à 6 mois même celui de la partie témoin.

#### Hématozoaires rencontrés

Seuls P. falciparum et P. malariae, le premier de façon plus que prédominante, ont été rencontrés. A noter un cas unique de P. ovale et l'absence complète de P. vivax depuis 1953, ni sur place, ni dans les régions avoisinantes.

#### Enquêtes entomologiques

Il n'y a pas eu malheureusement d'enquête préliminaire avant le début des opérations, tout se réduisant à une unique prospection des villages de janvier à mars 1953. Ce rudiment d'enquête a toutefois permis de constater la non-homogénéité de la faune anophélienne. Selon les villages, la prédominance de A. gambiae sur funestus ou l'inverse ne semblait obéir à aucune règle. En outre, certains villages sont totalement exempts d'anophélisme six mois de l'année. Mais dès les pluies, la pullulation est partout massive et les attaques nocturnes très importantes.

Le rôle des cases de culture comme foyers de transmission fut noté dès 1954 et les index sporozoïtiques d'A. gambiae et A. funestus capturés dans ces cases alors non traitées étaient identiques à ceux des villages témoins alors que la densité anophélienne y était de 1,5 à 5 fois plus grande. Ce n'est qu'en novembre 1956 qu'on disposa d'assez de moyens pour des études efficaces.

De janvier 1953 à 1956 fut seule pratiquée la recherche le matin dans les habitations. A partir de 1957, la capture à la main ne fut plus faite qu'une fois par mois au lieu de deux, mais suivie immédiatement d'une aspersion de pyréthrine, dans 25 % des cases visitées, et les anophèles récoltés sur un drap blanc.

En 1956 furent mises en service 4 cases-pièges, une pour la partie de zone au DDT semestriel, une pour le DDT annuel, une pour la dieldrine, une pour les témoins. Les captures y furent faites à la main le soir, avant utilisation, puis au

pyrèthre le matin. La même année ont été également utilisés des moustiquaires-piège, puis des captureurs-appât. Ultérieurement, les captures ont été étendues aux abris naturels et à des gîtes artificiels extérieurs. Depuis 1957 est aussi étudié par le test des précipitines le contenu stomacal des femelles gorgées; des tests de sensibilité aux insecticides sont également pratiqués.

Les résultats de ces études sont en gros les suivants :

- 1) Il n'y a pratiquement que deux espèces anophéliennes au repos le jour dans les habitations non traitées (A. gambiae et A. funestus).
- 2) On trouve proportionnellement au nombre réel de piqûres au cours de la nuit beaucoup plus de A. gambiae que de A. funestus au repos le matin dans les habitations en saison sèche et froide qu'en saison des pluies.
- 3) Les taux d'endophilie sont égaux à 1 pendant la saison froide et à 0,4 par saison chaude chez A. gambiae et de 1 et 0,2 chez A. funestus.
- 4) D'autres espèces, telles que A. nili et A. flavicosta, A. coustani, A. brohieri, ont été capturées en train de piquer à l'intérieur des habitations.
- 5) Le nombre moyen de piqûres par homme et par nuit, dans les habitations non traitées, varie de 0,23 à 12,6 pour A. funestus et de 0 à 5,82 pour A. gambiae, les nombres correspondants de femelles au repos le matin par pièce étant de 2,19 et 2,92 pour A. funestus et de 0,08 et 2,28 pour A. gambiae.
- 6) En fin de saison des pluies les deux espèces manifestent une exophilie marquée (de 18 à 50 % des femelles gorgées).
- 7) Les préférences trophiques, pour une même espèce, varient curieusement d'une région à une autre, d'un point même à un autre assez voisin. Ainsi, pour A. funestus, la proportion de sang humain a varié de 69 % à 99,6 % et pour A. gambiae de 61 % à 99 %.
- 8) Il semble assez nettement établi que le taux d'anthropophilie est sensiblement plus bas, au moins pour A. funestus, en zone traitée qu'en zone témoin.

9) La sensibilité au DDT de A. gambiae reste normale y compris la souche résistante à la dieldrine (CL50 = 0,9 % de DDT). La sensibilité à la dieldrine d'une fraction homozygote sensible d'A. gambiae est considérable (CL50 = 0,04 %). Il n'a pu être pratiqué, par suite de difficultés d'élevage, de tests sur A. funestus ni sur d'autres espèces.

10) La sensibilité larvaire aux insecticides par la méthode d'Elliott a été étudiée en ce qui concerne également A. gambiae. Cette étude a permis de déceler des larves correspondant à des adultes résistants à la dieldrine, celles-ci ayant résisté à une concentration de 0,5 p.p.m., laquelle entraîne normalement 100 % de mortalité chez les individus sensibles.

### Résultats d'ensemble des enquêtes entomologiques

Vingt-trois espèces anophéliennes existent dans la zone pilote :

<u>A. coustani</u>	<u>A. obscurus</u>
<u>A. paludis</u>	<u>A. implexus</u>
<u>A. nili</u>	<u>A. natalensis</u>
<u>A. rhodesiensis</u>	<u>A. brunnipes</u>
<u>A. funestus</u>	<u>A. flavicosta</u>
<u>A. lesoni</u>	<u>A. longipalpis</u>
<u>A. rivulorum</u>	<u>A. brohieri</u>
<u>A. wellcomei</u>	<u>A. freetownensis</u>
<u>A. macmahoni</u>	<u>A. gambiae</u>
<u>A. maculipalpis</u>	<u>A. pretoriensis</u>
<u>A. rufipes</u>	<u>A. pharoensis</u>
<u>A. squamosus</u>	

Les espèces soulignées sont très localisées ou très rares ou ne piquent jamais l'homme ni à l'intérieur ni à l'extérieur des habitations, et donc ne jouent aucun rôle dans la transmission.

A. coustani reste un vecteur mineur, voire douteux parce que nettement zoophile en d'autres régions (bien que s'étant avéré très agressif pour l'homme dans le cas présent, où il pique surtout à l'extérieur). Son taux d'infestation est très réduit et il n'est pas prouvé que son infestation sporozoïtique soit celle d'hématozoaires humains. Ses caractéristiques sont l'exophagie et l'exophilie totales.

A. nili est assez répandu dans la zone pilote. Très agressif, nettement endophage, exophile et anthropophile, son indice d'infestation est réduit. Mais, étant donné le nombre considérable de piqûres par homme et par nuit qui ont pu être constatées, A. nili peut fort bien être un des responsables du maintien de la transmission dans les régions traitées.

A. funestus est présent toute l'année. Très agressif, aussi bien endophile qu'exophile, endophage qu'exophage (son index d'infestation est ressorti à 1,47) mais anthropophile très accusé. Cependant, une déviation zoophile a été constatée récemment et qui peut être en relation avec une action irritante et répulsive des insecticides. Il reste un grand vecteur de paludisme hors des zones traitées, mais ne semble plus jouer qu'un rôle mineur à l'intérieur de la zone pilote.

A. flavicosta. Anophèle saisonnier. Assez agressif tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations. A été noté comme deux fois plus exophage en zone traitée qu'en zone témoin. On ne le trouve presque jamais au repos de jour, dans les habitations témoins, mais fréquemment dans les abris extérieurs artificiels. Il semble, du fait d'un taux d'infestation très bas, n'être qu'un vecteur négligeable, d'une zoophilie assez marquée.

A. longipalpis. Très rare dans les villages témoins, n'a été observé piquant l'homme que très exceptionnellement.

A. byohieri. Rare, mais présent dans tous les villages de la zone pilote. Attaque assez volontiers l'homme à l'extérieur.

A. wellcomei. Rare, mais présent dans toute la zone pilote. Ne pullule relativement qu'en fin de saison des pluies. Assez agressif pour l'homme à l'intérieur comme à l'extérieur des habitations et ne semble pas fuir les habitations traitées. Rôle nul ou très faible.

A. gambiae. Très répandu et présent en toute saison. Extrêmement agressif pour l'homme, il pique aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations en zone témoin. Cette exophagie s'accroît dans les cases de culture traitées et encore plus dans les villages traités. Il est très fréquent au repos de jour, dans les maisons non traitées, mais très rare dans le cas contraire. Il affectionne en zone traitée les abris artificiels extérieurs. Index d'infestation élevé, plus

de 3 %. Il pique pendant toute la nuit. Son anthropophilie est accentuée (99 %). Vecteur majeur, il continue à jouer un rôle assez net, en zone pilote traitée.

A. rufipes. Très abondant, mais surtout à l'état larvaire en zone pilote. Ne pique l'homme que rarement. Ne manifeste aucun effet répulsif aux insecticides. Il se rencontre dans les mêmes proportions dans les cases traitées ou non traitées. Sa zoophilie est accentuée. Son rôle est certainement quasi nul.

A. pharoensis. Présent partout mais peu abondant. Pique l'homme à l'extérieur comme à l'intérieur des habitations. Son exophagie est plus accentuée dans les cases de culture et les villages traités que dans les villages témoins. Très rare au repos de jour dans les maisons. Index d'infestation nul depuis 1954. Rôle très réduit probable.

A. squamosus. Abondant dans toute la zone pilote. Surtout à l'état larvaire. Peu agressif pour l'homme. Très rare dans les habitations. N'a jamais été trouvé infesté à Bobo-Dioulasso, non plus qu'expérimentalement. Rôle nul certain.

#### Epidémiologie du paludisme dans les zones traitées et non traitées

Toute une série d'observations ont permis d'établir le nombre moyen de piqûres infectantes par homme et par nuit, en considérant zone traitée et zone non traitée (témoins), chaque mois de l'année et chacune des espèces vectrices, à l'intérieur comme à l'extérieur des habitations. Ces taux très divers et très nombreux oscillent de façon importante et nous ne donnerons que les maxima : 0,31 pour A. funestus en décembre, 0,15 pour A. gambiae en août, 0,01 en juillet pour A. nili, en zone témoin. Dans les villages traités, ils tombent à une fraction de l'ordre de la troisième décimale. Dans les cases des hameaux de culture traités, ils remontent à 0,18 en août avec A. nili. Le nombre moyen total (toutes espèces) de piqûres infectantes par homme et par nuit pour les différentes parties de la zone pilote s'établit à : 0,1 dans les villages témoins; 0,0008 à l'intérieur des cases et à 0,0035 à l'extérieur, dans les villages traités; et 0,09 à l'intérieur des cases de culture traitées et 0,031 à l'extérieur de ces mêmes cases. Il ressort aussi de ces études que la transmission est assurée à égalité par A. gambiae et A. funestus, secondairement par A. nili, en zone non traitée, mais qu'en zone traitée seuls A. nili et A. gambiae assument encore un certain rôle.

Les heures d'agressivité maximum sont sensiblement les mêmes partout et se situent dans la deuxième partie de la nuit, période où les habitants sont généralement à l'intérieur des habitations.

Cependant, le traitement par les insecticides semble avoir entraîné un net accroissement de l'exophagie et ceci par réaction d'irritation. Le test des précipitines sur A. funestus a confirmé cette constatation. Ce dernier anophèle d'anthropophile quasi strict étant devenu à plus de 60 % zoophile.

Les index sporozoïtiques ont baissé en zone traitée d'environ 250 fois chez A. funestus et d'environ 13 fois pour A. gambiae (diminution de l'anthropophilie; allongement du cycle extrinsèque par l'exophilie complète, les femelles restant exposées à des températures plus basses; enfin diminution de la durée de vie moyenne).

Conventionnellement traduites par des données mathématiques le résultat de cet ensemble d'observations peut figurer par une formule le taux de reproduction de l'infection qui est :

$$z = \frac{m \cdot a^2 \cdot b \cdot p^n}{r - (\log_e p)}$$

- m étant la densité anophélienne en rapport avec l'homme
- a le nombre moyen d'individus piqués par 24 heures par une femelle
- b la proportion de ces anophèles porteurs de sporozoïtes et réellement infectants
- p l'index de probabilité de survie d'une femelle
- n la durée du cycle des plasmodia
- s la proportion d'anophèles porteurs de sporozoïtes
- h l'indice d'inoculation (proportion d'individus recevant une piqûre infectante)
- x la proportion d'individus porteurs d'hématozoaires
- r l'indice de guérison (% d'individus n'ayant reçu qu'une seule piqûre et indemnes)
- t l'âge moyen de la tranche d'âge des nourrissons considérés
- z le taux de reproduction du paludisme
- e la base des logarithmes naturels soit 2,718.

Ces symboles donnent également les formules suivantes :

$$\text{survie d'un anophèle} = S = \frac{a \cdot x \cdot p^n}{a \cdot x - \log_e p}$$

et celle applicable à la zone d'endémie stable :

$$z = \left( 1 - \frac{a \cdot x}{a \cdot x - \log_e p} \right) \frac{m \cdot a^2 \cdot b \cdot p^n}{- r \cdot \log_e p}$$

mais faute d'éléments d'appréciation en nombre suffisant, ces formules n'ont pu être appliquées aux régions traitées. C'est le programme d'estimation prévu pour 1958-1959.

### Conclusions

Une étude détaillée de la transmission du paludisme est en cours dans une zone traitée autour de Bobo-Dioulasso. Cette zone expérimentale est à 400 m d'altitude, reçoit 1,16 m de pluies annuelles. La population vit dans des cases de terre crue et dans des habitations de culture. La densité est de 7 au km<sup>2</sup>. Assez peu de bétail, mais faune sauvage abondante.

Aspersions et enquêtes débutèrent en 1953. Les villages sont dédétêtisés soit une fois, soit deux fois l'an, les cases de culture une fois.

L'infection est holo-endémique et à peu près uniquement due à P. falciparum.

Les enquêtes ont porté et portent sur :

- 1) l'index plasmodique et l'index de contamination nouvelle des transmissions;
- 2) des recherches entomologiques les plus détaillées et les plus complètes possibles.

La transmission est principalement imputable à A. gambiae et A. funestus. Elle est plus marquée dans les cases de culture que dans les villages. Le traitement aux insecticides a entraîné une modification de comportement (tendance exophagique et zoophilie) chez A. funestus.

Une souche dieldrino-résistante a fait son apparition chez A. gambiae.

La transmission a été très ralentie, mais non interrompue. Il semble donc que l'éradication vraie ne puisse être obtenue par le seul traitement des habitations et abris par le seul DDT.