

a 62394



WHO/Ma1/348
23 mai 1962

ORIGINAL : ANGLAIS

ETUDES SUR LA COMPOSITION PAR AGE DES POPULATIONS D'ANOPHELES CULICIFACIES GILES
A DIFFERENTES PHASES DE LA CONSTITUTION D'UNE RESISTANCE AU DDT DANS
LE DISTRICT DE PANCHMAHALS (ETAT DE GOUDJERATE, INDE)

par

A. M. Shalaby, M.Sc., Ph.D.
Entomologiste de l'OMS,
Conseiller pour l'éradication du paludisme,
Asie du Sud-Est

Introduction

Dans le cadre du programme mondial d'éradication du paludisme basé sur l'utilisation d'insecticides rémanents, on estime que l'un des plus importants effets des aspersion est de réduire la longévité du vecteur à une durée inférieure à la période extrinsèque du plasmodium, et ainsi d'interrompre la transmission du paludisme. L'étude de la composition par âge des populations de vecteurs dans les régions traitées aux insecticides présente par conséquent un très grand intérêt.

De nombreux spécialistes se sont intéressés pendant près d'un demi-siècle aux recherches permettant de préciser l'âge des moustiques. Plusieurs méthodes ont été adoptées à cet effet par divers auteurs (par exemple Perry, 1912; Mer, 1932; Davidson, 1955; Gillies, 1954 et 1956 et Gillett, 1957). Mais elles n'offrent que des possibilités limitées lorsqu'on veut estimer l'âge précis des moustiques pares. Les travaux soviétiques sur ce sujet (Polovodova, 1949 et Detinova, 1949), résumés

par Gillies (1958) et entièrement décrits par Detinova (1959), ont montré qu'on peut maintenant mieux préciser l'âge de chaque moustique. La méthode de Polovodova est basée sur la découverte que chaque ovulation se traduit dans l'ovariole correspondante par un épaississement ou une dilatation folliculaire. Le nombre de ces dilata-tions observées sur un pédicule terminal indique donc le nombre de pontes. Bertram & Samarawickrema (1958) ont fait appel à la méthode de Polovodova pour estimer l'âge des moustiques Mansonioides. Des recherches complémentaires ont été effectuées par Martinez Palacios (1960) et par Hamon et ses collègues (1961).

Régions étudiées, historique des aspersions et apparition d'une résistance

Dans notre étude, la méthode de Polovodova a été appliquée à l'évaluation de la composition par âge des populations d'A. culicifacies Giles, vecteur principal du paludisme dans le district de Panchmahals, dans l'Etat de Goudjerate. Ce district, qui est situé à 350 milles environ au nord de Bombay (fig. 1), a été intensivement traité depuis onze ans par des aspersions rémanentes de DDT. Or, A. culicifacies est actuellement résistant à cet insecticide dans le district en cause, de même que dans un certain nombre de régions limitrophes des Etats de Goudjerate et de Maharashtra où des aspersions rémanentes de DDT ont également été effectuées pendant une période sensiblement aussi longue. En septembre 1959, une tolérance accrue au DDT a été observée chez A. culicifacies pour la première fois par Rahman et al. (1959) dans le village de Sindbhai Metha du district de Panchmahals, puis par Luen & Shalaby (1961) dans le village de Motipura du même district. Ces deux derniers auteurs ont signalé l'apparition d'une résistance au DDT en différentes localités du district.

Plan général et déroulement des études sur les groupes d'âge

Primitivement il était prévu d'appliquer la méthode de Polovodova à l'étude des effets des aspersions sur la longévité. Toutefois, les recherches ont été étendues aux effets éventuels de la résistance sur la composition par âge des populations de moustiques.

Les recherches sur la composition par âge des populations d'A. culicifacies ont été effectuées : en juin, juillet et août 1959 avant toute détection d'une augmentation de la tolérance au DDT; de janvier à mai 1960, alors que cette tolérance au DDT semblait croître; en juin 1960, d'octobre à avril 1961 et d'août à septembre 1961, alors que la résistance au DDT avait été confirmée. L'intérêt de ces recherches a été par conséquent d'évaluer les modifications de la composition par âge d'une population d'A. culicifacies en rapport avec l'apparition d'une résistance au DDT.

Matériel et méthodes

Des femelles sauvages ont été capturées aux premières heures du jour en diverses localités du district de Panchmahals, dans l'Etat de Goudjérate. Les études sur les groupes d'âge et les épreuves de sensibilité ont été effectuées sur des insectes provenant des mêmes localités. Les ovaires de 1910 moustiques ont été disséqués et examinés; ce chiffre comprend 318 femelles capturées entre juin et août 1959; 809 entre janvier et mai, en juin et d'octobre à décembre 1960, et 783 de janvier à avril, puis en août et septembre 1961.

La détermination de l'âge des moustiques a été faite dans tous les cas par la méthode de Polovodova. Chaque moustique a été disséqué sur lame dans une goutte d'eau physiologique, à l'aide de deux aiguilles très fines. Les ovaires ont été disséqués et examinés au microscope binoculaire de dissection (oculaire x 10, objectif x 3). Après résection des pattes et des ailes, le moustique étant maintenu à l'aide d'une aiguille plantée dans le thorax, on incise avec une deuxième aiguille le tergite et le sternite du septième segment abdominal. De plus grandes incisions sont en général nécessaires pour les moustiques au 4ème ou au début du 5ème stade ovarien. On expose ainsi l'ensemble de l'appareil reproducteur, qu'il est alors facile d'extraire. Les difficultés dues à la tension superficielle sont surmontées en déplaçant l'un des ovaires vers la périphérie de la goutte d'eau physiologique. On peut alors débarrasser l'ovaire de ses trachée et trachéoles par une traction douce de l'aiguille. Pendant ce processus, on déchire soigneusement la gaine ovarienne ce qui libère les ovarioles dans la goutte d'eau physiologique. On maintient

alors l'ovaire sur la lame avec une aiguille, tandis que de l'autre on extrait les follicules. Pendant cette extraction, on compte les dilatations folliculaires en ayant soin de ne pas détacher le pédicule terminal du tube ovariolaire. Lorsque ce pédicule terminal se brise, ce qui arrive souvent, il est impossible de dénombrer toutes les dilatations folliculaires. C'est pourquoi il faut examiner 10 à 15 follicules par ovaire pour chaque moustique.

En même temps que les recherches sur les groupes d'âge, des épreuves de sensibilité au DDT ont été pratiquées. De septembre 1959 à septembre 1961, ces épreuves ont été faites tous les mois, sauf pendant une période de trois mois en 1960 (mars, avril et mai) et une période de deux mois en 1961 (mai et juin). Les spécimens d'A. culicifacies utilisés pour ces épreuves étaient des femelles gorgées indemnes capturées au cours de la matinée. Les épreuves ont été exécutées selon les procédés recommandés par l'OMS.

Résultats

Les résultats sont rassemblés dans les tableaux I à V et représentés sur les figures 2 et 3.

Le tableau I et la figure 2 indiquent qu'au total 318 femelles d'A. culicifacies ont été disséquées pour l'étude de l'âge en juin, juillet et août 1959. Outre les femelles nullipares capturées pendant ces trois mois, les dissections de juin ont révélé la présence de femelles achevant leur premier ou leur deuxième cycle trophogonique; celles de juillet, de femelles achevant leur premier, leur deuxième ou leur troisième cycle trophogonique, tandis que celles d'août ont permis de capturer, outre des femelles unipares, bipares et tripares, une femelle (1,13 %) achevant son quatrième cycle trophogonique.

En 1960, 809 femelles au total ont été disséquées en une période de neuf mois (tableau II et figure 2). En moyenne, 23,38 % étaient nullipares, 67,24 % présentaient une dilatation et 8,71 % deux dilatations. Aucune femelle ayant achevé plus de trois cycles trophogoniques n'a été observée. Il est à remarquer que des femelles à trois dilatations n'ont été capturées qu'en janvier, mars et avril. La proportion de femelles bipares avait diminué depuis le mois d'avril, tandis que la proportion de femelles du groupe d'âge des unipares avait augmenté depuis le mois de mars. De plus, une diminution notable de la proportion de nullipares avait eu lieu depuis le mois de mars.

Sur une période de six mois en 1961, 783 femelles ont été disséquées. En moyenne 20,94 % étaient nullipares, 74,97 % unipares et 4,09 % présentaient deux dilatations. Aucune femelle ayant achevé plus de deux cycles trophogoniques n'a été trouvée. En août, sur 182 femelles disséquées, 80,22 % étaient pares, toutes unipares (tableau III et figure 2).

Il importe de souligner que jusqu'en février 1960 les pourcentage de mortalité d'A. culicifacies, pour une concentration de DDT de 4 %, allaient de 91 % à 65 %, ce qui correspond à des CL_{50} comprises entre 1,4 et 2,5 %. De juin 1960 à septembre 1960, les taux de mortalité, pour une concentration de 4 % de DDT, ont été compris entre 45,0 et 20,0 %, ce qui correspond à des CL_{50} supérieures à 4 % (tableau V).

Les résultats des dissections de 1959, antérieurs à la détection et à l'augmentation de la tolérance au DDT, montrent que la longévité des spécimens d'A. culicifacies leur permettait d'achever quatre cycles trophogoniques (tableaux I et IV; figures 2 et 3). Par contre, après le début d'augmentation de la tolérance au DDT, on n'a plus trouvé que 1,08 % des sujets qui soient parvenus à achever trois cycles trophogoniques et aucune femelle plus âgée n'a été observée. Sur 1123 moustiques disséqués après confirmation de la résistance au DDT, aucune femelle possédant plus de deux dilatations folliculaires n'a été trouvée et 4,82 % seulement avaient achevé deux cycles trophogoniques (tableau IV et figure 3).

Discussion

Ces recherches avaient essentiellement pour but d'étudier les effets des aspersions de DDT sur la composition par âge des populations d'A. culicifacies dans le district de Panchmahals. C'est pourquoi les résultats des dissections de 1959 présentent une importance particulière.

Rappelons que les dissections de juin avaient été faites juste avant la première tournée d'aspersion de DDT de l'année, tandis que celles de juillet et août avaient coïncidé avec les première et deuxième tournées d'aspersion. Il fallait donc s'attendre à découvrir, au cours des dissections de juillet et août, des femelles physiologiquement jeunes et nullipares et peut-être quelques-unes ayant achevé tout au plus un cycle trophogonique, ces dernières étant, selon toute probabilité, celles qui

avaient réussi à échapper à tout contact avec le DDT. Cependant, aucune différence significative n'est apparue entre le rapport du nombre des nullipares au nombre de pares observé en juin et en juillet-août. Au contraire, après l'application de l'insecticide, on a trouvé des femelles ayant achevé un, deux, trois et quatre cycles trophogoniques.

Il serait rationnel d'admettre que les spécimens nullipares d'A. culicifacies sont ceux âgés de moins de 6 jours, que ceux qui représentent une dilatation folliculaire sont âgés de 6 à 9 jours, deux dilatations de 9 à 12 jours, trois dilatations de 12 à 14 jours et quatre dilatations de 14 à 16 jours, compte dûment tenu des importants facteurs de température et d'humidité relative (tableau VI). Il est donc évident que les femelles d'A. culicifacies trouvées pendant et après les tournées d'aspersion de DDT ont survécu au-delà de l'âge épidémiologiquement dangereux et devraient être capables de transmettre le parasite du paludisme, abstraction faite d'autres modifications, notamment de comportement ou d'irritabilité.

L'enquête a montré que l'étendue des aspersion dans le district étudié pouvait en général être considérée comme satisfaisante. Par conséquent, il est vraisemblable que pendant cette période les aspersion de DDT n'ont pas réussi à réduire la longévité des moustiques A. culicifacies. Ce phénomène a été attribué à l'apparition possible d'une résistance physiologique au DDT chez cette espèce dans le district étudié et/ou à une irritabilité accrue à l'égard des surfaces aspergées de DDT, poussant les moustiques à quitter très vite le dépôt, ou encore à une modification du comportement des insectes leur faisant éviter tout contact avec les dépôts de DDT.

La constatation d'une diminution de la sensibilité d'A. culicifacies au DDT en septembre 1959 dans le village de Motipura du même district a présenté un grand intérêt. La CL_{50} du DDT était comprise entre 2,3 et 2,5 % (Luen & Shalaby, 1961), tandis que les chiffres précédents les plus récents étaient de 0,84 % en 1958 dans le village de Potgaon (district de Thana dans l'Etat de Bombay) (Patel et al., 1958). Il importe en outre de signaler qu'en juin 1960 une résistance confirmée au DDT a été observée dans le district et qu'elle a subsisté par la suite (tableau V).

L'étude des groupes d'âge faite en janvier et février 1960 ne montre pas de variation marquée dans la proportion de nullipares par rapport à celle observée en juin, juillet et août 1959. Les modifications les plus significatives ont été celles relatives à l'âge physiologique des moustiques appartenant au groupe des

paras de la population. Des femelles unipares et bipares ont été observées dans toutes les dissections de 1960 et 1961. C'est seulement pendant les mois de janvier, mars et avril 1960 que le nombre des femelles présentant trois dilatations folliculaires a été relativement faible. Soulignons qu'aucune femelle parmi les 1197 disséquées en 11 mois, de mai 1960 à septembre 1961, ne présentait plus de deux dilatations folliculaires.

Il importe également de noter que la proportion de femelles unipares d'A. culicifacies avait augmenté depuis mars 1960 et continuait à croître plus ou moins graduellement au cours des mois suivants, jusqu'à atteindre 85 % en novembre 1960.

Le deuxième point important est la diminution sensible de la proportion des femelles bipares dans la population d'A. culicifacies depuis avril 1960. Cette diminution a été confirmée par les résultats des dissections en 1960 et 1961, la proportion de ces femelles n'ayant jamais dépassé 8,65 %, chiffre noté en décembre 1960 (tableaux II et III, figure 2).

Dans l'ensemble donc, et d'après les renseignements obtenus, l'évidente diminution relative de la proportion des nullipares s'accompagnant d'une augmentation de celle des paras dans la population d'Anopheles culicifacies, constatée depuis mars 1960, était due surtout à l'accroissement de la proportion des femelles qui avaient réussi à achever un seul cycle trophogonique, plutôt qu'à une augmentation générale de l'âge physiologique des moustiques. Ces résultats cependant semblent suggérer que la durée de vie de la population d'A. culicifacies s'est raccourcie par rapport à ce qu'elle était au début de 1960 ou en juin, juillet et août 1959, phénomène survenu après mai 1960 seulement et subsistant depuis lors.

On a pensé que cette modification marquée de la composition par âge de la population d'A. culicifacies dans le district de Panchmahals pouvait être de caractère saisonnier. Pal (1943) a affirmé que les chiffres extrêmes de température pour une longévité maximale d'A. culicifacies sont de 25°C et 30°C, l'humidité relative étant comprise entre 60 et 80 %. Toutefois, la constance de la composition

par âge entre mai 1960 et septembre 1961, indépendamment du facteur météorologique (tableau VI), permet de douter que les conditions atmosphériques influent beaucoup. Il est vrai que nous sommes encore très peu informés des facteurs qui agissent sur l'âge physiologique des moustiques pris séparément ou des rapports entre ces facteurs et les taux généraux de survie de la population de moustiques.

Rappelons que depuis l'apparition chez cette espèce d'une résistance au DDT les comptes rendus des dissections ont fait état seulement de femelles ayant survécu jusqu'à accomplissement d'un cycle trophogonique et d'un contingent significativement faible de femelles ayant achevé deux de ces cycles; sur 1123 femelles disséquées, 4,8 % seulement présentaient deux dilatations et aucune femelle plus âgée n'a été trouvée depuis lors. La corrélation apparente entre la diminution de l'âge physiologique et l'apparition d'une résistance au DDT parmi la population d'A. culicifacies présente un intérêt certain. La seule documentation dont on dispose dans ce domaine est celle fournie par Abedi & Brown (1960) et par Brown (1960). Ces auteurs ont également trouvé que les génotypes résistants d'une souche malaise d'Aedes aegypti élevée au laboratoire ont un taux de survie plus faible que les souches sensibles vivant dans des conditions normales. Il faut également relever que l'apparition d'une résistance au DDT chez la population d'A. culicifacies dans le district de Panchmahals n'a été ni accompagnée, ni suivie d'un accroissement de la transmission du paludisme, épidémiologiquement constaté. L'examen de 3967 étalements de sang au cours des enquêtes qui ont précédé et suivi les aspersions dans trois "talukas" de ce district pendant le deuxième semestre de 1960 n'a révélé aucune transmission du paludisme. Cette enquête a également montré une diminution du réservoir du parasite par rapport aux chiffres de l'année précédente (Luen, 1961). L'examen de 41 000 étalements sanguins dans ce district en 1961 n'a révélé aucun cas positif (Patel, 1961). Par suite, trois questions se posent immédiatement :

1. Quel est le rapport entre l'apparition d'une résistance à l'insecticide dans une population de moustiques et la composition par âge de cette population ?
2. Les spécimens d'A. culicifacies résistants au DDT ont-ils une vie plus courte que les sujets sensibles ?
3. Dans l'affirmative, la résistance au DDT influencerait-elle sur l'aptitude d'A. culicifacies à jouer le rôle de vecteur ?

Bien que les renseignements fournis dans la présente communication soient en faveur de l'hypothèse que les spécimens d'A. culicifacies résistants au DDT ont une durée de vie raccourcie, il n'est aucunement prouvé que les femelles des groupes d'âge supérieurs aient complètement disparu de la population. D'autres facteurs ou conditions liées au comportement, actuellement inconnus, pourraient également expliquer l'absence de femelles plus âgées depuis l'apparition de la résistance au DDT. Quels que soient les rapports entre l'apparition de la résistance au DDT chez A. culicifacies et la longévité de ce moustique, les constatations qui ont fait l'objet de la présente communication sont d'un grand intérêt et justifient l'étude approfondie du problème et de nouvelles recherches.

Résumé

L'âge de 1910 femelles d'A. culicifacies du district de Panchmahals, dans l'Etat de Goudjérate (Inde), a été déterminé par la méthode de Polovodova : dissection des ovaires et observation des dilatations folliculaires.

La détermination des groupes d'âge a été effectuée avant et après la découverte et la confirmation d'une résistance au DDT parmi la population d'A. culicifacies.

Au total 318 femelles ont été disséquées de juin à août 1959 avant la détection d'un accroissement de tolérance. Les dissections de juin ont révélé la présence de femelles nullipares, unipares et bipares. La proportion de nullipares n'a pas accusé de variation marquée après l'application de l'insecticide. Un total de 469 femelles ont été disséquées entre juin et mai 1960, période pendant laquelle une tolérance accrue au DDT a été observée. Une diminution de la proportion de nullipares avait eu lieu depuis mars. Une augmentation correspondante de la proportion de pares a été attribuée surtout à une augmentation sensible de la proportion des unipares. La proportion de femelles bipares a diminué sensiblement en avril et mai.

Un total de 1123 femelles ont été disséquées en juin 1960, d'octobre 1960 à avril 1961 et d'août à septembre 1961, époque à laquelle la CL_{50} du DDT a atteint

et dépassé 4 % et à laquelle la résistance au DDT a été confirmée. La proportion de femelles bipares est restée nettement faible, ne dépassant jamais les 8,65 % trouvés en décembre 1960. La proportion de nullipares a diminué considérablement. L'augmentation corrélative de la proportion des femelles pares a continué à être limitée à un accroissement de la proportion des unipares. En novembre 1960 la proportion des pares a été de 92 %, dont 85 % d'unipares et 7 % de bipares.

Remerciements

L'auteur est tout particulièrement reconnaissant au Dr T. S. Detinova de l'Institut Martinovsky de Parasitologie médicale, Ministère de la Santé, Moscou (URSS) de ses nombreux et précieux conseils. Il remercie vivement aussi de son aide et de ses avis amicaux le Dr M. I. D. Sharma, Directeur adjoint pour la région de Baroda, de l'Organisation régionale de Coordination du Programme international d'Eradication du Paludisme de l'Inde. Sa reconnaissance va aussi à M. P. G. Renaud et à Miss G. Spruit, pour leur assistance technique au cours de différentes phases des recherches.

Il tient, enfin, à exprimer toute sa gratitude à Son Altesse le Maharajah de Baria dont le soutien généreux lui a permis de disposer de tous les moyens disponibles dans la région de l'enquête pendant toute la durée de ses recherches.

NOTE DE LA REDACTION

Les observations exposées dans la présente note pourraient s'avérer importantes dans le domaine tout entier de l'entomologie en rapport avec l'éradication du paludisme. Toutefois, l'interprétation des résultats obtenus est étroitement liée à la validité des méthodes utilisées par l'auteur pour échantillonner la population de moustiques. Cet échantillonnage n'a été effectué que dans des habitations ou des demeures mixtes, d'où une possibilité (signalée par l'auteur) que lors de l'apparition de la résistance au DDT chez A. culicifacies les femelles plus âgées aient eu tendance à éviter de plus en plus les abris intérieurs et à échapper ainsi à l'échantillonnage. Il est difficile de savoir à quel point la composition par âge de ces

échantillons reflète effectivement celle de la population dans son ensemble. Mais les conséquences possibles des observations présentent suffisamment d'intérêt pour qu'il vaille la peine de faire porter l'échantillonnage sur divers abris extérieurs et de capturer des moustiques sur des pièges humains ou animaux.

Il convient également d'observer que dans l'interprétation de la composition par âge du point de vue de la longévité, il faut prendre en considération non seulement le nombre de dilatations mais également la durée du cycle trophogonique. L'auteur admet tacitement que la durée du cycle, compte tenu des variations saisonnières, est restée uniforme pendant toute la période des observations. Cette hypothèse peut évidemment être correcte, mais il serait bon de ne pas négliger les possibilités de variation et de vérifier si la durée du cycle n'a pas varié significativement parmi la population résistante. Avant de savoir si la population présente effectivement une longévité diminuée, il faudrait savoir si une augmentation significative de la durée du cycle trophogonique ne pourrait pas contrebalancer les effets d'une diminution de l'âge physiologique.

Pour cette raison et pour d'autres encore, il semble qu'une étude comparée des souches de laboratoire des deux populations constituerait une suite logique à cette intéressante étude effectuée sur le terrain.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abedi, Z. H. & Brown, A. W. A. (1960) Development and reversion of DDT resistance in Aedes aegypti. Can. J. Genet. Cyt., 2, 252
- Bertram, D. S. & Samarawickrema, W. S. (1958) Age determination for individual Mansonioides. Nature, 182, 444
- Brown, A. W. A. (1960) Past, present and future of insecticide resistance of mosquitoes. Mosquito News, 20, 110
- Davidson, G. (1955) Measurements of the ampulla of the oviduct as a means of determining the natural daily mortality of Anopheles gambiae. Ann. trop. Med. Parasit., 49, 24
- Detinova, T. S. (1949) Modifications physiologiques des ovaires chez les femelles d'Anopheles maculipennis. (En russe) Med. Parazit. (Mosk.), 18, 410 (Analyse dans WHO/Mal/238)
- Detinova, T. S. (1959) Conférences sur les méthodes de détermination de l'âge chez les diptères d'importance médicale (WHO/Mal/238)
- Gillett, J. D. (1957a) Age analysis in the biting cycle of the mosquito Taeniorhynchus (Mansonioides) africanus Theo. based on the presence of parasitic mites. Ann. trop. Med. Parasit., 51, 151
- Gillies, M. T. (1954) Studies of the leaving and outside resting of Anopheles gambiae Giles and A. funestus Giles in East Africa. I. The outside resting population. Bull. ent. Res., 45, 361
- Gillies, M. T. (1956) A new character for the recognition of nulliparous females of Anopheles gambiae. Bull. Org. mond. Santé, 15, 451
- Gillies, M. T. (1958) A review of some recent Russian publications on the technique of age determination in Anopheles. Trop. Dis. Bull., 55, 713
- Hamon, J., Chauvet, G. & Thélin, L. (1961) Observations sur les méthodes d'évaluation de l'âge physiologique des femelles d'anophèles. Bull. Org. mond. Santé, 24, 437
- Luen, S. C. (1961) Rapport de mission. Bureau régional de l'Asie du Sud-Est, OMS (non publié)
- Luen, S. C. & Shalaby, A. M. (1961) Note préliminaire sur l'apparition d'une résistance au DDT chez A. culicifacies Giles dans le district de Panchmahals de l'Etat du Goudjerate (ayant fait précédemment partie de l'Etat de Bombay), Inde. (WHO/Mal/302; WHO/Insecticides/123)

- Martinez Palacios, A. (1960) Etude de l'âge physiologique des anophélinés par la méthode de Polodova (en espagnol) CNEP Bol. Mexico, 4, 65 (Extrait en anglais dans Trop. Dis. Bull., 58(4), 412)
- Mer, G. G. (1932) The determination of the age of Anopheles by differences in the size of the common oviduct. Bull. ent. Res., 23, 563
- Pal, R. (1943) On the bionomics of Anopheles culicifacies Giles. I. Longevity under controlled conditions of temperature and humidity. J. Malar. Inst. India, 5, 77
- Patel, T. B., Rao, T. R., Halgeri, A. V. & Deobhankar, R. B. (1958) A preliminary note on a probable case of dieldrin resistance in Anopheles culicifacies in Thana district, Bombay State. Indian J. Malar., 12, 367
- Patel, K. R. (1961) Communication personnelle
- Perry, R. L. (1912) Malaria in the Jeypore Hill Tract and adjoining coastland, Paludism, 5, 32
- Polovodova, V. P. (1949) Détermination de l'âge physiologique des femelles d'Anopheles culicifacies d'après le nombre de cycles trophogoniques achevés. (En russe) Med. Parazit. (Mosk.), 18, 352. (Original non consulté; cité par Detinova, 1959.)
- Rahman, J., Roy, M. L. & Kuldip Singh (1959) Development of increased tolerance to DDT in A. culicifacies Giles in Panchmahals district of Bombay State (India). Indian J. Malar., 13, 125

TABLERAU I. COMPOSITION PAR AGE DES POPULATIONS D'A. GULICIFACIES DANS LE DISTRICT DE PANCHMAHAIS
(ETAT DE GOUDJERATE) EN JUIN, JUILLET ET AOÛT 1959

Date (mois)	Total des moustiques disséqués	Pourcentage par cycle trophogonique					
		0	1	2	3	4	5 ou plus
Juin 1959	84	34,54(29)	63,10(53)	2,38(2)	-	-	-
Juillet 1959	137	31,40(43)	56,2(77)	7,3(10)	5,1(7)	-	-
Août 1959	97	36,00(35)	49,48(48)	10,30(10)	3,09(3)	1,13(1)	-
Totaux et pourcentages moyens	318	33,65(107)	56,00(178)	7,00(22)	3,14(10)	0,21(1)	-

Note : Entre parenthèses : nombres de femelles par cycle trophogonique.

TABLEAU II. COMPOSITION PAR AGE DES POPULATIONS D'A. CULICIFACIES DANS LE DISTRICT DE PANCHMAHALS
(ETAT DE GOUDJERATE) EN 1960

Date (mois)	Total des moustiques disséqués	Pourcentage par cycle trophogonique					
		0	1	2	3	4	5 ou plus
Janvier 1960	73	37,00(27)	45,2 (33)	15,0 (11)	2,8(2)	-	-
Février 1960	80	38,75(31)	48,75(39)	12,5 (10)	-	-	-
Mars 1960	88	22,72(20)	60,23(53)	16,0 (14)	1,05(1)	-	-
Avril 1960	154	28,00(43)	65,60(101)	5,10(8)	1,30(2)	-	-
Mai 1960	74	24,3 (18)	67,6 (50)	6,10(6)	-	-	-
Juin 1960	70	22,8 (16)	71,5 (50)	5,7 (4)	-	-	-
Octobre 1960	66	15,1 (10)	81,87(54)	3,03(2)	-	-	-
Novembre 1960	100	8,0 (8)	85,0 (85)	7,0 (7)	-	-	-
Décembre 1960	104	15,4 (16)	75,95(79)	8,65(9)	-	-	-
Totaux et pourcentages moyens	809	23,38(189)	67,24(544)	8,77(71)	0,63(5)	-	-

Note : Entre parenthèses : nombres de femelles par cycle trophogonique.

TABLEAU III. COMPOSITION PAR AGE DES POPULATIONS D'A. CULICIFACIES DANS LE DISTRICT DE PANCHMAHALS
(ETAT DE GOUDJERATE) EN JANVIER, FEVRIER, MARS, AVRIL, AOUT ET SEPTEMBRE 1961

Date (mois)	Total des moustiques disséqués	Pourcentage par cycle trophogonique					
		0	1	2	3	4	5 ou plus
Janvier 1961	100	21,0 (21)	73,0 (73)	6,0 (6)	-	-	-
Février 1961	104	14,5 (15)	77,8 (81)	7,7 (8)	-	-	-
Mars 1961	87	17,24(15)	74,71(65)	8,05(7)	-	-	-
Avril 1961	94	20,21(19)	75,54(71)	4,25(4)	-	-	-
Août 1961	182	19,78(36)	80,22(146)	-	-	-	-
Septembre 1961	216	26,9 (58)	70,0 (151)	3,1 (7)	-	-	-
Totaux et pourcentages moyens	783	20,94(164)	74,97(587)	4,09(32)	-	-	-

Note : Entre parenthèses : nombres de femelles par cycle trophogonique.

TABLEAU IV. COMPOSITION PAR AGE DES POPULATIONS D'A. CULICIFACIES AVANT, PENDANT ET APRES LA DECOUVERTE DE L'APPARITION D'UNE TOLERANCE OU D'UNE RESISTANCE AU DDT DANS LE DISTRICT DE PANCHMAHALS (ETAT DE GOUDJERATE)

Sensibilité	Date des dissections	Total des moustiques disséqués	Pourcentage par cycle trophogonique					
			0	1	2	3	4	5 ou plus
Tolérance au DDT non décelée	Juin à août 1959	318	33,65(107)	56,00(178)	7,00(22)	3,14(10)	0,21(1)	-
Tolérance au DDT accrue	Janvier à mai 1959	469	29,63(139)	58,85(276)	10,44(49)	1,08(5)	-	-
Résistance au DDT	Juin 1960, octobre 1960 à avril 1961 et août à septembre 1961	1123	19,05(214)	76,13(855)	4,82(54)	-	-	-

Note : Entre parenthèses : nombres de femelles par cycle trophogonique.

TABEAU V. TENDANCE DE LA SENSIBILITE D'A. CULICIFACIES A MOTIPURA, DANS LE DISTRICT DE PANCHMAHALS (ETAT DE GOUDJERATE) EN 1959, 1960 ET 1961

Sensibilité	Date des épreuves	Numéro de la série d'épreuves	Intervalle de température dans l'exposition (°C)	Intervalle d'humidité relative dans l'exposition (%)	Taux de mortalité aux concentrations de DDT indiquées					Témoins	CL ₅₀
					0,25 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %		
Tolérance au DDT	Septembre 1959 à février 1960	5	18-27,5	40-94	1,12 à 9,0	5,0 à 20,0	14,0 à 37,5	30,0 à 64,0	65,0 à 91,0	0,0 à 5,3	1,4 % à 2,5 %
Résistance au DDT	Juin 1960 à avril 1961 & juillet 1961 à septembre 1961	14	21-31	34-93	-	-	0,0 à 15,0	2,5 à 26,2	20,0 à 45,0	0,0 à 3,0	>4,0 %

Historique des aspersions dans la localité

1950 }
 1951 } 2 cycles de DDT à 56 mg/pied²
 1952 }
 1956 }
 1957 } 1 cycle de DDT à 112 mg/pied²
 1960 }
 1961 } 2 cycles de DDT à 112 mg/pied²

1953 }
 1954 } 2 cycles de DDT à 112 mg/pied²
 1955 }
 1958 }
 1959 } 2 cycles de DDT à 112 mg/pied²
 1 pied² = 0,0929 m² ≈ 0,1 m²

TABLEAU VI. RELEVES MENSUELS MOYENS DE LA TEMPERATURE ET DE
L'HUMIDITE RELATIVE DE SEPTEMBRE 1959 A SEPTEMBRE 1961

Mois	Température		Humidité relative	
	Max. (°C)	Min. (°C)	Max. (°C)	Min. (°C)
Septembre 1959	30,0	25,0	99,9	81,5
Octobre 1959	27,0	25,3	92,8	66,6
Novembre 1959	26,0	22,6	81,0	45,9
Décembre 1959	22,0	20,0	85,0	42,0
Janvier 1960	21,0	18,7	69,3	39,0
Février 1960	26,3	21,6	59,4	31,3
Mars 1960	27,5	23,5	59,6	34,3
Avril 1960	37,5	33,5	43,5	21,0
Mai 1960	35,2	32,5	56,5	31,5
Juin 1960	33,0	30,5	84,8	72,5
Juillet 1960	31,7	30,0	88,4	77,4
Août 1960	28,4	27,9	95,0	79,3
Septembre 1960	29,0	26,8	87,0	69,7
Octobre 1960	28,8	23,6	75,0	35,4
Novembre 1960	27,2	21,5	60,4	32,1
Décembre 1960	24,6	19,7	69,3	45,6
Janvier 1961	24,0	18,2	60,8	37,5
Février 1961	24,2	18,2	62,0	30,5
Mars 1961	29,4	20,7	64,4	23,0
Avril 1961	33,0	25,3	50,0	25,3
Mai 1961	37,7	30,4	78,1	30,8
Juin 1961	35,8	28,8	83,7	42,3
Juillet 1961	29,5	26,0	89,7	76,6
Août 1961	28,6	26,3	91,7	79,4
Septembre 1961	27,5	24,3	83,4	84,3

FIG. 1
CARTE DE L'INDE. LA PARTIE HACHURÉE INDIQUE LE DISTRICT DE PANCHMAHALS



FIGURE 2
 RAPPORTS OBSERVÉS EN 1959, 1960 ET 1961 CHEZ *A. CULICIFICIENS* ENTRE LES GROUPES D'ÂGES ET L'APPARITION
 D'UNE TOLÉRANCE OU D'UNE RÉSISTANCE AU DDT, DANS LE DISTRICT DE PANCH MAHALS

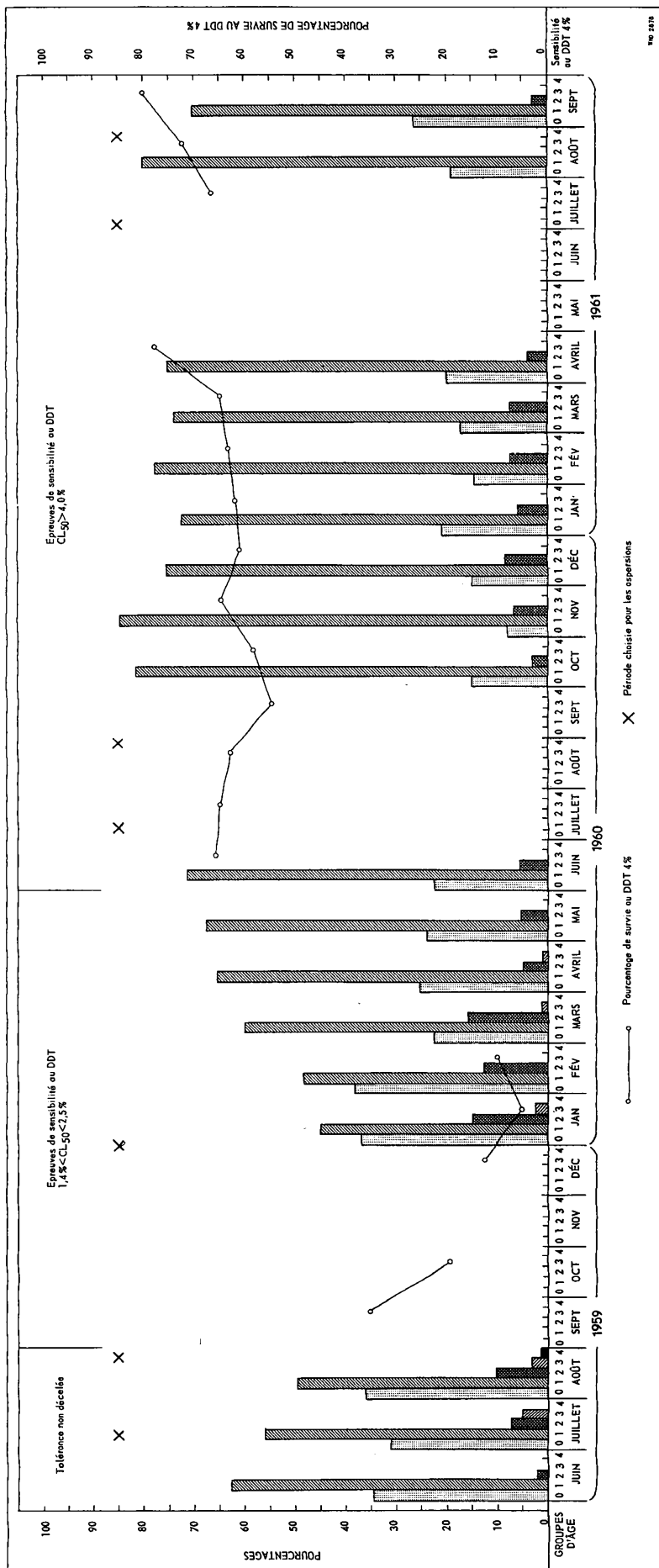
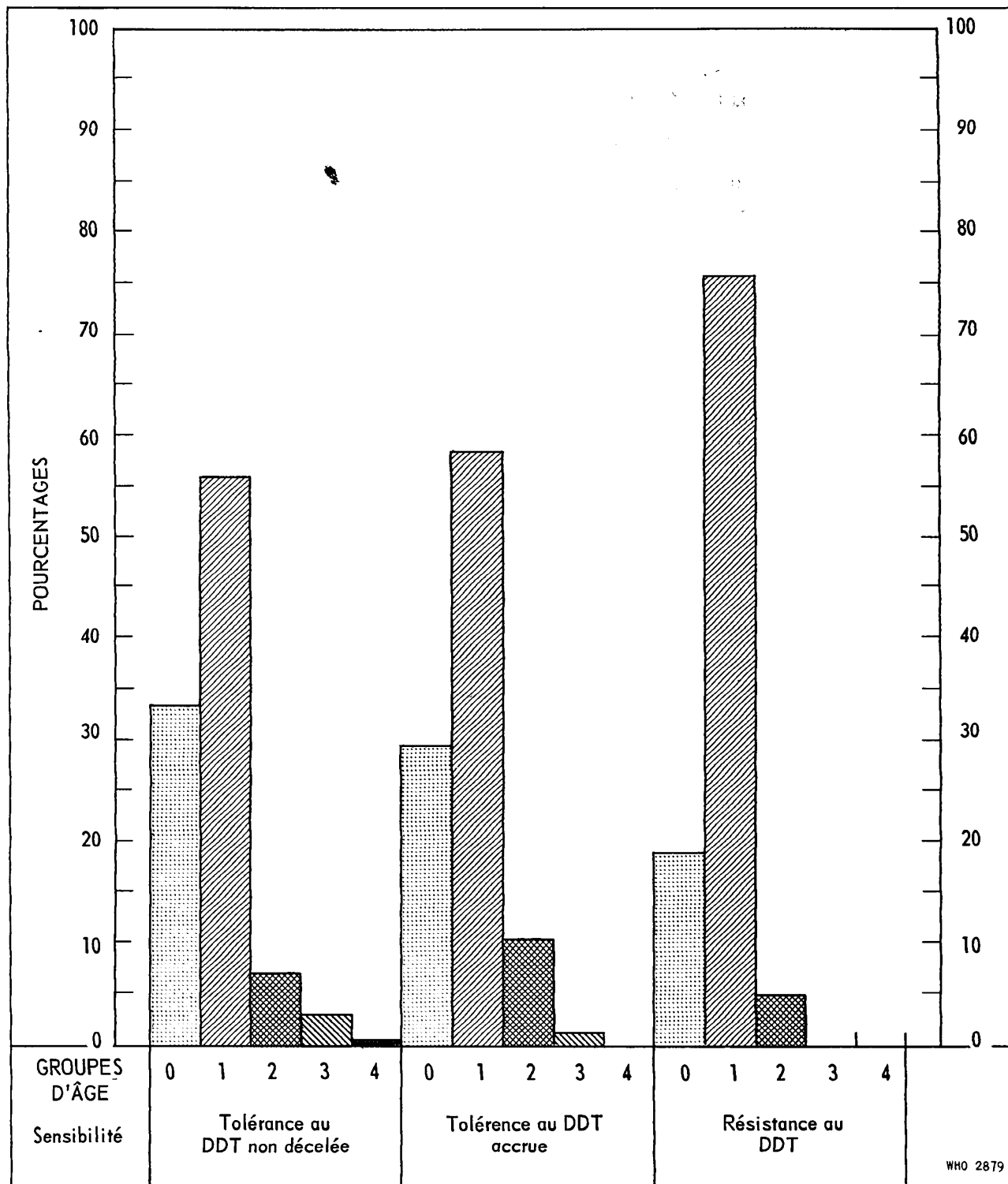


FIGURE 3
 COMPOSITION PAR ÂGE DES POPULATIONS D'A. CULICIFACIES DANS LE DISTRICT DE PANCH-MAHALS
 AVANT PENDANT ET APRÈS LA DÉTECTION D'UNE TOLÉRANCE / RÉSISTANCE AU DDT



Le but des documents de la Série WHO/Mal est le suivant :

- a) mettre le personnel de l'OMS, les instituts nationaux, les chercheurs et les travailleurs de la santé publique au courant de l'évolution des recherches sur le paludisme et des progrès de l'éradication du paludisme au moyen d'exposés succincts relatifs à quelques problèmes en cause;
- b) distribuer, aux catégories de lecteurs indiquées ci-dessus, les rapports d'opérations et autres communications qui présentent un intérêt particulier, mais qui ne sont pas normalement imprimés dans les publications de l'OMS;
- c) communiquer aux intéressés différents articles qui sont destinés à la publication mais qui, en raison de leur actualité, méritent d'être rapidement connus.

La parution d'un article dans cette série ne constitue donc pas une publication officielle et un tel article peut donc, avec l'accord de l'auteur et de l'OMS, être publié dans un périodique de l'OMS ou ailleurs.

Les articles signés n'engagent que leurs auteurs. La mention des manufactures et des produits commerciaux n'implique pas que ces maisons ou leurs produits soient recommandés ou approuvés par l'Organisation mondiale de la Santé de préférence à d'autres.