

a 61982



WHO/Mal/307
10 août 1961

ORIGINAL : ANGLAIS

RESISTANCE DES VECTEURS DU PALUDISME EN GRECE
SITUATION EN 1960

par le

Professeur Georges D. Belios
Directeur du Département de Paludologie et de Médecine tropicale
Ecole d'hygiène d'Athènes
Consultant auprès du Ministère de la Prévoyance sociale

1. INTRODUCTION

Le présent exposé analyse les résultats d'une série d'épreuves faites en Grèce sur la résistance opposée au DDT et à la dieldrine par trois moustiques adultes vecteurs du paludisme. Ces épreuves ont eu lieu entre le 21 juin et le 8 octobre 1960.¹ Le tableau I donne des précisions à leur sujet.

La carte 1 indique la situation géographique des zones étudiées. La carte 2 est un croquis à grande échelle de la région bien connue de Skala, qui comprend quatre des treize zones infestées par A. sacharovi qui ont été étudiées en 1960.

Le tableau II indique les valeurs de la CL_{50} , calculées graphiquement. On verra que, dans plusieurs cas, en plus des épreuves effectuées avec la durée d'exposition standard, qui est de 60 minutes, on a pratiqué des tests avec des durées plus longues (120, 240, 480 et, dans un cas, 960 minutes) en utilisant des lots différents des mêmes populations anophéliennes.

¹ Les résultats obtenus précédemment ont été analysés dans les documents WHO/Mal/189, 203, 242 et 266 et dans deux exposés rédigés par l'auteur (Belios, 1960a, 1960b).

Les données concernant les opérations de pulvérisation et la pression d'insecticide sont en général trop complexes pour pouvoir être présentées exclusivement sous forme de tableaux. C'est pourquoi le tableau III donne des indications chronologiques sur les pulvérisations à action rémanente effectuées à l'intérieur des habitations dans les zones considérées. Les autres mesures insecticides non mentionnées sur ce tableau comprenaient des opérations larvicides effectuées soit par épandage aérien au voisinage immédiat des zones infestées par A. sacharovi (de 1946 à 1956), soit au sol à proximité d'Anthili, de Chalastra et de Haghios Athanassios (de 1947 à 1959). Ces deux catégories d'opérations larvicides ont été faites surtout avec du DDT mais aussi, de 1954 à 1956, au moyen d'insecticides du groupe de la dieldrine. Des insecticides à usage domestique, contenant très souvent des hydrocarbures chlorés, ont aussi été utilisés régulièrement - et le sont probablement encore - par une proportion considérable de la population rurale pour des pulvérisations en chambre destinées à réduire la nuisance des moustiques.

Outre ces opérations "de santé publique", des insecticides chlorés et organo-phosphorés, achetés habituellement au Crédit agricole de Grèce au moyen de prêts à long terme, sont utilisés en quantités extrêmement variables pour lutter contre les insectes qui attaquent toutes les principales cultures et beaucoup de cultures de moindre importance, en particulier sur les terres irriguées. C'est ainsi que les larves de Chironomidae dans les rizières sont combattues par une ou deux applications d'HCH ou d'aldrine habituellement à forte dose, faites peu après l'immersion des terres. On lutte contre les parasites du coton avec des insecticides organo-phosphorés ainsi qu'avec un mélange de DDT et d'HCH en poudre qui se répand dans l'eau d'irrigation et peut en outre, sous l'action du vent, atteindre d'autres gîtes larvaires d'anophèles dans le voisinage. Les plantes porteuses de légumes ou de fruits (haricots, salades, melons, etc.) sont souvent aussi traitées avec des insecticides divers, de même que certains arbres fruitiers.

Des exemples particuliers de cette pression sélective "multiforme" seront donnés en temps voulu.

Pour envisager objectivement la situation d'ensemble en matière de résistance, il ne faut pas oublier non plus que beaucoup des zones étudiées ont été choisies il y a quelques années parmi celles où l'on savait ou supposait que la résistance et/ou la pression sélective étaient les plus fortes.

2. RESULTATS DES EPREUVES PORTANT SUR A. SACHAROWI ET ANALYSE CRITIQUE

2.1 Résultats obtenus avec le DDT (tableau II)

Sur la base des critères concrets énoncés dans le document WHO/Mal/266 (pourcentage de mortalité obtenu après 60 minutes d'exposition à du DDT à 4 % et 24 heures d'observation) et à la suite d'un travail de compilation où l'on a aussi tenu compte des courbes de régression dose-mortalité, ainsi que de temps d'exposition plus longs, on peut classer comme suit les populations de A. sacharovi mises à l'épreuve en 1960 dans douze zones :

- sensible, à : 1) Dystos; et 2) Katohi (mortalité de 100 % et 96 %, respectivement, après 60 minutes d'exposition);
- intermédiaire "A" (légèrement ou modérément tolérante), à : 1) Aloros; 2) Anthili; 3) Drakospilia; 4) Haghios Athanassios; 5) Kalamaki; et 6) Nisseloudi. (mortalité de 70 à 80,6 % après 60 minutes d'exposition et, là où des épreuves ont été faites, de 82,5 à 100 % après 120 minutes d'exposition);
- intermédiaire "B" (plus tolérante que la catégorie précédente), à : 1) Chalastra; et 2) Souli (mortalité de 52,4 % et 62,5 % respectivement, après 60 minutes d'exposition ou, dans le cas de Chalastra, de 71,4 % à 88 % après 120 minutes d'exposition);
- "tangente": à Koutson (mortalité de 50 % après 60 minutes d'exposition, mais avec un petit échantillon d'épreuve);
- résistante : à Leimonas (mortalités de 38, 74,6, 89,5 et 99,3 % après 60, 120, 240 et 480 minutes d'exposition respectivement).

Les deux épreuves faites dans la localité même de Skala - qualifiées de "spéciales" au tableau II - ont porté sur des générations F_1 de A. sacharovi artificiellement choisies, c'est-à-dire sur des spécimens élevés à la station d'expérimentation sur le paludisme de Skala à partir d'oeufs déposés par des femelles capturées

sur le terrain qui avaient survécu à 60 minutes d'exposition au DDT à 4 %. Le tableau IV donne les résultats détaillés de ces épreuves, ainsi que ceux d'épreuves faites avec 60 minutes d'exposition à Leimonas, localité située à 3 km seulement et où les autres conditions sont sensiblement analogues. Le graphique 1 donne les lignes respectives de régression dose-mortalité.

Ces données peuvent aider à analyser la nature de la perte de sensibilité de A. sacharovi au DDT. Ce phénomène a été attribué tantôt à une résistance véritable tantôt, pour expliquer les faibles degrés constatés, à une interaction entre une résistance véritable et une irritabilité (de Zulueta, 1959) ou éventuellement à une augmentation de la tolérance due à la vitalité de l'insecte (vigour tolerance) (Davidson, 1958a, 1958b). Cette dernière interprétation serait corroborée par l'observation simultanée d'une résistance spécifique à la dieldrine (Davidson, 1958a).

Le tableau IV et le graphique 1 indiquent que la résistance opposée par les spécimens locaux de A. sacharovi est peut-être un peu renforcée par une sélection plus poussée, ce à quoi on ne saurait s'attendre dans un cas de vigour tolerance (Davidson, 1958b).

Les échantillons d'épreuve ayant été assez restreints dans la localité même de Skala, on s'est efforcé de voir si, en analysant soigneusement d'autres lignes de régression dose-mortalité, selon les principes énoncés par Hoskins & Gordon (1956), on ne constaterait pas également chez cette espèce une résistance véritable. Le graphique 2 donne les lignes de régression dose-mortalité correspondant à 60 minutes d'exposition au DDT dans trois zones (Katohi, Nisseloudi et Leimonas, classées respectivement dans les catégories "sensible", "intermédiaire" et "résistante") où les échantillons d'épreuve étaient les plus importants parmi ceux qui ont été exposés pendant 60 minutes (275, 437 et 499 spécimens respectivement, y compris les témoins). On observe une diminution de l'inclinaison de la ligne de régression dose-mortalité à Nisseloudi par rapport aux deux lignes tracées de part et d'autre. Quoiqu'il n'ait été constaté aucune réaction "en plateau", ni à Nisseloudi ni dans les autres zones "intermédiaires" (sauf celle de Koutson, où l'épreuve n'a porté que sur 80 spécimens), le graphique 2 peut être interprété comme témoignant également d'une résistance véritable plutôt que de l'induction

d'une vigour tolerance. Par contre, la pente des lignes A et C sur le graphique 2 est plutôt modérée, ce qui peut également témoigner d'une résistance véritable, transmise héréditairement par l'intervention d'un seul facteur (Brown, 1959).

Le graphique 3, relatif à A. sacharovi à Leimonas, donne un bon exemple des lignes de régression dose-mortalité obtenues à mesure que la durée d'exposition augmente progressivement (de 1 à 8 heures), la mortalité demeurant toujours inférieure à 100 %. Le nombre des spécimens a été très suffisant pour chaque épreuve (respectivement 499, 647, 644 et 640, y compris les témoins).

Les épreuves pratiquées en 1960 avec le DDT ont montré, comme précédemment (Belios, 1960a, 1960b), que chez cette espèce la gamme des degrés de résistance, quoique beaucoup plus restreinte qu'avec la dieldrine (voir paragraphe suivant), demeure étonnamment étendue. Il paraît encore plus surprenant, à première vue, que les populations locales de A. sacharovi aient conservé toute leur sensibilité dans des zones comme celle de Katohi. Ces points seront analysés plus en détail au paragraphe 2.3.

2.2 Résultats obtenus avec la dieldrine (tableau II)

Sur une base analogue (pourcentage de mortalité correspondant à la plus forte dose d'épreuve, c'est-à-dire dieldrine à 1,6 %, et lignes de régression logarithmique des probites), les populations de A. sacharovi mises à l'épreuve dans dix zones peuvent être classées comme suit :

- sensible : à Dystos (mortalité de 100 % après 60 minutes d'exposition);
- intermédiaire "A" : à Katohi (de 85 %, la mortalité augmente à 98 % après 120 minutes d'exposition);
- intermédiaire "B", à : 1) Chalastra (52,4 %¹); et 2) Kalamaki (86 % après 240 minutes);

¹ Dans la seconde série d'épreuves effectuées à Chalastra, les mortalités obtenues avec la dieldrine à 1,6 % ont été de 66,7, 72, 80 et 96 % après 120, 240, 480 et 980 minutes d'exposition, respectivement.

- moyennement résistante, à : 1) Aloros; et 2) Anthili (>50 % après 120 minutes d'exposition ou >80 % après 240 minutes);
- très résistante, à : 1) Nisseloudi; 2) Drakospilia; et 3) Haghios Athanassios (>35 % après 120 minutes d'exposition ou >60 % après 240 minutes);
- extrêmement résistante : à Asterion (mortalité nulle après 60 ou 120 minutes d'exposition et de 1,3 % seulement après 240 minutes et 6,3 % après 480 minutes).

Les lignes de régression dose-mortalité, pour des durées identiques d'exposition, présentent, si on les dispose dans l'ordre indiqué, une succession à peu près continue de formes, allant de la ligne droite d'inclinaison moyenne - pour la population sensible d'A. sacharovi capturée à Dystos - à des courbes se rapprochant de plus en plus de l'horizontale et présentant des réactions "en plateau" à mesure qu'on avance vers les catégories intermédiaires, puis résistantes. On ne constate aucune accentuation de l'inclinaison, même avec les durées d'exposition les plus longues. Un tel phénomène aurait pu être observé avec des concentrations plus fortes, à moins que (comme cela semble probable, tout au moins à Asterion), une fraction assez considérable de la population anophélienne ne fût devenue totalement insensible à cet insecticide. Un fait demeure certain : comme on l'a déjà constaté, nous avons affaire ici à une résistance véritable, de caractère spécifique, qui atteint dans une zone un degré très élevé.

2.3 Relation entre le niveau de résistance et le degré et le mode de pression sélective

Comme on l'a déjà vu aux paragraphes 2.1 et 2.2, un des traits les plus caractéristiques des épreuves faites en 1960 (et précédemment) sur A. sacharovi a été la gamme très étendue des niveaux de résistance (surtout à la dieldrine). Un autre point important est l'impossibilité pratique d'observer, dans plusieurs zones, une corrélation quelconque entre le niveau de résistance constaté et le degré de pression sélective, si l'on ne tient compte que des pulvérisations antérieures d'insecticides à action rémanente (tableau III). En voici des exemples typiques :

Dans la région de Skala, c'est à Asterion, à Leimonas et dans la localité même de Skala que les niveaux de résistance au DDT et à la dieldrine ont été les plus élevés. Cependant, ces localités n'ont reçu au cours des cinq dernières années qu'une seule pulvérisation à action rémanente de dieldrine en 1957 et une autre d'insecticides organo-phosphorés effectuée par l'équipe internationale d'essais de l'OMS en 1959.

A l'extrême opposé se situe la zone de Katohi qui a reçu des insecticides à effet rémanent pendant 15 années consécutives, notamment cinq applications systématiques de DDT et quatre d'HCH ou de dieldrine pendant les cinq dernières années. Actuellement, cependant, la population locale d'A. sacharovi est pratiquement sensible au DDT et n'entre dans la catégorie intermédiaire "A" que par rapport à la dieldrine (tableau III et paragraphes 2.1 et 2.2).

Entre ces "extrêmes", on rencontre plusieurs situations intermédiaires, ainsi que des situations "normales", dans lesquelles le degré de résistance peut être considéré comme plus ou moins conforme à la pression d'insecticide résultant d'applications de substances à action rémanente dans les maisons.

Pour essayer d'éclaircir la situation, l'auteur a sollicité et obtenu du Ministère de l'Agriculture des renseignements sur les genres et les quantités d'insecticides utilisés à des fins agricoles dans les zones où l'on étudiait la résistance de A. sacharovi. Les renseignements ainsi recueillis permettent de discerner dans plusieurs cas une corrélation approximative mais assez nette entre les quantités d'insecticide utilisées pour l'agriculture et les niveaux de résistance observés. Sans entrer dans les détails, on peut mentionner que dans la zone de Skala, les insecticides à usage agricole (DDT, HCH, endrine, aldrine, produits organo-phosphorés) ont été "largement utilisés". A Katohi, au contraire, l'utilisation des insecticides de ce genre (DDT, organo-phosphorés) a été "très limitée". Parmi les autres régions où l'importance du recours à ces insecticides n'est pas incompatible avec le degré de résistance constaté se trouvaient Nisseloudi et Aloros (DDT, HCH, O-P) et Kalamaki (DDT, O-P). Dans quelques zones, la situation demeure ambiguë. A Drakospiliā et Koutson où les degrés de résistance sont assez élevés, les seuls insecticides dont l'utilisation à des fins agricoles ait été signalée appartiennent au groupe des

organo-phosphorés. A moins de supposer qu'il y ait des lacunes dans les données concernant l'utilisation d'insecticides acquis à titre privé pour l'agriculture ou, comme on l'a observé pour d'autres arthropodes, que les insecticides organo-phosphorés employés seuls ou associés à des hydrocarbures chlorés, peuvent rendre résistants à ces derniers, il y aurait peut-être lieu de retenir comme autre agent de sélection possible les insecticides à usage domestique (voir Introduction) que l'auteur avait déjà incriminés il y a plusieurs années (Belios, 1954).

Il ressort de cette analyse que la situation rencontrée dans les conditions naturelles est très complexe et n'autorise donc aucune déduction catégorique.¹ Mais il semble bien, dans l'ensemble, que la sélection opérée au stade larvaire soit, pour cette espèce, un mécanisme important - le plus important peut-être. L'existence d'un phénomène de ce genre a déjà été soupçonnée dans le cas des opérations larvicides par avion (Belios, 1960a). Il semble ressortir des données actuelles que les insecticides à usage agricole sont sans doute au moins aussi efficaces.

2.4 Comparaison des niveaux de résistance au DDT et à la dieldrine observés en 1959 et 1960

Dans un exposé antérieur (Belios, 1960a), l'auteur avait comparé toutes les valeurs connues de la CL_{50} obtenues avec le DDT dans sept zones infestées par A. sacharovi et étudiées pendant deux ou trois ans. Le tableau V ci-après n'indique les résultats concernant cette espèce que pour 1959 et 1960. Il a l'avantage de présenter des données pour le DDT aussi bien que pour la dieldrine; en outre, les résultats qu'il présente sont plus uniformes du fait qu'ils ont tous été obtenus avec la même technique (la méthode d'épreuve OMS la plus récente).

On verra qu'à l'exception de Chalastra (pour le DDT) et d'Haghios Athanassios (pour la dieldrine), tous les autres changements intervenus dans un sens ou dans un

¹ On espère obtenir davantage de précisions avec les nouvelles épreuves de sélectivité sur les adultes et sur les larves qui sont prévues pour 1961. Mais, là encore, on ne peut escompter aucun résultat au-delà de la génération F_1 par suite de l'impossibilité d'élever des colonies de A. sacharovi.

autre ont été peu importants. Comme normalement les populations sauvages de A. sacharovi sont génétiquement hétérogènes et que la pression sélective exercée par les insecticides utilisés en agriculture varie d'une année à l'autre, même les fluctuations les plus importantes de la CL_{50} ne sont pas surprenantes.

L'auteur avait récemment eu l'impression (1960a) que la résistance au DDT avait probablement tendance à diminuer légèrement au cours des années postérieures à l'arrêt des pulvérisations aériennes, mais les résultats obtenus en 1960 n'ont pas confirmé cette présomption. Il semble toujours bien que, dans l'ensemble, le spectre et l'ampleur de la résistance ne se sont pas sensiblement modifiés depuis trois ou quatre ans, et peut-être même depuis plus longtemps si l'on peut se fier entièrement aux données recueillies sur le terrain.

2.5 Corrélation entre la résistance au DDT et la résistance à la dieldrine

C'est en fonction des taux de mortalité correspondant aux plus fortes concentrations testées en 1960 qu'on peut le plus facilement analyser cette corrélation.

Les populations de A. sacharovi capturées à Dystos et à Chalastra entrent, pour chaque insecticide, dans la même catégorie quant à leur degré de sensibilité (ou de résistance).

Dans les sept autres zones où des épreuves ont été faites avec les deux insecticides, on constate également une corrélation positive, bien que les niveaux de tolérance ou de résistance relative soient généralement plus élevés vis-à-vis de la dieldrine que du DDT. Il en va de même à Leimonas (zone étudiée pour le DDT) et à Asterion (zone étudiée pour la dieldrine) qui ne sont distantes que de 4,5 km (région de Skala). A cet égard, la situation ressemble à celle qui a pu être constatée en Amérique centrale pour A. albimanus.

3. RESULTATS DESEPREUVES PORTANT SUR A. MACULIPENNIS ET A. SUPERPICTUS ET ANALYSE CRITIQUE

A. maculipennis

En 1960, des épreuves ont eu lieu dans trois zones. Dans deux de ces zones (Nissi et Poros) où la variété la plus courante est A. maculipennis maculipennis, il

faut considérer comme normales les valeurs de la CL_{50} , ainsi que les mortalités constatées après 60 minutes d'exposition avec la plus forte concentration utilisée (100 % pour le DDT comme pour la dieldrine). On peut noter qu'en 1958, dans une autre zone, une CL_{50} de 2 % pour le DDT (WHO/Mal/242; Belios, 1960b) avait été enregistrée pour cette variété témoignant d'une certaine tolérance.

A. Photini, où la variété la plus courante est A. maculipennis subalpinus, il semble exister également une certaine tolérance au DDT ($CL_{50} = 1,7$ %; 80 % de mortalité après 60 minutes d'exposition, n'atteignant 100 % qu'après 120 minutes d'exposition). Sans doute, l'échantillon d'épreuve était-il restreint, mais une CL_{50} très comparable (1,6 %) avait été constatée pour cette variété à Stymphalia (nord du Péloponnèse) en 1958 (voir WHO/Mal/242).

Si l'on compare les résultats obtenus en 1959 et 1960 à Nissi, Poros et Photini, on constate seulement des fluctuations faibles ou moyennes dans un sens ou dans l'autre pour l'un ou l'autre des deux insecticides, comme l'indique le tableau VI.

A. superpictus

Quatre zones ont été étudiées en 1960. Les résultats obtenus avec le DDT et avec la dieldrine indiquent une sensibilité normale, sauf peut-être dans la zone d'Agra où 60 minutes d'exposition à 1,6 % de dieldrine n'ont pas suffi à tuer tous les spécimens (98,1 %). Des résultats précédemment obtenus sur le terrain (Belios, 1954) avaient déjà donné lieu à la même conclusion.

Les données comparables recueillies entre 1959 et 1960 dans trois des zones susmentionnées montrent un accroissement de la sensibilité aux deux insecticides dans deux de ces zones et une diminution dans la troisième (tableau VI).

4. RESUME

Les résultats des épreuves portant sur la résistance au DDT et à la dieldrine qui ont été faites par l'OMS en 1960 dans un groupe de zones "défavorables" sont présentés sous forme de tableaux et de graphiques et assortis d'une analyse critique.

Sur la base des critères concrets proposés dans le document WHO/Mal/266, les populations d'A. sacharovi dont la résistance au DDT a été éprouvée dans douze zones se sont révélées, soit sensibles (dans deux zones), soit "intermédiaires" (dans huit zones), soit résistantes (dans une zone); les résultats concernant l'une des zones n'étaient pas probants ("tangents"?). Dans une autre zone encore, les épreuves ont porté sur des générations F_1 artificiellement sélectionnées. Plusieurs considérations témoignent pour cette espèce d'une résistance véritable au DDT, plutôt que d'une augmentation de tolérance due à la vitalité de l'insecte (vigour tolerance).

En fonction des mêmes critères, A. sacharovi s'est révélé sensible à la dieldrine dans une zone, intermédiaire dans trois autres et moyennement ou fortement résistant dans les six autres zones. Dans l'une d'elles, une exposition pendant 480 minutes à de la dieldrine à 1,6 % n'a réussi à tuer que 6,3 % des spécimens d'épreuve. Une véritable résistance à la dieldrine se trouve ainsi confirmée une fois de plus.

Il existe incontestablement une corrélation entre la résistance au DDT et la résistance à la dieldrine chez A. sacharovi, mais une double résistance manifeste n'a jusqu'à présent été constatée que dans la région de Skala. Les niveaux de résistance aux deux insecticides dans plusieurs zones et l'étendue géographique de la résistance elle-même semblent n'avoir subi que peu de changements au cours des dernières années. La pression sélective exercée sur A. sacharovi au stade larvaire par suite d'une contamination accidentelle des gîtes par les insecticides utilisés en agriculture joue probablement un rôle plus important que la pression résultant des pulvérisations à effet rémanent, effectuées à l'intérieur des locaux.

Cette série d'épreuves, comme les précédentes, a permis de constater que les deux variétés A. maculipennis et A. superpictus sont en règle générale pleinement sensibles, soit au DDT, soit à la dieldrine, et ne présentent qu'exceptionnellement une légère tolérance au DDT (dans le cas de A. maculipennis) ou à la dieldrine (dans le cas de A. superpictus).

REMERCIEMENTS

L'auteur exprime sa reconnaissance à la Division de l'Eradication du Paludisme de l'Organisation mondiale de la Santé qui lui a fourni les nécessaires d'épreuve.

Il tient aussi à remercier le Ministère de la Prévoyance sociale de Grèce de son assistance matérielle, grâce à laquelle l'exécution du programme d'épreuves a été rendue possible.

Il désire également remercier le Ministère de l'Agriculture de Grèce pour les renseignements concernant l'emploi des insecticides en agriculture.

Enfin, il tient à rendre hommage à ses assistants sur le terrain, MM. S. Anghelakos, N. Zissopoulos, S. Georgiadis et J. Zographos, attachés aux stations d'expérimentation sur le paludisme de Skala, Lamia et Provatas et au Département de Paludologie et de Médecine tropicale de l'Ecole d'Hygiène d'Athènes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Belios, G. D. (1954) Observations et épreuves portant sur la résistance des anophélins aux insecticides chlorés en 1953. Arch. Hyg. (Athinaï), 148-176 (en grec, avec un résumé en anglais)
- Belios, G. D. (1960a) DDT resistance in A. sacharovi and control in Greece. Riv. Malar., 1-3, 1
- Belios G. D. (1960b) Résistance des anophèles aux insecticides. Situation actuelle. Document de travail EURO-148.2 non publié, présenté à la Conférence OMS sur l'Eradication du Paludisme dans la Région européenne, Palerme, 1960
- Brown, A. W. A. (1959) Inheritance of insecticide resistance and tolerance. Misc. Public. of the Entomol. Soc. of Amer., 1, 20
- Davidson, G. (1958a) Studies of insecticide resistance in Anopheles mosquitos. Bull. Org. mond. Santé, 18, 579
- Davidson, G. (1958b) The practical implications of studies on insecticide resistance. Ind. J. Malar., 12, 413
- Hoskins, W. M. & Gordon, T. H. (1956) Arthropod resistance to chemicals. Ann. Rev. Ent., 1, 89
- Zulueta, J. de (1959) Insecticide resistance in A. sacharovi. Bull. Org. mond. Santé, 20, 797

Les résultats des épreuves de résistance faites dans différents pays, y compris la Grèce, ont été publiés dans les documents suivants :

WHO/Mal/189/WHO/Insecticides/63, du 2 juin 1957

WHO/Mal/203/WHO/Insecticides/77, du 24 avril 1958

WHO/Mal/242/WHO/Insecticides/100, du 15 septembre 1959

WHO/Mal/266, du 8 juillet 1960

TABLEAU I. RESUME DES EPREUVES OMS SUR LA RESISTANCE AUX INSECTICIDES
DES VECTEURS ANOPHELIENS EN GRECE (1960)

Espèce	Nombre de zones étudiées	Nombre d'épreuves			Nombre de moustiques d'épreuve
		DDT	DLD	Total	
<u>A. sacharovi</u>	13	52	46	98	12 904
<u>A. maculipennis</u>	3	9	8	17	2 026
<u>A. superpictus</u>	4	12	12	24	2 319
TOTAL	20	73	66	139	17 249

TABLEAU II. RESULTATS DES EPREUVES OMS SUR LA RESISTANCE AUX INSECTICIDES DES ANOPHELES ADULTES
GRECE, JUIN-OCTOBRE 1960

(Entre parenthèses : nombre d'épreuves)

Popula- tion (1951)	Date des épreuves	Espèce	CI ₅₀ de DDT après une durée d'exposition de :			CI ₅₀ de dieldrine après une durée d'exposition de :				Observations	
			60 min.	120 min.	240 min.	480 min.	60 min.	120 min.	240 min.		480 min.
1	7-10 septembre	<u>A. sacharovi</u>	(1) 2,8	(3) 1,4	-	(1) 0,8	(1) 0,6	(1) 0,4?	(2) 0,37	-	-
2	1 540 29 juil.-1er août	"	(1) 2,8	(2) 1,6	-	(1) >1,6	(1) >1,6	(2) 0,45	-	-	-
3	" 25-28 août	"	(3) 1,7	-	-	(1) >1,6	(1) 1,0	(2) 0,32	-	-	-
4	96 15-21 juillet	"	-	-	-	(2) α	(2) α	(2) >>1,6	(2) >>1,6	-	-
5	4 547 28-29 juin	"	(1) 3,6	(1) 2,2	-	(1) 1,4	(1) 1,3	-	-	-	-
6	" 12-16 juillet	"	-	(1) 1,3	(1) 1,2	-	(1) 0,5	(1) 0,54	(1) 0,23	(1) 0,11	-
7	274 28-30 juin	"	(1) 3,3	(2) 2,6	-	(1) >1,6	(1) >1,6	-	-	-	-
8	476 28-30 juin	"	(2) 0,45	-	-	(2) 0,19	-	-	-	-	-
9	3 046 21-24 juin	"	(4) 2,5	-	-	(1) >1,6	(1) >1,6	(1) >1,6	-	-	-
10	550 6-9 juillet	"	-	(3) 1,7	-	-	-	(2) 0,35	-	-	-
11	2 246 18-20 août	"	(2) 1,0	-	-	(1) 0,22	(2) 0,05	-	-	-	-
12	567 5 août	"	(1) > 4	-	-	-	-	-	-	-	-
13	472 6-14 juillet	"	(2) > 4	(3) 2,8	(3) 1,9	-	-	-	-	-	-
14	180 2-9 septembre	"	(4) 2,4	(2) 0,9	-	(4) >>1,6	(1) >1,6	(2) 0,5	-	-	-
15	1 938 8-10 août	"	(2) > 4	-	-	-	-	-	-	-	Epreuve spéciale
16	" 7-8 octobre	"	(2) > 4	-	-	-	-	-	-	-	"
17	83 6-7 octobre	"	(2) 2,7	-	-	-	-	-	-	-	-
18	533 23-25 juillet	Type <u>A. maculip.</u>	(2) < 0,5	-	-	(2) 0,08	-	-	-	-	-
19	184 12-15 juillet	<u>A. maculip. subalpinus</u>	(1) 1,7	(2) < 0,5	-	(2) < 0,1	-	-	-	-	-
20	412 21-27 juillet	Type <u>A. maculip.</u>	(4) 0,67	-	-	(4) 0,12	-	-	-	-	-
21	237 20-22 septembre	<u>A. superpictus</u>	(3) 0,46	-	-	(3) 0,26	-	-	-	-	-
22	23 4-5 août	"	(2) 0,25	-	-	(2) <<0,1	-	-	-	-	-
23	537 23-24 juillet	"	(2) 0,2	-	-	(2) <<0,1	-	-	-	-	-
24	118 10-13 août	"	(4) 0,22	-	-	(4) <0,1	-	-	-	-	-

TABIEAU III. TABLEAU CHRONOLOGIQUE DES PULVERISATIONS DE SUBSTANCES A ACTION REMANENTE
FAITES EN GRECE DE 1946 A 1960

No.	Zone	District	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
1	Aloros	Emathia	DDT	DDT	DDT	DDT	-	-	-	-	LIN, CHL	DLD, HCH, CHL	-	DDT, DLD	DDT, HCH, CHL	DDT, DDT, DDT	DDT
2	Anthill	Phthiotis	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	CHL	DLD	-	HCH, DDT	-	-	DDT, DLD
3	Asterion	Lakonia	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	-	DLD	-	-	-
4	Chalastra	Saloniki	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	CHL	DLD, CHL	-	HCH, DDT	DDT	DDT, DDT	DDT, DDT
5	Drakospilla	Phthiotis	DDT	-	-	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	LIN	CHL	-	-	-	-	-
6	Dystos	Euboea	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	CHL	CHL	-	HCH, DDT	-	-	DDT
7	Hagh. Athanassios	Drama	-	DDT	DDT	DDT	DDT	-	-	-	CHL	DLD	HCH	HCH, DDT	HCH, DDT	DDT	DDT, DDT
8	Kalamaki	Larissa	DDT	DDT	-	-	DDT	DDT	DDT	-	DDT, CHL	DLD	HCH	HCH	DDT	DDT	DDT
9	Katohi	Etolia	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DLD, CHL	DLD, CHL	HCH, DLD	HCH, DDT	DDT	DDT, HCH	DDT, DDT
10	Koutson	Xanthi	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	DDT	DLD, DDT	DLD	CHL	HCH, DDT	-	DDT	DDT
11	Leimonas	Lakonia	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	DDT	-	CHL	CHL	-	DLD	-	-	-
12	Nisselondi	Emathia	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	DDT	DDT, CHL	DDT, DLD, CHL	HCH	DDT	DDT	DDT, HCH	-
13	Skala	Lakonia	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	DDT	-	CHL	CHL	-	DLD	-	-	-
14	Souli	Lakonia	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	-	-	CHL	CHL	-	-	-	-	-
15	Nissi	Pella	-	-	-	-	DDT	-	DDT	DDT	LIN	DDT, CHL	HCH	-	DDT	DDT, DDT	DDT, DDT
16	Photini	Kastoria	DDT	DDT	-	-	DDT	DDT	-	-	CHL	-	-	-	-	-	-
17	Poros	Eryros	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	DDT	DLD, CHL	CHL	HCH, DDT	-	-	-
18	Agra	Rhodopi	-	-	-	DDT	DDT	-	-	-	-	DLD	CHL	DLD, DDT	-	-	-
19	Karavas	Lakonia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Paliouri-Kastri	Phthiotis	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	DDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Skiaða	Rhodopi	-	-	-	DDT	DDT	-	-	-	-	DLD	CHL	DLD, DDT	-	-	-

TABLEAU IV. MORTALITES DES A. SACHARQVI ADULTES APRES 60 MIN. D'EXPOSITION;
REGION DE SKALA (GRECE), 1960

Zone	Date des épreuves	Concentration de DDT (pourcentage)				Témoins
		0,5	0,1	2,0	4,0	
Leimonas	6-7 juillet	1 (100)	3 (100)	11 (100)	38 (100)	0 (99)
Skala (localité)*	8-10 juillet	0 (30)	0 (30)	3,3 (30)	20 (30)	0 (30)
" " *	7-8 octobre	0 (20)	0 (20)	5 (20)	30 (20)	0 (20)

(Entre parenthèses : nombre de spécimens d'épreuve)

* Epreuves spéciales (F_1).

TABLEAU V. COMPARAISON DES VALEURS DE LA CL_{50} OBTENUES EN 1959 ET 1960
CHEZ DES A. SACHARQVI ADULTES

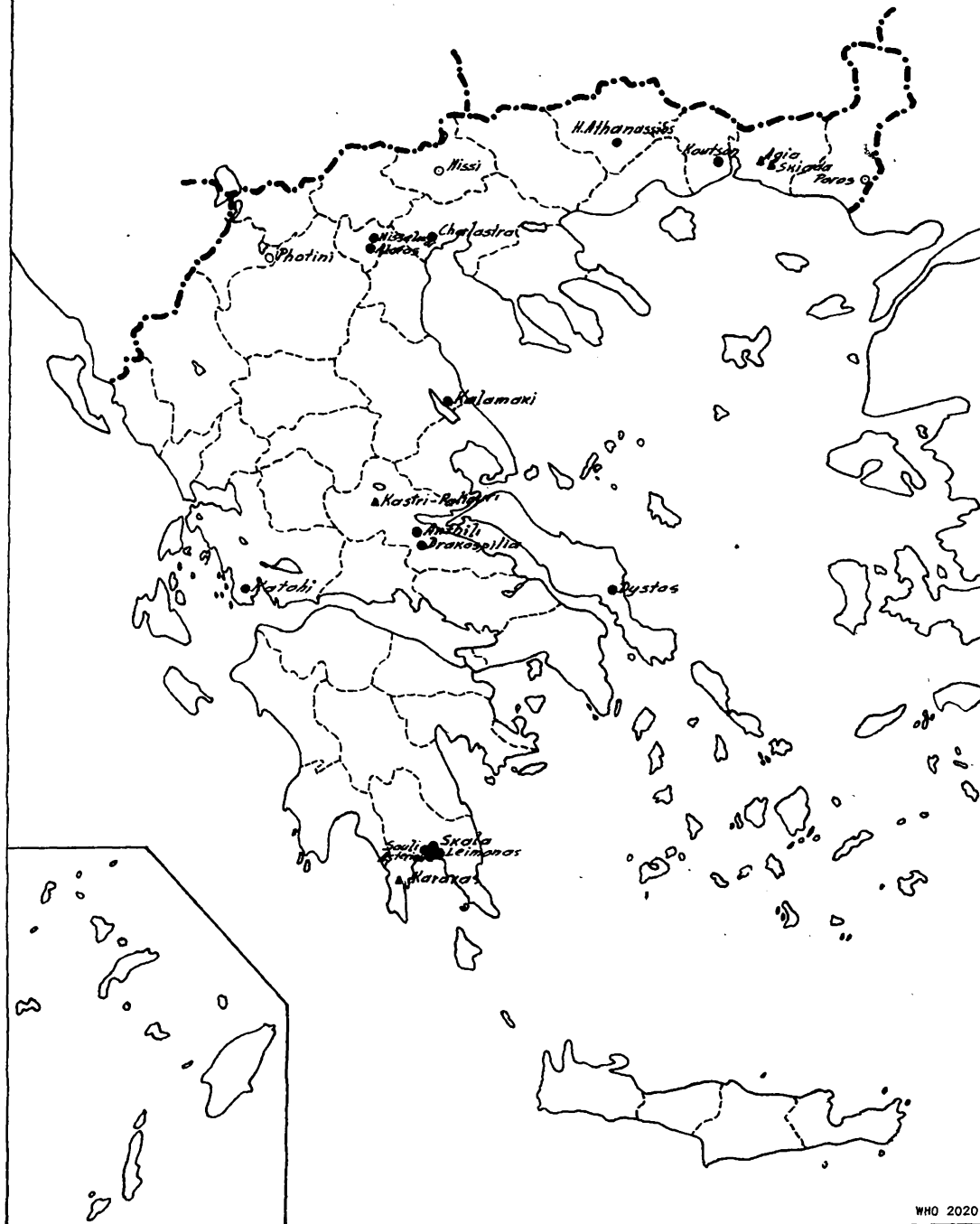
No	Zone	CL_{50} de DDT		CL_{50} de DLD	
		1959	1960	1959	1960
1	Aloros	2,3	2,8	1,0	0,8
2	Chalastra	1,0	3,6	-	-
3	Drakospilia	2,4	3,3	-	-
4	Dystos	1,6	0,45	0,25	0,19
5	Hagh. Athanassios	1,4	2,5	0,4	>1,6
6	Katohi	1,0	1,0	0,16	0,22
7	Koutson	3,4	≥4,0	-	-

TABLEAU VI. COMPARAISON DES VALEURS DE LA CL₅₀ OBTENUES EN 1959 ET 1960
CHEZ DES A. MACULIPENNIS ET A. SUPERPICTUS ADULTES

No	Zone	CL ₅₀ de DDT		CL ₅₀ de DLD		Espèce
		1959	1960	1959	1960	
1	Nissi	1,1	<0,5	0,19	0,08	<u>A. maculipennis maculipennis</u>
2	Poros	0,7	0,67	0,08	0,12	" " "
3	Photini	1,1	1,7	0,28	<0,1	" " <u>subalpinus</u>
4	Agra	0,3	0,46	0,15	0,26	<u>A. superpictus</u>
5	Karavas	0,9	0,25	0,19	0,01	" "
6	Skiada	0,46	0,22	0,16	0,06	" "

ÉPREUVES OMS SUR LA RÉSISTANCE AUX INSECTICIDES,
GRÈCE, 1960

Carte I



WHO 2020

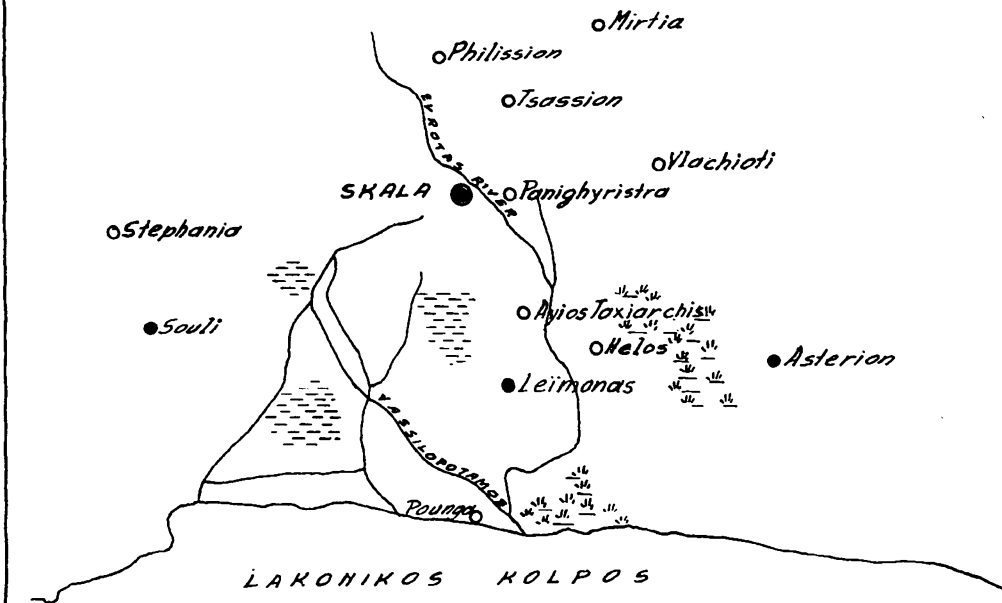
Moustiques d'épreuve

- A. sacharovi
- A. maculipennis (typicus ou subalpinus)
- ▲ A. superpictus

ÉPREUVES OMS SUR LA RÉSISTANCE AUX INSECTICIDES,
RÉGION DE SKALA, 1960

Carte II

Echelle: 1:100 000

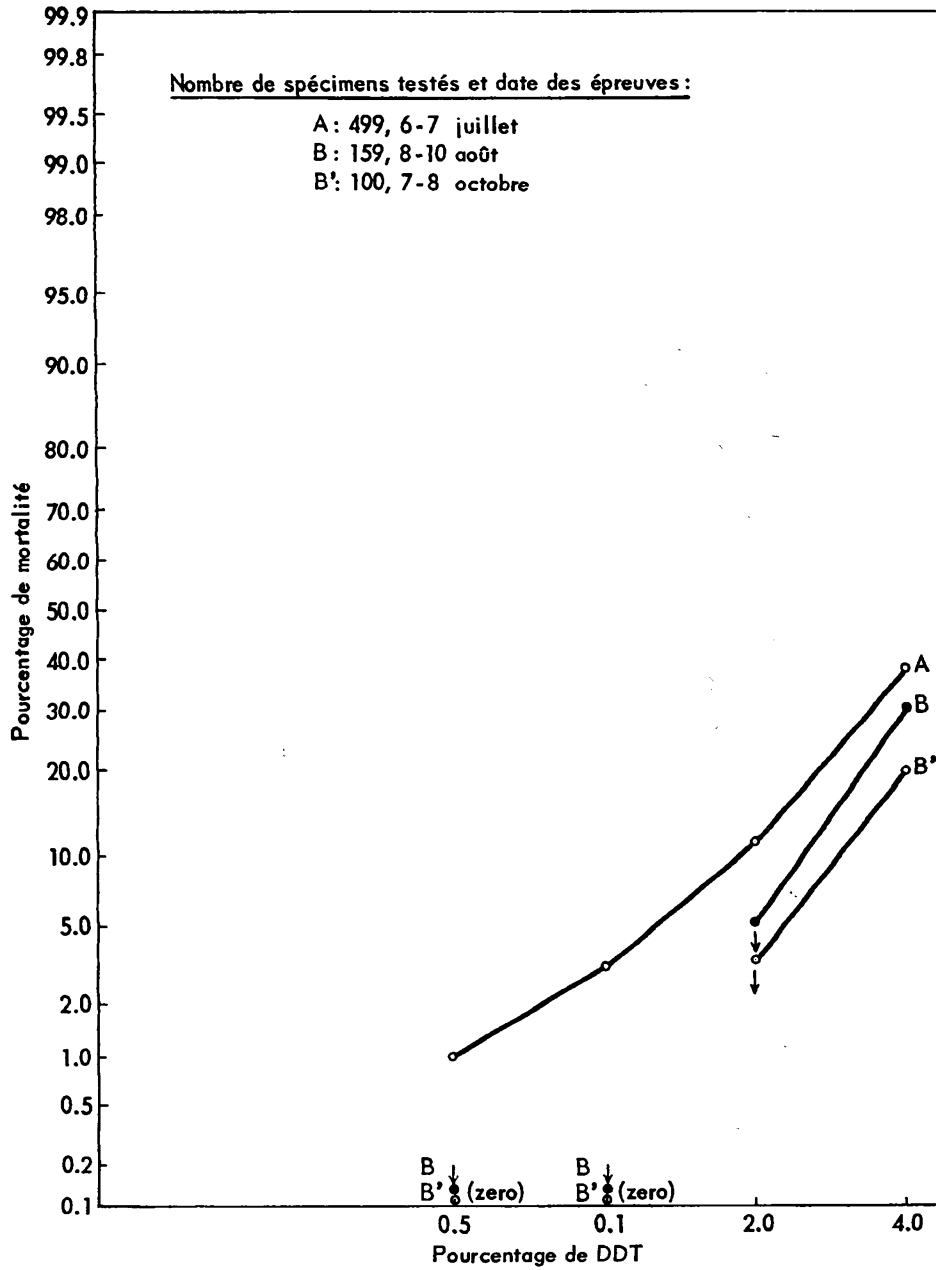


● Zones étudiées

WHO 2021

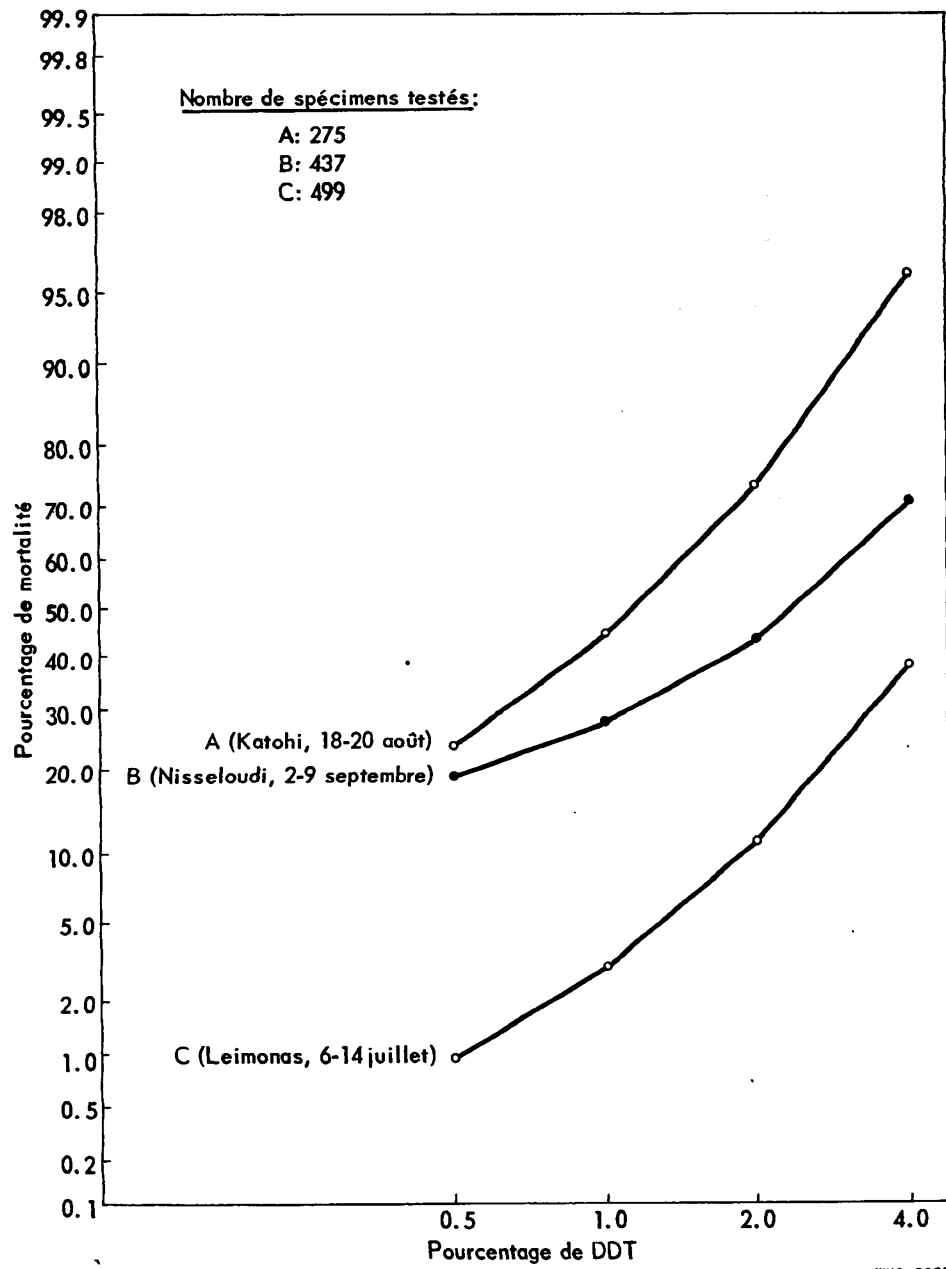
Graphique 1. Mortalité des *A. sacharovi* adultes après 60 min. d'exposition, région de Skala, 1960

Comparaison entre les lignes de régression logarithmique des probits pour des spécimens capturés dans la nature (ligne A, Leimonas) et des générations F₁ sélectionnées en laboratoire (lignes B et B', localité de Skala)



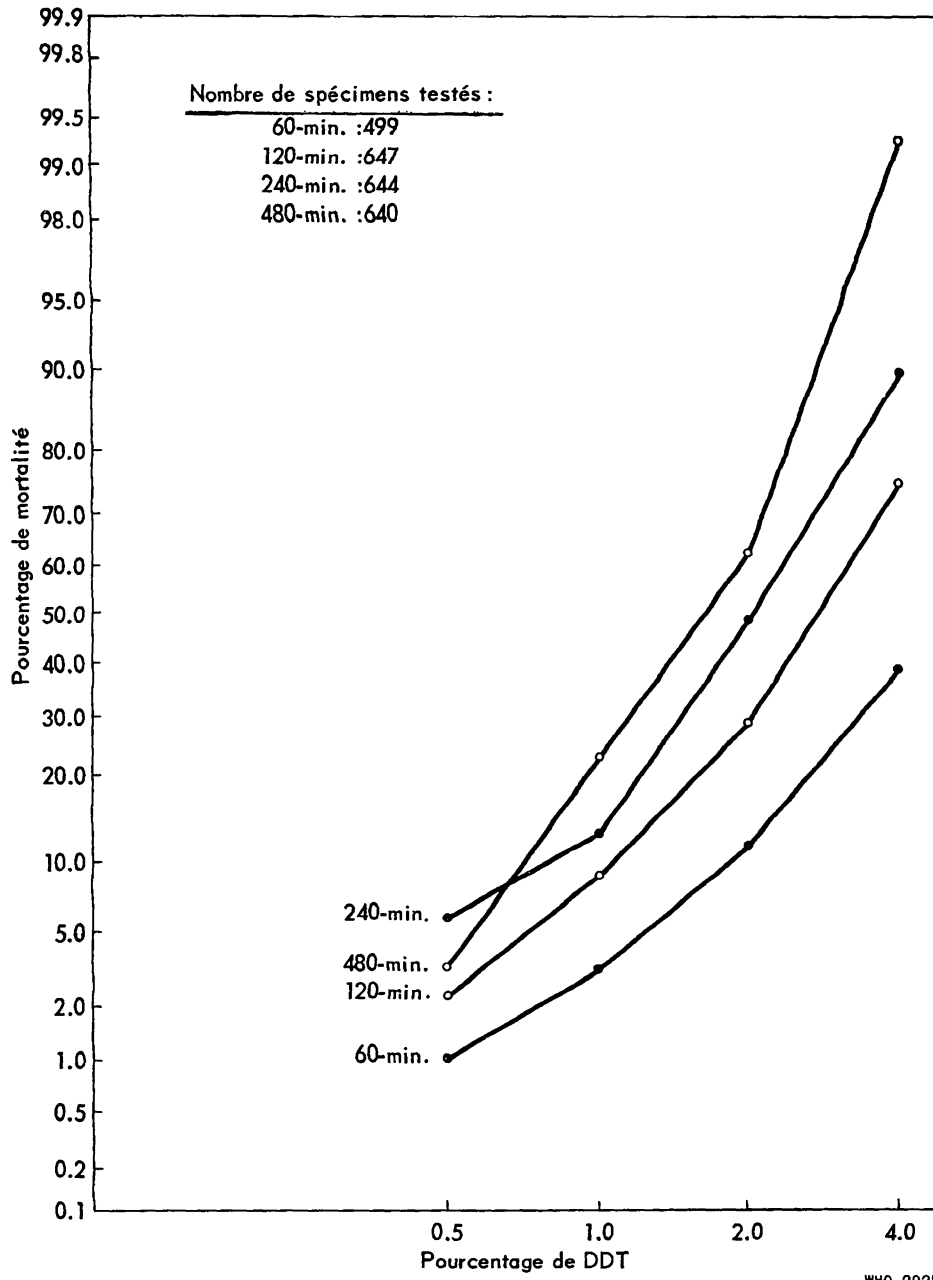
Graphique 2. Mortalité des *A. sacharovi* adultes après 60 min. d'exposition
Grèce, 1960

Comparaison entre les lignes de régression logarithmique des probits pour des zones à population locale sensible (A), "intermédiaire" (B) ou résistante (C)



Graphique 3. Mortalité des *A. sacharovi* adultes à Leimonas, région de Skala,
6-14 juillet 1960

Comparaison entre les lignes de regression logarithmique des probits pour des durées d'exposition de plus en plus longues



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;
- b) présenter à ces mêmes personnes et institutions des comptes rendus d'opérations et autres communications qui offrent un intérêt particulier, mais qui ne sont pas normalement imprimés dans les publications de l'OMS;
- c) faire connaître aux intéressés différents articles qui sont destinés à être publiés ultérieurement, mais qui, en raison de leur actualité, méritent une diffusion immédiate.

La publication d'un article dans cette série n'a donc rien d'officiel et, avec l'accord de l'auteur et de l'OMS, tout article ainsi publié pourra paraître aussi dans un périodique de l'OMS ou ailleurs.

Les articles signés n'engagent que leurs auteurs. La mention de fabricants et de produits commerciaux n'implique aucune recommandation ou approbation de la part de l'Organisation mondiale de la Santé.