

Ce rapport exprime les vues collectives d'un groupe international d'experts et ne représente pas nécessairement les décisions ou la politique officiellement adoptées par l'Organisation Mondiale de la Santé.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES

N° 87

**COMITÉ D'EXPERTS
DE L'ONCHOCERCOSE**

Premier rapport

	Pages
1. Symptomatologie et pathologie	3
2. Epidémiologie	6
3. Méthodes de lutte	14
4. Recherches	21
Annexe 1. Méthode pour éprouver la sensibilité ou la résistance des larves de simules aux insecticides.	23
Annexe 2. Méthodes d'évaluation du débit des cours d'eau pour la destruction des simules par le DDT	27
Annexe 3. Documentation à l'appui de l'ordre du jour	40

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
PALAIS DES NATIONS
GENÈVE

DÉCEMBRE 1954

COMITÉ D'EXPERTS DE L'ONCHOCERCOSE

Première session

Mexico, 23 novembre - 1^{er} décembre 1953

Membres :

- Professeur P. C. C. Garnham, London School of Hygiene and Tropical Medicine, Londres, Angleterre (*Rapporteur*)
- D^r J. R. de León, Institut de Recherches scientifiques, Jardin botanique, Université de San Carlos de Guatemala, Guatemala
- M. D. J. Lewis, Entomologiste, Stack Medical Research Laboratories, Ministry of Health, Khartoum, Soudan
- Professeur Luis Mazzotti, Laboratoire d'Helminthologie, Institut d'Hygiène et des Maladies tropicales, Mexico, D.F., Mexique (*Vice-Président*)
- Professeur P. F. Toulant, Institut d'Ophtalmologie tropicale, Faculté de Médecine de l'Université d'Alger, Algérie
- D^r L. Vargas, Professeur à l'Institut d'Hygiène et des Maladies tropicales, Mexico, D.F., Mexique
- Professeur M. Wanson, Institut de Médecine tropicale Prince Léopold, Anvers, et Université libre de Bruxelles, Belgique (*Président*)
- Professeur W. H. Wright, Chief, Laboratory of Tropical Diseases, National Microbiological Institute, National Institutes of Health (Public Health Service), Bethesda, Md., Etats-Unis d'Amérique

Consultants :

- Professeur M. Martínez-Báez, Directeur de l'Ecole de Santé publique et de l'Institut d'Hygiène et des Maladies tropicales, Mexico, D.F., Mexique
- D^r M. Puig Solanes, Services d'Ophtalmologie de l'Hôpital général et de l'Institut national de Cardiologie, Mexico, D.F., Mexique

Secrétariat :

- D^r W. M. Bonne, Directeur de la Division des Services des Maladies transmissibles, OMS
- Professeur M. Giaquinto, Section des Maladies endémo-épidémiques, OMS (*Secrétaire*)

La mention de certains articles ou produits par leur appellation commerciale ou nom déposé n'implique en aucune façon que l'Organisation Mondiale de la Santé les approuve ou les recommande de préférence à d'autres de même nature. Ces appellations ont été écrites avec une majuscule initiale qui permettra de les distinguer.

Le rapport sur la première session de ce comité a paru primitivement sous forme de document polycopié (WHO/Onchocerciasis/22), en date du 30 janvier 1954.

COMITÉ D'EXPERTS DE L'ONCHOCERCOSE

Premier rapport *

Le Comité d'experts de l'Onchocercose a commencé à tenir sa première session à Mexico du 23 au 26 novembre 1953 ; il s'est rendu ensuite, le 27 novembre, dans la zone infestée du district de Tapachula, puis est revenu le 29 novembre à Mexico, où les séances ont repris pour se terminer le 1^{er} décembre 1953.

Le D^r Ignacio Morones Prieto, Ministre de la Santé publique du Mexique, a souhaité la bienvenue aux membres du Comité.

Le D^r W. M. Bonne, Directeur de la Division des Services des Maladies transmissibles, en sa qualité de représentant du Directeur général de l'Organisation Mondiale de la Santé, a remercié les autorités mexicaines d'avoir invité le Comité d'experts de l'Onchocercose à tenir sa première session à Mexico et a ouvert la séance au nom du Directeur général.

Le Comité a élu le Professeur M. Wanson Président, le Professeur L. Mazzotti Vice-Président, et le Professeur P. C. C. Garnham Rapporteur.

L'ordre du jour provisoire présenté par le Directeur général de l'Organisation Mondiale de la Santé a été approuvé et adopté.

1. SYMPTOMATOLOGIE ET PATHOLOGIE

Les symptômes de l'onchocercose varient plus ou moins selon les régions. Le Comité a pris note des différences entre la maladie africaine et la maladie américaine.

* Au cours de sa quatorzième session, le Conseil Exécutif a adopté la résolution suivante :

Le Conseil Exécutif

1. PREND ACTE du premier rapport du Comité d'experts de l'Onchocercose ;
2. REMERCIE les membres du Comité du travail qu'ils ont accompli ;
3. AUTORISE la publication du rapport.

(Résolution EB14.R2, *Actes off. Org. mond. Santé*, 57, 1)

1.1 Définitions de diverses altérations communément attribuées à l'onchocercose, mais qui pourraient avoir une étiologie différente

1.1.1 *Eléphantiasis*

Dans certaines parties de l'Afrique où *Wuchereria bancrofti* est rare ou absent, l'onchocercose ne s'accompagne pas d'éléphantiasis. Comme, d'autre part, on ne constate pas, en Amérique, de cas d'éléphantiasis dans les zones à onchocercose, il est logique de supposer que l'éléphantiasis n'est probablement pas un des symptômes de cette maladie.

En revanche, lors de certaines enquêtes effectuées en Afrique, on a constaté la présence de microfilaries dans les ganglions lymphatiques d'une forte proportion d'onchocerquiens, pouvant aller jusqu'à 67 %. Certains auteurs estiment que l'invasion des ganglions, soit seule, soit compliquée d'une autre affection, pourrait provoquer le syndrome éléphantiasique.

1.1.2 *Adéno-lymphocèle*

En Amérique, on n'observe jamais d'adéno-lymphocèle d'origine onchocerquienne, et, lorsque celui-ci existe chez les malades africains, il constitue probablement une complication d'une invasion lymphatique.

1.1.3 « *Craw-craw* »

L'affection dite « *craw-craw* » ou gale filarienne, qui est caractérisée par du prurit et de la lichénification de la peau, a probablement une étiologie indépendante de l'onchocercose.

1.2 Différence entre l'onchocercose africaine et l'onchocercose américaine

L'onchocercose africaine et l'onchocercose américaine présentent les importantes différences suivantes :

— D'après les données actuelles, au Guatemala et au Mexique, les nodules siègent plus fréquemment sur la tête et sur le tronc, alors que, en Afrique, ils sont plus souvent localisés à la ceinture pelvienne et aux membres inférieurs.

— Le prurit est très exceptionnel en Amérique, tandis que c'est probablement le symptôme le plus courant de la maladie en Afrique.

— Chez les malades africains, il semble que l'on trouve un plus grand nombre de microfilaries dans les ganglions lymphatiques que chez les malades américains.

— La lésion cutanée appelée « erisipela de la costa » (érysipèle de la côte) chez les malades américains paraît ne pas exister en Afrique.

Ces différences ne semblent pas dues à une différence d'intensité de l'infection. En revanche, certaines indications tendent à suggérer que l'intensité de l'infection influencerait sur la gravité des symptômes. Au Libéria, par exemple, les symptômes sont relativement légers, peut-être parce que l'infection y est comparativement assez faible.

— La chorio-rétinite et l'atrophie optique primaire, récemment décrites en Afrique, n'ont pas été observées en Amérique par la plupart des ophtalmologistes ayant l'expérience de l'onchocercose, mais certains d'entre eux ont diagnostiqué ces lésions dans un petit nombre de cas.

Aucune de ces différences n'a été expliquée, et elles appellent de nouvelles recherches.

1.3 Symptômes oculaires : leur évolution et leur fréquence

L'onchocercose peut affecter toutes les parties du globe oculaire, à l'exception du cristallin. Les principales lésions sont les suivantes :

— La conjonctivite et la limbite, qui sont fréquentes.

— La kératite ponctuée superficielle sous-épithéliale, qui est la lésion la plus fréquente ; elle est très torpide dans son évolution. La kératite interstitielle est moins courante et moins importante.

— Une irido-cyclite très caractéristique, qu'on observe souvent et qui est la principale cause de cécité.

— La chorio-rétinite et l'atrophie optique, qui semblent actuellement beaucoup plus fréquentes en Afrique qu'en Amérique et constituent les plus graves complications oculaires engendrées par l'onchocercose.

Les lésions sont lentement évolutives et, avec les années, les malades non traités perdent progressivement la vue.

1.4 Etiologie des symptômes : facteurs allergiques et nutritionnels

Ce sont les infestations massives répétées par l'onchocercose qui déterminent essentiellement les symptômes ; par conséquent, les symptômes atteindront leur maximum de fréquence et de gravité dans les endroits où l'infection est la plus forte. L'on estime que l'allergie est l'une des causes principales de certains symptômes de la maladie, par exemple le prurit et l'éosinophilie. Ces manifestations allergiques se rencontrent chez les malades non traités, et plus encore après le traitement médicamenteux, qui détruit

de nombreuses microfilaries et libère les allergènes. L'œdème, le prurit et la fièvre sont au nombre des symptômes allergiques ; l'intensité et la sévérité de ces réactions sont variables.

2. ÉPIDÉMIOLOGIE

2.1 Revue générale des connaissances actuelles sur l'épidémiologie de la maladie

Après avoir procédé à une revue générale des connaissances actuelles sur l'épidémiologie de la maladie, le Comité a étudié plus spécialement les points suivants :

2.1.1 Importance sociale de la maladie

Il ressort d'enquêtes épidémiologiques effectuées dans divers pays d'Afrique et d'Amérique que les infections à onchocercques atteignent une forte proportion de la population de ces régions. On a enregistré en certaines parties de ces continents des taux d'infection atteignant 80 et même 100 %.

La maladie peut s'étendre à de vastes régions, comme c'est le cas dans de grands territoires de l'Afrique occidentale et centrale, ou être relativement localisée, comme dans certaines parties de l'Afrique orientale et de l'Amérique.

Des enquêtes détaillées portant sur des zones limitées ont également montré que la maladie présente une grande importance du point de vue social en raison des pourcentages élevés de complications oculaires pouvant aboutir à la cécité totale ou « économique »,¹ ou provoquer une perte d'acuité visuelle suffisante pour affecter la capacité de travail des malades. Dans certaines zones d'endémicité très restreintes, le pourcentage de complications oculaires peut atteindre 50 % de la population en Amérique et 75 % en Afrique.

¹ Par « cécité économique », on entend une réduction de l'acuité visuelle qui rend le sujet incapable de toute activité professionnelle ou autre pour laquelle la vision est essentielle. D'une façon générale, on a considéré comme « cécité économique » une acuité visuelle inférieure à 1/10 de la vision normale (c'est-à-dire 6/6 Snellen). Ceci signifie que les objets ne peuvent être identifiés que lorsqu'ils sont vus au dixième de la distance requise pour une vision normale. Une telle vision réduite, de la part du meilleur des deux yeux, après correction par le verre le meilleur possible, serait classée comme « inférieure à 1/10 ou 6/60 ou 20/200 ». En pareil cas, il s'ensuit que la vision de près sera réduite en proportion. Les troubles importants intéressant le champ visuel peuvent également constituer une grave cause d'incapacité.

On a montré que, dans certains endroits de l'Amérique, la cécité peut frapper 0,45 à 3,3 % de la population totale et même exceptionnellement 15,6 % des habitants des zones fortement atteintes. On a rapporté des pourcentages encore plus élevés dans certains districts africains.

Cependant, pour de nombreuses régions où l'on sait que l'infection existe, les faits connus ne permettent pas encore d'apprécier l'importance sociale réelle de la maladie, et il faudra procéder à des enquêtes plus détaillées.

Les troubles affectant la vision peuvent donc imposer de lourdes charges à l'économie des zones intéressées.

C'est dans les régions rurales que la maladie sévit le plus fréquemment, parce que peu de villes sont situées à proximité des gîtes larvaires du vecteur. Les zones les plus atteintes sont quelquefois des zones très fertiles et précieuses pour l'agriculture.

On a signalé que des terres et des villages avaient été abandonnés dans différentes parties de l'Afrique (Mayo-Kebbi dans le Tchad, et district de Busoga dans l'Ouganda). Il a été impossible ou difficile d'exploiter certaines régions forestières en raison de l'existence de la maladie ou de l'abondance des simulies vectrices.

L'onchocercose peut contrecarrer les plans de développement économique — notamment la construction d'usines électriques, de barrages ou de canaux d'irrigation et l'établissement de plantations de café. Dans certains districts du Guatemala et du Mexique, les plantations de café ont dû se préoccuper spécialement de cette maladie et, souvent, engager des sommes importantes pour la combattre.

2.1.2 *Facteurs économiques et sociaux*

Tous les travaux au grand air, notamment au voisinage des gîtes larvaires, exposent l'homme aux piqûres des vecteurs ; ils favorisent donc la diffusion et l'intensité du parasitisme et, par conséquent, de la maladie. Tels sont les travaux agricoles (surtout si les travailleurs sont exposés pendant de longues périodes dans des zones d'endémicité), la pêche, la chasse, etc.

Les mouvements de population à travers les zones d'endémicité constituent un facteur important de l'épidémiologie de la maladie.

Des conditions économiques et sociales médiocres sont habituellement associées aux taux d'infection élevés.

2.1.3 *Les vecteurs dans diverses régions et leur biologie*

2.1.3.1 *Vecteurs américains.* Au Mexique et au Guatemala, le principal vecteur est probablement *Simulium ochraceum*. D'autres espèces peuvent

jouer un rôle secondaire dans la transmission : *S. metallicum*, *callidum*, *exiguum*, *haematopotum* et *veracruzianum*. Au Venezuela, on ne sait pas quelle est l'espèce vectrice.

Les espèces ci-dessus mentionnées sont plus abondantes pendant la saison sèche, le nombre des mouches augmentant alors après les dernières pluies pour diminuer considérablement au début de la saison pluvieuse suivante.

Le cours supérieur des petits ruisseaux et les endroits frais bien abrités par la végétation constituent l'habitat préféré de *S. ochraceum* ; les autres espèces gîtent plus en aval des cours d'eau, mais jamais sur le socle géologique ancien.

La période qui s'écoule entre la ponte et l'éclosion des larves peut atteindre cinq jours. La phase larvaire est d'une durée plus variable et peut durer 30 jours, alors que l'évolution de la pupe peut demander 6 jours. Le stade aquatique s'étalerait donc sur 41 jours environ. Certaines observations faites également sur *S. ochraceum* au Guatemala indiquent un développement plus rapide compris entre 12 et 31 jours. Il est impossible d'estimer la longévité des adultes avec une grande précision, mais on peut l'évaluer à deux mois environ, et parfois à 85 jours ou même davantage. Si l'on considère que la période de transmission est de l'ordre de six mois, chaque saison ne comptera guère plus de trois ou quatre générations de simulies.

La portée effective de vol a fait l'objet de plusieurs observations, mais les données recueillies concernent surtout les distances maximums couvertes par l'insecte et non, ce qui est plus important, la densité des vecteurs nécessaire pour maintenir la transmission par rapport à l'éloignement des gîtes larvaires. Au cours de deux études expérimentales, des *S. ochraceum* et *S. metallicum* marqués ont été recapturés à des distances variant entre 1,6 et 15,5 km du point où ils avaient été lâchés.

Les lieux de repos nocturne des adultes se trouvent habituellement près des gîtes larvaires, soit sur la végétation basse, soit sur le sol. On a trouvé des lieux de repos diurne dans les arbres à diverses hauteurs.

S. ochraceum est plus nettement anthropophile que les autres espèces, aussi a-t-il plus de chances d'être infecté par *Onchocerca volvulus* et de transmettre la maladie que d'autres espèces qui ne sont que partiellement anthropophiles. *S. ochraceum* paraît avoir besoin d'un peu plus de 5 minutes, en moyenne, pour être complètement gorgé, et il n'est pas facilement dérangé.

S. ochraceum piquant surtout les êtres humains, les erreurs d'interprétation des taux d'infection sont plus faibles si l'on étudie un grand nombre d'échantillons. Avec les autres espèces, qui piquent communément les animaux, une certaine confusion peut se produire, mais, dans la plupart des cas, ces espèces ne présentent pas une grande importance en tant qu'agents de transmission. Il n'a pas été trouvé d'autres vecteurs que ces espèces de

simulies. Les travaux expérimentaux ont éliminé certaines espèces de *Culicoides*.

2.1.3.2 *Simulium damnosum*. Cette espèce constitue un vecteur important dans de vastes régions de l'Afrique. Sa fréquence saisonnière varie d'une région à l'autre suivant l'époque de la montée des eaux et la quantité des boues charriées. Pendant la saison des pluies, dans certaines des parties arides de l'Afrique, les *S. damnosum* sont plus nombreux et s'écartent davantage des rivières que pendant la saison sèche et ils semblent présenter un taux d'infection plus élevé, peut-être en raison de l'effet qu'exerce l'humidité sur la longévité de l'insecte.

S. damnosum se reproduit principalement dans les rapides des cours d'eau à grand débit, mais ses larves se rencontrent également dans de nombreuses petites chutes d'eau et quelquefois dans les eaux à courant régulier dont la vitesse peut ne pas dépasser 2 km à l'heure. A Léopoldville, les simulies ne recherchent pas les eaux qui s'écoulent à plus de 4,5 km à l'heure.

Ordinairement, l'éclosion survient peu de temps après la ponte, mais on a émis l'opinion que, dans les zones où les cours d'eau sont à sec pendant une période de l'année, les œufs peuvent survivre et n'éclore qu'après la saison sèche. Le stade larvaire dure cinq jours à Léopoldville, mais, ailleurs, il peut être plus long ou plus court suivant la température. La phase pupale dure environ quatre jours. Dans l'Ouganda, on a pu, en dix jours, réduire de façon spectaculaire une population adulte de *S. damnosum* en attaquant les stades larvaires. On pense que cette espèce ne vit pas très longtemps sous la forme adulte, notamment dans les climats secs ou pendant les saisons sèches. D'autres renseignements sont nécessaires cependant, surtout en ce qui concerne le mode de survivance de *S. damnosum* pendant la saison sèche dans les pays arides.

S. damnosum peut parcourir en vol jusqu'à 40 km et probablement beaucoup plus, notamment s'il est aidé par un vent favorable. La portée effective de vol, du point de vue de la transmission de l'onchocercose, dépend des conditions locales, mais d'importantes quantités de ces mouches peuvent parfois s'écarter de leur gîte larvaire de 5 à 10 km.

Dans de nombreuses régions, cette espèce pique surtout l'homme mais s'attaque également à divers animaux. Il existe des races anthropophiles. En maintes régions de l'Afrique, *S. damnosum* ne pique pas l'homme : il faut donc en conclure qu'il doit exister aussi des races zoophiles.

On ne connaît pas d'hôtes phorétiques pour cette espèce, mais dans certains endroits les adultes sont abondants, bien que l'on trouve peu de formes immatures. On pense cependant que les larves se fixent sur des rochers submergés inaccessibles.

2.1.3.3 *Simulium neavei*. Cet insecte pourrait être un complexe de plusieurs espèces ; en attendant les résultats d'études taxonomiques en cours, il sera considéré dans le présent rapport comme constituant une espèce unique. Beaucoup moins largement répandu que *S. damnosum*, il joue le rôle d'agent de transmission de l'onchocercose à l'homme au moins dans certaines parties de l'Afrique orientale et du Congo Belge.

Il n'a été signalé aucune variation importante de sa densité suivant les saisons.

S. neavei pond dans les cours d'eau à débit rapide ou dans certaines rivières. La durée des stades primaires est inconnue. Les femelles vivent dix jours au laboratoire et beaucoup plus longtemps à l'état naturel. Elles semblent être presque uniquement anthropophiles.

On n'a rencontré les larves qu'en association apparemment phorétique avec des crabes appartenant à trois espèces du genre *Potamonautes*. L'une de ces espèces, *P. niloticus*, vit dans les cascades, mais on sait encore peu de choses de la biologie de ces crabes.

2.1.3.4 *Autres espèces de Simulium*. Les nombreuses simulies d'Afrique comptent plusieurs autres espèces qui piquent l'homme, mais on n'en connaît pas qui transmettent l'onchocercose humaine.

2.1.4 *Réservoir animal possible de l'onchocercose et erreurs éventuelles d'interprétation des taux d'infection des simulies*

L'existence d'un réservoir animal en Amérique ou en Afrique n'est pas démontrée. On a trouvé chez les animaux, particulièrement chez les antilopes, de nombreuses espèces dont la morphologie est très proche de celle du parasite humain, et l'on a soupçonné ces animaux de constituer un réservoir de la maladie humaine en Afrique.

Les simulies infectées dans les conditions naturelles par des *Onchocerca* parasitant des animaux peuvent donner lieu à des erreurs d'interprétation des taux d'infection.

2.2 Propositions en vue de la normalisation des enquêtes épidémiologiques

2.2.1 Terminologie

Le Comité reconnaît l'intérêt qu'il y aurait à uniformiser la terminologie et recommande qu'un glossaire analogue à celui qui a été récemment publié par l'OMS sur le paludisme² soit établi pour l'onchocercose.

² Vaucel, M., Roubaud, E. & Galliard, H. (1954) *Terminologie du paludisme. Rapport d'un comité de rédaction nommé par l'Organisation Mondiale de la Santé*, Genève (*Organisation Mondiale de la Santé : Série de Monographies*, N° 25)

2.2.2 Méthodes à appliquer dans les enquêtes

2.2.2.1 *Dépistage des nodules.* Cette recherche est considérée comme très importante et devrait être effectuée dans toutes les enquêtes épidémiologiques. Il importe de soumettre systématiquement toutes les parties du corps à une soigneuse palpation.

2.2.2.2 *Biopsies et épreuves de scarification.* Il est reconnu que la biopsie et la scarification cutanée constituent l'une et l'autre de bonnes méthodes de dépistage des microfilaires.

Dans certaines régions d'endémicité de l'Afrique où existent d'autres filarioses, la méthode par scarification a l'avantage de permettre souvent le diagnostic d'autres espèces de microfilaires.

Un autre avantage de la scarification est que l'on peut remettre à plus tard l'examen de la préparation.

Le Comité recommande d'intensifier les recherches sur la répartition des microfilaires dans les téguments des diverses parties du corps, aussi bien au moyen de biopsies que d'épreuves de scarification ; ces recherches permettront non seulement de déterminer le lieu d'élection pour les prélèvements d'échantillons, mais aussi de recueillir de nouveaux renseignements intéressants. Les résultats de ces études pourront être analysés conjointement avec les données recueillies sur les points d'attaque préférés des différentes espèces de simules qui piquent l'homme.

La meilleure technique à employer pour les biopsies est celle de Macfie & Carson, modifiée par Strong ;³ la meilleure méthode pour les tests par scarification est celle de Wanson.⁴

2.2.2.3 *Epreuves sérologiques.* Le Comité a estimé que les séro-diagnostic, tels qu'on les pratique à l'heure actuelle, ne sont pas d'une utilisation pratique dans les enquêtes épidémiologiques.

2.2.2.4 *Diagnostic et évaluation des symptômes oculaires.* C'est là un problème difficile dans les enquêtes épidémiologiques.

Le Comité considère que, pour des fins épidémiologiques, un personnel non spécialisé, mais dûment préparé, peut être chargé des examens préliminaires (mesure de l'acuité visuelle, examen à la loupe du segment antérieur de l'œil, etc.). Un médecin spécialement entraîné procédera à un examen plus complet à l'ophtalmoscope.

Cependant, s'il s'agit de recherche scientifique, les malades devraient être examinés avec l'instrumentation ophtalmologique moderne (biomicroscopes, campimètres). Ces examens devraient être faits dans des

³ Strong, R. P. (1944) *Stitt's diagnosis, prevention and treatment of tropical diseases*, 7th ed., Philadelphia, Vol. 2, p. 1350

⁴ Wanson, M. (1950) *Ann. Soc. belge Méd. trop.* 30, 667

centres pourvus du personnel et du matériel convenables ; et c'est là également que pourra être instruit le personnel non spécialisé, grâce à des stages appropriés.

Les principaux diagnostics qui doivent retenir l'attention sont les suivants :

- La conjonctivite et la limbite filariennes ne doivent pas être confondues avec le pannus trachomateux, ni avec la conjonctivite printanière.
- La kératite doit être distinguée des kérato-conjonctivites à virus.
- L'irido-cyclite peut, dans la plupart des cas, être aisément reconnue par la déformation de la pupille, son excentrement vers le bas, les synéchies et la séclusion pupillaires, l'atrophie de l'iris, etc.
- La chorio-rétinite peut être reconnue à l'extension et à la grande variété de ses lésions atrophiques et pigmentaires, aux exsudats, à l'œdème de la rétine, etc.

— Dans la plupart des cas, l'atrophie du nerf optique est caractérisée, en Afrique, par l'existence de gaines périvasculaires, qui sont souvent très importantes et transforment le nerf en un cordon d'apparence fibreuse.

2.2.2.5 Recherche des microfilaries dans l'œil. La découverte de microfilaries dans le globe oculaire et dans la conjonctive offre un grand intérêt pour poser le diagnostic et pour suivre les effets du traitement.

On peut déceler les microfilaries dans la cornée, dans la chambre antérieure et même dans le corps vitré. L'examen au bio-microscope est la meilleure méthode. L'ophtalmoscope électrique avec ses +20 à +30 dioptries donne un grossissement suffisant pour voir les microfilaries.

Il est rare que l'on observe dans la cornée des microfilaries en mouvement. On les voit fréquemment, et parfois en grand nombre, dans la chambre antérieure et dans le corps vitré, où elles se révèlent très mobiles.

L'examen microscopique de l'humeur aqueuse et de fragments de conjonctive peut faciliter le diagnostic.

2.2.2.6 Les réactions allergiques en tant que moyen de diagnostic. Il n'est pas recommandé, pour les enquêtes épidémiologiques, de recourir à des réactions cutanées pratiquées à l'aide d'antigènes filariens, pour la raison que ces tests sont dépourvus de spécificité.

En revanche, les réactions allergiques générales constituent des procédés de diagnostic très utiles (test de Mazzotti). La technique consiste à administrer par voie buccale une dose unique de 50 mg de diéthylcarbamazine. On considère la réaction comme positive lorsque le malade, peu de temps après l'ingestion du médicament, souffre de prurit ou présente des réactions allergiques localisées à la peau, à la conjonctive ou aux ganglions lymphatiques.

2.2.3 Réunion de données épidémiologiques et appréciation de leur valeur

2.2.3.1 *Données à recueillir sur l'homme.* Les enquêtes doivent fournir les informations suivantes :

- a) Pourcentage de porteurs de nodules ;
- b) Pourcentage de porteurs de microfilaries ;
- c) Mesure de l'acuité visuelle (chez les onchocerquiens et les non-onchocerquiens) ;
- d) Pourcentage de sujets atteints de symptômes oculaires attribuables à l'onchocercose ;
- e) Pourcentage de sujets présentant des lésions cutanées.

Dans les petits villages, les enquêtes épidémiologiques doivent porter sur tous les habitants ; dans les populations plus nombreuses, il faut opérer sur des échantillons statistiquement valables des divers groupes d'âge.

En outre, les enquêtes doivent fournir des renseignements sur les conditions sanitaires et sociales locales qui intéressent l'onchocercose.

2.2.3.2 *Données à recueillir sur les vecteurs.* Il est nécessaire d'enquêter sur la prévalence générale et la fréquence saisonnière. Le taux de piqûres est une bonne indication de la prévalence des simulies. Pour l'établir, on observe l'heure de la journée à laquelle les mouches sont le plus agressives, on les capture alors pendant 15 minutes ou pendant toute autre durée commode et l'on calcule le nombre de piqûres à l'heure. Le moment où piquent les simulies varie considérablement d'un jour à l'autre, de telle sorte qu'il faut, si possible, capturer des insectes pendant plusieurs jours consécutifs. Le taux de piqûres est influencé par des facteurs météorologiques ou autres tels que l'attraction personnelle et ne constitue pas une mesure de la population de simulies.

2.2.3.3 *Appréciation de la valeur des données épidémiologiques.* Le Comité estime que, pour apprécier les données que fournissent les enquêtes épidémiologiques chez l'homme, il convient de les classer selon les groupes d'âge suivants :

1 - 2 ans
3 - 4 »
5 - 9 »
10 - 15 »
16 - 30 »
31 - 50 »
Au-dessus de 50 »

Cette classification est avantageuse non seulement pour l'utilisation immédiate des données, mais encore en tant que base de référence pour observer l'effet des mesures de lutte ou des variations survenues dans les conditions naturelles.

3. MÉTHODES DE LUTTE

3.1 Revue des méthodes de lutte contre le parasite

3.1.1 Mesures thérapeutiques

3.1.1.1 L'extirpation des nodules constitue actuellement le traitement individuel le plus pratique et doit être pratiqué chaque fois qu'il est possible. Elle vise à supprimer la source de microfilaries et les produits du métabolisme du ver adulte. Elle contribue donc à empêcher l'apparition de lésions oculaires. Bien que l'extirpation des nodules pratiquée de façon systématique n'ait pas abaissé l'incidence de la maladie, elle a considérablement réduit les cas de cécité et les autres lésions oculaires.

3.1.1.2 Le citrate de la diéthylcarbamy-1 méthyl-4 pipérazine — dénommé communément « diéthylcarbamazine », ou encore « Hetrazan » aux Etats-Unis d'Amérique, « Banocide » en Angleterre, « Notézine » en France, et connu également sous les noms de « Caricide », « 84 L » et « RP 3799 » — est doué d'une grande activité microfilaricide. On peut l'administrer par voie buccale et sa toxicité est faible. Ce sont là des avantages importants. La plupart des auteurs reconnaissent généralement que ce médicament n'agit pas sur l'onchocerque adulte.

On a préconisé des doses de 2 mg de diéthylcarbamazine par kilo de poids corporel, trois fois par jour, pendant deux à trois semaines. Afin de faciliter l'emploi de ce médicament dans les zones rurales, on a par la suite modifié la posologie en la ramenant à une dose quotidienne unique de 10 mg par kilo pendant une semaine seulement.

Les microfilaries disparaissent rapidement des tissus cutanés, mais reparaissent, dans la majorité des cas, un à trois mois plus tard. Les symptômes s'améliorent chez la plupart des malades.

Peu après l'administration du médicament, on observe des réactions allergiques : prurit, œdème, fièvre, légère chute de la tension artérielle, douleurs généralisées, etc. Elles disparaissent en quatre à cinq jours et ne constituent pas une contre-indication.

En répétant ce traitement tous les six mois, on obtient des résultats de plus en plus favorables chez les malades et l'on note régulièrement une diminution de l'intensité des réactions allergiques.

3.1.1.3 L'uréide symétrique du sel de sodium de l'acide benzoyl-3 amino-3 méthyl-4 benzoyl naphthylamine-1 trisulfonique-4,6,8 — plus connue sous les dénominations de « suramin » ou « Antrypol » en Angleterre, « Germanin » ou « Bayer 205 » en Allemagne, « Moranyl », « 309 Fourneau »

ou « Poulenc 309 » en France, « Belganyl » en Belgique, et « Naphuride Sodium » aux Etats-Unis d'Amérique — est administrée par voie intraveineuse. La posologie utilisée dans la maladie du sommeil (10 g en 14 jours) a été abandonnée à cause du danger qu'elle présente. Elle peut engendrer un état de marasme, accompagné de dermatite exfoliatrice et d'une grave chute pondérale ; la mort peut s'ensuivre au bout de trois semaines à trois mois. Ce n'est qu'à fortes doses que ce médicament est à la fois macrofilaricide et microfilaricide, et, chez un petit nombre de malades qui ont toléré ce traitement, les microfilaires n'avaient pas reparu après quatre ans.

Pour traiter l'onchocercose, on utilise maintenant des doses plus faibles. On injecte un gramme de suramine par semaine pendant cinq semaines.

Malgré cette posologie réduite, la forte toxicité de ce médicament oblige à prendre certaines précautions : il est utile d'hospitaliser le malade et nécessaire de le soumettre à une surveillance médicale constante et minutieuse.

3.1.1.4 Entre les mains de certains auteurs, le traitement combiné par la diéthylcarbamazine et la suramine a donné des résultats plus favorables. Il serait intéressant d'étudier cette association sur des cas plus nombreux. Après administration préalable de diéthylcarbamazine, à raison de 6 mg par jour pendant huit jours, la dose totale de 5 g de suramine semble avoir été mieux tolérée.

3.1.1.5 Les réactions allergiques générales et locales ne paraissent pas être complètement supprimées par l'administration d'antihistaminiques simultanément avec le microfilaricide. Cependant, certains chercheurs estiment utile d'avoir recours à ces substances pour diminuer l'intensité des réactions allergiques.

3.1.1.6 L'effet des traitements sur l'œil n'est pas encore suffisamment connu, surtout parce que les malades n'ont pas été suivis pendant assez longtemps. Il est donc recommandé de poursuivre les études sur ce point. Nous connaissons toutefois trois groupes de faits :

1) L'administration de carbamazine provoque souvent une forte réaction au niveau de l'œil, en même temps que des manifestations cutanées et autres réactions générales. Ces modifications oculaires sont caractérisées par une injection de la conjonctive (et parfois une injection péricornéenne avec blépharospasme), par le larmoiement et par la photophobie. Dans quelques cas peu fréquents, on a signalé une iridocyclite bénigne. Toutefois, ces troubles sont presque toujours momentanés. On a cependant rapporté, dans des cas exceptionnels, une aggravation permanente des symptômes oculaires après traitement.

2) Après traitement, les malades déclarent souvent qu'ils constatent une nette amélioration des symptômes oculaires subjectifs. En Afrique,

on a, dans certains cas, noté une remarquable récupération de l'acuité visuelle et une kératite ponctuée récente s'est améliorée, les infiltrations ayant disparu.

3) On cesse rapidement d'observer des microfilaires dans la chambre antérieure à la suite du traitement, mais elles y reparaissent après quelques mois.

3.1.2 *Recommandations concernant les méthodes thérapeutiques et prophylactiques à employer pour les traitements individuels et les traitements de masse*

3.1.2.1 *Traitements individuels.* Le Comité recommande la diéthylcarbamazine. Il exprime des réserves quant à l'emploi de la suramine, qui ne doit être administrée que sous contrôle médical constant et attentif.

3.1.2.2 *Traitements de masse.* Le Comité recommande de combattre le parasite par l'extirpation systématique des nodules.

Le Comité considère que la suramine présente trop de dangers pour qu'on puisse la recommander dans les traitements de masse. La diéthylcarbamazine ne convient pas non plus à cette fin, par suite des réactions allergiques consécutives à son emploi et du fait qu'elle n'empêche pas les microfilaires de reparaître. Toutefois, il conviendrait d'essayer ce médicament dans certaines régions peu étendues, pendant la période où les simulies sont le plus denses et où, par conséquent, la transmission de la maladie atteint sa plus forte intensité.

Le Comité recommande que, lorsqu'on recourt à l'administration de diéthylcarbamazine, on donne aux populations des indications sur les propriétés de ce médicament.

3.2 **Revue des méthodes de lutte contre les vecteurs**

On peut lutter contre les simulies par des méthodes chimiques, biologiques et mécaniques. Il est possible de se protéger contre la mouche en se servant de répulsifs ou d'autres moyens. Aucune méthode de lutte contre le vecteur n'est universellement applicable, et le choix dépend des conditions locales.

Avant d'engager les opérations, il importe de faire une enquête entomologique détaillée et d'établir une carte des cours d'eau de la région. Il est souhaitable de procéder à une étude du milieu aquatique pour déterminer les gîtes du vecteur.

Il y a trois manières de concevoir les mesures antisimuliennes. On peut, en effet, viser :

- 1) soit l'extinction complète des simulies ;
- 2) soit une réduction de la population simulienne qui suffise à arrêter la transmission, mais qui ne supprimera pas la nécessité de continuer la lutte sans relâche ;
- 3) soit la simple protection individuelle, lorsque les deux autres méthodes sont inapplicables.

Toutes les méthodes comportent certains dangers : l'application d'un larvicide peut rompre l'équilibre écologique de la rivière, de telle sorte que la similie réapparaîtra avant le retour de ses prédateurs naturels ; il faut également considérer le risque d'intoxication des poissons.

Pour pouvoir déceler l'existence ou l'apparition d'une résistance aux insecticides au cours d'une campagne, il faut procéder aux recherches suivantes :

a) Déterminer la sensibilité comparée de l'insecte vecteur, c'est-à-dire fixer la dose létale moyenne pour le plus grand nombre possible de produits insecticides de composition chimique différente (y compris les composés organo-phosphorés), avant le début des opérations sur le terrain.

b) Répéter régulièrement les tests de sensibilité pendant toute la période de mise en œuvre du programme.⁵

On trouvera à l'Annexe 1 (voir page 23) la description de tests de résistance des simulies.

Dans de nombreuses régions, les mesures de lutte devront déborder les frontières. Il sera donc probablement nécessaire de recourir à certaines formes de coopération internationale.

3.2.1 *Insecticides*

3.2.1.1 *Larvicides*. Pour combattre la prolifération des simulies, on a employé avec succès le DDT et d'autres insecticides. On a eu recours, à cet effet, à des émulsions et des poudres mouillables, à l'imprégnation de briques ou de sciure de bois, etc. Le type de préparation à employer dépend des conditions locales : par exemple, dans un cours d'eau à débit rapide, l'insecticide peut se fixer sur les particules de limon et être transporté à des distances atteignant 150 km, la distance effective dépendant de nombreux facteurs tels que le volume d'eau, la turbulence et l'existence de parties stagnantes.

Les doses sont exprimées d'après la concentration de l'insecticide dans l'eau et la durée de son application. On s'est servi tantôt de fortes doses pendant une brève période, tantôt de doses plus faibles appliquées pendant

⁵ Voir *Chron. Org. mond. Santé*, 1954, 8, 143.

plus longtemps : ce sont les conditions locales, ainsi que la nature et la forme de l'insecticide, qui dictent la méthode à employer. Un dosage courant consiste à appliquer une partie de DDT pour un million de parties d'eau pendant 30 minutes.

L'effet des larvicides sera évalué d'après la persistance ou la disparition des formes aquatiques et adultes de l'espèce vectrice au cours d'une période suffisante. La technique et le matériel d'application dépendent dans une large mesure de la nature du terrain et de l'accessibilité des zones à traiter. Le transport du matériel pose presque toujours un problème difficile.

Il est essentiel d'avoir une idée précise du débit du cours d'eau avant d'employer le larvicide. Pour évaluer le débit des cours d'eau, on se sert de flotteurs, de barrages à déversoirs et de compteurs de courant. Des renseignements détaillés sur les méthodes d'évaluation figurent à l'Annexe 2 (voir page 27).

Pour réaliser l'extinction complète, il faut que tous les ruisseaux et toutes les rivières de la zone soient traités en l'espace de dix jours environ, afin d'empêcher une réinfestation venant de l'extérieur. Ces opérations doivent être répétées jusqu'à ce que la durée de vie maximum d'une mouche femelle ait été dépassée.

Le coût des traitements larvicides dépendra du volume global et de la longueur totale des cours d'eau, de la quantité d'insecticide nécessaire, du matériel, de la main-d'œuvre et des moyens de transport. Dans certaines régions, on a pu réaliser l'extinction moyennant des dépenses relativement faibles.

3.2.1.2 *Imagicides*. Dans certaines zones localisées d'Afrique, on a obtenu de bons résultats par la dispersion d'imagicides à l'aide d'aéronefs. Cette méthode est sans doute susceptible d'être appliquée ailleurs, et elle mérite d'être prise en considération quand les conditions locales sont favorables du point de vue épidémiologique, météorologique et géographique. Lors des essais couronnés de succès, on s'est servi d'une solution de DDT répandue de manière à obtenir un dépôt de 20 mg de DDT par mètre carré sur la végétation marginale du cours d'eau et de ses îles, avec l'idée que les adultes, après leur naissance et pendant qu'ils se sèchent, seraient soumis à l'action du produit chimique au contact de la végétation et du sol.

3.2.2 *Autres méthodes*

3.2.2.1 *Méthodes biologiques*. Les formes aquatiques des simulies sont attaquées et détruites en masse par de nombreux prédateurs et parasites : champignons, algues, protozoaires (*Microsporidia*), turbellariés, nématodes (*Mermis* spp.), trichoptères, hyménoptères, tendipédidés, chiron-

midés, acariens et poissons. Les *Microsporidia* et probablement les poissons jouent un rôle particulièrement important.

Les algues forment parfois une végétation épaisse sur les rochers, soit naturellement, soit après application de larvicide, ce qui empêche les simulies de proliférer.

Les larves de chironomidés peuvent se nourrir du mucus qui entoure les œufs, provoquant ainsi leur entraînement par les eaux. On ignore encore s'il est possible d'accentuer cette destruction naturelle partielle par l'adjonction de moyens artificiels ; en revanche, certains prédateurs peuvent être détruits par l'emploi d'insecticides. Peut-être est-il possible de combattre les simulies en attaquant les hôtes phorétiques (crabes) de *S. neavei*, mais, jusqu'à présent, cette méthode éventuelle a été peu étudiée.

3.2.2.2 *Moyens mécaniques.* On peut avoir recours à des barrages, des siphons, des conduites en ciment et diverses autres constructions pour modifier le débit de l'eau et supprimer les conditions nécessaires à la prolifération. A cet égard, quatre possibilités sont à envisager : soit diminuer la vitesse, soit, au contraire, l'augmenter, soit assécher le cours d'eau pour tuer les larves, soit encore l'assécher pour déloger les simulies. Les pupes sont souvent tuées par un abaissement naturel du niveau de l'eau d'une rivière, mais il importe de se rappeler qu'elles peuvent survivre fort longtemps dans l'air humide.

Les barrages construits pour toute autre fin que la lutte contre les simulies peuvent fort bien être utiles à cet égard également.

On a parfois arraché la végétation aquatique pour combattre la prolifération.

On a combattu *S. neavei* par la méthode de l'éclaircissement forestier discriminatif, mais cette dernière est habituellement plus coûteuse que l'application d'insecticides et reste sans effet sur la plupart des autres espèces.

3.2.2.3 *Emploi de répulsifs et autres méthodes de protection personnelle.* On a constaté au cours des années récentes que le phtalate de diméthyle et certaines autres substances sont des répulsifs extrêmement efficaces contre les moustiques et les simulies ; dans certains cas, leur efficacité contre les simulies persiste pendant sept heures ou plus. Suivant les conditions dans lesquelles se trouve la personne intéressée, ces répulsifs doivent être appliqués plusieurs fois par jour.

Les vêtements protecteurs et les voiles entourant la tête sont très utiles dans certaines régions.

En Afrique et, dans une certaine mesure, en Amérique, les simulies ne piquent d'habitude pas à l'intérieur des habitations. On pourrait donc faire en sorte que certains métiers soient exercés seulement pendant la saison où la transmission est négligeable ou nulle.

3.2.3 *Recommandations concernant l'emploi des méthodes de lutte contre les vecteurs*

Les observations faites sont maintenant suffisantes pour justifier l'essai plus étendu des larvicides dans la lutte contre l'onchocercose. Il convient cependant de souligner qu'il faut connaître exactement la répartition, le cycle évolutif et l'écologie des vecteurs dans toute région que l'on envisage de traiter.

Il faudra tout d'abord exécuter des projets pilotes pour déterminer les préparations d'insecticides, les dosages et les techniques d'application les plus efficaces, ainsi que les prix de revient. Dans certaines localités où les conditions sont exceptionnellement favorables, on parviendra peut-être à obtenir la disparition de la maladie.

Dans certaines zones d'endémicité, il peut être particulièrement avantageux d'avoir recours aux imagicides, bien que, d'une façon générale, cette méthode de lutte ne paraisse pas aussi prometteuse que l'attaque contre les formes larvaires.

Les connaissances actuelles ne permettent pas pour l'instant de compter sur les méthodes biologiques de lutte pour détruire les vecteurs. D'autres recherches devront de toute évidence être effectuées avant qu'on puisse y recourir avec confiance. En général, la nature tend à établir un équilibre après un certain temps, et les méthodes biologiques sont soumises à des conditions instables qu'il peut être difficile d'apprécier.

3.3 Valeur respective des méthodes de lutte contre les parasites et contre les vecteurs ; recommandations à ce sujet

Le Comité d'experts de l'Onchocercose

1. **CONSIDÈRE** que les connaissances actuelles ne permettent pas d'estimer avec exactitude la valeur respective des méthodes de lutte contre les parasites et contre les vecteurs, car aucune de ces méthodes n'a été appliquée sur une assez grande échelle ou pendant assez longtemps pour que l'on ait pu recueillir des données suffisantes ;

2. **PREND NOTE**, cependant, des bons résultats obtenus en certains lieux dans la lutte contre la maladie par l'emploi de diverses méthodes : c'est ainsi qu'au Mexique et au Guatemala, l'extirpation systématique des nodules a, dans quelques régions, permis d'enregistrer une certaine réduction de la fréquence des cécités, tandis qu'ailleurs on a pu tenir en échec et même supprimer le vecteur en employant le DDT contre les adultes (à Léopoldville) et contre les larves (dans certaines parties du Kenya et de l'Ouganda) ;

3. CONSIDÈRE donc que l'on dispose déjà de méthodes efficaces et pratiques pour combattre l'onchocercose ;

4. RECOMMANDE en conséquence que ces méthodes soient appliquées conformément aux principes généraux qui régissent la lutte contre d'autres maladies transmises par les insectes, à savoir que la mise en échec du vecteur paraît être le but à viser chaque fois que cela est possible ;

5. RECOMMANDE en outre que l'on pratique l'extirpation systématique des nodules dans toutes les zones de forte endémicité. Néanmoins, ce sont les conditions locales qui, dans une large mesure, dicteront le choix de la méthode à employer. Dans certains cas, il pourrait être préférable de combiner les différentes méthodes existantes, ce qui permettrait d'espérer légitimement des résultats plus rapides et plus durables.

4. RECHERCHES

4.1 Suggestions en vue de recherches futures

Le Comité recommande que soient étudiés les problèmes suivants :

- 1) En ce qui concerne l'hôte humain :
 - a) Efficacité respective de la scarification et de la biopsie pour les diagnostics ;
 - b) Cycle évolutif de l'onchocercose chez l'hôte humain, y compris la fréquence et la topographie des nodules non palpables ;
 - c) Mise au point d'un traitement plus efficace et moins toxique ;
 - d) Pathologie et pathogénie des lésions oculaires.
- 2) En ce qui concerne le vecteur :
 - a) Elevage de *Simulium* en captivité ;
 - b) Cycle évolutif d'*Onchocerca volvulus* dans diverses espèces de *Simulium* ;
 - c) Habitudes de repos des vecteurs ;
 - d) Tests à la précipitine avec le contenu intestinal de *Simulium* ;
 - e) Races anthropophiles et races zoophiles de *S. damnosum* ou d'autres espèces vectrices.
- 3) En ce qui concerne *Onchocerca* :
 - a) Différenciation des larves de *O. volvulus* et des espèces trouvées chez les animaux ;
 - b) Existence possible de réservoirs animaux en Afrique.

Le Comité considère, en outre, qu'il est nécessaire de procéder à des enquêtes détaillées dans tous les pays qui sont ou qui pourraient être infestés, afin d'acquérir des connaissances plus précises sur la répartition géographique de la maladie en Afrique et en Amérique, sur les différences de pourcentages de lésions oculaires dans les diverses zones d'endémicité et sur les facteurs d'ordre épidémiologique qui sont à l'origine de ces différences.

Annexe 1

**MÉTHODE POUR ÉPROUVER LA SENSIBILITÉ
OU LA RÉSISTANCE DES LARVES DE SIMULIES
AUX INSECTICIDES ***

De nombreuses techniques différentes ont été expérimentées pour prolonger la survivance des larves en laboratoire ; il a été constaté que la meilleure méthode consistait à se servir d'un tube cylindrique en verre, ouvert de part et d'autre, dans lequel on fait passer un courant d'eau continu, en retenant les larves avec un morceau de gaze fixé à chaque extrémité, de manière à laisser l'eau s'écouler librement sans que le tube soit noyé. La durée maximum pendant laquelle les larves ont ainsi pu être conservées a été de 48 heures, et la mortalité naturelle s'est révélée trop forte pour qu'on puisse en faire abstraction dans les épreuves, mais un grand nombre de larves ont néanmoins survécu jusqu'au stade de pupes, puis d'adultes, à la condition de n'être pas agitées. Comme il fallait éviter toute manipulation excessive des larves en raison de leur fragilité, le même tube de verre a servi à la fois de chambre d'épreuve et de cage pour conserver les larves ; et, lorsque l'appareil a été démonté pour que l'on note la mortalité, les larves survivantes ont été éliminées et n'ont pas été remises dans le tube. Pour chaque concentration d'un produit chimique à éprouver, on a donc utilisé trois tubes contenant chacun 25 larves, qui furent exposées à l'insecticide. Le premier tube fut examiné après 12 heures, le deuxième après 24 heures et le troisième après 36 heures. Comme critère de survivance, on a choisi la mobilité des larves, observée à la loupe, après qu'elles avaient été touchées avec un pinceau de poils de chameau. Des essais préliminaires exécutés avec du DDT et plusieurs autres insecticides indiquèrent que des dilutions de 10 p.p.m. et de 1 p.p.m. (parties par million) convenaient pour l'essai des produits chimiques. Pour les solutions à éprouver, on a tout d'abord établi une solution mère à 1 % dans l'acétone, l'alcool ou l'eau, qui a ensuite été étendue à 10 p.p.m. et à 1 p.p.m., respectivement, avec de l'eau.

Les larves furent recueillies sur le terrain et ramassées une à une sur les feuilles auxquelles elles étaient attachées. Elles furent ensuite placées dans une écuelle contenant de l'eau de surface. Dans chaque tube, on introduisit ensuite 25 larves ainsi récoltées. Les tubes de larves furent placés dans un petit vase contenant le produit chimique, soit trois tubes dans la dilution à 10 p.p.m. et trois dans la dilution à 1 p.p.m., la durée de l'exposition au

* Extrait du document de travail non publié WHO/Onchocerciasis/20.

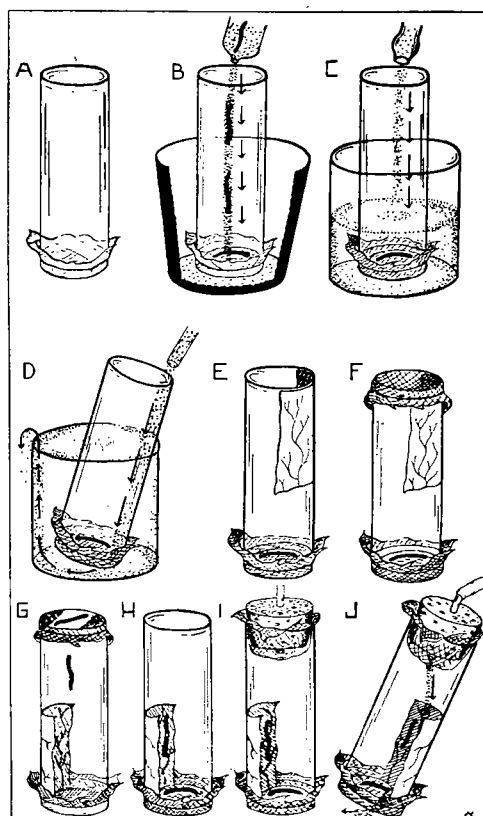
produit étant de 30 minutes dans chaque cas. Les 30 minutes d'exposition écoulées, chaque tube fut rincé sous un jet d'eau pendant 10 à 15 minutes afin d'éliminer toute quantité d'insecticide en excédent à la fois dans le tube de verre et sur les larves. Les tubes furent alors préparés pour la « période d'attente » : la gaze imprégnée du produit, qui entourait l'une des extrémités du tube, fut enlevée et remplacée par un bouchon traversé d'une courte tubulure de verre. Cela fait, le tube contenant les larves fut relié à un robinet d'eau au moyen d'un tuyau de caoutchouc attaché à la petite tubulure de verre du bouchon. Les tubes de larves furent maintenus en position inclinée à 45° au-dessus d'une gouttière : de cette manière, une fine couche d'eau coulait sur la face intérieure du tube et, passant par l'extrémité couverte d'une gaze, s'écoulait finalement par la gouttière. (Voir fig. 1.) Afin de fournir la quantité d'eau nécessaire à ces essais, plusieurs conduites supplémentaires ont été installées dans le laboratoire ; comme toute l'eau provenait d'une rivière voisine et n'était pas filtrée, elle contenait une certaine quantité de matières nutritives. L'eau amenée fut répartie dans le laboratoire au moyen d'un système de canalisations en cuivre comportant environ 150 tubulures auxquelles les tubes de larves furent reliés. Il était possible d'éprouver chaque jour 20 à 25 produits chimiques, à condition que les larves fussent suffisamment abondantes dans les cours d'eau voisins.

Une pièce fut réservée au lavage de la verrerie et à l'élimination de toute trace des insecticides utilisés. Toute la verrerie était plongée dans une solution acide, puis rincée à fond dans de l'eau propre pendant 30 à 60 minutes. Pour chaque produit chimique éprouvé, il fallait nettoyer à fond 25 articles de verrerie au total ; on devait donc consacrer beaucoup de temps à ces opérations pour pouvoir utiliser à nouveau ce matériel le lendemain.

Environ 820 produits chimiques ont été examinés au cours de la période janvier 1952 - janvier 1953 ; plus de 150.000 larves ont été utilisées pour ces essais.

Il est évident que cette méthode d'épreuve comporte certaines limites ; elle permet difficilement d'obtenir des résultats constants d'un jour à l'autre, de sorte que les observations faites fournissent seulement des indications approximatives sur la toxicité des produits examinés. Cependant, la dilution à 10 p.p.m. était suffisamment forte pour permettre de distinguer tous les produits efficaces, tandis que la dilution à 1 p.p.m. était suffisamment faible pour indiquer la toxicité relative des produits en utilisant le DDT comme base de comparaison. Tout produit paraissant donner des résultats favorables a été comparé au DDT au moyen d'une nouvelle série d'épreuves à des concentrations intermédiaires entre 10 et 1 p.p.m. d'une part, et inférieures à 1 p.p.m. d'autre part ; on a également procédé avec des durées d'exposition de moins de 30 minutes.

**FIG. 1. PHASES SUCCESSIVES DE L'ÉPREUVE DE SURVIVANCE
DES LARVES DE SIMULIES**



- A Tube de verre de 3 pouces de long et de 1 pouce de diamètre, ouvert à ses deux extrémités, et recouvert à l'une d'elles par un morceau de gaze.
- B Introduction des larves, une à une, dans le tube, au moyen d'une seringue.
- C Introduction du produit à éprouver et exposition des larves, pendant 30 minutes, à des dilutions de 10 p.p.m. et de 1 p.p.m.
- D Rinçage des larves et du tube au moyen d'un filet d'eau continu pour éliminer l'excédent de produit chimique restant après le délai d'exposition.
- E Introduction d'un fragment de feuille végétale sur lequel les larves pourront se fixer pendant la période d'attente.
- F Obturation de l'extrémité du tube restée ouverte avec un morceau de gaze propre.
- G Retournement du tube, les larves étant contraintes de tomber sur la surface de la gaze propre.
- H Enlèvement de la gaze primitive imprégnée du produit à éprouver.
- I Pose, sur l'extrémité ainsi ouverte, d'une gaze propre non tendue et adaptation, à la même extrémité, d'un bouchon de liège perforé muni d'une tubulure.
- J Raccordement à une canalisation d'eau pendant des périodes d'attente de 12, 24 ou 36 heures. Les larves se sont fixées à la feuille sur laquelle coule un mince filet d'eau. La gaze de l'extrémité supérieure a retenu les grosses particules d'impuretés; celle de l'extrémité inférieure, tout en s'opposant à l'évasion des larves, permettait l'écoulement de l'eau, de manière que le tube ne puisse être noyé.

Reproduit, avec l'autorisation de l'éditeur, de J. econ. Ent. 1954, 47, 137.

Outre les produits régulièrement remis pour examen par les National Institutes of Health, par l'entremise du Centre de Coordination biologique et chimique du National Research Council, des échantillons d'un certain nombre d'insecticides et de composés non encore commercialisés ont été envoyés par les fabricants pour être éprouvés suivant la méthode qui vient d'être décrite. Les produits de cette dernière catégorie ont été examinés une seconde fois de la même manière, si ce n'est que, pour chaque dilution, tous les tubes de larves ont été conservés pendant 36 heures après l'exposition au produit essayé, le décompte des larves se faisant à la fin de cette période.

Les épreuves de laboratoire ont montré que, à l'exception du malathion, les divers composés phosphorés (soit le méthyl-parathion, l'EPN, le parathion, le Sulfo-TEPP et le métacide) avaient tous une toxicité à peu près semblable. Dans les conditions d'expérimentation du laboratoire, l'heptachlor, le chlordane, la dieldrine, le DDT et l'aldrine ont également été trouvés toxiques, moins toutefois que les composés phosphorés. En général, cet ordre relatif de toxicité a été confirmé dans les essais d'application sur le terrain, si ce n'est que tous les produits susmentionnés se sont révélés supérieurs au DDT à des degrés divers. Au laboratoire, le lindane, le toxaphène, le méthoxychlore, le TDE, le Schradan, le CS-674A et le CS-708 se sont montrés moins toxiques que les autres produits.

Outre ces composés connus, plusieurs produits non encore commercialisés ont fait preuve de propriétés toxiques ; ces produits sont les suivants :

phénylmercurioxy-8 quinoléine,
trichloro-1,1,1 *p*-fluorophényl-2,2 éthane,
pentachlorophénate de cuivre,
dihydro-5,8 naphthoquinone-1,4,
butyl-6-*tert* dinitro-2,4 *m*-crésol.

Cependant, aucun de ces produits n'est aussi actif que l'EPN, le méthyl-parathion et le métacide.

Annexe 2

**MÉTHODES D'ÉVALUATION DU DÉBIT DES COURS D'EAU
POUR LA DESTRUCTION DES SIMULIES PAR LE DDT ***

Les hydrauliciens utilisent diverses méthodes pour évaluer le débit des cours d'eau et des fleuves. Lorsqu'il est nécessaire de procéder à de fréquentes observations, on recourt à des barrages ; dans le cas contraire, on se sert de compteurs ou l'on emploie la méthode dite « des flotteurs ». Ordinairement, les barrages permanents sont construits en pierre ou en ciment, ou comportent une structure métallique, si bien que leur prix de revient est élevé. On installe parfois des barrages temporaires en bois qui, toutefois, ne sauraient donner pleine satisfaction, car ils sont, tôt ou tard, emportés par une crue.

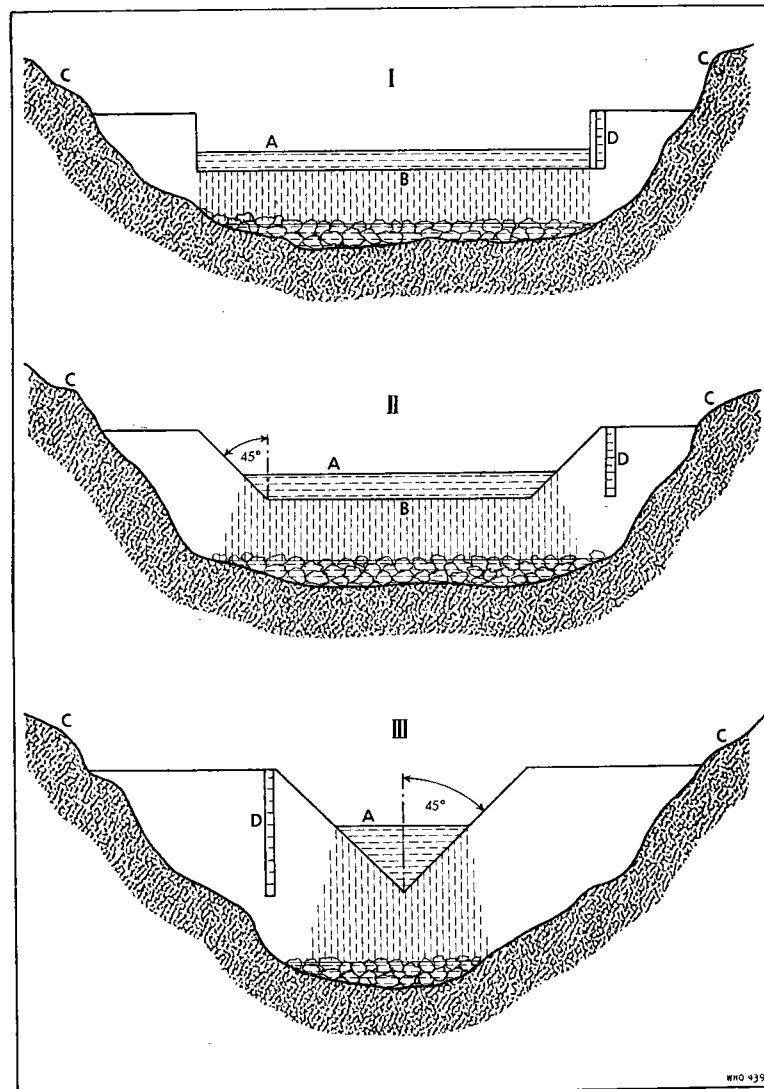
Barrages

Il existe plusieurs types de barrages qui diffèrent par leur déversoir (voir fig. 2). Le plus courant est le barrage à déversoir rectangulaire. On utilise également le déversoir de Cipoletti, analogue au précédent, sauf que les côtés forment avec la base un angle de 45° (déversoir à section trapézoïdale). Pour de très petits cours d'eau, on emploie le déversoir dit « en V » : comme le nom l'indique, le déversoir est simplement constitué par une grande échancrure dans une paroi de bois disposée perpendiculairement au courant ; les bords de l'échancrure sont inclinés chacun à 45° par rapport à la verticale, de sorte que la surface d'écoulement est un triangle dont l'angle inférieur est de 90° . Ce genre de barrage permet de mesurer même des débits très faibles, ne dépassant pas $\frac{1}{10}$ de pied cube par seconde (1 pied cube = $0,028 \text{ m}^3$).

Avec tous les barrages, le principe fondamental est que la hauteur de l'eau passant à travers les déversoirs est constante pour un débit donné, quelle que soit la largeur de la rivière ou la vitesse du courant, à la condition que les déversoirs aient la même largeur de base et soient de même type. Plus le volume d'eau est considérable, plus la hauteur d'eau est grande ; la hauteur se lit sur une échelle graduée en pieds et en pouces, fixée sur la face amont du barrage. En se reportant à un tableau établi pour le type de barrage considéré, on obtient le débit correspondant en pieds cubes par seconde (ou « *cusecs* » = *cubic feet per second*).

* Extrait du document de travail non publié WHO/Onchocerciasis/21.

FIG. 2. TYPES DE BARRAGES



- I Déversoir rectangulaire
 II Déversoir trapézoïdal de Cipoletti
 III Déversoir en V

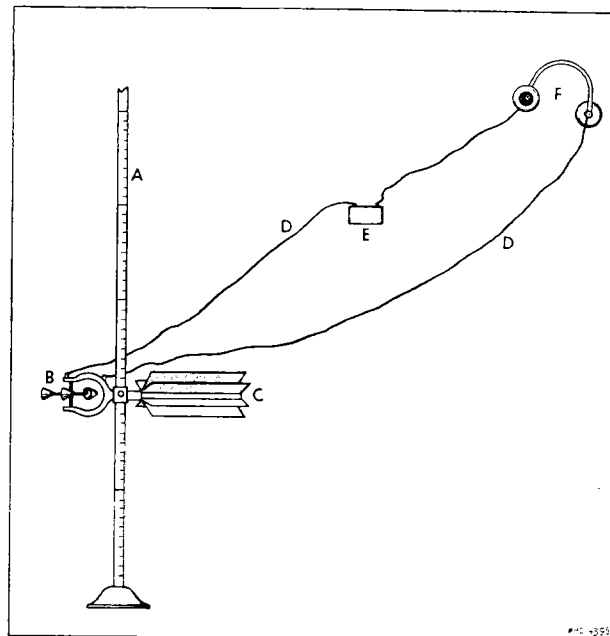
- A = Niveau de l'eau (en amont du déversoir)
 B = Base du déversoir
 C = Berge
 D = Echelle graduée

Méthode des compteurs de courant

Il existe deux types principaux de compteurs de courant : a) les compteurs acoustiques, b) les compteurs mécaniques. Les uns et les autres indiquent la vitesse à laquelle le courant fait tourner un moulinet constitué soit par une hélice, soit par une série de pales horizontales en forme de cuiller reliées entre elles. Dans le compteur mécanique, le moulinet entraîne deux roues dentées, qui permettent, avec l'aide d'un chronomètre, d'enregistrer le nombre de tours par minute. Ce genre de compteur est assez précis, mais le nombre de petits réglages préalables qu'il nécessite avant chaque opération complique et ralentit le travail.

Le compteur acoustique donne d'excellents résultats. Son principe est simple : il se compose essentiellement d'un moulinet à six pales en forme de cuiller disposées sur un plan horizontal et tournant autour d'un axe vertical ; l'appareil est maintenu perpendiculaire au courant par un dispositif à ailettes (voir fig. 3). A chaque révolution complète, il s'établit un contact

FIG. 3. COMPTEUR ACOUSTIQUE DE WATTS



- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| A = Tige métallique graduée | D = Fil électrique |
| B = Moulinet | E = Pile sèche |
| C = Ailettes | F = Ecouteurs |

**TABLEAU I. EXEMPLE D'ÉVALUATION DU DÉBIT D'UN COURS D'EAU D'APRÈS LES INDICATIONS FOURNIES
PAR UN COMPTEUR DE COURANT***

Cours d'eau :		Date :		Heure :						
(1) Distance de la verticale d'obser- vation au point de repère (en pieds)	(2) Hauteur totale de l'eau (en pieds)	(3) Hauteur à laquelle est faite l'obser- vation**	(4) Durée de l'obser- vation (en se- condes)	(5) Nombre de tours ou de déclis	(6) Vitesse (en pieds par seconde)			(7) Pro- fondeur moyenne de la section partielle (en pieds)	(8) Largeur de la section partielle (en pieds)	(9) Surface de la section partielle (en pieds carrés)	(10) Débit de la section partielle (en pieds cubes par seconde)	(11) Remarques
					(a) au point d'obser- vation	(b) moyenne à la verticale d'obser- vation	(c) moyenne pour la section partielle					
3	0 †	—	—	—	—	—	—	0	—	0	Bord de l'eau, rive gauche	
5	1,50	0,90	59	15	0,61	0,30	0,75	2	1,50	0,45		
7	1,66	0,99	60	27	1,12	0,86	1,58	2	3,16	2,72		
9	2,17	1,30	60	63	2,25	1,68	1,91	2	3,82	6,42		
11	2,00	1,20	61	67	2,58	2,42	2,08	2	4,16	10,07		
13	2,00	1,20	60	42	1,50	2,04	2,00	2	4,00	8,16		
15	2,00	1,20	59	25	0,97	1,23	2,00	2	4,00	4,92		
17	0 †	—	—	—	—	0,48	1,00	2	2,00	0,96	Bord de l'eau, rive droite	
					Total				22,64	33,70		
Surface totale de la lame d'eau = 22,64 pieds carrés					Débit total = 33,70 pieds cubes			Vitesse moyenne = $\frac{33,70}{22,64} = 1,49$ pied par seconde				

* Pour la section (lame d'eau) représentée dans la figure 4.

** Aux 6/10 de la hauteur totale.

† Hauteur d'eau trop faible pour qu'une observation soit possible en cet endroit.

1 pied = 0,305 m 1 pied carré = 0,0929 m² 1 pied cube = 0,0283 m³

électrique qui provoque un dé clic dans les écouteurs du casque que porte l'opérateur. L'instrument peut être réglé de manière à donner un signal tous les cinq tours quand on l'utilise dans les rivières à fort courant, ce qui évite des dé clics trop rapprochés pour être nettement distingués les uns des autres.

Il ne faut pas oublier que, si une rivière varie le long de son cours (ici rapide et sans profondeur, ailleurs profonde et paresseuse), la vitesse du courant en un lieu donné, observée sur une section transversale, diffère encore de place en place selon le frottement de l'eau sur la partie immergée des berges et sur le lit. Il est donc nécessaire d'évaluer la vitesse du courant en divers points échelonnés à intervalles réguliers d'une berge à l'autre et à des profondeurs optimums. Dans les cours d'eau de faible ou de moyen débit, on mesure le courant en des points d'une même section transversale distants les uns des autres de 2 pieds (0,6 m) et situés aux $\frac{6}{10}$ de la hauteur de l'eau mesurée à la verticale du point : par exemple, si la profondeur est de 5 pieds (1,5 m), le moulinet sera fixé sur la tige de l'appareil à 3 pieds (0,9 m) au-dessus du lit. Dans les grands cours d'eau, on procède à deux observations sur chaque verticale, la première aux $\frac{2}{10}$ et la seconde aux $\frac{8}{10}$ de la hauteur de l'eau : par exemple, si le cours d'eau a 10 pieds (3 m)

Notes explicatives au tableau I

Les cinq premières colonnes n'appellent aucune explication.

On calcule la vitesse (colonne 6) à l'aide d'un tableau spécial fourni avec chaque compteur et on l'exprime en pieds par seconde d'après les données inscrites dans les colonnes 4 et 5.

Dans la colonne 6 *a*, on note la lecture effectivement faite à la verticale du point considéré ; dans la colonne 6 *b* on inscrit la moyenne des indications notées sous 6 *a*, si l'on a fait plusieurs observations à la même verticale, ou l'on répète le chiffre inscrit sous 6 *a* dans le cas contraire ; dans la colonne 6 *c*, on inscrit la moyenne des valeurs notées pour les deux verticales qui délimitent la section partielle de la lame d'eau, c'est-à-dire la moyenne entre la valeur notée pour la verticale considérée et la valeur notée pour la verticale précédente (par exemple, le chiffre 0,30 qui figure à la deuxième ligne dans la colonne 6 *c* est la moyenne des chiffres inscrits sur la première ligne (soit 0) et sur la deuxième ligne (soit 0,61) de la colonne 6 *b*).

La profondeur moyenne (colonne 7) est la moyenne des hauteurs d'eau mesurées sur les deux verticales qui délimitent la section partielle considérée ; elle s'obtient à partir des données inscrites dans la colonne 2 (par exemple, la profondeur moyenne 2,08 qui figure à la cinquième ligne est la moyenne des chiffres 2,17 et 2,00 respectivement inscrits à la quatrième et à la cinquième ligne de la colonne 2).

La largeur de chaque section partielle (colonne 8) est constituée par l'intervalle horizontal entre deux verticales d'observation successives.

La surface de chaque section partielle (colonne 9) est le produit des chiffres inscrits dans les colonnes 7 et 8.

Le débit en pieds cubes par seconde (colonne 10) est le produit des chiffres inscrits dans les colonnes 6 *c* et 9.

de profondeur, les observations se feront à 2 pieds (0,6 m) et à 8 pieds (2,4 m), et l'on notera la vitesse moyenne ; dans ce cas, l'intervalle séparant deux verticales d'observation est porté à 4 pieds (1,2 m) ou davantage.

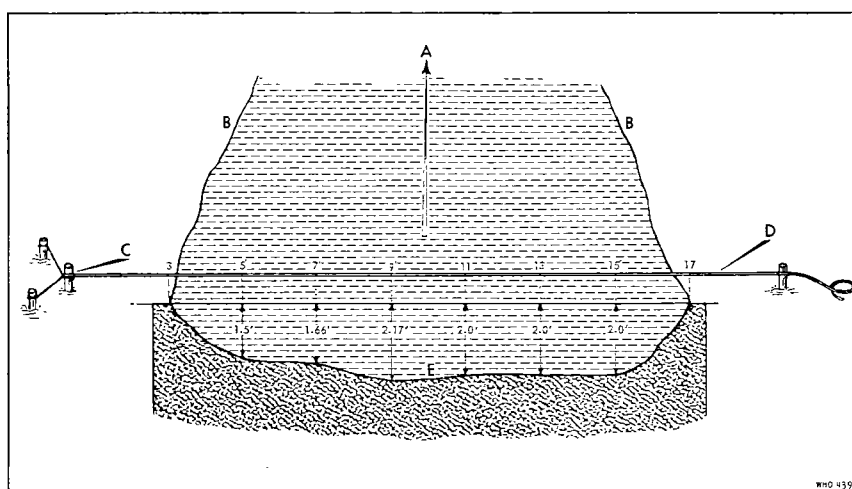
L'endroit du cours d'eau où s'effectuent ces mesures doit être choisi avec soin, car des obstacles situés en aval ou en amont peuvent modifier la vitesse du courant. L'emplacement choisi doit se trouver sur un secteur rectiligne d'au moins 100 pieds (30 m) de long ; les observations devront être faites au milieu du secteur rectiligne. Tous les obstacles tels que troncs d'arbres et gros blocs de pierre détachés devront être enlevés ; de même, on fauchera la végétation susceptible de ralentir le courant.

Ayant ainsi choisi et préparé l'emplacement, on tendra un ruban gradué en travers de la rivière, perpendiculairement au courant, et on le fixera solidement sur chaque berge au moyen de piquets de tente. Ce ruban gradué devra être bien tendu afin de garantir l'exactitude des mesures. Il risque cependant de s'enrouler en spirale, et un procédé simple, pour éviter cet inconvénient consiste à attacher l'anneau de laiton dont est pourvue l'extrémité zéro à deux piquets séparés qui auront été plantés dans le sol à environ 50 cm l'un de l'autre. Très souvent, les berges sont meubles ou marécageuses ; aussi est-il indispensable de planter les piquets dans un sol dur, à près d'un mètre du bord de l'eau. Cela fait, l'observateur tourné vers l'aval lit la graduation du ruban qui correspond au bord même de l'eau sur la rive gauche, et il mesure la profondeur de l'eau. Il répète cette opération tous les 2 pieds (0,6 m) jusqu'à la rive droite. Dans la colonne des remarques du registre d'observations (voir tableau I, page 30), l'observateur inscrira tout spécialement la graduation exacte notée pour chaque berge, ce qui lui permettra de vérifier toutes les notations intermédiaires et d'établir la largeur du cours d'eau. (Voir fig. 4.)

On monte alors le compteur et l'on procède à des observations aux points prédéterminés et en opérant à la profondeur optimum, c'est-à-dire soit aux $\frac{6}{10}$ de la hauteur de l'eau dans les cours d'eau de faible importance, soit aux $\frac{2}{10}$ et aux $\frac{8}{10}$ de cette hauteur dans les grands cours d'eau ; dans ce dernier cas, on inscrit la moyenne des deux observations. Le compteur est fixé sur la tige au moyen d'une vis à ailettes, ce qui permet de l'ajuster facilement à la hauteur requise. Dans les rivières profondes, les observations peuvent être faites à partir de ponts et l'on peut, à cette fin, se procurer des câbles spéciaux.

Comme il a été dit plus haut, le compteur indique chaque tour du moulinet — ou, si on le désire, un tour sur cinq — en faisant entendre un déclic dans les écouteurs. Le nombre de tours par minute est noté au moyen d'un chronomètre ; en se référant à un tableau fourni avec le compteur, on obtient la vitesse en pieds par seconde. La vitesse de l'eau, rapportée à la profondeur et à la largeur de la section, donne le débit en pieds cubes par seconde.

**FIG. 4. ÉVALUATION DU DÉBIT D'UN COURS D'EAU
PAR LA MÉTHODE DU COMPTEUR ***



- A = Sens du courant
- B = Berge
- C = Point de repère
- D = Ruban gradué
- E = Profil mouillé

* Représentation de la lame d'eau correspondant aux indications du tableau I. Les mesures sont indiquées en pieds.

Toutes les données sont inscrites suivant un système spécial de notation (voir tableau I). L'important est de se rappeler que le débit est simplement le produit de la surface de la lame d'eau considérée (largeur \times profondeur) par la vitesse. En pratique, on effectue une mesure de volume, bien qu'il ne s'agisse pas d'une grandeur statique.

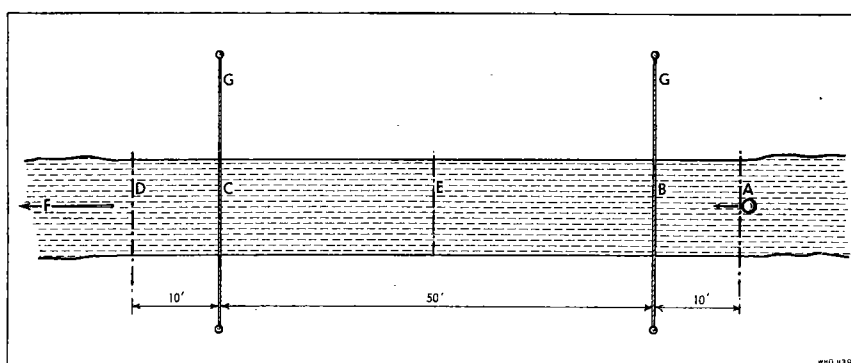
Méthode des flotteurs

L'évaluation du débit d'un cours d'eau par la méthode des flotteurs ne saurait être aussi exacte que celle obtenue au moyen d'un compteur. Néanmoins, cette méthode est extrêmement utile dans le cas des petits cours d'eau dont la profondeur, inférieure à 15 cm, ne permet pas au compteur de fonctionner. En outre, elle peut rendre service dans le cas d'un grand cours d'eau, si le compteur est hors de service. A la condition d'opérer avec soin, on peut arriver à une précision de l'ordre de 98 %.

Une fois lâché, le flotteur doit, sans aucune entrave, parcourir le secteur expérimental à la vitesse de surface ; aussi le choix de ce secteur est-il

extrêmement important. Le secteur choisi doit être rectiligne et avoir une longueur d'au moins 50 pieds (15 m). Il est souhaitable de prévoir 10 pieds (3 m) de plus à chaque extrémité du secteur afin : *a*) de pouvoir lâcher le flotteur en amont, de façon qu'il ait acquis une vitesse suffisante lorsqu'il arrive dans le secteur d'observation, et *b*) d'éviter le ralentissement du flotteur dans la partie inférieure du secteur, par suite de remous que pourraient provoquer des obstacles situés plus loin en aval. Après avoir choisi le secteur le mieux approprié, on enlèvera tous les obstacles éventuels — arbres, branchages, grosses pierres détachées, etc. Les herbes et toute autre végétation immergée seront faucardées et les berges seront nettoyées, si nécessaire. Des cordes seront alors tendues perpendiculairement au cours d'eau aux deux extrémités du secteur, de manière que des observations exactes puissent être faites. (Voir fig. 5.)

FIG. 5. ÉVALUATION DU DÉBIT D'UN COURS D'EAU PAR LA MÉTHODE DES FLOTTEURS



- A = Endroit où le flotteur est lâché dans l'eau
- F = Sens du courant
- G = Corde
- A-D = Zone faucardée
- B-C = Secteur d'observation

La surface de la lame d'eau et le profil mouillé sont mesurés aux points B, E et C (début, milieu et fin du secteur d'observation). Les mesures sont indiquées en pieds.

Le flotteur est lâché 3 m en amont du secteur d'observation. Quand il atteint celui-ci, un assistant posté en ce point signale son passage à l'observateur qui se trouve à la fin du secteur et qui mesure la vitesse à l'aide d'un chronomètre. L'opération est répétée six fois et l'on note la vitesse du flotteur *le plus rapide*. Il convient d'insister sur la nécessité de relever la vitesse du flotteur *le plus rapide*, et non pas la moyenne des vitesses des six flotteurs. Pour cette expérience, on utilise de petites branches de bois vert, d'environ 5 cm de long, préalablement écorcées.

Il s'agit ensuite de mesurer le cours d'eau afin d'évaluer la surface de la lame d'eau et le profil mouillé. Par « lame d'eau » on entend une section transversale du cours d'eau ; sa surface est égale à la largeur de ce dernier multipliée par la profondeur moyenne et s'exprime en pieds carrés ; en d'autres termes, c'est la section à travers laquelle coule la rivière. Le « profil mouillé » est la partie du lit qui est en contact effectif avec l'eau ; en pratique, il suffit, pour le déterminer, de mesurer la largeur du cours d'eau et d'ajouter à celle-ci une longueur égale à deux fois la profondeur moyenne, afin de tenir compte de la partie immergée des berges. Ordinairement, on mesure la lame d'eau et le profil mouillé en trois points choisis à cet effet, à savoir au début, au milieu et à la fin du secteur d'observation, de manière à calculer une valeur moyenne pour l'une et l'autre.

Comme il a été dit plus haut, la vitesse d'un cours d'eau est influencée par le frottement de l'eau sur le lit et sur les berges, et il importe de tenir compte de cet effet de freinage. Pour cela, il est nécessaire de déterminer le rayon hydraulique moyen, qui s'obtient en divisant la surface de la lame d'eau moyenne par le profil mouillé moyen (voir Appendice, page 39). En se référant ensuite au barème donné dans le tableau II, on obtient le coefficient de frottement (f) correspondant. En supposant, par exemple, que la lame d'eau moyenne soit de 40 pieds carrés et le profil mouillé moyen de 24 pieds, le rayon hydraulique moyen est de 1,67 ; si l'on se réfère au tableau, on trouve que, pour les lits de cours d'eau en terre, la valeur du coefficient de frottement $f = 0,69$.

Enfin, le débit est évalué au moyen de la formule suivante :

vitesse maximum à la surface $\times f \times$ lame d'eau moyenne (voir Appendice, page 39).

En supposant que le flotteur mette 30 secondes pour parcourir une distance de 50 pieds, la vitesse est de $\frac{50}{30} = 1,67$. Si la lame d'eau moyenne est de 40 pieds carrés et si le rayon hydraulique moyen est de 1,67, f étant alors égal à 0,69, la formule énoncée ci-dessus donne : $1,67 \times 0,69 \times 40 = 46$ pieds cubes par seconde ($1,30 \text{ m}^3$).

On ne saurait trop souligner l'importance du choix et de la préparation du secteur d'observation, surtout si l'on envisage de procéder régulièrement, par la suite, à de nouvelles évaluations. Pour plus de commodité, nous répéterons que la mesure du débit comporte les opérations successives suivantes :

- 1) choix et préparation du secteur d'observation ;
- 2) installation de cordes à travers le cours d'eau pour délimiter le secteur d'observation ;
- 3) notation du temps mis par les flotteurs pour parcourir le secteur d'observation ;

TABLEAU II. COEFFICIENT DE FROTTEMENT (f) SELON LE RAYON HYDRAULIQUE MOYEN, POUR DIFFÉRENTS TYPES DE LITS DE COURS D'EAU *

Rayon hydraulique moyen (R) Pieds Mètres		Valeur du coefficient de frottement (f) pour des lits de cours d'eau en			
		ciment lisse	brique ou béton rugueux	maçonnerie de moellons	terre (conditions) ordinaires)
0,5	(0,15)	0,844	0,784	0,739	0,593
1,0	(0,30)	0,848	0,806	0,772	0,649
1,5	(0,46)	0,851	0,817	0,787	0,680
1,75	(0,53)	0,852	0,819	0,793	0,691
2,0	(0,61)	0,853	0,821	0,796	0,699
2,5	(0,76)	0,854	0,824	0,803	0,715
3,0	(0,91)	0,854	0,828	0,809	0,725
4,0	(1,22)	0,855	0,833	0,815	0,740
5,0	(1,52)	0,856	0,836	0,820	0,752
6,0	(1,83)	0,856	0,838	0,823	0,759
8,0	(2,44)	0,856	0,841	0,828	0,772
10,0	(3,05)	0,857	0,843	0,832	0,781
12,0	(3,66)	0,857	0,844	0,834	0,787
15,0	(4,57)	0,857	0,846	0,836	0,794
20,0	(6,10)	0,858	0,849	0,839	0,803
30,0	(9,14)	0,859	0,851	0,842	0,813

* D'après Griffith, W. M. (1941) *J. Instn civ. Engrs*, [15], No. 4, p. 290.

- 4) évaluation de la surface des lames d'eau et calcul de leur moyenne ;
- 5) évaluation des profils mouillés correspondants et calcul de leur moyenne ;
- 6) détermination du rayon hydraulique moyen ;
- 7) calcul du débit, en pieds cubes par seconde.

Doses et dispersion du larvicide

Les évaluations du débit se font toujours dans la partie inférieure des cours d'eau, c'est-à-dire soit en aval de la zone infestée, soit à l'endroit où le cours d'eau se jette dans un autre cours d'eau ou dans un lac. Le larvicide est toujours répandu en amont de la zone infestée, ordinairement près de la source. Quand plusieurs rivières infestées font partie d'un même bassin hydrographique, l'opération s'effectue habituellement le même jour dans toutes les rivières, afin d'éviter que des larves n'émigrent d'un cours d'eau dans l'autre et n'échappent ainsi au traitement. Chaque cours d'eau infesté de la zone considérée doit être traité une fois tous les 10 jours. Cette cadence est nécessaire pour prévenir une réinfestation par des adultes provenant de zones limitrophes non traitées.

Le choix de l'emplacement où le larvicide sera répandu présente quelque importance. Cet emplacement doit être planté d'arbres, afin que l'on puisse suspendre le réservoir d'insecticide, par le moyen de câbles, au-dessus du cours d'eau et en son milieu. Quand il n'existe pas d'arbres, il faut construire une plateforme de pierres ou de planches.

On a déterminé que la dose minimum doit être de 0,5 partie d'isomère para-para' du DDT par million de parties d'eau, le produit étant répandu sans interruption pendant 30 minutes. A cette cadence, la stérilisation est réalisée sur un parcours d'une quarantaine de milles (environ 64 km), soit un peu plus ou un peu moins suivant la nature du cours d'eau. Les étangs et les grands marécages tendent à retenir ou à précipiter le larvicide, et il est souvent nécessaire de répandre une nouvelle quantité de produit en aval d'obstacles de ce genre. Il est impossible d'indiquer leur influence de façon précise, l'expérience seule permettant de la connaître.

Les facteurs qui doivent être pris en considération pour calculer la quantité de larvicide à répandre sont : le débit du cours d'eau, la teneur du produit en substance active (isomère para-para') et la concentration en parties par million.

L'unité choisie ici est égale à 1 pied cube (0,028 m³) d'eau passant en une seconde par un point donné ; elle correspond à un volume de 6,2 gallons (28 litres) et à un poids de 62 livres anglaises (28 kg).

Pour l'opération de désinfestation, la durée optimum est de 30 minutes. Par conséquent, pendant ce laps de temps, un cours d'eau ayant un débit de 1 pied cube par seconde aura déversé $62 \times 60 \times 30$ livres = 111.600 livres (un peu plus de 50.000 kg), ce qui — à raison d'une partie par million — exige 0,1116 livre (0,05 kg) de substance active. Une émulsion à 10 % contient, par gallon, une livre (0,45 kg) de DDT de qualité commerciale, soit 0,7 livre (0,32 kg) d'isomère para-para' ; par conséquent, 0,1116 livre de substance active est contenue dans 0,16 gallon ou 1,28 pinte (0,73 litre) d'émulsion. Ce dernier chiffre pourra varier suivant la concentration recherchée.

La formule suivante tient compte de tous les facteurs en jeu :

$$\text{Quantité d'émulsion à 10 \% (en pintes)} = F \times \frac{100}{C_{pp}} \times Q \times D \times P$$

Dans cette formule,

F = facteur fondamental = 0,1116

C_{pp} = teneur en substance active (pourcentage d'isomère para-para')

Q = débit du cours d'eau en pieds cubes par seconde

D = concentration recherchée en parties par million

P = coefficient de conversion en pintes = 8.

Exemple : Si la teneur en isomère para-para' est de 70 %, le débit du cours d'eau de 35 pieds cubes par seconde et la concentration recherchée de 0,5 partie par million, on a besoin de

$$0,1116 \times \frac{100}{70} \times 35 \times \frac{1}{2} \times 8 = 22,32 \text{ pintes (12,68 litres) d'émulsion à 10 \%}.$$

Il est maintenant nécessaire de calculer le degré de dilution de l'insecticide qu'il y a lieu d'adopter pour que celui-ci soit répandu à une vitesse constante. En raison de la nature des émulsions, il faut obtenir une bonne dispersion de celles-ci dans un volume d'eau suffisant avant leur utilisation et il importe, à cet égard, d'arriver à la phase « huile dans l'eau » (en l'occurrence, « pétrole dans l'eau »). Le mélange préliminaire doit être calculé de manière à ne pas comprendre plus d'une partie d'émulsion pour deux parties d'eau. On a constaté qu'un petit orifice d'environ $\frac{1}{8}$ pouce (4 mm) de diamètre assure l'écoulement de 4 gallons en 10 minutes, soit, en 30 minutes, de 12 gallons (54,5 litres). En pratique, un trou perforé dans le fond d'un bidon d'essence de 4 gallons avec un gros clou de 6 pouces (15 cm) permet d'obtenir ce débit. On peut augmenter ce débit en triplant le nombre des trous par bidon et, si cela est nécessaire, en utilisant davantage de bidons. Ainsi, pour 24 gallons (ou 192 pintes) d'émulsion, on ajoutera la quantité d'eau nécessaire pour porter le volume du mélange à 72 gallons (ou 576 pintes) au minimum ; par conséquent, pour assurer l'écoulement

de cette quantité dans le temps requis, il faudra $\frac{72}{12} = 6$ trous, c'est-à-dire 2 bidons perforés de 3 trous chacun.

Il faut procéder avec précaution au mélange préliminaire. On n'ajoutera à l'émulsion qu'une petite quantité d'eau à la fois, et l'on agitera énergiquement après chaque opération : la dilution finale dans le cours d'eau s'en trouvera grandement facilitée.

Le traitement des cours d'eau est exécuté tous les dix jours pendant une période de trois mois — autrement dit on procède à 9 traitements successifs. Cette périodicité est motivée par la durée de vie de la larve — estimée à 14 jours au moins — et par la durée maximum de vie de la femelle adulte — qui ne dépasse probablement pas 2 mois.

Appendice

FORMULES POUR LE CALCUL DU DÉBIT D'UN COURS D'EAU PAR LA MÉTHODE DES FLOTTEURS

$$Q = f \times V_s \times S \qquad R = \frac{S}{P}$$

dans lesquelles :

Q = débit

R = rayon hydraulique moyen

f = coefficient de frottement = $\frac{V_m}{V_s}$ (voir tableau II)

V_m = vitesse moyenne du courant dans le secteur considéré

V_s = vitesse maximum à la surface

S = surface moyenne de la lame d'eau

P = profil mouillé moyen

Annexe 3

DOCUMENTATION A L'APPUI DE L'ORDRE DU JOUR

Documents de travail non publiés

- WHO/Onchocerciasis/1 Ordre du jour provisoire
- WHO/Onchocerciasis/2 Le problème du complexe *Simulium neavei*, par P. Freeman
- WHO/Onchocerciasis/3 Note sur les rapports entre les simuliés et l'onchocercose au Soudan Anglo-Egyptien, par D. J. Lewis
- WHO/Onchocerciasis/4 Biologie des vecteurs de l'onchocercose dans la région éthiopienne, par B. De Meillon
- WHO/Onchocerciasis/5 Résultats finaux d'une expérience sur la lutte contre l'onchocercose par éradication du vecteur, par P. C. C. Garnham & J. P. McMahon
- WHO/Onchocerciasis/6 La pathogénie d'*Onchocerca volvulus* dans ses rapports avec la lymphadénopathie et l'éléphantiasis, par D. L. Augustine
- WHO/Onchocerciasis/7 La lutte contre l'onchocercose et son traitement médicamenteux, par F. Hawking
- WHO/Onchocerciasis/8 Observations et considérations sur divers aspects oculaires des problèmes de l'onchocercose résultant d'une enquête conduite en Afrique Occidentale Française, par P. F. Toulant
- WHO/Onchocerciasis/9 L'onchocercose au Libéria, par T. A. Burch, D. M. Qualls & H. J. Greenville
- WHO/Onchocerciasis/10 Projet pilote de thérapeutique de l'onchocercose par le dérivé sodique de la suramine (USP XIII). Première partie : Enquête préliminaire, par T. A. Burch
- WHO/Onchocerciasis/11 Projet pilote de thérapeutique de l'onchocercose par le dérivé sodique de la suramine (USP XIII). Deuxième partie : Traitement et examen de contrôle, par T. A. Burch, H. G. Aguilar, M. Barrera & H. T. Dalmat
- WHO/Onchocerciasis/12 Appréciation de la valeur des nouveaux médicaments utilisés au Guatemala contre l'onchocercose, par J. R. de León
- WHO/Onchocerciasis/13 Propositions en vue de la normalisation des enquêtes épidémiologiques, par J. R. de León
- WHO/Onchocerciasis/14 Epidémiologie de l'onchocercose au Guatemala, par J. R. de León

- WHO/Onchocerciasis/15 Observations sur la chimiothérapie de l'onchocercose dans la province du Bahr-El-Ghazal (Soudan), par M. H. Satti & R. Kirk
- WHO/Onchocerciasis/16 Résumé des résultats des enquêtes entomologiques sur le complexe de l'onchocercose faites au Guatemala d'août 1944 à juillet 1945, par H. Elishewitz
- WHO/Onchocerciasis/17 Résistance des microfilaires d'*Onchocerca volvulus* à la diéthylcarbazine, par L. Vargas & J. Tovar
- * WHO/Onchocerciasis/18 The control of *Simulium damnosum* (Theobald) on the Victoria Nile, Uganda, by G. R. Barnley
- * WHO/Onchocerciasis/19 A selected bibliography on onchocerciasis dealing with some items of the agenda
- * WHO/Onchocerciasis/20 Entomological studies of an onchocerciasis project carried out in Guatemala between August 1947 and June 1953. Final progress report (June 30, 1953), by H. T. Dalmat
- * WHO/Onchocerciasis/21 Eradication of Simuliids by the use of DDT, with notes on estimation of river discharge. by J. P. McMahon
- * Selected references on bibliography on onchocerciasis from July 1945 to June 1951 (Document établi par le Bureau régional de l'OMS pour les Amériques, Washington)
- * Preliminary tests on the effectiveness of insect repellents against *Simulium* in an onchocerciasis zone in Guatemala: a report on work done in 1944 by D. Jobbins, R. Pacheco-Luna & J. R. de León (Document établi par le Bureau régional de l'OMS pour les Amériques, Washington)

* En anglais seulement.

ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ
SÉRIE DE RAPPORTS TECHNIQUES

	Numéro	Prix		
		Fr. s.	s. d.	§
Administration de la Santé publique, Comité d'experts de l'				
Premier rapport	55	1,20	2/3	0,30
Deuxième rapport	83	1,—	1/9	0,25
Adoption, Réunion mixte ONU/OMS d'experts des Problèmes de Santé mentale se rattachant à l'				
Rapport final	70	0,60	1/3	0,15
Alcool, Comité d'experts de l'				
Premier rapport	84	1,—	1/9	0,25
Alcoolisme, Sous-Comité de l'				
Voir sous Santé mentale.				
Alimentation et (de la) Nutrition, Comité mixte FAO/OMS d'experts de l'				
Rapport sur la première session	16	0,60	1/3	0,15
Rapport sur la deuxième session	44	1,60	3/-	0,40
Troisième rapport	72	0,80	1/6	0,20
Antibiotiques, Comité d'experts des				
Rapport sur la première session	26	0,40	9d.	0,10
Assainissement, Comité d'experts de l'				
Rapport sur la première session	10	1,—	2/-	0,25
Deuxième rapport	47	0,60	1/3	0,15
Troisième rapport	77	1,—	1/9	0,25
Bilharziose, Comité d'experts de la				
Premier rapport	65	1,20	2/3	0,30
Bilharziose (Afrique équatoriale et Afrique du Sud), L'identification et la classification des mollusques vecteurs de la				
Rapport d'un groupe d'études	90	1,—	1/9	0,25
Bilharziose en Afrique, Groupe mixte OIHP/OMS d'études sur la				
Rapport sur la première session	17	0,40	9d.	0,10
Brucellose, Comité mixte FAO/OMS d'experts de la (auparavant : Groupe mixte)				
Rapport sur la première session	37	1,—	2/-	0,25
Deuxième rapport	67	1,—	2/-	0,25
Choléra, Comité d'experts du				
Premier rapport	52	0,60	1/3	0,15
Choléra, Groupe mixte OIHP/OMS d'études sur le				
Rapport sur la troisième session	18	0,60	1/3	0,15
Déficiences alimentaires graves lors de calamités, Prophylaxie et traitement des				
Rapport d'un groupe d'experts-conseils	45	1,40	2/9	0,35
Drogues susceptibles d'engendrer la Toxicomanie, Comité d'experts des				
Rapport sur la deuxième session	21	0,40	9d.	0,10
Troisième rapport	57	0,40	9d.	0,10
Quatrième rapport	76	1,—	1/9	0,25

	Numéro	Prix		
		Fr. s.	s. d.	§
Education sanitaire de la Population, Comité d'experts de l'				
Premier rapport	89	1,—	1/9	0,25
Enfance mentalement insuffisante (L')				
Rapport d'un comité mixte d'experts réuni par l'OMS avec la participation des Nations Unies, de l'OIT et de l'UNESCO	75	1,—	1/9	0,25
Enfance physiquement diminuée, Comité mixte d'experts de l'— (OMS, Nations Unies, OIT et UNESCO)				
Premier rapport	58	0,80	1/6	0,20
Enseignement infirmier, Conférence sur l'				
Rapport	60	0,80	1/6	0,20
Fièvre jaune, Groupe consultatif d'experts de la				
Rapport sur la première session	19	0,40	9d.	0,10
Formation professionnelle et technique du Personnel médical et auxiliaire, Comité d'experts pour la				
Rapport sur la première session	22	1,—	2/-	0,25
Deuxième rapport	69	0,80	1/6	0,20
Grippe, Comité d'experts de la				
Premier rapport	64	0,80	1/6	0,20
Hépatite, Comité d'experts de l'				
Premier rapport	62	0,80	1/6	0,20
Hygiène des Gens de Mer, Comité mixte OIT/OMS de l'				
Rapport sur la première session	20	0,40	9d.	0,10
Insecticides, Comité d'experts des				
Rapport sur la première session	4	1,20	2/3	0,30
Rapport sur la deuxième session	34	2,20	4/3	0,55
Troisième rapport	46	1,—	2/-	0,25
Quatrième rapport	54	2,60	5/-	0,65
Lèpre, Comité d'experts de la				
Premier rapport	71	0,80	1/6	0,20
Lutte antivénéérienne aux Etats-Unis d'Amérique				
Rapport de la Commission de l'OMS pour l'Étude de la Syphilis	15	1,80	3/6	0,45
Maladies rhumatismales, Comité d'experts des				
Premier rapport	78	1,—	1/9	0,25
Maladies vénériennes et Tréponématoses, Comité d'experts des				
Rapport sur la troisième session	13	0,80	1/6	0,20
Quatrième rapport	63	2,20	4/3	0,55
Sous-Comité de la Sérologie et des Techniques de Laboratoire				
Rapport sur la première session	14	1,—	2/-	0,25
Rapport sur la deuxième session	33	0,80	1/6	0,20
Troisième rapport	79	2,—	3/6	0,50
Maternité, Comité d'experts de la				
Premier rapport : Etude préliminaire	51	0,60	1/3	0,15

	Numéro	Prix		
		Fr. s.	s. d.	§
Médecine du Travail, Comité mixte OIT/OMS de la				
Deuxième rapport	66	0,80	1/6	0,20
Onchocercose, Comité d'experts de l'				
Premier rapport	87	1,—	1/9	0,25
Paludisme, Comité d'experts du				
Rapport sur la troisième session	8	1,20	2/3	0,30
Rapport sur la quatrième session	39	0,80	1/6	0,20
Cinquième rapport	80	1,—	1/9	0,25
Paludisme en Afrique équatoriale, Conférence du				
Rapport	38	1,80	3/6	0,45
Peste, Comité de la				
Rapport sur la première session	11	0,80	1/6	0,20
Deuxième rapport	74	0,40	9d.	0,10
Pharmacopée internationale, Comité d'experts de la (auparavant: Comité d'experts pour l'Unification des Pharmacopées)				
Rapport sur la quatrième session	1	0,40	9d.	0,10
Rapport sur la cinquième session	12	0,40	9d.	0,10
Rapport sur la sixième session	29	0,60	1/3	0,15
Rapport sur la septième session (comprenant le rapport sur la première session du Sous-Comité des Dénominations communes)	35	0,80	1/6	0,20
Rapport sur la huitième session (comprenant le rapport sur la deuxième session du Sous-Comité des Dénominations communes)	43	1,—	2/-	0,25
Neuvième rapport (comprenant le troisième rapport du Sous-Comité des Dénominations communes)	50	1,—	2/-	0,25
Poliomyélite, Comité d'experts de la				
Premier rapport	81	2,—	3/6	0,50
Prématurité, Groupe d'experts sur la				
Rapport final	27	0,40	9d.	0,10
Rage, Comité d'experts de la				
Rapport sur la première session	28	0,80	1/6	0,20
Deuxième rapport	82	1,—	1/9	0,25
Règlement sanitaire international				
Règlement N° 2 de l'Organisation Mondiale de la Santé	41	2,60	5/-	0,65
Rickettsioses africaines, Groupe mixte OIHP/OMS d'études sur les				
Rapport sur la première session	23	0,60	1/3	0,15
Santé mentale, Comité d'experts de la				
Rapport sur la première session	9	1,20	2/3	0,30
Rapport sur la deuxième session	31		<i>Epuisé</i>	
Troisième rapport (« L'hôpital psychiatrique public »)	73	1,—	2/-	0,25
Sous-Comité de l'Alcoolisme				
Rapport sur la première session	42		<i>Epuisé</i>	
Deuxième rapport	48	1,—	2/-	0,25