

a 60856

WORLD HEALTH
ORGANIZATIONORGANISATION MONDIALE
DE LA SANTÉCONFERENCE SUR LE PALUDISME
EN AFRIQUEWHO/Mal/156
Lagos Conf./28
15 février 1956

ORIGINAL : FRANCAIS

QUE FAUT-IL ATTENDRE DES MOYENS AERIENS DANS LA LUTTE CONTRE LE PALUDISME ?

par

A. Lebrun et M.A. Ruzette

(Direction générale des Services médicaux du Congo belge)

Les succès spectaculaires obtenus à Léopoldville, dans la lutte contre Simulium damnosum au moyen d'avions épandant des insecticides a poussé le Gouvernement du Congo belge à constituer un vol sanitaire composé d'un avion C47 et de trois hélicoptères Sikorsky S51. Ces trois appareils ont été remplacés en 1955 par des Sikorsky type S55 destinés à la lutte contre les insectes dans tout le territoire du Congo belge. Le premier appareil permet l'épandage de 2750 litres d'insecticide par vol. Chacun des seconds emporte dans ses flancs 400 litres d'insecticide. Deux modes différents d'épandage furent employés. La nébulisation ou création de brouillards (fogging) fut principalement utilisée par les hélicoptères, tandis que les opérations de pulvérisation étaient particulièrement réalisées par le DC3. La méthode par nébulisation consiste à injecter le mélange insecticide dans le tuyau d'échappement du moteur. La méthode par pulvérisation est suffisamment bien connue pour que l'on ne s'étende pas davantage à son sujet ici. Divers produits ont été utilisés. Nous nous sommes finalement arrêtés à la formule Gésarol NL contenant 17 % p-p' DDT en poids/volume additionné d'un produit adhésif augmentant la rémanence de l'insecticide. Le principal avantage de cette formule est son ininflammabilité, facteur important lorsque le produit est injecté dans le tuyau d'échappement du moteur (nébulisation). Le second avantage du Gésarol NL est sa rémanence de quatre jours environ, lorsqu'il est employé en aérosol thermique

durant la saison des pluies. De nombreux essais ont été effectués pour déterminer les doses qui arrivaient au sol et leur efficacité contre les insectes. Ces essais furent chaque fois menés dans des conditions aussi comparables que possible. Les conditions fixées pour l'hélicoptère étaient les suivantes :

hauteur de vol	30 m
vitesse de vol	220 km/heure
débit insecticide	50 litres/minute.

Ces chiffres ont été adoptés lors des essais parce qu'ils représentent la moyenne des conditions normales d'utilisation des appareils au travail, et les résultats que devaient nous donner ces essais étaient donc aussi proches que possible des résultats que l'on obtenait effectivement lors des opérations de désinsectisation. Les conditions de ventilation étaient évidemment les seules sur lesquelles nous n'avions aucune prise, et les essais ont été conduits dans des conditions comparables : vent très faible dans le nez de l'avion et jamais au delà de 45° de l'axe du vol. L'analyse statistique des données recueillies nous permet d'admettre dans la pratique les données suivantes. L'hélicoptère travaillant en nébulisation traite d'une manière assez irrégulière une bande de 120 m de large. Les doses retrouvées au sol vont de 50 mg au m^2 sous l'axe du vol avec vent debout jusqu'à 10 mg au m^2 . Certains points, à cause du mouvement giratoire de la fumée insecticide, reçoivent des doses beaucoup plus faibles. La courbe indiquant la tendance générale de répartition sans tenir compte des variations accidentelles indique une dose moyenne au sol variant entre 11 et 12 mg de p-p' DDT au m^2 . Autrement dit la dose de 20 mg au m^2 déterminée par le Dr Wanson comme étant efficace dans la lutte imagocide dans le cas de Simulium damnosum, dose que nous avons décidé d'adopter pour la lutte contre les moustiques ne peut être obtenue que par des vols sur des axes séparés de 60 m environ les uns des autres. En se superposant, ces traitements à intervalles de 60 m finissent par assurer à peu près partout la dose requise. Pour le DC3, du fait de son aérodynamique différente de celle de l'hélicoptère, la courbe de répartition de l'insecticide se présente suivant un profil différent. Les doses varient en moyenne de 10 mg à 150 m de l'axe de vol jusqu'à 130 mg à 0 m. Ceci nous permet d'admettre que des passages à intervalles

de 100 m appliqueront au sol, par superposition, une dose p-p' DDT au moins égale à 100 mg/m^2 environ. Ce chiffre permet de réaliser en cinq passages une dose dite agricole, de 500 g à l'ha., dont la rémanence se fait sentir près de trois semaines. Nous avons essayé de déterminer également la quantité d'insecticide se trouvant par unité de volume d'air. Nous signalons, à titre indicatif, qu'au cours de ces essais, dont les résultats furent très variables, la concentration de p-p' DDT par m^3 d'air n'a pas dépassé un gramme au maximum et n'est pas tombée en dessous de 78 mg/m^3 après trois minutes. Si nous nous souvenons que la concentration à réaliser lors de l'utilisation des bombes à aérosol dans les locaux fermés est de $5,3 \text{ mg par m}^3$ d'air pendant trois minutes, nous obtenons donc un résultat très satisfaisant également dans ce domaine. L'ensemble des résultats nous permet donc de déterminer que pour réaliser une couverture du terrain, un épandage théorique de 396 g de DDT par ha. laissait au sol, compte tenu des irrégularités de distribution, une concentration effective de 110 g à l'ha., soit une dose quatre fois moindre. Pour le DC3, la dose réalisée au sol représente environ le tiers de la dose émise. Il devait être constaté, au cours de multiples traitements, que cette dose réalisait une action rémanente de quatre jours environ. L'analyse volumétrique, d'autre part, nous garantit au m^3 d'air traité en nébulisation une dose suffisante pour tuer les moustiques adultes qui s'y trouvent. Cette donnée est évidemment très importante. Pour ce qui est de la grosseur et de la densité des gouttelettes nous avons pu déterminer que, justesous l'axe de vol, on observe des gouttelettes d'un diamètre de 200 à 600 microns, provenant d'une aérosolisation insuffisante très vraisemblablement. Pour le reste de la bande traitée on obtient 89 % des gouttelettes dont les dimensions se situent entre 10 et 100 microns, dimensions particulièrement favorables à l'action insecticide. Sur les plaques de verre on retrouve une moyenne de 82 gouttelettes au cm^2 . La couverture insecticide est donc de très bonne qualité. Nous avons également voulu recouper nos tests chimiques par un contrôle biologique et déterminer la dose létale pour les insectes. Nous avons utilisé dans ce but des mouches bien sensibles à l'insecticide pour déterminer la largeur des bandes ayant reçu une dose suffisante d'insecticide. Les données ainsi recueillies correspondent étroitement aux indications de

l'analyse chimique. Le dépôt reconnu de 120 mg par m² retrouvé sur 100 m avec le DC3, par exemple, permet d'obtenir la mort de toutes les mouches dans un délai raisonnable d'environ 50 minutes. Au point de vue de la rémanence, comme il a été dit, des feuilles prélevées dans la végétation traitée conservent le pouvoir de tuer des mouches dans les délais normaux (moins de deux heures), pendant trois ou quatre jours après le passage de l'hélicoptère, lorsque le produit utilisé a été épandu à une dose normale de 11 mg au m². Avec des doses de l'ordre de plusieurs centaines de grammes à l'ha. on arrive cependant à des rémanences de quatre semaines en saison sèche, rien que par l'utilisation de la nébulisation. Cette méthode est évidemment trop coûteuse pour être employée fréquemment à de telles doses. L'apparition récente sur le marché d'émulsions aux propriétés adhésives particulièrement poussées (résistance particulière aux pluies tropicales) permet d'ailleurs de résoudre par pulvérisation aérienne et à moindre frais cette question importante de la rémanence. Dans le cas où le traitement volumétrique d'un espace donné surprend l'insecte à détruire hors de ses abris, il est tout indiqué de recourir à l'aérosol thermique de Gésarol NL qui, en plus de son action létale directe, assure un dépôt d'une courte rémanence de trois à quatre jours. Pour la destruction brutale, par exemple d'Aedes aegypti, cette formule est la plus efficace. Pour le décimage mensuel de larves et adultes des Anopheles gambiae proliférant en terrain découvert, le même aérosol donne des résultats surprenants, ainsi qu'il est dit plus loin. Les tsé-tsés et les simulies sont également étonnamment sensibles à l'aérosol de DDT. Diverses campagnes de désinsectisation furent spécialement dirigées contre les anophèles, notamment dans la région côtière de Banana-Moanda et à Léopoldville (Kinsuka).

1. Région côtière (Banana-Moanda)

A la suite des études faites sur le terrain, en nous basant sur le travail de Muirhead Thompson : "Mosquito Behaviour", nous avons pu déterminer que le paludisme de la région côtière est dû, en ordre principal, à Anopheles gambiae melas, d'une fréquence incroyable dans les huttes des pêcheurs (30 à 40 par hutte, en plein jour) par exemple. Les cas de paludisme pernicioeux ne sont pas rares parmi les enfants des villages, et l'indice plasmodique des enfants de la région atteignait

un taux de 67,9 % avant les opérations. Les moustiques adultes disposent de multiples gîtes de repos à l'extérieur, dans les buissons des marais, dans les troncs creux d'avicennia, sous les talus ombragés et obscurs en bordure des criques. On pourrait donc s'attendre à un insuccès du moins partiel des pulvérisations domiciliaires, comme nous le connaissions déjà à Kinsuka (nous en reparlerons), et comme Muirhead Thompson l'avait observé ailleurs. Les gîtes larvaires, par contre, sont nettement circonscrits et d'assez faible étendue et constitués, dans leur très grande majorité sinon dans leur totalité, par les nombreux vergers à avicennia noyés régulièrement par les fortes marées. L'idée directrice des diverses campagnes était de tuer les larves au moyen de DDT par nébulisation ou de HCH par pulvérisation, de tuer les insectes en vol à l'aube, lorsqu'ils regagnent leurs abris, ou au crépuscule lorsqu'ils les quittent, et d'interdire les lieux de ponte en les couvrant d'une couche d'insecticide rémanent. Du fait de la topographie du terrain, les dangers de réinfestation se limitaient aux criques de l'estuaire du fleuve Congo où la mangrove à Rhizophora s'étend sur environ 40 000 ha. Un danger plus redoutable provenait de la rive angolaise du fleuve qui, à certains endroits, n'est distante que de 2,5 km et où les grandes tornades de la saison des pluies suivent précisément une direction propice à la traversée de la baie par les moustiques. En mai-juin 1953 une première tentative d'éradication de l'anophèle fut tentée. Les traitements furent répétés en séquences calculées de façon à revenir chaque fois exterminer, dans les gîtes, les "descendants" des rescapés du traitement précédent. Du 4 mai au 13 juin le DC3 vola 41 h. 15 et un hélicoptère 23 h. 17, utilisant en nébulisation 90 827 kg de gésarol NL (17 % DDT) et 11 647 kg de Gésarol NL (15 % DDT + 2 % HCH). A partir du 20 mai on ne capturait plus un seul anophèle à Banana. Nous fondions de très grands espoirs sur cette disparition totale des anophèles lorsqu'au cinquante-sixième jour, le 16 juillet, le premier anophèle réapparaissait. A partir de ce moment la progression est foudroyante et, pendant les vingt premiers jours de septembre, on en capture 1039. La campagne avait échoué ! Le manque de personnel spécialisé n'avait pas permis le dénombrement et la localisation des gîtes potentiels tout proches d'où la réinvasion était partie. Ce qui était plus grave : le taux d'infestation atteignait un niveau jamais atteint

antérieurement à une époque comparable. En effet, la campagne menée de façon intensive avait très vraisemblablement affecté les petits poissons culiciphages, détruisant ainsi un équilibre biologique précieux. Il était urgent d'intervenir pour tenter encore une fois l'éradication qui nous avait échappé de bien peu. L'étude des causes du premier échec pouvait nous faire espérer une réussite réelle. Cette fois le plan de campagne fut totalement modifié en tenant compte, et de la distribution exacte des gîtes larvaires repérés jusqu'au dernier par des vols de reconnaissance en hélicoptère, et de la nature des produits à notre disposition. Cette fois le DC3 utilisa en pulvérisation 73 000 litres d'une solution à 4 % de HCH dans le mazout, et 17 900 kg de Césarol NL en nébulisation. Les hélicoptères utilisèrent, pour leur part, 35 000 kg de NL2 en nébulisation concentrée uniquement sur les vergers à avicennia (gîtes larvaires). La campagne eut lieu du 19 octobre au 14 décembre, selon un schéma commandé par les marées; comprenant quatre cycles différents, elle exigea 41 h. 30 de vol pour le DC3 et 56 h. de vol pour l'hélicoptère qui couvrit, pour sa part, 1300 ha. environ. L'idée directrice était de nettoyer la région sur une grande échelle et de concentrer sur les gîtes une importante quantité d'insecticide à longue rémanence. Des captures systématiques de moustiques furent organisées en différents points de la zone traitée. On peut dire que la région est restée pratiquement exempte d'anophèle du 20 octobre au 10 janvier suivant, soit pendant quatre-vingt-un jours. Ce résultat n'avait été obtenu que par une surveillance précise de la périphérie où l'on voyait réapparaître les premiers anophèles au vingt-quatrième jour après la fin de la campagne et où l'on intervenait immédiatement. Cependant, sans action permanente, la réinfestation se serait quand même faite. Cette deuxième tentative d'éradication, menée avec de puissants moyens sur une large étendue, nous renforçait dans l'idée que, dans les conditions rurales en Afrique centrale, l'éradication de l'anophèle est une entreprise très hasardeuse dans les conditions actuelles.

Au lieu de persévérer dans des campagnes de grande envergure :

- 1) consommant des tonnages importants d'insecticides,
- 2) imposant un effort très prolongé aux pilotes,
- 3) créant, après quelques semaines, un déséquilibre biologique profond en faveur des larves d'anophèles,

4) se soldant quand même par la réinvasion, à partir de zones non traitées, parfois assez distantes (action des vents),

on décida de faire des campagnes réduites, limitées aux gîtes larvaires et répétées chaque mois; ainsi toutes les quatre semaines l'hélicoptère vient y déverser environ 5000 kg de Gésarol NL. Après le traitement des seuls vergers à avicennia et un passage superficiel à action imagocide par-dessus les villages, on reste trois semaines durant lesquelles on ne capture que quelques rares anophèles (5 ou 6 au total). Avant le passage suivant de l'hélicoptère, on observe les premières éclosions un peu nombreuses d'anophèles. Comme nous pouvons compter sur une bonne semaine avant que les femelles deviennent infectantes, l'hélicoptère les élimine en grande partie avant que les plasmodiums aient eu le temps d'évoluer en sporozoïtes. Le bien-fondé de notre raisonnement se vérifia par la suite. L'indice plasmodique chez les enfants de la région était :

en juillet 1953 : de 64,8 %
en mai 1954 : de 25,2 %
en novembre 1954 : de 24,9 %.

Ainsi donc, par la seule méthode aérienne, on est arrivé, dans la région côtière, à une diminution de l'indice plasmodique de l'ordre de 40 %. Notons l'échec des essais d'éradication d'anophèles et le succès de la méthode de réduction mensuelle de la population anophélienne de la région. Deux autres campagnes aériennes ont été lancées à Boma et Tshela et l'étude des résultats obtenus se poursuit. Il faut donc considérer que, toutes les quatre semaines, un des hélicoptères du Service d'Hygiène, après le traitement des gîtes de Kinsuka, s'envole pour effectuer un circuit : Boma - Tshela - Banana - Moanda et retour. Au cours de ce périple, l'hélicoptère déverse :

3000 kg de Gésarol NL à Boma
6300 kg " " " à Tshela
4500 kg " " " à Banana - Moanda, et
9600 kg " " " à Léopoldville.

Notons qu'outre l'action sur les anophèles, l'hélicoptère agit également dans ces différents centres sur les Aedes aegypti, Mansonioides, Cilucoïdes, Culex et autres insectes piqueurs qui, parfois, sont de véritables "pestes".

2. Campagne de Léopoldville (Kinsuka)

La région des rapides, à Kinsuka, représente le grand gîte pourvoyeur d'Anopheles gambiae à Léopoldville. En effet, les nombreux creux ménagés dans les bancs rocheux des rapides, les carrières de pierre, les briquetteries, sont autant de gîtes où l'Anopheles gambiae trouve des conditions idéales pour sa reproduction. Il faut, en outre, noter que la nature et la situation particulières du terrain font qu'une grosse partie de ces gîtes sont inaccessibles par voie terrestre ou fluviale. Il avait été noté une situation assez particulière dans ce secteur de Kinsuka : absence de captures de moustiques dans les maisons et abondance de larves d'Anopheles gambiae dans les gîtes au milieu desquels ce village est situé. En outre le pourcentage des enfants parasités ne subissait aucune diminution à la suite des pulvérisations domiciliaires au moyen de HCH à la dose de 200 mg d'isomère gamma au m². Ceci soulevait l'hypothèse d'une résistance de comportement de l'insecte qui, après repas sanguin, à l'intérieur ou à l'extérieur des cases, regagnait ses gîtes de repos à l'extérieur, sans s'être posé sur les murs. Le dernier traitement des cases fut effectué le 10 septembre 1952. Au début janvier 1953, on récolte le premier anophèle adulte et les captures vont en progressant. Début mai, l'indice plasmodique est de 55 %. De mai à novembre s'étagent plusieurs campagnes par hélicoptères (nébulisation de Gésarol NL). Du 27 mai au 29 juin trente-huit vols, totalisant 19 h. 32 minutes, nettoient la région de tout anophèle à l'état adulte ou larvaire; or ces mois sont les plus productifs de l'année. Malheureusement la réinvasion a lieu à partir des territoires situés au nord du fleuve Congo. Les points de pénétration sont immédiatement repérés et traités; une campagne est même organisée sur la rive française du Congo, avec l'autorisation des autorités d'Afrique-Equatoriale française. Jusqu'au 15 novembre plusieurs campagnes se succèdent : soixante-dix-sept vols totalisent 41 h. de vol. Pendant cette période, très favorable à la mise à découvert des bancs rocheux, on a relevé 999 gîtes

pour 427 visites, soit une moyenne de 2,3 gîtes par visite, alors qu'immédiatement avant la campagne cette moyenne était de 13,14 gîtes par visite et qu'à la période correspondante de l'année précédente, cette moyenne atteignait 23,4 gîtes par visite. La population anophélienne était donc réduite de 90 %. A ce moment, cinq mois et vingt jours après le début de la campagne aérienne, l'indice plasmodique était de 35,5 % contre 55 % avant la campagne et 65 % au mois de septembre 1950 (pendant cette même année 1950, l'indice plasmodique était, en avril de 43,6 %, en juin de 60,1 %). Devant ces résultats - d'une part, insuccès des campagnes d'éradication de l'anophèle, d'autre part, incidence favorable sur l'indice plasmodique des campagnes de réduction réalisées, résultats corroborés également par ceux de Moanda - Banana - il fut décidé d'abandonner l'idée d'éradication et d'appliquer un plan d'action mensuel. Ce plan visait à réduire la population anophélienne et à la maintenir à un niveau de nombre et d'âge tel que son potentiel d'infectivité soit réduit au minimum possible dans ces conditions. Depuis janvier 1954, l'hélicoptère a déversé, chaque mois, sur cette région 9600 kg de Gésarol NL; la chute des gîtes et des captures d'adultes fut remarquable, l'incidence sur l'indice plasmodique ne fut pas moindre et, en juin 1954, cet indice était de 27,7 %; en janvier 1955 il était de 25,7 %. En mars et avril 1955, il n'y eut pas de vol, le gouvernement ayant fait l'acquisition des trois hélicoptères de type plus puissant (Sikorsky S55), il y eut un "trou" pendant le montage et les essais de vol de ces appareils; du coup, l'indice plasmodique marqua une légère hausse : 32,3 % en août 1955. Ici aussi, donc, nous enregistrons un intéressant succès de la méthode aérienne appliquée seule.

Conclusions

Après trois ans de mise au point, il a été possible de dégager les limites et les possibilités des moyens aériens de désinsectisation. Dans nos conclusions, nous nous limiterons à l'objet de cette conférence : le paludisme. Les plans de campagne ne doivent viser à l'éradication définitive que si les conditions topographiques, la biologie, la puissance de vol de l'insecte, les sources

probables de réinvasion, la direction des vents laissent une probabilité satisfaisante de succès. Si ces conditions ne sont pas remplies il est vain de dépenser en une campagne des tonnages importants d'insecticides pour retrouver, quelques semaines après celle-ci, un degré d'infestation au moins équivalent à celui observé précédemment. Les interventions massives, de plus, risquent parfois de détruire un équilibre biologique favorable à l'action que l'on recherche. L'utilisation rationnelle des hélicoptères doit se baser sur une intervention mensuelle brève et localisée, permettant - avec un minimum de frais - d'obtenir des résultats sensibles. Dans la lutte contre l'anophèle cette méthode a permis d'obtenir des résultats positifs. Dans certains cas bien précis il peut apparaître, après une étude préalable approfondie, que la destruction des larves par aérosol de DDT au moyen d'hélicoptère obtient des résultats là où les pulvérisations domiciliaires étaient mises en échec par l'existence de gîtes de repos pour les adultes en dehors des habitations traitées. La méthode larvicide par hélicoptère ne doit donc pas être prise pour une panacée; plus chère que les pulvérisations domiciliaires, elle est indiquée là où ce moyen de lutte a échoué. Et si cette méthode ne donne pas, dans la lutte contre l'anophèle, les spectaculaires résultats obtenus contre les simoules et les tsé-tsés, elle reste cependant, à mon sens, un précieux auxiliaire dans la lutte contre le paludisme.