

# LA PROTECTION INDIVIDUELLE CONTRE LES INSECTES VECTEURS

P. CARNEVALE, J. MOUCHET

**RÉSUMÉ** - De très nombreuses maladies sont transmises par piqûres d'insectes et de divers autres arthropodes et, hormis la fièvre jaune et l'encéphalite japonaise, il n'y a toujours pas de vaccin opérationnel disponible. Les traitements, et souvent la chimioprévention, voient leur champ d'application se limiter avec le développement des résistances des parasites aux médicaments disponibles, comme l'illustre bien le cas du paludisme. Une des meilleures méthodes de prévention de ces maladies à vecteurs reste la protection personnelle contre les piqûres. Cette protection peut s'envisager selon trois modalités principales qui peuvent être utilisées séparément ou en complémentarité : répulsifs sur la peau, produits insectifuge/insecticide en imprégnation de vêtements, imprégnation de moustiquaires ou d'autres matériaux domestiques avec un produit insecticide. Le choix va dépendre des insectes concernés. Contre les insectes diurnes ou éocrépusculaires, il est recommandé le badigeonnage de la peau avec un répulsif, mais leur durée d'action est relativement courte, et le port de vêtements imprégnés de perméthrine. La moustiquaire de lit correctement imprégnée de pyréthriinoïdes est idéale pour se protéger des insectes piquant la nuit. Ces méthodes de protection personnelle ne peuvent être considérées comme totalement efficaces. Elles complètent une chimioprévention selon des modalités adaptées et, de toute façon, une consultation médicale s'impose devant tout symptôme fébrile, notamment lors ou après un séjour en zone tropicale.

**MOTS CLÉS** - Insecte - Lutte anti-vectorielle - Insecticide - Répulsif.

## PERSONAL PROTECTION AGAINST INSECT-BORNE DISEASE

**ABSTRACT** - Many diseases for which no vaccine is available are transmitted by insect and arthropod vectors, the main exceptions being yellow fever and Japanese encephalitis B. Treatment is less and less effective due to the development of chemoresistance to therapeutic and prophylactic drugs as is well-illustrated by malaria. One of the best methods of preventing these diseases is personal protection against insect bites. Personal protection measures can be divided into three categories which can be used separately or in combination : application of repellents to the skin, wearing clothes impregnated with insecticides, and use of bed nets and other barriers impregnated with insecticides. The choice of method depends on the type of insect vector involved. For insects that are active during the day or at dusk, application of repellents to the skin gives good short-term protection and wearing impregnated clothes is useful. Bed nets that have been properly impregnated with pyrethroids are highly effective for night-time protection. Since personal protection methods are not 100 % effective, they must be used in association with chemoprophylaxis according to medical guidelines. Medical advice should be sought if fever should occur especially after returning from a trip in the tropics.

**KEY WORDS** - Insects - Vector control - Insecticide - Repellent.

De très nombreuses maladies sont transmises par les arthropodes, des viroses comme la fièvre jaune et la dengue, des protozooses comme le paludisme, les leishmanioses, la maladie du sommeil, la maladie de Chagas, des filarioses comme l'éléphantiasis, la loase ... sans oublier les tristements célèbres peste et typhus.

Exceptées la fièvre jaune et l'encéphalite japonaise, il n'y a pas encore de vaccins disponibles et la chimioprévention voit son champ d'application limité par l'extension des résistances. Quant aux traitements,

ils posent toujours de nombreuses difficultés voire ne sont pas exempts de iatrogénicité notamment dans le cas de la trypanosomiase humaine. Il faut donc, dans toute la mesure du possible, développer des méthodes préventives. S'agissant de maladies à vecteurs, la meilleure prévention est toujours d'éviter le contact hôte-vecteur. Ceci peut être obtenu par des méthodes physiques (moustiquaire de lit, grillage aux fenêtres etc.), chimiques (répulsifs sur la peau, insecticides en plaquettes ou serpentins etc.) ou physico-chimiques (moustiquaires et autres supports imprégnés comme les rideaux, les couvertures, les tentes etc.). Le choix va dépendre des risques auxquels on s'expose dans certaines situations, des besoins (protection à court ou long terme), des comportements des vecteurs locaux (diurnes/éocrépusculaires/nocturnes), et d'en tirer les conséquences en matière de protection, individuelle ou familiale.

- Travail de l'Institut Pierre Richet (P.C., Docteur en Médecine, Directeur), Bouaké, Côte d'Ivoire et de l'ORSTOM (P.C., Directeur de Recherches ; J.M., Entomologiste, Inspecteur Général Honoraire) Paris, France.

- Correspondance : P. CARNEVALE, Institut Pierre Richet, BP 1500, 01 Bouaké, Côte d'Ivoire.

(Med. Trop. 1997 ; 57 bis : 505-510)



Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote : B\*13569 Ex: 1

## REPULSIFS SUR LA PEAU

Pour se protéger des insectes piquant la journée comme les moustiques *Mansonia* ou les mouches tsé-tsé et/ou le soir comme les *Aedes*, il est possible et recommandé d'employer des répulsifs étendus sur la peau et qui peuvent être d'une grande efficacité s'ils sont correctement utilisés. Une excellente et complète revue des insectifuges vient d'être réalisée (1) et il convient de s'y reporter pour une analyse exhaustive des différents produits disponibles, leurs conditions d'emploi, leurs limites et surtout les précautions à prendre.

Les répulsifs peuvent être d'origine naturelle (2) ou synthétique.

### Les produits d'origine naturelle.

Parmi les produits naturels, on peut citer l'essence de citronnelle (*Cymbopogon nardus* ou *Cymbopogon winterianus*) connue depuis fort longtemps (3) et qui a une durée d'action très limitée : 79 minutes contre *Aedes aegypti* au laboratoire ; 40 minutes contre *Aedes sollicitans* sur le terrain, en imprégnation de vêtements. L'essence de basilique et d'autres produits sont aussi utilisés.

Récemment, le Qwenling, un répulsif produit en Chine à partir d'eucalyptus (*Eucalyptus maculata citridon*), a été évalué en badigeonnage de peau (4). A une concentration correspondant au double de celle préconisée pour le di-éthyl-toluamide (DEET), la durée de protection offerte par le Qwenling est apparue significativement moindre contre *Aedes aegypti* et *Aedes taeniorhynchus* et pas significativement différente contre *Aedes albopictus*. De façon générale, le Qwenling paraît avoir une durée d'efficacité moindre que le DEET.

L'application d'extrait de *Lantana* procurerait une protection de 94,5 % pendant une heure contre *Aedes albopictus* et de plus de 50 % pendant 4 heures (5). Ces résultats sont meilleurs que ceux obtenus dans des conditions expérimentales comparables avec du *neem* (6) mais inférieurs à la protection obtenue avec le classique DEET. La fumée procurée par la combustion du *neem* est réputée avoir des vertus répulsives mais les preuves scientifiques manquent.

Des essais menés au Bénin (Subra et Mouchet, communication personnelle) ont montré que de l'huile de palme brute (*Eleis guiniensis*) étendue sur les jambes a conféré une protection de 100 % toute une journée contre les piqûres de *Simulium damnosum* mais l'emploi intensif de ce produit est limité par son odeur.

Il a été récemment montré que la plante *Pelargonium citrosum* commercialisée comme répulsif antimoustique n'avait aucun effet protecteur contre *Aedes albopictus*, *Culex quinquefasciatus* (7), *Coquillettidia perturbans* (8) et différentes autres espèces d'*Aedes* (*stimulans*, *canadensis*, *euedes* etc.) (9).

### Les produits de synthèse.

Parmi les répulsifs synthétiques, plusieurs produits sont utilisés.

Le di-méthyl-phtalate (DMP) à la concentration optimale de 40 % est efficace pendant 1 heure 30 minutes mais peu résistant à la chaleur tropicale. Avec l'Indalone et

le Rutgers 612, le DMP est l'un des premiers répulsifs synthétiques (10). Du fait de sa courte durée d'action, le DMP est souvent utilisé en association avec d'autres produits. Le M-250 est composé de 6 parts de DMP, 2 parts d'Indalone et 2 parts de Rutgers 612. Le M-2020 est une association de 4 parts de DMP, 3 parts de Rutgers 612 et 3 parts de di-méthyl-carbate. Récemment, l'efficacité du DMP, présenté sous forme de Mousticrème®, a été évaluée au Cameroun contre trois vecteurs locaux de paludisme avec une efficacité atteignant 80 % pendant les 5 premières heures (11). Au laboratoire, le DMP a procuré une efficacité de 48 à 455 minutes contre *Aedes aegypti*.

L'éthyl-hexanediol, ou Rutgers 612, a une durée de protection variable selon les espèces concernées et la concentration du produit. La concentration optimale est de 30 à 50 %. Au laboratoire, la durée de protection est de l'ordre de 120 à 536 minutes contre *Aedes aegypti*. On estime à deux heures la durée moyenne de protection mais elle est fortement diminuée en zone tropicale. En imprégnation de vêtements, le produit serait efficace 8 jours en saison sèche (12).

Le 35/35 est le plus récent des répulsifs. Sa concentration optimale est de 20 % et il procure une protection comparable à celle du DEET. Cette protection est variable selon les espèces. Elle est de 447 minutes contre *Aedes aegypti*, 320 minutes contre *Culex pipiens* et 120 minutes contre *Anopheles gambiae*. Ce produit a été récemment testé au Cameroun (Manga, communication personnelle) et a procuré une excellente protection contre deux vecteurs locaux de paludisme (80 %) et contre les *Mansonia* à la dose de 3 à 6 ml du produit étendu sur chaque jambe.

Le DEET est actuellement le produit le plus populaire et le plus utilisé (13). Il assure une protection d'environ 5 heures et plus, selon les conditions d'emploi et de formulation. Sa concentration optimale est de 35 à 50 %. Chez l'enfant, on ne peut utiliser que des concentrations plus faibles, 15 % maximum, et uniquement sur de courtes périodes. Il existe des formulations à 75 % dans l'Armée Américaine mais elles ne doivent être employées que dans certains contextes vu les risques de toxicité si le produit est appliqué à fortes concentrations ou pendant longtemps à faible concentration sur une grande surface corporelle. Contre *Aedes aegypti*, le DEET procure une protection de 136 à 426 minutes au laboratoire et de 285 à 397 minutes sur le terrain selon les concentrations. Le DEET serait « le meilleur repellent actuellement commercialisé, il n'en est pas moins le plus toxique. Son utilisation prolongée, même à faible concentration, est déconseillée chez les enfants et les femmes enceintes » (1). En effet, 2 cas d'encéphalopathie mortelle ont été décrits chez des enfants à la suite d'emploi intensif du produit (14, 15). Pour les femmes enceintes, la prudence s'impose et il est recommandé d'utiliser des répulsifs d'origine naturelle comme l'huile essentielle de citronnelle en se rappelant que sa durée d'action est très courte et qu'il existe des risques de réactions allergiques.

Pour résoudre un des inconvénients majeurs du DEET, à savoir sa durée d'action relativement courte, plusieurs additifs ont été envisagés comme l'huile d'olive (16), différents types de polymères (17) ou des microcapsules (18, 19). Des formulations ont été développées comme les nouveaux EDTIAR (*Extended duration tropical*

*insect/arthropod repellent*) pouvant procurer une protection supérieure à 95 % pendant quelques 8 heures contre les piqûres d'*Aedes aegypti* (20). L'incorporation de DEET ou de perméthrine dans un savon spécial a été essayée avec succès contre des *Aedes* en Australie (21). La méthode est efficace mais peu opérationnelle dans la mesure où il faut se savonner mais pas se rincer pour garder le produit sur la peau. De plus, selon Diomande (1987, communication personnelle), le produit ne paraît conserver son efficacité répulsive que pendant environ trois à quatre heures dans les conditions tropicales africaines. De façon générale, on peut considérer que les répulsifs sont efficaces contre la plupart des insectes hématophages mais pas contre les insectes piqueurs comme les guêpes et avec des efficacités différentes selon les insectes et les produits :

- contre les *Culex* et les *Aedes* : DEET > éthyl-hexanediol > DMP > produits naturels ;
- contre les *Anopheles* : éthyl-hexanediol > DEET = DMP.

Leur action est de courte durée, de l'ordre de quelques heures, et elle est raccourcie par la sueur, la température, l'abrasion des vêtements. Ils sont éliminés par le lavage, il faut donc régulièrement renouveler leur application en tenant compte de l'action du DEET sur les plastiques. Il est indispensable de se laver les mains après l'application de ce répulsif et avant de toucher des objets en plastique. Il a été en effet constaté des incompatibilités entre répulsif et produit plastique utilisé sur la peau par les soldats américains pour le camouflage. Il a aussi été envisagé de les utiliser, en complément, en imprégnation de vêtements.

#### VÊTEMENTS IMPREGNES DE REPULSIFS OU INSECTICIDE/INSECTIFUGE

Les limites d'efficacité des répulsifs sur la peau font que l'accent est mis, depuis longtemps, sur les tissus. Moustiquaires et vêtements sont imprégnés de répulsif ou de produit combinant les effets d'insectifuge et d'insecticide comme la perméthrine (23, 24, 25, 26, 27). Ce mode d'emploi des répulsifs sur les vêtements plutôt que sur la peau peut paraître plus pratique, le produit étant souvent huileux ou de sensation désagréable sur la peau, mais cette utilisation est encore limitée par la disparition du produit aux lavages et aux frottements. Une étude systématique de quelques 1 500 produits a été réalisée il y a quelques années (28). Parmi les 287 répulsifs ayant procuré une protection de plus de 90 % pendant plus de 6 jours contre *Aedes aegypti*, 25 produits et 6 mélanges dont le M-1960 ont ensuite été testés contre *Aedes taeniorhynchus* en imprégnation de tulle moustiquaire à large maille. Trois produits ont conféré des protections de 92, 78 et 56 jours et de 19 jours avec les mélanges. Les auteurs considèrent que ce mode de traitement du tulle moustiquaire peut être intéressant pour couvrir les ouvertures de tentes, le soir ou la nuit, ou les fenêtres ouvertes des camping-cars.

Le DEET se serait montré efficace pendant 6 semaines, aux doses de 0,008 à 1 mg m.a./cm<sup>2</sup> contre *Aedes aegypti* pendant 4 à 6 semaines (29). En Thaïlande, il a été montré que des moustiquaires traitées avec du DEET ont procuré une protection complète de 17

semaines contre *Culex quinquefasciatus* et de 16 semaines contre *Aedes aegypti*. Avec le M-1960, une protection complète contre ces deux espèces a été obtenue pendant 15 semaines (30). Mais il faut noter qu'avec les pyréthrinoides comme la deltaméthrine, la durée de la protection est de l'ordre de 6 à 8 mois si ce n'est plus. Une rémanence de plus de 15 mois a été observée avec des moustiquaires pré-imprégnées de perméthrine utilisées contre *Anopheles gambiae* en Côte d'Ivoire (Carnevale et Coll., observation non publiée). Des vestes traitées avec du DEET ou du THFO (tétra-hydro-furfuryl-octanoate) procureraient une protection efficace contre les simuliés et des moustiques (*Aedes vexans*, *Aedes cinereus* etc.) (31). Ces vêtements protègent non seulement la partie couverte mais aussi, dans une certaine mesure, les parties dénudées comme la figure et les mains.

En Australie, l'imprégnation des uniformes avec du DMP (23 ml sur les pantalons et 7 ml sur la chemise) et la perméthrine (0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup> ; Permanone® 40 % et Peregine® EC50) contre des tiques (*Euthrombicula hirsti*) a procuré des protections respectivement de l'ordre de 97,6 %, 96,4 % et 83,2 % (33).

Pendant longtemps, l'armée américaine a utilisé, pour imprégner les uniformes, le M-1960, un mélange de 2-butyl-2-éthyl-1,3 propanediol (30 %), N-butyl-acétanilide (30 %), benzyl-benzoate (30 %) et un émulsifiant (Triton X 100), mais ce produit n'est plus manufacturé (32). Depuis plusieurs décennies, le Département de la Défense des Etats-Unis constitue une base de données sur les possibilités d'imprégnation des vêtements, notamment avec la perméthrine, pour protéger son personnel contre les arthropodes hématophages et vecteurs de maladies. Citer tous les essais de laboratoire et de terrain faits avec des vêtements imprégnés sortirait du cadre de cet article d'autant qu'une récente synthèse vient d'en être faite (34). Néanmoins, plusieurs études récentes nous paraissent exemplaires par les cibles concernées et l'évaluation des conditions d'emploi. La durabilité de la perméthrine, à toute une gamme de concentrations, en imprégnation de tissus (100 % coton ou polyester-coton 50/50) a été étudiée contre une série d'arthropodes : tiques (*Amblyomma americanum*), puces (*Xenopsylla cheopis*), punaises (*Cimex lectularius*), moustiques (*Aedes aegypti*, *Anopheles quadrimaculatus*), stomoxes etc., en fonction de divers traitements infligés aux tissus (35). La concentration minimale nécessaire pour tuer rapidement ces arthropodes est très variable : de 0,008 à 1,10 mg m.a./cm<sup>2</sup> ; la concentration moyenne est de l'ordre de 0,125 à 0,250 mg m.a./cm<sup>2</sup> soit 1,25 à 2,5 g m.a./m<sup>2</sup>. Une concentration de 0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup> et moindre et une exposition de 30 secondes a été suffisante pour entraîner, en 15 et 60 minutes une mortalité de 100 % chez toutes les espèces sensibles sauf *Cimex lectularius* et *Amblyomma americanum*. C'est donc la concentration de 0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup> soit 1,25 g m.a./m<sup>2</sup> qui est habituellement recommandée pour imprégner les vêtements à la perméthrine. Avec une concentration de 0,25 mg m.a./cm<sup>2</sup>, la perméthrine a gardé toute son efficacité contre *Aedes aegypti* (100 % de mortalité avec 30 minutes de contact) même après 33 lavages à l'eau froide. L'efficacité a aussi été excellente contre *Amblyomma americanum*. Par contre, le lavage à l'eau chaude savonneuse réduit fortement l'efficacité de l'imprégnation surtout si la concentration est inférieure à 0,25 mg m.a./cm<sup>2</sup>, auquel cas un seul lavage suffit à ôter toute valeur insecticide au tissu.

Le port de vêtements (100 % coton) imprégnés de perméthrine (à différentes concentrations) a montré que le produit résistait bien pendant environ 6 semaines à l'usure, le lessivage par la pluie et l'ensoleillement. L'efficacité des uniformes (100 % coton ou coton-nylon 50-50) imprégnés de perméthrine (0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup>) a aussi été testée en termes d'effet *knock-down* selon la durée d'exposition et les lavages infligés aux tissus (36). Il est ainsi apparu que 30 à 60 secondes de contact suffisent pour avoir un effet toxique sur les poux qui se décrochent et tombent au sol. Plus de 50 % des poux exposés pendant 15 à 60 minutes à un tissu traité et non lavé, sont assommés dans l'heure qui suit et tous sont décédés dans les 24 heures. Mais, lorsque le nombre de lavages augmente, le taux de mortalité enregistré dans les 24 heures diminue (50 % après 1 lavage, 25 % après 20 lavages). Le temps nécessaire pour obtenir un effet *knock-down* de 100 % augmente avec le nombre de lavages ; 99 % des poux sont assommés après 30 minutes de contact avec un tissu traité mais non lavé ; pour avoir un tel résultat, il faut 60 minutes de contact avec un tissu lavé 1 à 5 fois et 2 heures de contact avec un tissu lavé 8 à 20 fois. Aucune lente n'a été trouvée dans les tissus imprégnés. Cette étude montre que les tissus imprégnés de perméthrine (à 0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup>) sont toxiques, en très peu de temps, contre les poux dont ils affectent le comportement de piqûre. Ils peuvent conserver leur efficacité même après 20 lavages. L'imprégnation des vêtements n'est néanmoins pas suffisante dans les cas d'épidémies où il faut une action rapide touchant une population humaine et pulicidienne importante. En revanche, c'est une méthode qui peut être parfaitement recommandable en campagne de masse pendant certaines périodes (camps de réfugiés), en incluant par exemple l'imprégnation systématique aux lavages collectifs des vêtements. Le temps consacré aux campagnes d'épouillage est ainsi réduit et l'imprégnation permet de réduire les risques d'épidémie.

Pour faciliter l'imprégnation des vêtements, les possibilités d'aspersion avec des bombes pressurisées a été étudiée (37) en évaluant l'effet protecteur ainsi obtenu contre les tiques *Amblyomma americanum* et *Ixodes dammini*, vecteur de la maladie de Lyme. Des études en laboratoire et sur le terrain ont montré qu'une application sur des vêtements en aérosols pendant 30 secondes d'une solution aqueuse à 0,5 % de perméthrine, soit une quantité de 15 à 39 grammes, procurait un effet *knock down* de 100 % en 15 minutes sur les nymphes d'*Amblyomma americanum*. Une application pendant 60 secondes d'une solution à 0,25 % n'a procuré qu'un effet *knock-down* de 50 %. Le traitement du vêtement peut être fait pendant que celui-ci est porté. Des tests réalisés au Massachusetts ont montré qu'une aspersion, pendant 1 minute, de vêtements militaires (pantalons et veste) avec un spray, disponible commercialement, de perméthrine à 0,5 % de m.a., a procuré une protection de 100 % contre *Ixodes dammini*. Par contre, une aspersion pendant 1 minute avec des répulsifs DEET à 20 ou 30 % procure une protection significativement moindre, respectivement 86 à 92 %. L'avantage complémentaire du produit insecticide est justement cet effet léthal que ne procure pas le répulsif. Ainsi, utilisée en bombes commerciales, la perméthrine apparaît procurer une excellente protection contre de nom-

breuses espèces de tiques d'importance médicale.

De façon générale, il faut noter que l'efficacité des produits dépend du support, des insectes considérés et de l'effet recherché : protection personnelle ou protection collective. Des essais menés en Ontario ont montré que les vestes imprégnées de DEET avaient un effet protecteur plus rapide contre les moustiques et les simules tandis que les vestes traitées à la perméthrine auraient un effet à distance (30). Ainsi, non seulement le porteur serait protégé mais, en plus, une personne se tenant à proximité de quelqu'un portant une telle veste ne serait plus importuné par les insectes piqueurs. Il faut retenir que les vêtements imprégnés de perméthrine protègent contre les piqûres de moustiques mais aussi de tiques, poux etc. L'effet semble moindre pour les phlébotomes (38, 39). L'influence du lavage sur la tenue et l'efficacité de la perméthrine, en imprégnation des uniformes militaires, contre *Culex pipiens* et *Phlebotomus papatasi*, vecteur de *Leishmania major*, vient d'être étudié (40). En effet, la leishmaniose a été la principale des maladies à transmission vectorielle observée parmi les troupes engagées dans l'Opération Tempête du Désert (41). Les uniformes 100 % coton ont été traités avec la perméthrine à la dose de 0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup> (Permanone ® CE 40 %), soumis à plusieurs lavages en machine (eau chaude et savon détergent Tide ®) et séchés à l'air chaud. Les auteurs ont comparé les pourcentages d'effet *knock down* et de mortalité en fonction du temps d'exposition (1, 3, 5, 7 et 10 minutes) et de l'état des uniformes lavés ou non lavés. La réponse des *Culex pipiens* paraît surtout dépendre du lavage des uniformes. Après 3 lavages, les pourcentages de moustiques *knock-down* sont nuls pour des temps de contact de 1 à 7 minutes et inférieurs à 10 % même avec 10 minutes de contact. La mortalité à 24 heures est nulle après des temps de contact de 1 à 3 minutes avec des uniformes lavés 3 fois et de 17 % après un contact de 10 minutes. De façon générale, par rapport aux *Culex*, les phlébotomes sont apparus moins sensibles, en termes d'effet *knock-down*. On observe respectivement 49 % et 8 % d'effet *knock-down* après 1 minute d'exposition. L'efficacité est supérieure en terme de mortalité à 24 heures, respectivement 74 % et 100 %, pour une exposition de 10 minutes. Les lavages ont significativement réduit l'effet des tissus imprégnés sur les phlébotomes. Les pourcentages de mortalité à 24 heures varient de 56 %, 15 %, 7 % et 0 % après un contact de 1 minute respectivement avec des uniformes non lavés, lavés 1 fois, 2 fois et 3 fois.

#### ASSOCIATION INSECTIFUGES SUR LA PEAU ET PORT DE VÊTEMENTS IMPREGNES

L'effet de l'association vêtements imprégnés plus répulsif sur la peau a été étudié dans le Parc National des Everglades (42). Il a ainsi été démontré que le port d'un treillis 100 % coton, imprégné de perméthrine (0,125 mg m.a./cm<sup>2</sup>), associé au badigeonnage d'un répulsif (DEET standard à 75 % ; 3 M % à 35 % ; Biotek à 44 %) arrivait à conférer une protection de 99,9 % contre les piqûres d'*Aedes taeniorhynchus*. D'autre part, l'efficacité du répulsif est la même que le vêtement soit imprégné ou non et la protection conférée par le répulsif est de durée inférieure sur la tête (6 à 10 heures) que sur les bras

(11 à 12 heures). Il faut donc renouveler l'application plus fréquemment sur la tête que sur les bras. Sur une peau non protégée, le taux de piqûres est de 60 par minute, avec un treillis non traité, ce taux tombe à 0,7 piqûre par minute et, avec un treillis imprégné de perméthrine, ce taux tombe à 0,0004 piqûre par minute soit une protection de 99,94 %. Les auteurs ont estimé qu'un individu revêtu d'un uniforme normal pouvait recevoir une moyenne de 876 piqûres par jour entre 9 heures du matin et 8 heures du soir. Par contre, lorsque le treillis a été imprégné, ce taux tombe à 0,5 piqûres/homme/jour (0,25 sur le pantalon et 0,25 sur la chemise).

L'efficacité des vêtements imprégnés de perméthrine (1,25 g m.a./m<sup>2</sup>) associés au badigeonnage de répulsifs a été étudiée en Zambie contre les piqûres de mouches tsé-tsé *Glossina morsitans centralis* (43). Trois répulsifs ont été étudiés, 3M à 35 % de m.a., Biotek à 42 % de m.a et le standard composé de DEET à 75 % et éthanol 25 %. Il a été montré que le port de vêtements imprégnés offrait une protection de 34 % contre les piqûres de glossines et que le badigeonnage avec le répulsif offrait une protection de l'ordre de 87 % (Biotek), 80 % (3 M à 35 %) ou 76 % (DEET à 75 %). La meilleure protection (91 %) était obtenue par le port de vêtements imprégnés associés à un répulsif (3 M ou Biotek). L'effet protecteur offert par le répulsif diminue avec le temps, mais il a été estimé à 11 heures. Contre les tsé-tsé, les répulsifs seuls ne sont pas totalement suffisants et le port de vêtements imprégnés confère une protection supplémentaire qui justifie sa recommandation.

### MATERIAUX IMPREGNES

Dans le village de Mbangou-Mbamou, en République Démocratique du Congo, l'installation de 800 moustiquaires imprégnées de deltaméthrine (25 mg m.a./m<sup>2</sup>) a entraîné une réduction de 96,5 % du taux de piqûres par *Mansonia africana* et de 92 % pour *Mansonia uniformis* à l'intérieur des habitations humaines (44). Des tests ont été menés pour évaluer l'efficacité contre *Aedes aegypti* de l'imprégnation des tentes avec du DMP ou de la perméthrine (2,58 g m.a./m<sup>2</sup>) laissées ensuite à l'extérieur et soumises aux intempéries naturelles pendant 1 an (45). Traitée à la perméthrine, une tente confère une protection de plus de 96 % pendant 9 mois contre les piqûres d'*Aedes aegypti*. Pendant 6 mois, le produit a un effet *knock-down* sur 88 % des moustiques relâchés à l'intérieur. Le produit est efficace pour le traitement de la paroi intérieure de la tente pour réduire la nuisance culicidienne et, probablement, celle des autres arthropodes. Le répulsif confère un effet protecteur moindre (50 %) et de courte durée (3 mois). Il serait intéressant d'avoir un traitement industriel des tentes pour assurer l'homogénéité de l'imprégnation et le dosage correct, ainsi que pour leur réimprégnation après lavages ou délavages par la pluie. Il est possible d'envisager une aspersion individuelle avec les bombes commerciales comme cela a été démontré faisable et efficace sur les treillis militaires.

Le problème du paludisme chez les nomades a fait envisagé la possibilité de traiter leurs tentes avec du DDT, de la dieldrine, et du HCH en Iran, mais la courte durée d'action de ces produits a limité leur efficacité

(46). Récemment, la méthode a été reprise en utilisant la perméthrine pour traiter les tentes des réfugiés afghans nomades avec des résultats très intéressants en termes d'effet protecteur contre le paludisme (47). Au Pakistan, des essais ont été menés pour étudier la rémanence de la perméthrine (25 % w/v concentré émulsionnable, cis/trans ratio 25/75) (48) répandue par aspersion selon la méthode classique (49), sur le modèle de tente à double toit utilisée par le Haut Commissariat aux Réfugiés (HCR) pour les réfugiés nomades. Sur la surface intérieure de la toile intérieure (coton), la perméthrine, déposée à 0,5 g m.a./m<sup>2</sup> a montré une rémanence de 6 mois. Par contre, sur la surface interne de la toile extérieure, la rémanence même à concentration élevée (2 g m.a./m<sup>2</sup>) n'a été que de 2 mois. Après 6 mois, il ne restait que 24 mg m.a./m<sup>2</sup> sur les 1,967 g m.a./m<sup>2</sup> initialement répandus. Cette réduction de la rémanence, observée dans une zone d'altitude (1 400 mètres), est attribuée à une photodécomposition rapide, notamment par l'action des rayons ultraviolets qui, selon les auteurs, affectent les performances opérationnelles de ce produit dans ces conditions. En revanche, la deltaméthrine présentée sous différentes formulations a montré une excellente rémanence sur les bâches plastiques utilisées par le HCR (Guillet, communication personnelle).

### CONCLUSION

Face aux problèmes que constituent les maladies tropicales transmises par des arthropodes, il importe de prendre des mesures préventives adaptées et efficaces. Ces mesures existent, elles relèvent d'une simple réduction du contact hôte/vecteur en évitant les proximités de gîtes et les périodes à risque. S'il n'est pas possible de procéder ainsi, il faut savoir se protéger par des méthodes simples et efficaces allant des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoïdes, régulièrement employées la nuit, aux vêtements imprégnés, utilisés contre les arthropodes diurnes, et dont l'action peut être utilement complétée par des badigeonnages réguliers de répulsifs à concentration adaptée.

Ces mesures ne peuvent être une garantie à 100 % contre tous les risques et, au moindre symptôme, une consultation médicale s'impose en indiquant bien les lieux de visite en cas de séjour en zone tropicale. Mais il faut conserver à l'esprit *qu'il vaut mieux ne pas tomber malade que d'avoir à être guéri* (G. Lancisi - *De noxiis paludum effluvis earumque remediis*. Salvioni, Roma, 1717).

### REFERENCES

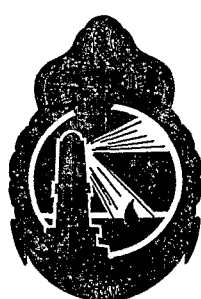
- 1 - COMBEMALE P., DERUAZ D., VILLANOVA D., GUILLAUMONT P. - Les insectifuges ou les repellents. *Ann. Dermatol. Venereol.* 1992 ; 119 : 411-434.
- 2 - CURTIS C.F., LINES J.D., BAOLIN L., RENZ A. - Natural and synthetic repellents. In «CURTIS C.F. - Appropriate technology for vector control». CRC Press ed., Boca-Raton/Florida, 1989, pp 75-92.
- 3 - BARBER L.A., HALL M.D. - Citronella oil. *Econ. Bot.* 1950 ; 4 : 322-336.
- 4 - SCHRECK C.E., LEONHARDT B.A. - Efficacy assessment of Quwenling, a mosquito repellent from China. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1991 ; 7 : 433-436.

- 5 - DUA V.K., GUPTA N.C., PANDEY A.C., SHARMA V.P. - Repellency of *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers against *Aedes* mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 12 : 406-408.
- 6 - SHARMA S.K., DUA V.K., SHARMA V.P. - Field studies on the mosquito repellent action of neem oil. *Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health* 1995 ; 26 : 180-182.
- 7 - CILEK J.E., SCHREIBER E.T. - Failure of «the mosquito plant», *Pelargonium x citrosum* «Van Leenii», to repel adult *Aedes albopictus* and *Culex quinquefasciatus* in Florida. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1994 ; 10 : 473-476.
- 8 - CUMMINGS R.J., CRAIGR G.B. - The citrosa plant as a mosquito repellent ? Failure in the field trials in upper Michigan. *Vector Control Bulletin of the North Central States* 1995 ; 4 : 16-28.
- 9 - MATSUDA B.M., SURGEONER G.A., HEAL J.D. et Coll. - Essential oil analysis and field evaluation of the citrosa plant *Pelargonium citrosum* as a repellent against populations of *Aedes* mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 12 : 69-74.
- 10 - DETHIER V.G. - Repellents. *Ann. Rev. Entomol.* 1956 ; 1 : 181-202.
- 11 - LE GOFF G., TOTO J.C., CARNEVALE P. - Evaluation entomologique de l'effet insectifuge du DMP sur trois vecteurs du paludisme au sud-Cameroun. *Bull. Liens. Doc. OCEAC* 1994 ; 27 : 126-129.
- 12 - GRANETT P., HAYNES H.L. - Insect repellent properties of ethylhexanediol 1.3. *J. Econ. Entomol.* 1945 ; 38 : 671-675.
- 13 - RUTLEDGE L.C., SOFIELD R.K., MOUSSA A.M. - A bibliography of diethyltoluamide. *E.S.A Bull.* 1978 ; 24 : 431-433.
- 14 - ZADICOFF C.M. - Toxic encephalopathy associated with use of insect repellent. *J. Pediatr.* 1979 ; 95 : 140-142.
- 15 - HEICK H.M., SHIPMAN R.T., NORMAN M.G., JAMES W. - Reye like syndrome associated with use of insect repellent in a presumed heterozygote for ornithine carbamyl transferase deficiency. *J. Pediatr.* 1980 ; 97 : 471-473.
- 16 - MAC NAY C.G. - Studies on repellents for biting flies. *Can. Entomol.* 1939 ; 71 : 38-44.
- 17 - SPENCER T.S., HILL J.A., AKERS W.A., BJORKLAND G. - Studies of repellent formulations with N, N-diethyl-n-toluamide. *Proc. Pap. Annu. Conf. Calif. Mosq. Vector Control Assoc.* 1977 ; 45 : 121-123.
- 18 - MEHR Z.A., RUTLEDGE L.C., MORALES E.L. et Coll. - Laboratory evaluation of controlled-release insect repellent formulations. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1985 ; 1 : 143-147.
- 19 - RUTLEDGE L.C., GUPTA R.K., MEHR Z.A. et Coll. - Evaluation of controlled-release mosquito repellent formulation. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 12 : 39-44.
- 20 - HOCH A.L., GUPTA R.K., WEYANDT T.B. - Laboratory evaluation of a new repellent camouflage face paint. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 11 : 172-175.
- 21 - FRANCES S.P., EAMSILO C., PILAKASIRI C., LITHICUM K.J. - Evaluation of repellent formulations containing DEET against mosquitoes in northeastern Thailand. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 12 : 331-333.
- 22 - FRANCES S.P. - Effectiveness of DEET and permethrin alone and in a soap formulation as skin and clothing protectants against mosquitoes in Australia. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1987 ; 3 : 648-650.
- 23 - TRAVIS B.V., MORTON F.A. - Treatment of clothing for protection against mosquitos. *Proc. N. J. Mosquito Extern. Ass.* 1946 ; 33 : 65-69.
- 24 - SMITH C.N., COLE M.M. - Mosquito repellents for application to clothing. *J. Natl. Malaria Soc.* 1951 ; 10 : 206-212.
- 25 - CHERAPONOV A.L., GOMOYUNOVA N.P. - Applications of nettings impregnated with diethyl-metatoluate for individual protection of man against horseflies and mosquitoes (In Russian). *Med. Parazit. Parasit. Bolez.* 1963 ; 32 : 341-343.
- 26 - CATTS E.P. - DEET-impregnated net shirt repels biting flies. *J. Econ. Entomol.* 1968 ; 61 : 1765.
- 27 - CURTIS C.F. - Appropriate technology for vector control. CRC Press ed., Boca-Raton/Florida, 1989.
- 28 - GOUCK H.K., GODWIN D.R., SCHRECK C.E., SMITH N. - Field tests with repellent-treated netting against black salt-marsh mosquitoes. *J. Econ. Entomol.* 1967 ; 60 : 1451-1452.
- 29 - GROTHAUS R.H., ADAMS J.F. - An innovation in mosquito-borne disease protection. *Mil. Med.* 1972 ; 137 : 181-184.
- 30 - GOUCK H.K., MOUSSA M.A. - Field tests with bed nets treated with repellent to prevent mosquito bites. *Mosq. News* 1969 ; 29 : 263-264.
- 31 - LINDSAY I.S., MAC ANDLESS J.M. - Permethrin-treated jackets versus repellent-treated jackets and hoods for personal protection against black-flies and mosquitos. *Mosq. News* 1978 ; 38 : 350-356.
- 32 - SHOLDT L.L., SCHRECK C.E., QURESHI A. et Coll. - Field bioassays of permethrin-treated uniforms and a new extended duration repellent against mosquitoes in Pakistan. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1988 ; 4 : 233-236.
- 33 - FRANCES S.P., YEO A.E., BROOKE E.W., SWEENEY A.W. - Clothing impregnations of dibutylphthalate and permethrin as protectants against a chigger mite, *Eutrombicula hirsti* (Acarina : Thrombiculidae). *J. Med. Entomol.* 1992 ; 29 : 907-910.
- 34 - CURTIS C.F. - Personal protection methods against vectors of diseases. *Rev. Med. Vet. Entomol.* 1992 ; 80 : 543-553.
- 35 - SCHRECK C.E., POSEY K., SMITH D. - Durability of permethrin as a potential clothing treatment to protect against blood-feeding arthropods. *J. Econ. Entomol.* 1978 ; 71 : 397-400.
- 36 - SHOLDT L.L., ROGERS E.J., GERBERG E.J., SCHRECK C.E. - Effectiveness of permethrin-treated military uniform fabric against human body lice. *Mil. Med.* 1989 ; 154 : 90-93.
- 37 - SCHRECK C.E., SNODDY E.L., SPIELMAN A. - Pressurized sprays of permethrin or DEET on military clothing for personal protection against *Ixodes dammini* (Acarina : Ixodidae). *J. Med. Entomol.* 1986 ; 23 : 396-399.
- 38 - SCHRECK C.E., KLINE D.L., CHANIOTIS B.N. et Coll. - Evaluation of personal protection method against phlebotominae sand flies including vectors of leishmaniasis in Panama. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.* 1982 ; 31 : 1046-1053.
- 39 - DEES W.H., GABER S., ABDEL F.A., HANAFI H.A. - Evaluation of clothing impregnants and skin repellents against medically important arthropods of Northeast Africa. In «Annual Meeting Entomol. Soc. Am.» Boston, Nov 29-Dec. 3, 1987, MA.
- 40 - FRYAUFF D.J., SHOUKRY M.A., HANAFI H.A. et Coll. - Contact toxicity of permethrin-impregnated military uniforms to *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae) and *Phlebotomus papatasi* (Diptera : Psychodidae) : effects of laundering and time of exposure. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 12 : 84-90.
- 41 - KREUTZER R.D., GROGL M., NEVA F.A. et Coll. - Identification and genetic comparison of leishmanial parasites causing viscerotropic and cutaneous disease in soldiers returning from Operation «Desert Storm». *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 1993 ; 49 : 357-363.
- 42 - SCHRECK C.E., KLINE D.L. - Personal protection afforded by controlled-release topical repellents and permethrin-treated clothing against natural populations of *Aedes taeniorhynchus*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1989 ; 5 : 77-80.
- 43 - SHOLDT L.L., SCHRECK C.E., MWANGELWA M.I. et Coll. - Evaluation of permethrin-impregnated clothing and three topical repellents formulations of DEET against tsetse flies in Zambia. *Med. Vet. Entomol.* 1989 ; 3 : 153-158.
- 44 - KARCH S., ASIDI N., MANZAMBI Z. et Coll. - Impact of deltamethrin-impregnated bednets on biting rates of mosquitoes in Zaire. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1995 ; 11 : 191-194.
- 45 - SCHRECK C.E. - Permethrin and dimethyl-phthalate as tent fabric treatments against *Aedes Aegypti*. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1991 ; 7 : 533-535.
- 46 - MOTABAR M. - Malaria and nomadic tribes of southern Iran. *Cah. ORSTOM Ser. Ent. Med. Parasitol.* 1974 ; 12 : 175-178.
- 47 - BOUMA M.J., PARVEZ S.D., NESBIT R., WINKLER A.M. - Malaria control with permethrin applied to tents of nomadic Afghan refugees in northern Pakistan. *Bull. WHO* 1996 ; 74 : 413-421.
- 48 - BOUMA M.J., PARVEZ S.D., NESBIT R., SONDRP H.E. - Rapid decomposition of permethrin in the outer fly of an experimental tent in Pakistan. *J. Am. Mosq. Control. Assoc.* 1996 ; 12 : 125-129.
- 49 - QURESHI A.Q., IQBAL M., SCHRECK C.E. et Coll. - Personal protective programme for the Pakistan Armed Forces. *Pak. Armed. Forces Med. J.* 1990 ; 43 : 30-37.

# MEDICINE TROPICALE

REVUE FRANÇAISE DE PATHOLOGIE ET DE SANTÉ PUBLIQUE TROPICALES

Institut de Médecine Tropicale  
du Service de Santé des Armées  
Le Pharo - Marseille



Année 1997  
Volume 57  
Numéro 4 bis

SPECIAL MEDICINE DES VOYAGES

Coordinateur : G. MARTET

PM 300  
29 AVR. 1998  
Santé