*G. QUÉLENNEC*

# PRATIQUE DE LA LUTTE CONTRE LES ARTHROPODES D'INTÉRET MÉDICAL

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ORSTOM

# PRATIQUE DE LA LUTTE CONTRE LES ARTHROPODES

# D'INTERET MEDICAL

G. QUELENNEC

Laboratoire d'Entomologie Médicale. O.R.S.T.O.M.

Services Scientifiques Centraux - BONDY

-oOo-

# TABLE DES MATIERES

## Première Partie

## LA LUTTE CONTRE LES ARTHROPODES VECTEURS DE MALADIES, LES ECTOPARASITES ET LES NUISANCES

1. Introduction
2. Lutte par des procédés physiques ou mécaniques
   2.1. Lutte contre les Moustiques
   2.2. Lutte contre les Phlébotomes
   2.3. Lutte contre les Simulies
   2.4. Lutte contre les Mouches
   2.5. Lutte contre les Tabanides
   2.6. Lutte contre les Glossines
   2.7. Lutte contre les punaises et les Réduviides
   2.8. Lutte contre les Poux
   2.9. Lutte contre les Acariens
   2.10. Prévention
3. Lutte biologique
   3.1. Prédateurs
   3.2. Agents pathogènes et parasites
   3.3. Lutte génétique
      3.3.1. Incompatibilité cytoplasmique
      3.3.2. Hybrides stériles
      3.3.3. Agents physiques et chimiques de stérilisation
      3.3.4. Méthodes ne reposant pas sur la stérilité
   3.4. Lutte au moyen d'hormones
4. Lutte chimique
   4.1. Insecticides
   4.2. Mode d'action des insecticides
      4.2.1. Le DDT
      4.2.2. Les cyclodiènes

4.2.3. Le lindane
4.2.4. Les esters phosphoriques
4.2.5. Les carbamates
4.2.6. Les pyrèthroïdes
4.2.7. Les roténoïdes
4.2.8. Les synergisants
4.3. Technique de lutte
4.3.1. Formulations
4.3.2. Appareillage
4.3.3. Modes de traitements
4.4. Lutte chimique contre les principaux arthropodes d'intérêt médical
4.4.1. Lutte contre les Anophèles
4.4.2. Lutte contre Aedes aegypti, Aedes albopictus, Aedes simpsoni et les espèces voisines
4.4.3. Lutte contre les espèces d'Aedes et de Psorophora des eaux de crue
4.4.4. Lutte contre Culex spp.
4.4.5. Lutte contre Mansonia
4.4.6. Lutte contre les Phlébotomes
4.4.7. Lutte contre les Cératopogonidés
4.4.8. Lutte contre les Simulies
4.4.9. Lutte contre Musca domestica et les autres espèces de mouches domestiques
4.4.10. Lutte contre les Tabanides
4.4.11. Lutte contre les Glossines
4.4.12. Lutte contre les punaises des lits Cimex lectularius et Cimex hemipterus
4.4.13. Lutte contre les Réduviides
4.4.14. Lutte contre les Blattes
4.4.15. Lutte contre les Puces
4.4.16. Lutte contre les Poux
4.4.17. Lutte contre les tiques et autres acariens
4.5. Sensibilité résistance aux insecticides
4.5.1. Mécanismes de la résistance
4.5.2. Evaluation de la résistance
4.5.3. Mesures palliatives à employer contre la résistance
5. Conclusion

Deuxième Partie

PRINCIPAUX INSECTICIDES EMPLOYES EN ENTOMOLOGIE MEDICALE

Troisième Partie

PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION AUX INSECTICIDES, TRAITEMENT D'URGENCE DES INTOXICATIONS

1. Protection contre l'exposition aux insecticides
2. Traitement d'urgence des intoxications
   2.1. Pyréthrines
   2.2. Organochlorés
   2.3. Organophosphorés
   2.4. Carbamates

Remerciements

Bibliographie

Correspondance des unités de mesure britanniques et américaines courantes avec les unités du système métrique

Index alphabétique des principaux insecticides employés en entomologie médicale et de leurs synonymes

-oOo-

Première Partie

# LA LUTTE CONTRE LES ARTHROPODES VECTEURS DE MALADIES, LES ECTOPARASITES ET LES NUISANCES

## 1. INTRODUCTION

Deux méthodes peuvent être mises en oeuvre pour lutter contre les maladies transmises par les arthropodes, l'une visant à détruire l'agent pathogène, l'autre orientée contre le vecteur de la maladie. Ces deux méthodes sont appliquées complémentairement dans le cas où les moyens thérapeutiques sont insuffisants pour enrayer la maladie, mais la seconde méthode peut intervenir seule lorsque ces moyens thérapeutiques font défaut ou lorsqu'ils sont difficiles à appliquer dans une campagne de masse.

Les ectoparasites et les nuisances font l'objet de traitements aux insecticides dans certaines régions.

Le but idéal d'une opération de désinsectisation est l'élimination totale des organismes visés. Malheureusement, on est dans l'obligation de constater que ce but n'a été, pour l'instant que très très rarement atteint. Cependant, les campagnes menées dans le monde contre divers vecteurs montrent que les moyens dont nous disposons permettent de limiter la transmission et parfois de l'interrompre totalement. De même le taux de contrôle des ectoparasites et des arthropodes responsables de nuisances peut être suffisant pour qu'ils ne constituent plus une gène pour l'homme.

Une campagne de lutte ne peut être entreprise sans une étude préalable approfondie.

Les fluctuations des populations, la dispersion et le comportement de l'arthropode visé, dans la zone considérée, doivent être connus. Les lieux de repos des adultes doivent être repérés. Une cartographie très précise des lieux de reproduction, mentionnant si possible les conditions écologiques indispensables à l'implantation des gîtes larvaires doit être établie.

Il est nécessaire de prévoir les modifications de l'environnement résultant, par exemple, de la mise en valeur des terres ou des aménagements ruraux (drainages, remblayages, travaux hydrauliques etc...).

Les éventuels inconvénients dûs à l'introduction d'organismes nouveaux : prédateurs, parasites doivent être estimés par avance.

Si l'on envisage l'emploi de substances chimiques toxiques pour la réalisation de la campagne, il faut être informé de l'action de ces produits sur la faune non-cible, de leur action polluante et de leur toxicité pour l'homme et les mammifères. Il faut en outre évaluer la sensibilité initiale de l'arthropode visé non seulement vis-à-vis de l'insecticide choisi pour la lutte mais encore vis-à-vis de divers composés pouvant lui être substitués en cas de nécessité.

Il faut garder présent à l'esprit que les opérations de lutte antivectorielle, qui n'aboutissent qu'exceptionnellement à l'éradication du vecteur ou à la disparition de l'agent pathogène, ne sauraient être entamées si l'on ne possède pas la certitude que les campagnes seront poursuivies. Une interruption de la lutte pourrait, en effet, aboutir à l'établissement de situations plus défavorables que celles qui préexistaient, en raison notamment de la perte d'immunité acquise des habitants pendant la période où ils sont protégés.

Différents modes de lutte sont applicables contre les arthropodes. Certains font appel à des procédés physiques ou mécaniques, d'autres mettent en jeu des ennemis naturels des vecteurs : prédateurs, parasites, d'autres encore s'appuient sur

des phénomènes génétiques ou font intervenir des substances influant sur la physiologie des espèces. Il est enfin possible d'utiliser des substances toxiques pour les insectes.

Le but de ce travail étant de signaler les techniques actuellement utilisables contre les vecteurs, les parasites et les nuisances, nous passerons rapidement sur les méthodes qui ne sont pas encore opérationnelles ainsi que sur celles qui ne peuvent être appliquées que complémentairement, pour insister plus particulièrement sur la lutte au moyen d'insecticides.

## 2. LUTTE PAR DES PROCEDES PHYSIQUES OU MECANIQUES

Ce sont les procédés les plus anciennement connus et utilisés. Ils se sont montrés très efficaces dans certaines circonstances et constituent, en général, une bonne méthode d'appoint dans la lutte contre les arthropodes. Cependant, ce mode de lutte présente l'inconvénient de ne pouvoir être généralisé et d'être susceptible d'engendrer des modifications néfastes de l'environnement lorsque les opérations sont mal conduites.

### 2.1. Lutte contre les Moustiques.

On a pu limiter de façon très sensible la prolifération des moustiques en supprimant des collections d'eau par nivellement ou par drainage : drainage en surface et drainage vertical par percement de la couche imperméable sous-jacente. La régularisation des bords d'étangs, le faucardage des canaux d'évacuation ont également donné de bons résultats.

La destruction des plantes qui permettent le développement larvaire de certaines espèces dans l'eau retenue à l' aisselle de leurs feuilles ou qui servent de support aux larves (cas de Mansonia), l'élimination de tous objets susceptibles de contenir de l'eau (boîtes de conserves, pneus usagés, etc...), l'assèchement périodique des gîtes constituent autant de moyens mécaniques de lutte extrêmement efficaces contre les moustiques.

D'autres mesures telles que la modification de la salinité

d'un étang proche de la mer ou de l'ombrage d'un gîte demandent des connaissances écologiques poussées afin d'éviter le remplacement d'une espèce gênante par une autre (42).

2.2. Lutte contre les Phlébotomes.

L'enlèvement des amas de débris végétaux plus ou moins humides et en voie de décomposition rencontrés dans les habitations ou les abris des animaux, suivi de leur incinération constitue une excellente méthode de limitation des phlébotomes. Leur prolifération peut en outre être très affectée par l'obturation des terriers de rongeurs et des fissures existant dans les murs.

2.3. Lutte contre les Simulies.

Le débroussaillement et le déboisement ont abouti à l'éradication de Simulium neavei à Riana au Kenya (30). La construction de grands barrages peut aussi avoir un effet favorable dans la lutte contre les simulies. Le lac de retenue peut noyer les gîtes préimaginaux sur de très grandes distances et contribuer à l'isolement de certains foyers d'onchocercose (barrage de la Volta au Ghana) ou à l'assainissement de certaines régions (barrages hydroélectriques en URSS).

2.4. Lutte contre les Mouches.

L'élimination par incinération des ordures ménagères et des déchets organiques peut rendre de grands services dans la lutte contre les mouches domestiques.

2.5. Lutte contre les Tabanides.

Une des mesures préconisées dans la lutte contre la filariose à Loa loa est le débroussaillement autour des zones habitées. Cette technique permet d'éloigner les Chrysops et de limiter ainsi le contact entre l'homme et le vecteur.

## 2.6. Lutte contre les Glossines.

Etant donné le rôle que joue la végétation dans la biologie des glossines, le débroussaillement paraissait être une bonne méthode de lutte contre ces insectes. Le déboisement a pu être entrepris autour des villages, autour des points d'eau et le long des principaux axes de communication afin de limiter le contact homme-vecteur. Cette technique fut appelée "prophylaxie agronomique" dans les pays francophones. La destruction sélective des plantes constituant les supports d'élection des glossines au repos a également été pratiquée. Dans certaines régions on a établi des barrières infranchissables par les glossines, en saison sèche, en détruisant certains tronçons de la galerie forestière ou en obstruant le lit de la rivière par des branchages provenant d'un déboisement partiel. Ces méthodes présentent l'inconvénient d'être onéreuses, de devoir être renouvelées souvent et de ne pouvoir être appliquées qu'à des zones relativement restreintes.

Les captures au filet, ou sur appâts englués, ou par piègeage ne se sont pas montrées très efficaces, sauf dans l'île du Prince et dans une petite zone du Zoulouland en Afrique du Sud.

En Afrique de l'Est et du Sud-Est on a pratiqué avec un certain succès la destruction systématique du gros gibier (57).

## 2.7. Lutte contre les Punaises et les Réduviides.

Les lits et sommiers métalliques infestés par les puniases ainsi que les objets de peu de valeur que l'on renonce à récupérer peuvent être traités directement à la flamme. Les fissures des murs, les interstices entre les planches des parquets, des plafonds ou des plinthes peuvent être bouchés pour empêcher les punaises ou les réduviides d'y trouver un abri.

## 2.8. Lutte contre les Poux.

Les poux du corps peuvent être éliminés des vêtements par traitements de ceux-ci, soit à la chaleur sèche, soit à la chaleur

humide. Dans le premier cas, il est nécessaire d'appliquer une température de 70°C pendant au moins 1 heure en raison de la faible conductivité thermique des vêtements. Il faut éviter l'entassement des objets et assurer une ventillation continue. La chaleur humide n'est recommandée que lorsque l'on cherche à assurer à la fois une désinfection et une désinsectisation (poux contaminés par des rickettsies par exemple). On peut employer des étuves à vapeur sous pression ou des étuves à vapeur fluente (12).

## 2.9. Lutte contre les Acariens.

Lorsque l'on envisage d'implanter de façon définitive ou temporaire des collectivités humaines dans des zones infestées par les tiques ou les Trombiculidés, il est nécessaire de procéder à un débroussaillement préalablement sur un certain périmètre. De même l'élimination de la végétation autour des habitations constitue une bonne méthode de protection.

A l'intérieur des habitations, il faut éviter l'installation de gîtes de rongeurs. En cas d'infestation, il convient de boucher les fissures des murs et des parquets et de recouvrir les murs d'un revêtement lisse afin de limiter les possibilités de refuge pour les tiques.

## 2.10. Prévention.

Parmi les procédés physiques et mécaniques de lutte, on peut inclure quelques méthodes de prévention.

Contre les insectes ailés endophiles, l'utilisation de moustiquaires sur les lits ou de grillage-moustiquaire obstruant les ouvertures des habitations peut rendre de grands services. Il est cependant indispensable que ces systèmes de protection soient maintenus en parfait état. Les mailles doivent être très serrées lorsqu'il s'agit de se protéger contre les phlébotomes (46) ou les culicoïdes (80).

Les mesures d'hygiène domestique, le bon entretien des constructions préservent, en partie, de l'invasion par les poux, les puces, les punaises et les blattes.

En dehors des habitations, le port de vêtements empêchant les piqûres d'insectes, l'emploi de répulsifs parmi lesquels on peut citer : le dibutylène-2-tétrahydrofurfurol, le DEET ou N-diéthyl-m-toluamide, le démithylphtalate, le dibutylphtalate et l'isocinchomeronate de propyle procurent une certaine protection.

Ces méthodes de prévention présentent le grand inconvénient d'être onéreuses, de ne pouvoir être appliquées en toutes circons tances et de ne pouvoir assurer qu'une protection individuelle.

## 3. LUTTE BIOLOGIQUE

On peut inclure dans la lutte biologique, non seulement des techniques basées sur des modifications des équilibres biologiques existants dans la faune naturelle, mais aussi les techniques permettant de porter atteinte à l'intégrité biologique de l'arthropode.

La lutte biologique peut donc faire intervenir soit des ennemis naturels : prédateurs, agents pathogènes, parasites, des insectes, soit des modifications provoquées de leur constitution génétique, ou encore des substances influant sur la physiologie de leur reproduction ou de leur développement.

### 3.1. Prédateurs.

De nombreux prédateurs d'insectes sont connus, parmi les vertébrés et les invertébrés (67). Dans le second groupe les Chaoboridés, les Odonates, les Dytiscidés, les Ephémèroptères, les Corixidés, les Nepidés, les Notonectidés, les Empididés peuvent jouer un rôle limitant contre les moustiques à l'état adulte ou larvaire. Mais aucun de ces groupes, malgré l'efficacité de certains notamment dans les petits gîtes larvaires, ne semble convenir pour des lâchers après élevage en masse (55).

Par contre, des moustiques du genre Toxorhynchites dont les larves sont strictement prédatrices et dont les adultes ne sont pas hématophages pourraient être utilisables. En effet, on a montré que la consommation en larves de moustiques de Toxorhynchites brevipalpis

est comparable à celle de Gambusia affinis. Son emploi pourrait être envisagé contre les moustiques vecteurs des forêts humides et des espaces péridomestiques (145). On risque cependant de voir s'établir de nouveaux équilibres dans lesquels la population génante se maintiendrait à un niveau élevé. Ceci a été constaté à Dar ès Salaam avec Ae. aegypti.

Cependant, jusqu'à présent, aucun arthropode n'a été employé de façon systématique dans la lutte contre les vecteurs ou les nuisances. Il serait toutefois souhaitable que les prédateurs soient épargnés, dans la mesure du possible, au cours des campagnes.

Parmi les prédateurs vertébrés, ce sont les poissons larvivores tels que le poisson entomophage Gambusia affinis, le guppy Poecilia reticulata ou d'autres poissons du genre Poecilia qui ont été le plus utilisés dans la lutte contre les moustiques. Ils jouent un rôle important aux Etats Unis, en Grèce, en Iran, en Italie (42) et en Thaïlande (25). L'efficacité de ces prédateurs est excellente dans les petites collections d'eau que constituent les bassins d'agrément en zone urbaine, mais les poissons de ce groupe ne peuvent être utilement employés que dans les points d'eau permanents (26). Par contre, certains Cynolebias et Notobranchius (Cyprinodontidae) dont les oeufs résistent à la dessication seraient utilisables dans les gîtes temporaires et en particulier dans les rizières (72).

Les têtards constituent, eux aussi, un facteur limitant de la prolifération des larves de moustiques.

Il faut souligner que l'introduction d'organismes nouveaux, dans une région, ne doit se faire qu'après une étude très approfondie permettant d'évaluer les éventuelles conséquences néfastes qui pourraient résulter d'une implantation définitive et d'une prolifération excessive du prédateur.

### 3.2. Agents pathogènes et parasites.

Les recherches dans ce domaine sont très nombreuses. Plusieurs laboratoires s'intéressent tout particulièrement à la pathologie des invertébrés et aux moyens de défense de ces derniers. L'utilisation des

agents pathogènes et des parasites semble, en effet, subordonnée à l'acquisition de connaissances plus approfondies sur les méthodes de production, de conservation et de diffusion de ces agents. Les recherches doivent, en outre, comprendre l'étude des techniques qui pourraient amener la rupture de l'équilibre existant entre l'hôte et le parasite en faveur de ce dernier et l'étude de la spécificité de l'agent pathogène ou du parasite.

Plusieurs groupes ont retenu l'attention des chercheurs.

- Les bactéries et plus particulièrement celle du groupe Bacillus thuringiensis dont l'exotoxine soluble est toxique pour un certain nombre d'insectes. Il existe dans le commerce des préparations : poudres, poudres mouillables, émulsions, fabriquées à partir de Bacillus thuringiensis.
  L'absorption de telles préparations par les animaux domestiques, en même temps que leur nourriture, permet de détruire les Diptères qui pourraient s'installer dans leurs déjections. L'exotoxine se retrouve, en effet, en quantité suffisante, après avoir transité dans le tube digestif des vertébrés, pour conserver son activité (63).

- Les microsporidies parasitent naturellement les larves de moustiques et de simulies. On a observé au laboratoire et sur le terrain des atteintes extrêmement graves chez certaines populations de ces insectes. Les genres qui ont le plus retenu l'attention sont Thelohania, Stempellia (55) et Nosema (60). Cependant, l'utilisation de ces organismes dans la lutte contre les vecteurs n'est pas encore entrée en application, malgré des tentatives intéressantes.

- Les champignons sont, eux aussi, des agents possibles de lutte biologique et notamment ceux qui appartiennent au genre Coelomomyces. Mais, là encore, les tentatives d'infection dans les conditions naturelles n'ont pas connu de succès définitifs.

- Les nématodes Mermithidés semblent, par contre, plus prometteurs. Des essais sur le terrain, réalisés par dispersion de larves préinfestantes de Reesimermis nielseni, ont montré que l'on pouvait artificiellement parasiter une forte proportion des larves d'Anophèles sp. traitées (113). Les études sur les Mermithidés

parasites des simulies et notamment des vecteurs de l'onchocercose en Afrique sont menées très activement (17).

- Les hyménoptères parasites ont été essayés contre les tiques. Hunterellus hookeri a été élevé en quantité suffisante pour que des essais puissent être tentés sur le terrain (134). Telenomus faviai parasite des oeufs de Triatoma Spp. pourrait, lui aussi, être testé (31).

3.3. Lutte génétique.

Des techniques mettant en jeu des phénomènes génétiques ouvrent des perspectives nouvelles en matière de lutte contre les arthropodes d'importance médicale. Certaines de ces techniques ont été mises en application au cours d'essais sur le terrain.

3.3.1. Incompatibilité cytoplasmique.

On a constaté qu'à l'intérieur d'une même espèce certains croisements entre des populations différentes sont stériles. LAVEN, 1971 rappelle et résume le mécanisme de l'incompatibilité cytoplasmique de la façon suivante : "le spermatozoïde est bloqué dans un croisement incompatible avant qu'il ne fusionne avec le noyau ovulaire haploïde et, si des embryons se développent, ils le font à partir d'un ovule haploïde et meurent avant l'éclosion". L'auteur signale également que l'absence de descendance qui est due à l'incompatibilité cytoplasmique est cytoplasmiquement héréditaire.

Des phénomènes d'incompatibilité cytoplasmique ont été mis en évidence chez Culex pipiens fatigans. Une expérimentation de cette méthode de contrôle a été conduite en 1967 à Okpo, petit village de Birmanie. Le lâcher quotidien de 5.000 mâles incompatibles a permis d'obtenir l'arrêt total des éclosions au bout de la douzième semaine dans une population isolée et de petite taille (75). De semblables incompatibilités se rencontrent chez les Aedes du groupe scutellaris et pourraient constituer un moyen de lutte contre ce groupe (16).

3.3.2. Hybrides stériles.

Des croisements interspécifiques entre membres d'un complexe d'espèces peuvent produire des femelles fertiles et des mâles stériles. Si les hybrides stériels sont compétitifs sexuellement, ils peuvent intervenir efficacement dans les opérations de contrôle d'une espèce (70).

C'est ainsi que le complexe Anopheles gambiae est constitué de 5 espèces jumelles dont les 20 croisements possibles donnent des hybrides mâles stériles à des degrés divers. Sur les 20 croisements 6 donnent une descendance à prédominance de mâles. Un croisement ne produisant que des mâles stériles ou presque élimine la nécessité de séparer les sexes dans les élevages de masse et permet de plus l'introduction dans la nature de cette nouvelle population à n'importe quel stade, y compris au stade d'oeuf (42).

Une expérience de contrôle au moyen d'hybrides stériles a été tentée en Haute-Volta en 1968. Au cours de cet essai, environ 300.000 mâles ont été lâchés. Il s'agissait d'hybrides d'Anopheles gambiae B et d'Anopheles melas. Les résultats ne furent pas probants (43).

Cette technique de lutte pourrait s'appliquer au groupe Aedes scutellaris dans lequel on trouve également des hybrides stériles (16).

3.3.3. Agents physiques et chimiques de stérilisation.

Une autre variante de la lutte biologique consiste à provoquer la stérilité des arthropodes nuisibles par des procédés physiques et chimiques.

On a montré qu'un certain nombre d'agents physiques tels que les rayons X, les rayons ultra-violets, les rayons béta et gamma des isotopes radioactifs et même le froid pour quelques espèces, pouvaient avoir une action stérilisante plus ou moins durable.

Les irradiations aux rayons gamma sont cependant les plus utilisées, les sources de radioactivité étant le cobalt 60 ou le cesium 137.

Le taux d'irradiation doit être tel qu'il assure une bonne stérilisation des insectes mis en expérience, sans compromettre leur longévité ou leur compétitivité sexuelle.

Des substances chimiques possèdent une activité stérilisante, elles sont de nature très diverses.

Les agents alkylants peuvent, dans les conditions physiologiques, introduire une chaîne hydrocarbonée dans une molécule. Ces substances induisent des mutations létales dominantes dans les ovules mûrs et le sperme des insectes, mais peuvent aussi réduire la fécondité des femelles et provoquer l'aspermie chez le mâle. L'effet qui prédomine dépend surtout de l'âge de l'insecte et de l'état des cellules reproductrices au moment du traitement (34). Parmi les agents alkylants, les aziridines occupent la plus grande place. Les agents alkylants les plus utilisés sont l'Aphclate, la Trétamine, le Tépa, le Métépa, le Thiotépa, l'Urédépa et l'Olim 53139 (93, 96).

Les antimétabolites comprennent des composés dont la structure est voisine des substances biologiquement actives et qui interviennent pour ralentir ou pour arrêter les processus métaboliques. L'acide fluoroorotique et la 6-azauridine arrêtent le développement de l'oocyte. La 5-fluoro-desoxyridine, le 5-fluoro-uracil et le methotrexate agissent sur le développement ovarien de la mouche domestique. Les deux dernières empêchent la formation des oeufs chez Aedes aegypti.

Les dérivés de la triamide phosphorique : Hempa, Thiohempa, ont montré une activité stérilisante sur les mouches domestiques, les larves d'Aedes aegypti et de Culex p. fatigans.

Parmi les dérivés de la S-triazine, le Hemel, la 2,4-diamino-6-(furyl)-s-triazine, sont actifs sur la mouche domestique, mais le dernier est sans effet sur les moustiques (34).

Un certain nombre d'autres composés : antihormones, phéromones, organométalliques, dérivés de l'urée, de la thiourée antibiotiques et quelques insecticides possèdent également des propriétés chimiostérilisantes.

Plusieurs de ces composés ont été évalués non seulement au laboratoire mais aussi sur le terrain. De même quelques lâchers d'insectes radiostérilisés ont été menés en diverses régions.

La radiostérilisation, comme la chimiostérilisation, se pratique sur les adultes aussi bien que sur les stades préimaginaux.

En raison de leur grande toxicité, les chimiostérilisants ne peuvent être épandus dans le milieu naturel à la manière des insecticides. Ils sont appliqués, au laboratoire, topiquement, ou sont additionnés à la nourriture ou au milieu d'élevage.

La radiostérilisation et la chimiostérilisation peuvent s'adresser à des individus élevés en masse en vue de leur lâcher dans la nature. Mais il est possible de traiter des insectes sauvages en les attirant vers des appâts imprégnés de chimiostérilisants et de réaliser ainsi ce que l'on appelle l'autostérilisation. On peut aussi envisager le lâcher, après stérilisation par l'un ou l'autre procédé, d'invidus sauvages capturés par diverses techniques (93).

De très bons résultats ont été enregistrés à la suite de l'autostérilisation de Musca domestica. Les mouches étaient attirées vers des appâts imprégnés de Tépa : 0,5 %, Métépa : 0,5 % et Apholate ou Hempa : 1 % (93). Cependant l'éradication, par ce procédé, ne fut totale dans aucun des cas.

Des essais de stérilisation de glossines ont été tentés par irradiation, par l'Apholate et le Tépa, en application sur les pupes. L'influence de ces traitements sur la longévité des adultes est très controversée. Le Tépa a également été appliqué en contact tarsal (93). Une technique qui parait intéressante est celle de OFFORI, 1971 ; elle consiste à imprégner de chimiostérilisant un tissu revêtant un animal ou à imprégner un véhicule. Les glossines attirées par ces pièges en mouvement viendraient s'autostériliser.

PATTERSON et al, 1970, ont traité des adultes mâles de Culex pipiens quinquefasciatus avec du Tépa dans une île de Floride et ont obtenu d'excellents résultats grâce à des lâchers massifs de moustiques stérilisés. Au Kenya, des lâchers de mâles de Culex p. fatigans nourris sur des jus sucrés contenant 0,015 % d'Apholate n'ont pas donné les résultats escomptés (27).

Une expérience de radiostérilisation de nymphes d'Aedes aegypti a été réalisée en Floride avec des résultats inégaux dans les deux localités où les lâchers ont eu lieu (92).

En Inde, le lâcher journalier de 9.000 mâles irradiés de Culex fatigans, dans une population sauvage produisant 10.000 à 12.000 adultes par jour, a induit une stérilité de 25 % (111).

On a cherché à savoir si, comme les insecticides, les chimiostérilisants pouvaient induire des résistances chez les insectes traités. On s'est aperçu que Aedes aegypti soumis à une pression continue d'Apholate pouvait développer une baisse de sensibilité de 20 fois. On enregistrait en même temps une résistance croisée au Métépa et une légère baisse de sensibilité au Tépa (109). ABASA et al., 1969, par le même procédé, obtenaient une souche de mouches domestiques résistante à l'Apholate. Ils faisaient également apparaitre une légère baisse de sensibilité au Métépa alors que le Méthotrexate conservait toute son activité. Le Hempa ne semble pas provoquer de résistance chez la mouche domestique (34). De même, des appâts sucrés à 0,007 % de Thiotépa n'ont pas permis la sélection d'une colonie résistante de Musca domestica (38).

3.3.4. Méthodes ne reposant pas sur la stérilité.

- Introduction de souches non vectrices.

Au lieu de faire disparaître une espèce vectrice, il est séduisant de substituer à la souche locale une souche non vectrice. Il est apparu, en effet, que la capacité de transmettre des agents pathogènes est sous la dépendance, chez certaine espèces, de facteurs génétiques (70).

Des lâchers massifs de specimens porteurs de gènes affectant le pouvoir vecteur pourraient donc introduire, dans une population sauvage, une incapacité de transmettre un parasite. Jusqu'ici aucune expérience n'est venue infirmer ces vues.

- Introduction de gènes létaux.

Pour obtenir l'extinction d'une espèce on peut envisager d'introduire dans la population naturelle des gènes délétères provoquant : une altération du rapport des sexes, perturbant la méïose, ou permettant

aux parents de vivre dans des conditions artificielles, bien qu'étant létaux pour leur descendance dans la nature. Cette dernière perturbation peut être provoquée par une irradiation déterminant une "translocation" au niveau des chromosomes (42). Des lâcher massifs de spécimens d'élevage nécessitent la mise au point de techniques de production en masse d'individus sexuellement compétitifs et également une connaissance parfaite du comportement et de la dynamique des populations à détruire. Ces conditions étant remplies, il est possible de faire des lâchers à l'endroit propice, au moment voulu et en nombre suffisant. Il faut cependant tenir compte du fait que les insectes d'élevage peuvent avoir un comportement différent des insectes sauvages. Une fois lâchés, ils peuvent en outre, être soumis aux phénomènes naturels de régulation des populations qui auraient tendance à éliminer le caractère introduit. Ainsi la lutte génétique basée sur des lâchers d'insectes d'élevage, dépend d'un grand nombre de facteurs qui la rendent extrêmement délicate. Il semble donc préférable, toutes les fois que cela est possible, de s'adresser grâce à divers artifices, à des populations sauvages.

### 3.4. Lutte au moyen d'hormones.

De nombreux processus physiologiques sont, chez les insectes, sous le contrôle de sécrétions hormonales. Les recherches sur l'application des connaissances acquises dans ce domaine à la lutte contre les arthropodes sont menées dans diverses directions. Cependant, ce sont les hormones intervenant dans la mue qui ont les premières retenu l'attention. Elles ont fait l'objet d'un grand nombre d'études en laboratoire qui ont été suivies de quelques essais sur le terrain.

Le rôle de ces hormones, établi depuis longtemps, a été précisé au cours des années.

Les ecdysones secrétées par la glande prothoracique, elle-même stimulée par une hormone cérébrale, servent à la résorption et à l'abandon de la vieille enveloppe de l'insecte ainsi qu'au durcissement de la nouvelle cuticule.

Pendant la vie larvaire les hormones juvéniles agissent à chaque mue pour empêcher la maturation des larves. Cette seconde hormone, secrétée par les corpora allata, serait pratiquement absente lors de la

nymphose et de l'éclosion de l'imago. La sécrétion des hor=ones juvéniles reprend ensuite au stade adulte. Elle joue alors un rôle dans le développement ovarien et dans l'activité normale des glandes accessoires chez le mâle (62).

L'idée d'employer ces substances dans la lutte contre les arthropodes est relativement récente. Elle est apparue lorsqu'on s'est aperçu qu'elles pouvaient traverser la cuticule intacte des insectes et provoquer des perturbations dans leur métamorphose (63). On a donc pensé que s'il était possible d'apporter ces hormones à l'insecte à un moment défavorable, on disposerait, là, d'un moyen de contrôle des espèces nuisibles.

Les hormones présentent certains avantages sur les insecticides : elles sont spécifiques des arthropodes, elles sont biodégradables et elles sont actives en très faibles quantités. Mais elles ont l'inconvénient d'être d'un prix de revient élevé et de n'avoir pratiquement aucune rémanence.

L'activité des hormones sur les arthropodes d'intérêt médical a été essayée au cours de nombreuses expériences. En réalité, les essais ont été pratiqués non seulement avec des hormones d'insectes, mais également avec des substances naturelles ou non, de structure chimique voisine ou non, agissant de la même façon que ces hormones.

Les hormones juvéniles, sous forme d'appâts, perturberaient la reproduction des blattes et agiraient sur les punaises (Rhodnius, Triatoma, Cimex). Les expérimentations pratiquées sur les larves de Culicidés sont nombreuses. A fortes doses, les hormones juvéniles agissent comme des toxiques sur le quatrième stade larvaire, mais une action juvénilisante apparait à des concentrations plus faibles. Elle se manifeste par un blocage de l'évolution au quatrième stade larvaire, une perturbation de la nymphose ou de l'éclosion. Sur les adultes, si l'application topique est effectuée au bon moment, elle provoque une décroissance de la fertilité. Les stades larvaires de différentes espèces de mouches sont sensibles aux hormones juvéniles (62).

L'action des ecdysones est moins bien connue en raison du petit nombre d'essais effectués avec ces substances. Il semble

que les ecdysones pourraient être utilisées dans la lutte contre les arthropodes lorsque l'hormone peut être ajoutée au milieu de développement de l'insectes (larves de Culicidés) ou dispensée sous forme d'appâts (blattes). Les composés essayés jusqu'à présent se sont montrés peu actifs.

Etant donné les qualités signalées plus haut, les substances hormonales ou à action hormonale apparaissent comme un moyen de lutte très prometteur. La faible rémanence de ces produits constitue un inconvénient car les hormones doivent, pour être nuisibles, intervenir à un moment précis de l'évolution de l'insecte. Il faut cependant remarquer que certains composés se sont montrés efficaces sur les blattes pendant plus d'un an sous forme d'appâts (40). La sélectivité à l'intérieur de la classe des insectes peut être obtenue soit par le choix de la période de traitement, soit par l'emploi de substances à faible spectre d'activité comme la juvabione ou le MON 0585. Ce composé, très actif sur les larves de moustiques (124), ne serait cependant pas aussi sélectif qu'il était apparu au laboratoire, puisque sur le terrain les Dytiscidés sont significativement atteints alors que l'on note une possible activité sur les Hydrophilidés (135).

Selon certains auteurs, les insectes ne peuvent développer de résistance à leur propre hormone juvénile. D'autres pensaient qu'il y avait peu de chances pour que les substances hormonales provoquent des résistances. Cependant, CERF et al., 1972 devaient mettre en évidence des résistances croisées entre les insecticides et une substance analogue de l'hormone juvénile.

## 4. LUTTE CHIMIQUE

### 4.1. Insecticides.

La lutte chimique se pratique à l'aide de substances naturelles ou de synthèse qui provoquent la mort des arthropodes par empoisonnement.

Les substances retenues pour leur action sur les arthropodes doivent présenter un certain nombre de qualités.

1°) Elles doivent être plus toxiques pour les insectes que pour le reste de la faune.

2°) Elles doivent généralement posséder une certaine stabilité, leur permettant d'agir non seulement sur les individus atteints au moment du traitement, mais également sur ceux qui pourraient apparaitre les jours suivants. La rémanence de ces composés ne doit pas être excessive et l'on exige actuellement une certaine biodégradabilité de la part des nouveaux produits.

3°) Elles ne doivent pas être phytotoxiques.

4°) Elles doivent être stables dans les conditions ordinaires de stockage et ne pas se dégrader à la chaleur.

Comme nous l'avons vu plus haut, les insecticides peuvent être classés en deux catégories :

- les substances naturelles qui peuvent être d'origine minérale ou végétale ;
- les substances de synthèse dont les principales, employées en entomologie médicale, appartiennent aux groupes des organohalogènés, des esters phosphoriques, des carbamates et des pyrethroïdes.
  (cf. Deuxième partie : Principaux insecticides employés en entomologie médicale).

Les substances naturelles utilisées contre les arthropodes d'intérêt médical sont relativement peu nombreuses.

Le Pyrèthre en poudre ou les extraits de pyrèthre sont des produits possèdant un effet immédiat remarquable. Ils sont peu toxiques pour les mammifères, mais présentent l'inconvénient de permettre à certains insectes de se rétablir lorsque la pression insecticide cesse. Les pyrèthrines sont sensibles à la lumière et sont d'un prix de revient élevé. Ce sont des insecticides à usage essentiellement domestique, souvent employés en association avec des synergisants.

La roténone est également faiblement toxique pour les mammifères, d'où son emploi contre les ectoparasites des animaux domestiques. Le pyrèthre et la roténone ont en commun une très forte toxicité pour les poissons.

Parmi les insecticides d'origine minérale on trouve essentiellement les dérivés des pétroles. Ils sont surtout employés contre

les stades préimaginaux des moustiques.

Ces produits agiraient par suffocation en imprègnant la cuticule et le système respiratoire des larves et des nymphes. MULLA et al., 1970 étudiant le Toxisol FLC, le Toxisol 142 et le Flit MLO trouvent que certains composants de ces huiles, en particulier ceux qui appartiennent à la fraction aromatique, excitent les stades préimaginaux et les amènent à entrer en contact avec le film huileux. Ces auteurs ne pensent pas que, pour être actif, il soit nécessaire que le film recouvre entièrement le gîte larvaire. L'adjonction de tensioactifs augmenterait l'efficacité de ces produits.

Des dérivés pétroliers moins raffinés tels que le mazout ou le pétrole ont été emploés. Ils aviaent l'inconvénient d'être polluants et de perdre rapidement de leur activité.

Les insecticides de synthèse constituent un groupe beaucoup plus important en nombre dans lequel on trouve les composés majeurs employés en entomologie médicale depuis la dernière guerre.

Les organohalogénés, parmi lesquels les plus utilisés sont le DDT, le HCH et la dieldrine, sont des insecticides très actifs qui ont rendu d'immenses services en Santé Publique. Malheureusement, leur persistance dans le milieu naturel et les résistances qu'ils ont sélectionnées ont obligé à limiter leur emploi. Les organohalogénés rémanents ne sont plus utilisés en Santé Publique que contre les arthropodes qui ont conservé une certaine sensibilité à leur égard et uniquement dans des opérations qui ne risquent pas d'entrainer une intense pollution de l'environnement. Ainsi le DDT continue, lorsqu'il est efficace, à être employé dans certaines campagnes antipaludiques, mais son utilisation doit se limiter à des pulvérisations à l'intérieur des habitations. Il faut cependant noter qu'il existe actuellement des organohalogénés efficaces et dégradables.

Les esters phosphoriques ont assuré dans une certaine mesure le remplacement des organohalogénés et ont élargi la gamme des produits disponibles. Ces composés sont dégradables, bien que possèdant généralement une rémanence satisfaisante. Parmi les organophosphorés, on rencontre des substances extrêmement toxiques, mais également des

insecticides presque totalement inoffensifs pour les animaux à sang chaud. Des résistances à ces insecticides ont été signalées chez plusieurs groupes d'intérêt médical, mais en beaucoup plus petit nombre que pour les organochlorés.

Les carbamates comprennent des herbicides, des fongicides et des insecticides. Les carbamates insecticides sont dégradables et généralement peu toxiques pour les vertébrés. Parmi les arthropodes traités aux carbamates, des rétablissements, après la cessation de la pression insecticide, ont été signalés (66, 116). Les carbamates peuvent être employés en combinaison avec des synergisants. Les agents sunergisants des pyrèthrines sont généralement utilisables avec les carbamates (123).

Les pyrèthroïdes synthétiques possèdent des qualités très proches de celles des pyrèthrines naturelles.

## 4.2. Mode d'action des insecticides.

Nous n'envisagerons ici que le cas des grands groupes d'insecticides : DDT, cyclodiènes, lindane, esters phosphoriques, carbamates, pyrèthroïdes et roténoïdes dont le mode d'action a été décrit en détail par O'BRIEN, 1967.

### 4.2.1. Le DDT.

D'une façon générale, on admet que le DDT agit d'abord sur le système nerveux, aussi bien chez les vertébrés que chez les invertébrés. On a montré que le DDT intervient dans la répartition des ions $K^+$ à l'intérieur du nerf et qu'il empêche le départ de ces ions chargés de rééquilibrer la différence de potentiel existant au repos entre l'intérieur et l'extérieur de l'axone. Ceci se traduit chez l'insecte par l'apparition de tremblements du corps et des appendices et par une hyperexcitabilité suivie très lentement d'une ataxie. Ensuite, dans un délai plus ou moins long suivant les espèces, on constate une paralysie totale.

4.2.2. Les cyclodiènes.

Le mode d'action des cyclodiènes est encore assez mal expliqué. Il semblerait que ces insecticides agissent sur les nerfs en formant des complexes avec la membrane nerveuse, modifiant de cette façon les propriétés de celle-ci. On n'a pas pu démontrer que ces composés possèdent une activité antienzyme.

4.2.3. Le lindane.

Le lindane provoque chez l'insecte des réactions assez voisines de celles du DDT. Il agirait comme un agent neuroactif de façon peu différente de celle du DDT. L'empoisonnement par le lindane a lieu en quelques heures et il parait peu vraisemblable, de ce fait, que ce produit agisse comme un antimétabolite d'un facteur de croissance tel que le myoinositol, comme cela a pu être un moment supposé.

4.2.4. Les esters phosphoriques.

Les insecticides organophosphorés provoquent chez l'insecte une excitabilité suivie de tremblements notamment des extrêmités et finalement une paralysie et la mort. Ces symptômes apparaissent au bout de temps plus ou moins longs.

Il existe chez l'insecte un système cholinergique composé de trois consitutants : l'acétylcholine, médiateur chimique des synapses, l'acétylcholinesterase, hydrolysant l'acétylcholine et l'acétyltransférase de la choline synthétisant l'acétylcholine. La transmission neuromusculaire, contrairement à ce qui se passe chez les vertébrés, ne semble pas assurée par un système cholinergique (41).

On pense généralement que les insecticides organophosphorés agissent chez l'insecte en inhibant la cholinesterase. Il s'en suit une interruption de l'acétylcholine au niveau des terminaisons nerveuses. Ceci semble prouvé par le fait que les esters phosphoriques tuent en provoquant une hyperactivité du système nerveux, qu'ils sont de puissants inhibiteurs de la cholinesterase, alors qu'ils agissent peu sur les autres enzymes. De plus, parmi ces composés, les bons inhibiteurs de la cholinesterase sont très toxiques alors que les mauvais ne le sont pas. Cependant,

cette théorie est insuffisante pour expliquer, à elle seule, tous les phénomènes recontrés chez les insectes.

L'action des esters phosphoriques sur les vertébrés est importante à connaitre, non seulement pour établir une comparaison entre leur activité dans les deux embranchements, mais aussi pour être en mesure d'intervenir, dans les cas humains d'intoxication, à l'aide d'une thérapeutique appropriée.

Les insecticides organophosphorés provoquent chez les vertébrés des effets muscariniques d'une part et nicotiniques d'autre part. Les premiers entrainent une stimulation du sympathique (lacrymation, miction, défécation, myosis, bradicardie, hypotension), les seconds entrainent des contractions musculaires dans la phase d'excitation et une paralysie dans la phase d'inhibition. Les effets muscariniques sont combattus par l'atropine, tandis que les effets nicotiniques sont atténués par les oximes. Lorsque la mort survient, elle est due à une asphyxie. Celle-ci peut avoir pour cause une insuffisance respiratoire d'origine centrale, en raison de l'inhibition par les esters phosphoriques du centre respiratoire, ou d'origine périphérique, en raison de la paralysie des muscles respiratoires.

4.2.5. Les carbamates.

Les carbamates agissent par leur complémentarité structurale à l'égard du site actif de l'acétycholinesterase. Les symptomes d'intoxication sont typiquement cholinergiques. Ils comportent chez les vertébrés de la lacrymation, de la salivation, du myosis et des convulsions. Leur sélectivité d'action vis-à-vis des insectes pourrait s'expliquer par trois phénomènes : une absorption à travers la cuticule lipophile, une meilleure complémentarité structurale à l'égard de la cholinesterase, une détoxification plus grande par les oxydases plurifonctionnelles du foie des vertébrés (89).

Les carbamates médicinaux qui sont de puissants anticholinesterasique, ne sont cependant pas des insecticides. L'explication de cette apparente anomalie résiderait dans le fait que les insectes n'utilisent pas la cholinesterase dans leurs jonctions neuromusculaires. Chez eux, la cholinesterase est localisée dans le système nerveux central où elle est protégée par un système de barrières empêchant la pénétration des carbamates médicinaux qui, à l'inverse des carbamates insecticides, sont tous ionisés (102).

4.2.6. Les pyrèthroïdes.

Pour rendre compte du mode d'action des pyrèthroïdes il est nécessaire de rappeler les mécanismes physiologiques qui déterminent l'activité nerveuse.

L'excitation est due à des modifications de la perméabilité de la membrane nerveuse aux ions $K^+$ et $Na^+$. La cellule et la fibre nerveuse contiennent généralement une forte concentration en ions $K^+$ et une faible concentration en ions $Na^+$. Dans le milieu extérieur, la proportion de ces ions est inversée. Il existe donc au travers de la membrane nerveuse un gradient pour le $K^+$ et le $Na^+$. Au repos, la membrane nerveuse est perméable aux ions $K^+$, mais seulement faiblement aux ions $Na^+$ et aux chlorures. Sous l'effet d'un courant extérieur, cette membrane devient plus perméable au $Na^+$ qui pénètre dans l'axone. La perméabilité pour le $Na^+$ décroit alors, tandis que la perméabilité pour le $K^+$ augmente. Le potentiel de membrane tend donc à reprendre sa valeur de repos.

A faible concentration, un pyrèthroïde de synthèse comme l'alléthrine n'a pas d'effet sur l'augmentation de la perméabilité de la membrane au $Na^+$ résultant d'une excitation, mais il ralentit le mécanisme par lequel cette perméabilité est momentanément ou définitivement interrompue. Le mécanisme qui détermine l'augmentation de la perméabilité au $K^+$ se trouve, lui, légèrement enrayé.

A plus forte concentration, l'alléthrine interrompt le mécanisme d'augmentation de la perméabilité au $Na^+$ et bloque ainsi la transmission de l'excitation.

Les pyrèthroïdes agiraient donc sur les macromolécules de la membrane nerveuse qui régissent le passage des ions $Na^+$ et $K^+$ à travers celle-ci au moment de l'activité nerveuse (101).

4.2.7. Les roténoïdes.

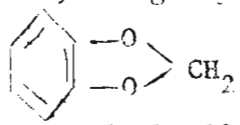
Les roténoïdes provoquent chez l'insecte un ralentissement des pulsations de l'aorte et des mouvements respiratoires, une diminution de la consommation en oxygène et finalement une paralysie flasque. On a supposé que l'empoisonnement était dû à un arrêt de l'utilisation de l'oxygène.

4.2.8. Les synergisants.

Les synergisants sont des substances qui associées à une autre accroissent considérablement l'activité de cette dernière.

Les synergisants d'insecticides sont de nature très diverse. Ils exaltent l'action des insecticides par leur aptitude à bloquer la détoxification du produit synergisé. La structure du synergisant est par conséquent régie par la nature de l'insecticide et par voie biochimique responsable de sa dégradation.

Le premier synergisant découvert, l'huile de sésame, possédait, dans ses principes actifs, des groupements toxophores ou méthylènedioxyphényl



qui étaient responsables du blocage de la détoxification. Ces groupements se rencontrent dans le butoxyde de piperonyle, le Tropital®, le sésamex et le sulfoxide.

D'une façon générale, on peut classer les synergisants en deux catégories : les analogues dont la structure chimique ressemble beaucoup à celle de l'insecticide synergisé et les inhibiteurs de l'oxydation microsomienne.

Le métabolisme des phényl-méthylcarbamates est en grande partie dû aux enzymes microsomiennes, par conséquent les inhibiteurs de ces enzymes : les benzodioxoles-1,3, les aryloxyamines, les thiocyanates, les propynylarylethers, et les benzothiadiazols-1,2,3 sont de bons synergisants des carbamates.

Les voies de détoxification des esters phosphoriques sont plus complexes et comprennent l'hydrolyse, la désalcoylation, des transformations carboesterasiques ainsi que l'oxydation.

L'efficacité des différents synergisants à l'égard des souches résistantes est susceptible de varier selon la voie métabolique dont dépend la résistance (154).

## 4.3. Technique de lutte.

### 4.3.1. Formulations.

L'insecticide n'est que très rarement dispensé à l'état pur. On l'utilise le plus souvent additionné de substances adjuvantes ou solvantes qui lui confèrent une meilleure adaptation à la lutte envisagée. Plusieurs types de formulations sont employés dans la lutte contre les arthropodes.

- Les poudres.

Elles sont constituées d'un mélange de matière active et de poudre inerte (argile, bentonite, chaux éteinte, gel de silice, pyrophyllite, terre d'infusoires).

- Les poudres mouillables.

Elles diffèrent des précédentes par l'adjonction d'une substance tensioactive. Le mélange de cette poudre avec de l'eau donne une suspension de particules solides.

- Les granules.

Ils sont composés d'un support inerte en particules grossières (bentonite, pyrophyllite, sable,vermiculite) que l'on imprègne en surface de matière active. Les granules peuvent, suivant leur composition, flotter ou se déposer dans le fond de l'eau. Ils pénètrent assez facilement la végétation et ne sont pas entrainés en dehors de la zone de traitement par les courants d'air. Ces formulations relarguent l'insecticide dans le milieu de façon plus ou moins progressive, selon leur constitution.

- Les briquettes.

Là encore, l'insecticide imprègne un support (ciment, plâtre de Paris), mais celui-ci est aggloméré sous forme de briquettes qui se délitent lentement au contact de l'eau.

- Les solutions.

Elles sont obtenues par dissolution de la matière active dans divers solvants ou mélanges de solvants.

- Les émulsions.

Elles peuvent être préparées directement à partir des solutions précédentes, par addition d'un émulsifiant, mais sont le plus souvent obtenues par mélange de concentrés pour émulsions avec de l'eau. Ces concentrés sont constitués d'une solution à forte teneur en insecticide à laquelle on ajoute un agent émulsifiant.

La formulation doit être extrêmement bien adaptée au problème à résoudre et il est nécessaire de choisir, parmi les types principaux cités plus haut, celui ou ceux qui conviennent le mieux. Il faut cependant noter qu'à l'intérieur de ces différents groupes de formulations il existe des variantes. Pour s'assurer d'une efficacité maximum, il faudra tenir compte notamment de la finesse des particules, dans le cas des poudres et des poudres mouillables, de la nature des supports qui influe sur le relarguage plus ou moins rapide de l'insecticide, dans le cas des granules ou des briquettes, des qualités des solvants, dans le cas des formulations liquides et éventuellement de la densité du produit commercial.

4.3.2. Appareillage.

L'appareillage employé pour les applications d'insecticides est extrêmement varié en raison des divers modes de traitement possibles et des diverses formulations en usage (11, 79, 83).

Le fonctionnement des appareils conçus pour l'aspersion des liquides est basé sur quatre principes différents :

a) pulvérisation directe à travers une buse de pulvérisation du liquide insecticide pompé dans un réservoir ;
b) expulsion du liquide sous la pression de l'air comprimé à sa surface, dans des récipients étanches ;
c) entrainement du liquide par un courant gazeux ;
d) expulsion du liquide par centrifugation.

Ces pulvérisateurs peuvent être portables et de petite taille pour les traitements domestiques, de taille plus importante mais toujours portable, pour des épandages sur de grandes surfaces à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations. Ils peuvent alors

être actionnés à main ou à moteur. Il en existe de plus volumineux montés sur véhicules terrestres ou sur aéronefs.

Pour l'épandage des liquides en volume ultra-faible (V.U.F., ou U.L.V. des anglophones), l'appareillage doit être sensiblement modifié afin de tenir compte de la nécessité d'obtenir des gouttelettes d'une grande finesse et de la nécessité d'employer de très faibles quantités de liquide insecticide.

Quatre types principaux d'appareils permettent le traitement aux insecticides sous forme d'aérosols :

a) les appareils dans lesquels la pression s'exerce sur le liquide, mais auxquels on a ajouté un système de filtration qui ne laisse passer que les plus fines gouttelettes ;
b) ceux qui permettent la vaporisation de l'insecticide grâce à une source chauffante ;
c) ceux dans lesquels l'insecticide, en solution dans un solvant huileux à point éclair élevé, est expulsé par un courant gazeux chaud ; le brouillard se forme par condensation du solvant à la sortie de l'appareil ;
d) ceux qui produisent des aérosols à froid, dans lesquels l'insecticide est en solution dans un gaz liquéfié.

Les pulvérisations de formulations solides sont obtenues par des dispositifs relativement simples : soufflets et poudreuses à main, souffleurs rotatifs souffleurs à compression, actionnés par un moteur, qui peuvent être portables ou montés sur divers véhicules.

Les granules peuvent être répandus par simple gravité à partir d'un récipient relié à un tube servant à leur dispersion, ils peuvent être propulsés par un système rotatif actionné à la main ou au moteur. Il existe également des applicateurs de granules montés sur véhicules. Pour les épandages aériens, les granules tombent du réservoir dans des dispositifs qui permettent leur dispersion latérale (Venturi, Swasmaster), leur propulsion vers l'arrière de l'avion étant assurée par le courant d'air résultant du déplacement de ce dernier.

4.3.3. Modes de traitement.

Les traitements insecticides peuvent se pratiquer à l'intérieur des habitations ou des abris des animaux ou se pratiquer à l'extérieur sur le sol, la végétation et les étendues d'eau. Ils peuvent aussi être appliqués directement sur le corps ou sur les vêtements. Ces traitements peuvent être effectués de façon à obtenir soit un effet immédiat, sans prolongation dans le temps (c'est le cas des applications spatiales), soit un effet rémanent. Le plus souvent, les épandages ont lieu à partir du sol, mais lorsque le vecteur est très dispersé, ou lorsque la superficie à traiter est très vaste, ou encore lorsque les moyens terrestres de communication font défaut, on peut avoir recours à des épandages à partir d'hélicoptères ou d'avions.

Les aspersions de formulations liquides peuvent être réalisées, selon les circonstances, sous grand volume (plus de 400 l/ha), sous faible volume (de 5 à 400 l/ha) ou sous volume ultra faible (moins de 5 l/ha).

La lutte chimique peut s'adresser aux divers stades de développement des insectes et peut revêtir des aspects très différents, selon que ces stades vivent en milieu aquatique ou terrestre.

D'une façon générale, les oeufs sont peu sensibles aux insecticides courants. Les substances ovicides sont, elles, relativement rares. Cependant certains produits tels que les amines ou les acides aliphatiques semblent agir défavorablement sur les oeufs d'Aedes en augmentant la perméabilité de leur enveloppe et donc en les exposant à la dessication (37, 64).

Les nymphes peuvent être détruites par les insecticides, mais un certain nombre d'entre elles sont difficilement atteintes. C'est le cas par exemple des nymphes de simulies et de moustiques. Toutefois, contre ces dernières, des dérivés des pétroles tels que le Flit MLO semblent faire preuve d'activité (98).

Les adultes et les larves constituent la véritable cible des campagnes de lutte chimique.

On s'aperçoit donc que dans ce mode de lutte divers choix s'imposent : choix de l'insecticide, de sa formulation, du mode

d'application, du stade à détruire, de la période du traitement, de sa durée, de la périodicité des épandages. Pour effectuer ces choix il faudra tenir compte des résultats des enquêtes préalables sur la biologie et l'écologie de l'arthropode visé, sur sa sensibilité aux insecticides, sur les risques de contamination du milieu, sur la sélectivité qu'il est indispensable d'obtenir sur les facteurs économiques, géographiques, climatiques propres à la région où les traitements doivent avoir lieu.

Au cours des opérations de désinfectisation, il y aura lieu de contrôler le comportement de l'arthropode en cause, de façon à prévenir toute modification pouvant influer sur les résultats de la campagne (54). Il sera nécessaire d'autre part de vérifier que sa sensibilité à l'insecticide choisi se maintient à un niveau satisfaisant (14). De plus, un certain nombre d'évaluations permettront de rendre compte des progrès réalisés grâce aux traitements, ou de mettre en évidence les lacunes de ces derniers, ou encore d'attirer l'attention sur des réinvasions à partir des foyers extérieurs. Ces évaluations se feront par des captures sur divers appâts, ou à l'aide de pièges, par l'étude de l'âge physiologique des populations résiduelles, par des recherches sur leur constitution génétique, par le contrôle des gîtes larvaires et, lorsqu'il s'agit de vecteurs par le contrôle de la transmission et de l'évolution de la maladie.

## 4.4. Lutte chimique contre les principaux arthropodes d'intérêt médical.

La lutte chimique reste en définitive l'arme principale dont nous disposions pour combattre les arthropodes d'intérêt médical. Il n'est cependant pas possible d'indiquer une méthode permettant d'exterminer, à coup sûr, un arthropode. La lutte doit être adaptée, dans chacun des cas, aux conditions locales particulières. C'est pourquoi de nombreuses méthodes et de nombreuses substances toxiques sont proposées. Le Comité OMS d'Experts des Insecticides, 1970 a rassemblé les connaissances acquises jusqu'à cette date en matière de lutte antivectorielle. Pour la rédaction de ce chapitre nous nous sommes inspiré de ce travail et nous avons ajouté les techniques nouvelles préconisées

depuis. Parmi ces techniques nous avons particulièrement retenu celles qui font intervenir des insecticides autres que les organochlorés jugés trop polluants lorsqu'ils doivent être répandus dans le milieu naturel.

4.4.1. Lutte contre les Anophèles.

La lutte contre les anophèles se justifie le plus souvent en raison de leur rôle dans la transmission du paludisme ou de la filariose de Bancroft, plus rarement en raison de leur agressivité qui les place au rang des nuisances.

Au cours des opérations antipaludiques, l'accent est généralement mis sur la destruction des adultes venant piquer à l'intérieur des habitations. La technique employée consiste à pulvériser des insecticides rémanents à l'intérieur des maisons. Les traitements larvicides sont cependant utilisés, soit comme mesure complémentaire , soit comme mesure principale, lorsque, du fait de son comportement, la lutte anti-adulte contre le vecteur se révèle inefficace.

Les anophèles responsables de nuisances sont traités de la même façon, mais, ici, ce sont les traitements larvicides qui ont en général la faveur.

Un autre mode de traitements est le traitement spatial extérieur qui peut être prescrit en association avec les deux autres, dans le cas où l'on a affaire à des anophèles piquant à l'extérieur (126).

Traitement rémanent intérieur.

L'insecticide est appliqué à l'intérieur des habitations ou des abris des animaux au moyen de pulvérisateurs à main ou à moteur. Les formulations employées sont des suspensions, des émulsions ou des solutions.

Les insecticides préconisés sont :

- le DDT, à raison de 1 à 2 g/m2,
- le dieldrine, à raison de 0,5 g/m2,
- le lindane, à raison de 0,5 g/m2,
- le malathion, à raison de 2 g/m2,

- le propoxur, à raison de 2 g/m2 : ce produit a aussi été essayé à la dose de 60 g par maison de 25 m de périmètre tous les 35 jours (74).

LA BRECQUE et al., 1971 ont obtenu un résultat égal à celui du propoxur (2 g/m2) en employant le phoxim à la dose de 4 g/m2 appliqué sous forme de concentré pour émulsion, ou de 2 g/m2 appliqué sous forme de poudre mouillable.

Le fenitrothion à la dose de 2 g/m2, en quatre traitements espacés de 3 ou 4 mois, a donné de très bons résultats contre Anopheles gambiae et A. funestus au Kenya (18). Contre A. albimanus ce composé n'est pas aussi satisfaisant (20).

D'autres insecticides ont été essayés en traitement rémanent intérieur et ont donné des résultats satisfaisants, ce sont : le carbaryl, le chlorphoxim, le landrin, le mobam, le phenthoate, le phoxim (126).

Pour réaliser ces traitements, il est nécessaire de connaitre la durée de la période de transmission de la maladie afin de fixer la date des traitements. La nature des parois qui sont soumises aux aspersions influe beaucoup sur la fréquence des pulvérisations. Celle-ci dépend, en effet, en grande partie de la vitesse de disparition du produit de la surface de ces parois.

On peut escompter une rémanence de 6 mois pour le DDT, de 6 à 12 mois pour la dieldrine, de 3 mois pour le lindane et de 1 à 3 mois pour le malathion et le propoxur.

Traitement spatial intérieur.

Ce genre de traitement constitue en fait un moyen individuel de défense. Il est dépourvu d'action rémanente et doit donc être renouvelé chaque fois que le besoin s'en fait sentir.

Les pulvérisations se font au moyen de "bombes" fournissant des aérosols sous pression de fréon ou au moyen de pulvérisateurs à main.

Les insecticides les plus couramment utilisés sont le DDT, le malathion, le méthoxychlore et le pyrèthre. Les préparations à bases de

DDT 3 %, de malathion 2 % ou de méthoxychlore 3 % peuvent contenir du pyrèthre, lui-même additionné d'un synergisant tel que le butoxyde de pipéronyle. Les doses efficaces de pyrèthre sont de l'ordre de 0,7 à 2,1 mg/m3.

Certaines "bombes" du commerce contiennent du dichlorvos.

Traitement spatial extérieur.

La lutte par traitement spatial extérieur a été menée avec succès dans la zone du Canal de Panama. L'insecticide choisi était le fenthion technique à 93 % en volume ultra faible, à la dose de 82 g/ha. Les espèces visées étaient A. albimanus et A. triannulatus aux stades adulte et larvaires (82).

Quelques autres insecticides ont été essayés en traitement spatial extérieur : le chlorphoxim, le chlorpyrifos, le malathion, le naled, le phoxim et le propoxur (126). Ils se sont montrés très prometteurs.

Traitement larvicide.

Les gîtes larvaires d'anophèles sont des marécages, des cours d'eau, des lacs, des fossés, des mares temporaires etc...

Les insecticides peuvent être appliqués soit à partir du sol, soit par avion. Dans les secteurs découverts, on emploie des émulsions, mais, lorsque la végétation est abondante, on préfère généralement les granules qui ont une meilleure pénétration.

Suivant que les organismes non-visés présentent ou non un intérêt, on peut utiliser des méthodes d'action fugace ou d'action plus durable. Dans le second cas, les concentrations en insecticide sont augmentées de 10 à 20 fois. Cependant, cette pratique peut porter préjudice aux ecosystèmes ; elle ne doit être appliquée qu'exceptionnellement.

Les larvicides retenus pour la lutte contre les anophèles sont :

- l'Abate : 56 à 112 g/ha ou 4,5 g/ha en épandages aériens,
- le chlorpyrifos : 11 à 16 g/ha,

- le fénitrothion : 224 à 336 g/ha,
- le fenthion : 22 à 112 g/ha,
- l'iodofenphos à 20 % sous volume ultra-faible : 1,5 l/ha (69),
- le malathion : 224 à 672 g/ha,
- le méthylparathion : 112 g/ha,
- le parathion : 112 g/ha,
- le vert de Paris en pastilles à 5 % : 16,8 kg/ha ou en poudre 840 g de matière active/ha.

Le méthylchlorpyrifos a également fait l'objet d'essais qui se sont montrés satisfaisants.

Le chlorpyrifos est à proscrire dans les eaux hébergeant des poissons utiles et à employer avec précaution ailleurs, en raison de son action sur la faune.

Le méthylparathion et le parathion ne doivent pas être utilisés sans un contrôle très strict, leur emploi est interdit en zone urbaine.

Le DDT 224 g/ha, ou à 20 % dans le méthylnaphtalène à la dose de 0,6 litre/ha, l'heptachlore et le lindane 112 g/ha ont servi à la lutte larvicide contre les anophèles. Ces composés ainsi que le mazout sont cependant à éviter, dans la mesure du possible, en raison de leur action polluante. Ils sélectionnent très vite les résistances.

4.4.2. Lutte contre Aedes aegypti, Aedes albopictus, Aedes simpsoni et les espèces voisines.

Aedes aegypti se multiplie dans les gîtes artificiels tels que les réserves d'eau potable, les récipients abandonnés, les vieux pneus, etc... Il se développe aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations. Aedes albopictus et Aedes simpsoni peuvent se rencontrer dans des circonstances semblables, mais préfèrent généralement des gîtes naturels. Le dernier s'établit en effet volontiers à l'aisselle des feuilles engainantes de plusieurs plantes.

Traitement rémanent intérieur.

Ce traitement n'est appliqué isolément que comme moyen individuel de défense. Il est en général associé à d'autres mesures de lutte. La technique et les insecticides servant au traitement rémanent intérieur sont les mêmes que dans la lutte contre les anophèles.

Traitement spatial intérieur.

Comme dans le cas des anophèles, il s'agit, là encore, d'un moyen individuel de défense. La même technique et les mêmes insecticides sont employés contre les Aedes.

Traitement des citernes.

Le dichlorvos, incorporé à raison de 20 % de matière active dans des résines, assure une protection des citernes contre l'invasion par Aedes aegypti. Le diffuseur de dichlorvos doit être placés au-dessus du niveau de l'eau. Un diffuseur de 100 g pour 3 à 8 m3 permet une bonne protection pendant 6 semaines.

Traitement spatial extérieur.

Ce mode de lutte est appliqué en zone urbaine. Il est très précieux en période d'épidémie en raison de son effet immédiat sur la population adulte de moustiques. Son association avec le traitement larvicide assure une excellente protection (22).

Les épandages se font sous volume ultra-faible soit par avion, soit à partir du sol.

L'insecticide de choix est le malathion. La dose préconisée est de 225 ml/ha ou 450 ml/ha, si l'on veut atteindre les adultes à l'intérieur des habitations. Par avion , LOFGREN et al., 1970 ont obtenu de bons résultats contre Aedes aegypti, avec 438 ml de malathion par hectare, mais BROOKS et al., 1970 n'arrivaient pas, avec la même dose, à obtenir des résultats aussi satisfaisants contre Aedes simpsoni.

Le traitement à partir du sol avec du malathion : 438 ml/ha aboutit à une réduction de 99 % de la population d'Aedes aegypti en

deux traitements à trois jours d'intervalle. Il faut deux semaines à cette population pour se rétablir à son niveau initial (106). Aedes albopictus semble, lui aussi , moins sensible qu'Aedes aegypti au brouillard de malathion (51).

D'autres insecticides peuvent être utilisés pour les épandages aériens sous volume ultra-faible : le fenthion, avec une fréquence d'application de 3 semaines et le naled. Les doses employées sont de 50 à 112 ml/ha.

Des traitements au fénitrothion en aérosol : 584 à 730 ml/ha suppriment Aedes aegypti pendant 4 à 5 mois en 4 traitements à 10-15 jours d'intervalle (107).

La resmethrine serait également un adulticide prometteur à la dose de 40 à 50 g/ha, mais ce produit en est encore au stade de l'expérimentation (68).

Traitement larvicide.

Les moustiques du genre Aedes ont la particularité de pondre leurs oeufs dans la zone humide située immédiatement au-dessus de la surface de l'eau du gîte. Les pontes vont donc s'étager sur la paroi du gîte au fur et à mesure du retrait de l'eau par évaporation. Les oeufs ainsi déposés peuvent résister à la sècheresse, pendant plusieurs mois. Tous les récipients ayant contenu de l'eau à un moment donné doivent donc être considérés comme des gîtes potentiels.

Lors d'une campagne, il sera nécessaire de traiter tous ces gîtes potentiels quel que soit leur état de mise en eau au moment des opérations larvicides. La désinsectisation pourra également intéresser les parois des récipients et les surfaces proches des gîtes. Ce traitement dit "périfocal" est destiné à laisser un dépôt toxique qui agira sur les larves nouvellement écloses à la suite de la remontée de l'eau du gîte et sur les adultes venant se poser à proximité.

Le traitement périfocal est le plus utilisé dans les gîtes extérieurs renfermant de l'eau non potable. Les insecticides doivent avoir, dans ces conditions, quelques propriétés imagocides. Les plus

couramment employés sont le chlorpyrifos, le fénitrothion, le fenthion, le malathion et le tétrachlorvinphos. Ils sont répandus à la dose adulticide rémanente de 2 g/m2 sous forme de suspensions ou le plus souvent d'émulsions. A cette concentration, le malathion serait actif pendant 4 à 11 semaines. Les autres persisteraient pendant 11 à 19 semaines et parfois plus longtemps.

Des traitements strictement larvicides peuvent être réalisés à l'aide de l'Abate à 1 ppm à partir de concentré pour émulsion à 48 % (51,52). On peut aussi appliquer du DDT, de l'HCH ou de la dieldrine lorsque ces produits sont actifs sur la souche à détruire (58). Il faut cependant limiter l'emploi des organochlorés à des gîtes bien isolés du milieu extérieur.

On a, en outre, préconisé le malathion et le tétrachlorvinphos à 2,5 %, le chlorpyrifos, et le fenthion à 1 et 1,25 %.

Pour le traitement des réserves d'eau potable, l'Abate, en granules sur sable à 1 % de matière active, dosé à 1 ppm offre toutes les garanties d'efficacité et de sécurité. La rémanence de ce traitement est théoriquement de 2 à 3 mois (23), mais elle est surtout fonction du renouvellement de l'eau dans le récipient.

Les opérations qui visent à l'élimination des Aedes de ce groupe, demandent uns constante surveillance permettant de déterminer la fréquence des traitements et de déceler des gîtes potentiels nouveaux.

4.4.3. Lutte contre les espèces d'Aedes et de Psorophora des eaux de crue.

Ces espèces constituent surtout des nuisances, mais certaines telles que Aedes sollicitans, Aedes taeniorhynchus et Psorophora confinis sont vectrices de virus d'encephalite. Les autres représentants marquants de ce groupe sont Aedes nigromaculis, Aedes caspius, Aedes vexans et Psorophora ferox. Ces moustiques se reproduisent dans les étangs plus ou moins saumâtres, les marais, les cultures irriguées, les pâturages inondés et les mares résiduelles des inondations.

Traitement spatial intérieur.

On peut utiliser, ici, des diffuseurs de dichlorvos constitués de résine contenant 20 % de produit actif. On emploie généralement un

diffuseur de 100 g pour 28 m3. Si l'habitation traitée est aérée, il est nécessaire de doubler le nombre des diffuseurs.

Les "bombes" insecticides décrites dans la lutte contre les anophèles ainsi que les pulvérisateurs à main sont utilisables dans les maisons, mais ils n'opèrent qu'une protection momentanée.

Traitement spatial extérieur.

Ce mode de traitement s'adresse aux espaces découverts proches des zones habitées. Il peut être effectué soit à partir du sol, soit par aéronef, de préférence en début de matinée ou à la tombée de la nuit. On opère généralement avec des émulsions. La lutte se fait au moyen de :

- carbaryl : 224 à 1120 g/ha,
- chlorpyrifos : 17 g/ha sous volume ultra-faible (94),
- dichlorvos : 56 à 280 g/ha,
- fenthion : 112 g/ha,
- malathion : 112 à 560 g/ha, ou sous volume ultra-faible 42 g/ha(94),
- naled : 56 à 280 g/ha.

Le malathion à 95 %, à la dose de 190 ml/ha et le naled à 85 %, à la dose de 55 ml/ha ont été employés contre les vecteurs d'encephalite vénézuélienne : Aedes sollicitans, Psorophora confinis et Psorophora discolor (114).

Le traitement spatial aérien se fait le plus souvent sous volume ultra faible au moyen de concentrés émulsifiables à 1 ou 1,7 kg/l ou au moyen de produits techniques. Les quantités déversées varient entre 50 ml/ha et 1,8 l/ha. Les doses les plus élevées sont réservées aux régions boisées.

Traitement larvicide.

Pour détruire les stades larvaires de ces espèces, on a recours à des suspensions, des émulsions ou des granules. Cette dernière formulation étant, comme dans la lutte contre les anophèles, réservée aux zones recouvertes de végétation. Les traitements

larvicides se font soit à partir du sol soit par aéronef. Les suspensions seraient, semble-t-il, moins toxiques que les émulsions pour les organismes non-visés.

Les insecticides recommandés sont sensiblement les mêmes que ceux en usage contre les anophèles et contre Aedes aegypti : Abate, chlorpyrifos, fénitrothion, fenthion, malathion, méthylparathion et parathion. Les dosages de ces produits sont les mêmes que pour la lutte contre les anophèles.

Les traitements aériens sont réalisés au moyen de formulations liquides à raison de 5 à 10 l/ha, mais on s'oriente actuellement vers des applications de volumes ultra-faibles de concentrés émulsifiables à 0,9 Kg de matière active par litre, à la dose de 525 à 750 ml/ha.

Les aspersions de méthylparathion et de parathion, à proscrire en zone urbaine, doivent faire l'objet de contrôles rigoureux.

Plusieurs insecticides peuvent être employés sous forme de granules :

- l'Abate, sur support de bentonite : 50 g de matière active/ha (143),
  sur support de sable (1,07 %) : 64 à 85 g m.a./ha (131),
- le chlorpyrifos, sur support d'attapulgite : 50 g m.a./ha (143), ou en granules à 3 % : 180 g m.a./ha (130).
- l'éthyl-bromophos, à 5 % : 500 g m.a./ha (121),
- le fénitrothion, à 3 % : 240 à 300 g m.a./ha pour une profondeur des gîtes inférieure à 30 cm, pour une profondeur supérieure : 360 à 450 g m.a./ha (132),
- le fenthion, à 2 % : 80 g m.a./ha,
- le vert de Paris, en pastilles : 840 g m.a./ha.

Les zones inondables peuvent être traitées avant les crues ou avant les éclosions avec du chlorpyrifos : 0,56 à 1,12 Kg/ha, du carbaryl ou du fenthion : 2,2 à 4,5 Kg/ha.

Lorsque ce traitement est effectué moins d'une semaine avant la crue, les doses peuvent être réduites de moitié ou des trois quarts.

Il faut noter que le chlorpyrifos toxique pour les poissons, les crevettes et les crabes doit être employé avec prudence.

C'est dans ce groupe que l'on a constaté le plus de résistances et notamment la multirésistance d'Aedes nigromaculis aux esters phosphoriques.

4.4.4. Lutte contre Culex spp.

Ce genre de culicidés comprend des vecteurs de filariose, des vecteurs de viroses et des nuisances. Les larves de Culex peuvent s'établir dans des eaux douces propres ou très fortement polluées ou dans des eaux saumâtres.

Culex pipiens constitue un complexe dont certaines formes étroitement associées à l'habitat humain bénéficient d'une très large distribution géographique.

Toutes les techniques de lutte appliquées aux autres culicidés ont été mises en oeuvre contre les Culex. Cependant ceux qui appartiennent au groupe Culex pipiens sont le plus souvent combattus à l'état larvaire.

Traitement rémanent intérieur.

La technique et les insecticides (dans la mesure où ils sont efficaces) recommandés pour la lutte contre les anophèles sont applicables ici. Cette technique de lutte constitue un bon moyen individuel de défense. L'enquête préalable doit déterminer si elle est justifiée dans une campagne de lutte contre Culex.

Traitement des égoûts et des collecteurs.

Les fumigants à effets rémanent, tels que le dichlorvos sous forme de diffuseurs, peuvent détruire les adultes de Culex dans les égoûts et les collecteurs. La durée d'efficacité des diffuseurs est de 12 à 18 semaines aux Etats-Unis. Ce traitement est essentiellement dirigé contre Culex pipiens.

Traitement spatial intérieur.

Le traitement spatial intérieur est identique à celui qui est préconisé contre les anophèles.

Traitement spatial extérieur.

Le traitement spatial extérieur ne s'applique qu'aux espaces découverts proches des habitations. Les pulvérisations se font à partir du sol, au moyen d'un appareillage à main ou à moteur ou par avion.

D'une façon générale, les insecticides recommandés contre les Aedes et Psorophora des eaux de crue peuvent être employés contre Culex. C'est ainsi que MULHERN et al., 1969 traitent avec succès Culex tarsalis avec du chlorpyrifos sous volume ultra-faible, à la dose de 25 g/ha. Le malathion en V.U.F., à la dose de 214 g/ha est actif contre cette même espèce (59). En période d'épidémie d'encéphalite les traitements doivent être répétés tous les trois jours (59).

On a préconisé, en outre, l'emploi pendant les épidémies de fénitrothion en V.U.F. à la dose de 540 g/ha contre Culex tritaeniorhynchus vecteur de l'encéphalite japonaise (128). Les essais ont été repris, sous forme d'épandages terrestres, à la dose de 400 à 500 ml/ha. Ils ont montré l'efficacité de cet insecticide dans des conditions assez défavorables : réseau routier insuffisant, superficie traitée très faible et donc soumis aux réinvasions (129).

Des essais de remesthrine à 37 g/ha ont montré que ce pyrèthroïde de synthèse avait une action satisfaisante sur Culex pipiens (68).

Traitement larvicide.

Comme nous l'avons vu, les gîtes larvaires varient énormément d'une espèce à l'autre. Il y a donc lieu de déterminer avec précision le secteur à traiter.

Dans la lutte antilarvaire, on utilise essentiellement des insecticides organophosphorés. Les formulations qui paraissent les mieux adaptées sont les émulsions et les granules. Selon SELF et al., 1970, les émulsions auraient une rémanence plus grande que les huiles ou les granules dans les eaux polluées. Cependant cette dernière formulation est souvent utilisée en raison de sa commodité d'emploi.

Les traitements larvicides destinés à combattre les Culex du groupe pipiens peuvent être distingués des traitements destinés à contrôler les autres espèces.

Culex pipiens.

- l'Abate en concentré pour émulsion à 0,5 - 1 ppm, suivant la pollution de l'eau du gîte, possède une rémanence variant de 7 à 56 jours (21, 127, 138, 139).

- Le chlorpyrifos, sous forme de concentré pour émulsion, a été appliqué à 0,5 ppm. Sa rémanence était comprise entre 21 et 112 jours selon le milieu auquel il était appliqué (127,138).
  A 5 ppm la rémanence de cet insecticide était supérieur à 200 jours (21). WATTAL et al., 1970 l'utilisent à 1 et 5 %, à la dose de 5,70 Kg/ha.
  Les fosses d'aisance peuvent être traitées avec des granules de chlorpyrifos à 3 %, à la dose de 0,5 ppm (130). Les canaux d'irrigation à faible courant contenant des eaux très polluées sont traités par l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication de Montpellier grâce à un système de goutte à goutte délivrant du concentré pour émulsion de chlorpyrifos. Ce système permet le traitement de tous les canaux d'un même réseau à partir de quelques points d'épandage.

- Le fenthion peut être employé à la dose de 0,5 à 1 ppm (2, 53, 127).

- Le chlorfenvinphos en granules à 10 %, dispensé à raison de 5 g de granules par fosse, élimine Culex p. fatigans des fosses d'aisance. Trois traitements à 4 ou 7 jours d'intervalle sont nécessaires (153).

- SELF et al. 1970 ont essayé des huiles minérales à la dose de 237-380 l/ha et la tétramethrine à 1 ppm. Les résultats étaient satisfaisants, mais la rémanence faible.

- Des essais particulièrement intéressants ont été réalisés à l'aide d'alcools de poids moléculaires élevés ; alcool laurylique et myristique, composés non-toxiques et biodégradables. Ces produits ont montré une forte activité sur les pontes, et les stades larvaires de Culex p. fatigans. Cependant leur action était de courte durée et était conditionnée par l'intégrité du film à la surface du gîte (73).

Autres espèces.

- L'Abate a été utilisé contre Culex tarsalis et Culiseta inornata, à la dose de 330 g/ha. Il restait efficace pendant 28 jours (97).

- Le chlorypyrifos peut être répandu sur de grandes surfaces à la dose de 300 à 400 g/ha (97).
- Le fenthion a été employé contre Culex tarsalis, les doses variaient entre 100 g/ha (95) et 400 g/ha (97). Il a été répandu par hélicoptère, dans des rizières hébergeant Culex tritaeniorhynchus en poudre sèche ou en granules, à la dose de 560 g/ha.
- Le malathion, le méthylparathion, le parathion et le vert de Paris, préconisés contre les anophèles, sont actifs contre les Culex, à condition d'appliquer, dans certains cas, des concentrations plus élevées. CHALET et al., 1972 ont traité des gîtes larvaires de Culex peus, C. quinquefasciatus, C. tarsalis et Culiseta incidens avec 19 à 28 l de Flit MLO par hectare. Ils ont obtenu des résultats satisfaisants pendant une durée de 7 jours.

4.4.5. Lutte contre Mansonia.

Les moustiques du genre Mansonia comprennent des vecteurs de filarioses, les autres espèces constituent généralement des nuisances. La caractéristique des Mansonia est d'avoir des larves qui vivent fixées sur les tiges et les racines de certaines plantes aquatiques (Eichhornia, Pistia, Salvinia, Scirpus) auxquelles elles prélèvent leur oxygène.

Traitement rémanent intérieur.

Ce traitement est le même que celui qui est appliqué contre les anophèles. Il présente toujours le caractère de moyen individuel de défense.

Traitement spatial extérieur.

La lutte larvicide contre les Mansonia étant difficile et parfois impraticable, lorsque les végétaux servant de support aux larves ne peuvent être détruits, il peut être nécessaire de mener des opérations adulticides. Dans ce cas, les méthodes préconiées pour le traitement spatial extérieur contre les Aedes et Psorophora des eaux de crue donnent d'excellents résultats.

Traitement larvicide.

Les substances larvicides ont peu d'action sur les larves de Mansonia aux doses habituelles d'emploi. Leur destruction nécessiterait des concentrations en insecticide incompatibles avec la survie de la faune associée (133). On essaye donc d'atteindre les larves indirectement, en traitant la plante hôte au moyen d'herbicides. Les plus employés sont :

- L'acide 2,4-dichlorophenoxyacétique ou 2,4-D, en solution à 1,2 %, à la dose de 400 l/ha, il est actif sur Pistia et Salvinia,
- le diquat, en formulation à 20 %, à la dose de 0,45 l/ha, il est actif sur Eichhornia,
- le Weedazol R, constitué d'aminotriazole additionné de thiocyanate d'ammonium, à la dose de 1,1 à 22 kg/ha, il est actif sur Scirpus,
- le delapon, à la dose de 5,5 à 55 kg/ha, il est actif sur Scirpus,
- le pentachlorophénol, à la dose de 75 à 93 l/ha, il est actif sur Salvinia.

Les doses à employer varient en fonction de la quantité de plantes à détruire. On a constaté, dans certains cas, que les applications répétées à faibles doses étaient plus efficaces sur les plantes et moins dangereuses pour la faune non-visée. Les traitements aux herbicides doivent se faire avant la formation des graines.

4.4.6. Lutte contre les Phlébotomes.

Dans le groupe des phlébotomes on trouve les vecteurs de leishmanioses, de la fièvre à pappataci et de la bartonellose. Les phlébotomes constituent en outre une nuisance, car leurs piqûres sont généralement très irritantes et peuvent provoquer des réactions cutanées importantes chez certains sujets. Le comportement des phlébotomes étant très variable d'une espèce à une autre, une étude biologique et écologique approfondie doit obligatoirement précèder tout traitement chimique.

Traitement rémanent.

Les phlébotomes ont une très faible puissance de vol. Celui-ci est interrompu par des pauses fréquentes relativement longues. Ce comportement facilite grandement la lutte qui sera basée sur l'emploi de dépôts insecticides rémanents judicieusement placés sur le passage des insectes piqueurs.

Pour la lutte contre les phlébotomes endophiles, il est possible d'appliquer les insecticides proposés pour le traitement rémanent intérieur contre les anophèles. Certaines campagnes menées contre les vecteurs de paludisme ont d'ailleurs permis de contrôler en même temps les phlébotomes
Cependant, lorsque les phlébotomes sont seuls en cause, les pulvérisations peuvent se limiter aux halls d'entrée, aux chambres à coucher et aux cadres des portes et des fenêtres. Les traitements s'effectuent aux mêmes doses que pour les anophèles.

Si la population est constituée par un mélange d'espèces endophiles et exophiles il y a lieu de traiter l'intérieur et l'extérieur des habitations et des abris des animaux ainsi que les murs de clôture. Cependant, si dans cette population l'endophilie ou l'exophilie prédomine nettement, on peut se contenter de ne traiter que l'intérieur ou l'extérieur des bâtiments, selon le cas.

Pour maitriser une épidémie, on peut désinfecter de cette manière soit une agglomération entière, soit simplement un quartier. La très faible puissance de vol de ces insectes permet en effet de localiser les opérations de lutte (46).

Le traitement des habitations peut être complété par celui des terriers de rongeurs proches des habitations.

Traitement larvicide.

Les lieux où se développent les stades préimaginaux des phlébotomes sont le plus souvent dispersés. La difficulté que l'on rencontre à trouver ces larves dans la nature est probablement due au fait que les gîtes sont, soit diffus avec une faible densité du peuplement, soit au

contraire très concentrés. Les larves ont besoin d'humidité et de matières organiques pour parfaire leur développement. On les trouve par conséquent dans les sols forestiers, les trous d'arbres, les terriers et les abris d'animaux.

La lutte antilarvaire est assez difficile en raison de la grande diversité des sites favorables aux stades préimaginaux. Elle ne peut constituer qu'une mesure d'appoint à la lutte imagocide. Cependant, dans les régions sèches et chaudes, les gîtes sont plus aisés à localiser ; la lutte contre les stades immatures devrait donc être plus efficace.

Le traitement larvicide se fait à l'aide de chlorure de chaux, ou, mieux, à l'aide de polychlorures benzèniques, à la dose de 100 à 150 ml/m2. Les polychlorures sont efficaces pendant 40 jours. On peut aussi traiter les lieux d'éclosion au DDT ou au HCH à raison de 2 g/m2. Le DDT tue les larves et les nymphes de phlébotomes à la dose de 1 g/m2 (46).

En URSS, le traitement des terriers et la destruction des rongeurs au chlorure de zinc ont permis de lutter efficacement contre les phlébotomes. C'est la méthode utilisée en Ouzbékistan contre les leishmanioses.

4.4.7. Lutte contre les Cératopogonidés.

Parmi les Cératopogonidés hématophages, on trouve les genres Culicoides, Leptoconops, Lasiohelea et Holoconops.

Les adultes ont généralement une faible puissance de vol. Les stades préimaginaux se rencontrent en milieu terrestre humide ou en milieu aquatique (eaux douces plus ou moins polluées ou eaux saumâtres). Les Cératopogonidés constituent surtout des nuisances, mais peuvent être localement vecteurs de filarioses ou de viroses.

Traitement rémanent intérieur.

Des applications de DDT à 5 %, de malathion à 6-8 % ou de propoxur à 6 %, sous forme de solution, sur les grillages-moustiquaires limitent l'entrée des culicoïdes dans les habitations. La rémanence de ces traitements est de 4 à 6 semaines.

Traitement spatial extérieur.

Contre les Cératopogonidés adultes on peut appliquer les méthodes préconisées pour le contrôle des Aedes et Psorophora des eaux de crue. Le fenthion et le malathion techniques, à la dose de 280 g/ha, en volume ultra faible, ont un effet adulticide temporaire associé à une activité larvicide (5).

Traitement larvicides.

Les traitements larvicides s'adressent surtout aux zones intertidales aux bords d'étangs et aux mangroves. En raison de l'étendue des zones infestées, ce sont les applications aériennes qui semblent le mieux adaptées à ce mode de lutte. Les insecticides sont répandus sous forme d'émulsions, de solutions ou de granules.

Cette dernière formulation convient particulièrement pour la désinsectisation des mangroves.

Les organochlorés tels que le chlordane : 2,24 kg/ha, l'heptachlore, le lindane : 0,112 à 1,4 kg/ha et le DDT 1,12 kg/ha ont été employés comme larvicides. Le DDT et la dieldrine conserveraient leur efficacité sur Leptoconops kerteszi pendant 2 ans (120). Ces composés ne sont cependant pas à recommander dans la mesure où d'autres insecticides sont disponibles.

- L'Abate en granules à 1 % a été employé à la dose de 100 à 200 g de matière active par hectare (6).
- Le chlorpyrifos à 112 g/ha s'est montré actif pendant un an contre Leptoconops kerteszi (120). En granules à 1 %, à la dose de 60 g de matière active par hectare, cet ester phosphorique donne de bons résultats contre Culicoides guyanensis et C. furens (5). WALL et al., 1971 utilisent ces granules à la dose de 55 g/ha contre C. melleus.
- Le diazinon, à la dose de 250 g de matière active par hectare, en épandages hebdomadaires, a donné un bon contrôle de Leptoconops spinosifrons (122).

- Le fenthion technique, répandu en volume ultra-faible par hélicoptère, à la dose de 280 g/ha est efficace contre C. guyanensis et C. furens (5).
- Le malathion, en épandages hebdomadaires à la dose de 450 g de matière active par hectare, permet de lutter contre Leptoconops spinosifrons (122).
- On a utilisé en outre de l'huile de diesel à la dose de 9,86 l par hectare contre C. furens. Les éclosions étaient ralenties pendant 8 semaines par action du produit sur les nymphes (44).

REYNOLDS, 1972 fait remarquer l'inutilité pour les formulations de pénétrer dans le sable puisque les larves, les nymphes et les adultes viennent d'eux-mêmes en contact avec la surface où ils peuvent se contaminer.

4.4.8. Lutte contre les Simulies.

Les simulies vectrices d'onchocercose se rencontrent en Amérique du Sud et en Amérique Centrale (Simulium ochraceum, S. metallicum, S. callidum) et en Afrique (S. damnosum, S. neavei). De nombreuses autres espèces se comportent comme des nuisances en Amérique du Nord, en Asie et en Europe. Elles ont fait à ce titre l'objet de mesuresde lutte. Les simulies adultes ont parfois une puissance de vol considérable, rendant leur destruction très délicate. Les stades préimaginaux se cantonnent dans les tronçons de cours d'eau comportant des accélérations de courant. S. neavei est une espèce phorétique inféodée à des crabes d'eau douce.

Traitement spatial extérieur.

Ce mode de traitement a surtout été pratiqué en Amérique du Nord. L'insecticide était pulvérisé à partir du sol au moyen d'un appareillage tracté ou à partir d'aéronefs. Les composés employés étaient le DDT à 5-10 % : 224 g/ha, le malathion : 112-560 g/ha et le naled 56 - 280 g/ha.

Contre les vecteurs d'onchocercose, la lutte adulticide

n'a été que rarement mise en oeuvre. Elle a été essayée au Zaïre à partir du sol, ce fut un échec. Par avion, le DDT, à raison de 200 g/ha, a permis d'éliminer S. damnosum (150), mais la zone traitée a été réenvahie quelques années après l'arrêt des épandages. Au Tchad, on a employé le HCH (100 g/ha) ; les adultes ont disparu pendant une courte période (141, 142). En Ouganda sur le Nil Victoria, le DDT à 200 g/ha n'a permis qu'une réduction du nombre des adultes. Cette réduction a d'ailleurs été attribuée à l'action sur les larves du DDT tombé dans l'eau au cours des épandages (85).

Traitement larvicide.

La meilleure technique de lutte semble être la lutte larvicide. Les formulations donnant les meilleurs résultats sont les émulsions et, dans certains cas, les solutions.

L'insecticide peut être déversé à partir de récipients percés de trous calibrés permettant l'écoulement d'une certaine quantité de liquide dans un temps bien déterminé. Ces récipients sont placés sur des supports émergeant de l'eau, sur des ponts ou sur des mebarcations.

Le larvicide peut également être pulvérisé à la surface de l'eau grâce à un appareillage à moteur monté sur des bateaux.

Les traitements se font aussi par avion ou hélicoptère. On a préconisé de faire faire à l'avion des passages perpendiculaires au sens de la rivière, ces passages étant espacés de 800 m, ou de lui faire suivre le cours d'eau d'aval en amont. L'appareil est équipé de rampes de pulvérisation ou peut larguer, en une seule fois, des quantités connues d'insecticide en amont d'une zone de gîtes.

La destruction des larves s'obtient, soit par le traitement de chacun des gîtes séparément, soit, si les conditions hydrologiques sont plus favorables, par le traitement d'une série de gîtes, l'insecticide étant véhiculé par le courant. Dans ce cas intervient la notion de portée qui est la distance sur laquelle le toxique détruit toutes les larves. On constate que la portée varie proportionnellement au débit du cours d'eau traité.

Comme le souligne JAMNBACK, 1973, les résultats qu'il convient

d'obtenir ne sont pas les mêmes, si l'on s'attaque à une nuisance, ou si l'on combat un vecteur. Dans le premier cas l'élimination de 90 à 99 % de la population larvaire est satisfaisante, alors que dans le second on doit tendre à l'élimination totale des larves. Il s'en suit que les techniques, les formulations et les insecticides convenant pour les nuisances pourront être considérés comme insuffisants contre les vecteurs.

Jusqu'à ces dernières années, l'insecticide de choix était le DDT. Il était dispensé, sous forme d'émulsion, à des doses variant entre 0,1 et 1 ppm pendant 30 minutes. Des doses plus élevées ont été utilisées dans certaines campagnes, tandis que de très faibles concentrations (0,033 ppm/30 mn) étaient essayées ailleurs (149).

Le lindane a été employé au Tchad à 1,5 ppm/30 mn (141,142) et au Zaïre (151). Dans les deux cas, on a constaté une forte mortalité chez les poissons après les épandages.

La dieldrine a été appliquée à 0,25 ppm/30 mn au Mexique (39).

L'emploi de ces composés très rémanents et donc très polluants ne se justifie plus actuellement où nous disposons de substances actives moins stables. En effet, dans la lutte contre les simulies, les épandages de larvicides se font dans les eaux courantes ; il n'est donc pas nécessaire d'employer des substances ayant une stabilité dans l'eau supérieure à une semaine. Ce laps de temps est suffisant pour permettre à l'insecticide entrainé par le courant de détruire les gîtes sur des distances convenables.

De nouveaux composés ont donc été essayés et certains ont été utilisés au cours de campagnes.

- L'Abate en concentré pour émulsion à 20 %, à la dose de 0,05 à 0,1 ppm/10 mn employé au sol ou par avion a donné d'excellents résultats contre S. damnosum en Afrique de l'Ouest (76).
- Le fenitrothion est utilisé au Japon en poudre mouillable à la dose de 0,5 à 1 ppm/10 m, (105).

- Le méthoxychlore a montré une bonne efficacité au Canada et aux Etats Unis, en traitements aériens, à la dose de 2,3 l/km, sous forme de solution et en traitement au sol à la dose de 0,2 ppm/15 mn, sous forme d'émulsion (65).

Parmi les insecticides prometteurs on trouve le chlorphoxim, le chlorpyrifos, le méthylchlorpyrifos et le phoxim (77, 115, 116).

Contre les vecteurs, les épandages doivent être renouvelés tous les 7 à 10 jours pendant un mois au minimum, mais ils peuvent être poursuivis pendant des périodes plus longues dans les zones en contact avec les foyers non traités.

L'étendue des territoires à contrôler peut être variable suivant l'objectif à atteindre, mais elle doit être de préférence assez vaste.

4.4.9. Lutte contre Musca domestica et les autres espèces de mouches domestiques.

Parmi les mouches domestiques on trouve les genres Musca, Fannia, Phaenicia, Calliphora, Phormia et Stomoxys. Pour lutter contre elles, il est nécessaire de connaître parfaitement les espèces et les sous-espèces en présence, d'étudier leur comportement, leur dispersion et leurs lieux de reproduction.

Traitement rémanent.

On doit s'efforcer de traiter tous les endroits servant de lieux de repos aux adultes, à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations et des abris de animaux. Les traitements s'appliquent éventuellement à la végétation environnante.

S'ils sont efficaces sur les souches présentes, les organochlorés peuvent être employés en pulvérisations intérieures. Les formulations de choix sont les suspensions et les émulsions.

Le chlordane à 2,5-5 %,
le DDT à 5 % : 2 g/m2,
le lindane à 0,5-1 %,

et le méthoxychlore à 5 % sont appliqués grâce à un matériel à main ou à moteur à raison de 4 à 8 l/100 m2.

Le lindane et le méthoxychlore sont les seuls organochlorés autorisés aux Etats-Unis pour le traitement des étables d'animaux laitiers. Le lindane ne doit pas être employé dans les poulaillers. Malheureusement les mouches domestiques sont très souvent résistantes aux insecticides organochlorés, ce qui oblige à utiliser d'autres produits.

Les esters phosphoriques en suspension ou en émulsion, additionnés ou non de 2,5 % de sucre, ont remplacé les organochlorés dans ce type de traitement.

- Le diazinon à 1-2 % à la dose de 0,4-0,8 g/m2 est utilisable dans tous les établissements de conditionnement alimentaire, y compris les laiteries. Les volailles et leurs excréta ne doivent pas être traités au diazinon.
- Le diméthoate à 1-2,5 % agit sur les mouches domestiques à la dose de 0,4 à 1,6 g/m2. Il est à proscrire dans les laiteries. Dans les étables il ne peut être appliqué qu'en l'absence des animaux.
- Le fenchlorphos à 1-5 % est utilisé contre les mouches domestiques à la dose de 1 à 2 g/m2. Il est autorisé pour le traitement des étables, des établissements de conditionnement alimentaire, y compris les laiteries et des poulaillers en présence des volailles. Ces dernières ne doivent cependant pas être atteintes par l'insecticide ; on évitera également de traiter les excréta lorsqu'ils sont à la portée des volailles.
- Le fenthion peut être employé aux-mêmes concentrations et aux mêmes doses que le diméthoate, mais il n'est pas autorisé dans tous les pays pour le traitement des étables, des poulaillers et des usines alimentaires.
- Le malathion à 5 % est appliqué à la dose de 1 à 2 g/m2. Il convient pour le traitement des poulaillers, en présence des volailles, des laiteries et des établissements de conditionnement alimentaire, lorsqu'il est raffiné.

- Le naled à 1 %, à la dose de 0,4-0,8 g/m2, peut servir à des applications dans les étables, les établissements de conditionnement alimentaire, à l'exception des laiteries. Il ne peut être utilisé dans les poulaillers en présence des volailles qu'à 0,25 %.
- Le tétrachlorvinphos à 1-5 %, appliqué à la dose de 1 à 2 g/m2, est préconisé pour le traitement des abris des animaux, à l'exception des poulaillers.
- En Europe, on utilise au même taux que le fenchlorphos : le bromophos, le fénitrothion et le trichlorfon.

Ce mode de traitement a été pratiquement abandonné aux Etats-Unis en raison des nombreux cas de résistance rencontrés chez Musca domestica. La durée d'efficacité de ces produits devenait de plus en plus courte (19).

Appâts ou supports imprègnés.

L'insecticide peut imprègner une cordelette de coton, du feutre cellulosique, de la matière plastique poreuse ou de la gaze. Les insecticides employés dans ces supports empoisonnés sont : le mélange diazinon-parathion, le diméthoate, le dimétilan et le fenthion. On emploie 1 mètre de cordelette pour 1 m2 de surface au sol.

Les appâts secs contiennent 1 à 2 % de produit toxique dans un excipient. Ce mélange est additionné de sucre.

Les appâts liquides sont des solutions ou des suspensions de produits toxiques à 0,1-0,2 % additionnées de 10 % de sucre.

Les insecticides les plus couramment en usage dans les appâts sont le diazinon, le dichlorvos, le diméthoate, le fenchlorphos, le malathion, le naled et le trichlorfon.

Les appâts secs sont répandus dans des endroits secs, à la main ou au moyen de poudreuses, on en déverse environ 60 g/m2.

Les appâts liquides peuvent être appliqués grâce à des pulvérisateurs à main, à la dose de 4 l/100 m2.

Les deux types d'appâts peuvent aussi être déposés dans des récipients placés dans des emplacements bien déterminés.

Cette technique de lutte destinée à être appliquée dans les étables, les laiteries et les établissements de conditionnement d'aliments ne doit pas être employée dans les maisons ou les poulaillers.

Traitement spatial intérieur.

Les "bombes" à pression de fréon ou les pulvérisateurs à main permettent de répandre du pyrèthre synergisé à 0.1 %, du diazinon à 0.1 % ou du fenchlorphos à 2 %.

Traitement spatial extérieur.

Le traitement spatial extérieur se pratique dans les zones où l'on constate une pullulation intolérable d'adultes. Pour réaliser ce traitement , on émet des brumes ou des aérosols thermiques . Le traitement spatial extérieur n'a aucun effet rémanent, il ne détruit que les insectes atteints par l'insecticide. La fréquence des applications est donc fonction de la densité des mouches.

Des insecticides organochlorés ont été employés, mais on préfère maintenant les esters phosphoriques.

Les insecticides retenus sont :

- le diazinon : 336 à 350 g/ha,
- le dichlorvos : 336 à 490 g/ha,
- le diméthoate : 224 à 300 g/ha,
- le fenchlorphos : 448 g/ha,
- le fenthion : 350 à 448 g/ha,
- le malathion : 672 à 700 g/ha,
- le naled : 140 à 224 g/ha.

Les épandages se font sur une largeur de 60 m. Les formulations contenant 1.9 à 7 % de matière active sont répandues à raison de 30.42 et 60 l/km (15).

La resméthrine expérimentée en aérosol contre les mouches domestiques a donné des résultats encourageants (68).

Traitement larvicide.

Les larves de mouches se rencontrent dans les détritus, les excréta d'animaux, les déchets végétaux et les amoncellements de matières organiques humides.

On pratique des applications directes contre les larves au moyen de solutions, d'émulsions, de poudres mouillables ou de granules.

Le DDT, la dieldrine, l'endrine, le lindane et le méthoxychlore ont été utilisés, mais on recommande actuellement les insecticides organophosphorés comme le diazinon, le diméthoate, le fenchlorphos, le malathion et le trichlorfon. Les formulations à 0,25-2,5 % sont appliquées de manière à mouiller le milieu, c'est-à-dire à la dose de 28 à 58 l/ha.

D'une façon générale, les traitements par les organophosphorés doivent être renouvelés une à deux fois par semaine.

Certains insecticides peuvent être employés comme additifs à la ration alimentaire des animaux et notamment des poulets. Ils agissent comme larvicides dans les excreta. On trouve parmi eux :

- le diazinon : 150 ppm,
- le diméthoate : 44 ppm,
- le fenchlorphos : 200 ppm,
- le fenthion : 50 ppm,
- le trichlorfon : 44 ppm,
- le tétrachlorvinphos a été préconisé comme additif à la ration alimentaire des vaches, à la concentration de 30,66 et 90 ppm. Les résidus dans le lait varient entre moins de 0,005 et 0,015 ppm. (90, 91, 144).

4.4.10 Lutte contre les Tabanides.

Les tabanides sont nuisibles simplement par leurs piqûres, souvent très douloureuses, mais certaines espèces de Chrysops sont responsables de la transmission, en Afrique, d'une filariose : la loase.

La lutte par des moyens chimiques en est encore au stade de l'expérimentation. Les résultats sont jusqu'à présent assez peu encourageants.

Traitement spatial extérieur.

Le traitement spatial extérieur peut être appliqué aux zones boisées, aux pâturages et aux régions littorales où les taons constituent une nuisance.

La technique et les produits employés sont identiques à ceux qui ont été préconisés pour la lutte contre les mouches domestiques.

EZELL, 1972 signale que, dans la Caroline du Sud, le diazinon, le malathion, le naled,le pyrèthre et le tétrachlorvinphos, à des doses comprises entre moins de 300 ml/ha et 500 ml/ha ont donné de bons résultats, mais que ceux-ci étaient temporaires. ADKINS, 1972 note également la courte durée du contrôle par le malathion et le pyrèthre.

En aérosol, la resméthrine serait active sur les tabanides adultes (68).

Les épandages aériens sont, dans ce cas, difficilement applicables en forêt tropicale où la voûte de feuillage constitue une barrière s'opposant à la pénétration de l'insecticide.

Traitement larvicide.

Quelques essais limités de traitement larvicide ont été tentés, mais cette technique de lutte n'a jamais été employée de façon systématique. La lutte antilarvaire semble cependant être la mieux adaptées aux conditions existant en forêt tropicale.

La dieldrine a été essayée, à la dose de 4 kg/ha, contre Chrysops. Ce composé à l'inconvénient de présenter, à cette concentration, un réel danger pour la faune non-visée. Aux Etats-Unis, la dieldrine a été utilisée à la dose de 336 g/ha. Les formulations appliquées étaient des émulsions et des granules.

Le coumaphos, le diazinon, le méthylparathion et le parathion se sont montrés efficaces contre les tabanides au cours d'essais de laboratoire.

Pour obtenir une protection satisfaisante de la population humaine contre les Chrysops vecteurs, il serait nécessaire de traiter les abords des zones habitées dans un rayon de 3 km.

4.4.11. Lutte contre les Glossines.

Les glossines ont une grande importance en entomologie médicale, en raison de leur rôle dans la transmission de la maladie du sommeil. Elles ne se rencontrent qu'en Afrique. En savane, leur distribution est généralement discontinue. Jusqu'à présent les campagnes de lutte se sont limitées, le plus souvent, au traitement des foyers d'épidémie.

Traitement rémanent extérieur.

La végétation servant de lieux de repos aux adultes constitue le support sur lequel vont être appliqués les insecticides rémanents. Cette végétation est traitée depuis le niveau du sol jusqu'à 0,75 ou 4 mètres de hauteur, selon les espèces de glossines en présence. La face inférieure des feuilles ne doit pas échapper aux pulvérisations.

Jusqu'à présent, ce sont les organochlorés et en particulier le DDT qui ont été les produits de choix pour la lutte contre les glossines. Le choix du DDT était d'ailleurs imposé par des impératifs économiques. Cet insecticide facile à se procurer est un produit extrêmement rémanent et bon marché. Le DDT était employé sous forme de concentré pour émulsion à 25 % ou sous forme de suspension. La dieldrine en concentré émulsifiable à 18-20 % a également été utilisée. Les formulations étaient diluées respectivement à 5 et 3 % et pulvérisées sur la végétation jusqu'à ruissellement. Cette technique de traitement convient particulièrement pour les espèces riveraines vivant dans des galeries forestières étroites. Lorsque la galerie est plus étendue, le traitement de passages naturels ou artificiels à l'intérieur de la galerie donne de bons résultats. (57).

La période favorable aux applications d'insecticides, l'étendue des zones à désinsectiser et la fréquence des épandages dépendent de l'espèce visée.

Les dépôts rémanents d'insecticides organochlorés étaient appliqués à des concentrations telles que le produit conserve son efficacité pendant une durée supérieure à la vie nymphale, de façon à ne faire qu'un seul traitement. Les dosages variaient selon les espèces entre 3,5 et 18 kg de DDT en poudre mouillable à 70 % par km2 et 8 à 13 l de dieldrine en concentré émulsifiable à 20 % par km2 (4).

Des recherches sont en cours de vue de la sélection d'insecticides organophosphorés suffisamment stables pour être employés dans la lutte contre les glossines.

Traitement spatial extérieur.

Ce traitement peut se faire à partir du sol ou au moyen d'aéronefs. Il est efficace et économique lorsque la population de glossines présente un pic saisonnier bien marqué et lorsque la végétation laisse pénétrer l'insecticide. Il n'est pas rémanent. Les épandages doivent se poursuivre pendant une période correspondant à la durée de vie préimaginale et doivent être suffisamment rapprochés pour empêcher que les adultes, éclos entre les traitements, puissent parvenir au stade où ils seraient infectants.

On emploie, pour le traitement spatial : la dieldrine : 45 g/ha, l'endosulfan 30 g/ha, l'isobenzan : 15 g/ha et le lindane en brouillard. PARK et al., 1972 ont utilisé contre Glossina morsitans morsitans 30 g d'endosulfan par hectare, sous volume ultra-faible, en 5 traitements espacés de 3 semaines. Le pyrèthre synergisé, dilué dans du kérosène est actif contre Glossina swynnertoni et G. pallidipes (13, 140).

Les pulvérisations spatiales doivent se faire au lever et au coucher du soleil.

4.4.12. Lutte contre les punaises des lits Cimex lectularius et Cimex hemipterus.

Le traitement intéresse plus particulièrement les lits et les matelas, les fissures des murs et les encadrements des fenêtres et des portes.

De préférence aux poudres sèches qui pénètrent mal dans les fissures, on emploie des solutions ou des émulsions de DDT 5 % de lindane 0,5 % ou, quand il s'agit de traiter la literie, 0,1 %.

Les punaises développent rapidement des résistances aux insecticides organochlorés, aussi a-t-on recours le plus souvent à des organophosphorés, des carbamates ou au pyrèthre synergisé. Le diazinon à 0,5 %, le dichlorvos à 0,5 %, le fenchlorfos à 1 %, le malathion à 1 ou 2 %, le trichlorfon à 0,1 % et le carbaryl sont efficaces contre les punaises. RACHESKY, 1971 recommande en outre le chlorpyrifos à 0,5 %, le propoxur à 1 % et RAFATJAH, 1971 le fénitrothion en émulsion à 0,25 %.

D'une façon générale, l'adjonction de pyrèthre aux insecticides augmente leur activité en incitant les punaises à sortir de leurs refuges. Les pyrèthrines à 0,1-0,2 % peuvent être employées seules, à condition de renouveler les traitements toutes les 2 à 6 semaines.

Lors des épandages, les murs et les planchers sont traités jusqu'au point de ruissellement (1 litre pour 25 à 50 m2). RAFATJAH, 1971 précise que le diazinon est employé à la dose de 75 à 200 mg/m2. Il ne doit pas souiller la literie. Le malathion, lui, est répandu à la dose de 50 mg à 1 g/m2.

MOUCHET (com.pers.) associe l'action rémanente du bromophos 2 g/m2 à la désinsectisation des malades admis dans un hôpital.

4.4.13. Lutte contre les Réduviides.

Triatoma, Panstrongylus et Rhodnius sont les genres auxquels appartiennent les vecteurs majeurs de la maladie de Chagas en Amérique Centrale et en Amérique du Sud. Ces insectes s'alimentent sur des hôtes variés. Ils ne quittent leurs abris que pour se nourrir.

Traitement rémanent.

Il est nécessaire de traiter l'intérieur des habitations, les toits de chaume, les fissures des murs et les constructions péridomestiques.

On peut utiliser des suspensions, des solutions ou des émulsions

de dieldrine : 1 g/m2 ou de lindane : 0,5 g/m2. Les dépôts persistent en général plus de deux mois.

Le malathion à 0,5 g/m2 donne de bons résultats. Le propoxur est efficace sur les Réduviidés dans les essais de laboratoire. Il a été essayé par SCHENONE et al., 1970 contre Triatoma infestans. Il s'est montré actif dans les habitations à la dose de 2 g/m2, sous forme d'émulsion en un seul traitement. Les mêmes résultats ont été obtenus en deux traitements à la dose de 1 g/m2 à l'aide d'une formulation à 2 %. On a préconisé dans plusieurs pays l'emploi du propoxur à la dose de 0,5 g/m2 ou à des doses inférieures.

4.4.14. Lutte contre les Blattes.

Les genres Blatella, Periplaneta, Supella et Blatta possèdent des espèces domestiques. Blatella germanica est la plus fréquente. Les blattes se rencontrent à peu près partout dans les habitations infestées, mais elles ont une prédilection pour les endroits chauds et humides et surtout pour les endroits où elles trouvent des débris de nourriture. C'est ainsi qu'elles fréquenteront les éviers, les puisards de cuisines et les égoûts.

Les blattes transportent des virus, des bactéries, des champignons, des oeufs d'helminthes et peuvent souiller la nourriture, les ustensiles de cuisine et les vêtements.

Traitement.

Il est nécessaire de mouiller la surface traitée, sans qu'il y ait ruissellement. Dans la pratique, on applique un brouillard grossier en insistant sur les fissures des murs et les recoins du mobilier. Il est également possible d'employer des poudres à effet rémanent, ou des appâts empoisonnés.

Les principaux insecticides employés contre les blattes sont :

- le bromophos : 2 g/m2 (MOUCHET, com.pers.),
- le chlordane, en liquide à pulvériser à 2-3 % ou en poudre sèche à 5-6 %,

- le chlordécone, en appâts à 0,125 %,
- le chlorpyrifos, en liquide à pulvériser à 0,5 %,
- le diazinon, en liquide à pulvériser à 0,5-1 % ou en poudre à 2-2,5 % ou encore en appâts à 1 %,
- le dichlorvos, en liquide à pulvériser à 0,5 % ou en appats à 1,9 %,
- la dieldrine, en liquide à pulvériser à 0,5 % ou en poudre sèche à 1 %,
- le fenthion, en liquide à pulvériser à 3 % ou en appâts à 0,125 %,
- le malathion, en liquide à pulvériser à 3 % ou en poudre sèche à 5 %,
- le propoxur, en liquide à pulvériser à 1 % ou en appâts à 2 %.

Les doses généralement prescrites sont de 4 litres de formulation pour 100 m2. Ces traitements sont quelquefois associés à une application de pyrèthre en aérosol, destinée à inciter les blattes à quitter leurs abris.

Les appâts sont constitués de sucre ou de fécule de pomme de terre auxquels on peut ajouter un attractif (146) TSUJI et al., 1970 (146, 147) utilisent des appâts contenant de l'acide borique MACKIE, 1969, à San Diego, traite le système d'égoûts avec du chlordane à 5 %, un traitement annuel est suffisant. Les sous-marins peuvent être désinfectisés à l'aide de 1 g/m3 de dichlorvos à 6,5 % en aérosol (99). Le propoxur additionné dans la même formulation d'une substance qui incite les blattes à quitter leurs abris donne d'excellents résultats à bord des navires (48).

D'une façon générale, il faut éviter la contamination des matières alimentaires par les insecticides. Le chlorpyrifos, la dieldrine et le fenthion seront à employer avec beaucoup de précautions.

La durée d'efficacité des traitements varie avec l'insecticide et le support sur lequel il est appliqué. On prévoit en général des pulvérisations mensuelles.

4.4.15. Lutte contre les Puces.

Les puces ont une répartition mondiale, elles peuvent être vectrices de peste, mais constituent, le plus souvent, une nuisance pour l'homme et les animaux. Nous étudierons la lutte contre trois genres importants : Xenopsylla qui comprend des puces, normalement hôtes de rongeurs, mais qui peuvent transmettre la peste à l'homme, Pulex, auquel appartient la puce de l'homme qui peut parasiter des hôtes assez variés et Ctenocephalides où l'on trouve les puces du chat et du chien.

Xenopsylla.

La lutte s'effectue essentiellement au moyen de poudres sèches. Il s'agit de saupoudrer les endroits fréquentés par les rongeurs (pistes, terriers, habitations), de façon que ceux-ci emportent le maximum d'insecticide sur leurs pattes et le répartissent par la suite sur leur pelage. Une autre méthode consiste à attirer les rongeurs, au moyen d'un appât, dans des boîtes saupoudrées d'insecticide.

Les poudres peuvent contenir du DDT à 5-10 % ou du lindane à 1-3 %. Dans les cas de résistances aux organochlorés, on préconise le carbaryl à 2-5 %, le diazinon à 1-2 % ou le malathion à 3-5 %.

Contre les puces de gerbilles, on a utilisé à raison de 30 g par terrier du DDT à 10 %, de la dieldrine à 2 %, du carbaryl à 5 % et du propoxur à 5 %. Le carbaryl en poudre à 2 %, à la dose de 85-95 g par terrier, a empêché une épizootie de peste chez le chien de prairie dans le Colorado (24).

Pour éviter la propagation de la peste à partir des zones d'endémicité, les conteneurs de marchandises peuvent être pourvus de diffuseurs de dichlorvos (un diffuseur pour 9 m3). De même les avions peuvent être désinsectisés, en l'absence de leurs occupants, avec de la poudre micronisée de chlorpyrifos à 40 %, de fenthion à 20 %, de propoxur à 64 % et de resméthrine à 25,5 %. La dose recommandée pour cette désinsectication est de 35 à 70 mg/m3 (15). On peut également employer, dans ce cas des mélanges d'insecticides (19).

Tous ces traitements sont adulticides et larvicides.

Pulex.

Là encore, on a recours à des poudres sèches. Elles sont appliquées à l'intérieur des habitations et de préférence dans les pièces servant de chambres à coucher. On peut utiliser du DDT, du lindane, du malathion, du méthoxychlore ou du pyrèthre synergisé.

Dans certaines circonstances, on effectue des fumigations de naphtaline ou de paradichlorobenzène (2,25 kg/100 m3), dans des locaux hermétiquement clos. Il faut cependant se rappeler que ces deux produits dissolvent certaines matières plastiques.

Ctenocephalides.

Pour lutter contre Ctenocephalides il est nécessaire de traiter directement les animaux et de désinsectiser les lieux qu'ils fréquentent habituellement. Le DDT n'est pas très efficace contre ce genre de puces.

Traitement des animaux.

Les animaux sont traités par poudrage ou par immersion à l'aide des produits suivants :

- le carbaryl, en liquide pour immersion à 0,5 % ou en poudre sèche à 2-5 %, il ne faut pas l'utiliser sur les chats âgés de moins de 4 semaines.
- le chlordane, en poudre sèche à 2-5 %,
- le coumaphos, en poudre sèche à 0,5 % (elle contient également 1 % de trichlorfon) ou en liquide à pulvériser à 1 % ou encore en liquide pour immersion à 0,2-0,5 %,
- le lindane, en poudre sèche à 1 %,
- le malathion, en liquide pour immersion à 0,25 % ou en liquide à pulvériser à 0,5 % ou encore en poudre à 4-5 % (15),
- le propoxur, en poudre sèche à 5 % ou en liquide à pulvériser à 1 %,
- le pyrèthre, en liquide à pulvériser à 0,2 % additionné de 2 % de synergisant ou en poudre à 1 %,
- la roténone, en poudre sèche à 1 %.

Le chlordane, le coumaphos et le lindane sont à proscrire pour le traitement des chiots et des chats de moins de deux mois.

On peut en outre employer :

- le dichlorvos sous forme de colliers imprégnés ou de bandes pour les niches,
- le dioxathion à 0,15 % en applications externes,
- le fenchlorphos en solution pour immersion à 0,25 % ou per os 55 mg par kilo de poids de l'animal,
- le trichlorfon, en comprimés, est dispensé à la dose de 149 mg par kilo de poids de l'animal, deux fois par semaine.

Ces quatre derniers produits ne peuvent être administrés que sous contrôle vétérinaire.

BUTT, 1971 traite des chats infestés avec du bromocyclène en aérosol et en poudre. La première formulation empêche toute réinfestation pendant 2 à 6 mois.

Traitement des locaux.

Le traitement des lieux fréquentés par l'animal parasité est pratiqué au moyen d'oléoformulations de chlordane à 1 %, de DDT à 5 %, de diazinon à 0,5-1 %, de fenchlorphos à 1-2 %, de lindane à 1 %, de malathion à 2 %, de trichlorfon à 1 %.

Il est en outre possible d'employer des poudres sèches de diazinon à 2 % et de malathion à 5 %.

A l'extérieur on utilise des solutions ou des émulsions de diazinon, dioxathion, fenchlorphos, lindane, malathion et trichlorfon. La dose préconisée est de 4 à 8 l/100 m2.

4.4.16. Lutte contre les Poux.

Trois espèces de poux parasitent l'homme : le pou du corps qui vit essentiellement dans les vêtements et qui peut être vecteur de typhus, le pou de tête qui vit dans la chevelure et éventuellement dans d'autres régions pileuses et le pou du pubis qui s'implante également aux aisselles.

Pediculus humanus humanus.

Le traitement s'applique aux vêtements et à la literie. On peut opérer par poudrage simple ou par poudrage au moyen de compresseur.

Les insecticides actifs contre le pou du corps sont :

- le DDT à 10 %,
- le lindane à 1 %,
- le carbaryl à 5 %,
- le malathion à 1 % ou à 4 % (117),
- les pyrèthrines à 0,2 % ou l'alléthrine à 0,3 %, synergisées dans la porportion de un dizième.

On utilise de 30 à 50 g de poudre par personne.

Les vêtements peuvent être trempés dans 4 fois leur poids d'émulsion de DDT à 1 % ou brossés avec une émulsion à 5 % de DDT, ou encore hachurés à l'aide d'un crayon constitué de paraffine 30 %, DDT 63 % et lindane 7 %. S'il s'agit d'une infestation occasionnelle, ils peuvent être traités, en récipient clos, par fumigation au formiate d'éthyle 2 ml/l pendant une heure.

On peut aussi distribuer à la population des savons à 3 % de DDT.

L'Abate et le Mobam en poudre à 2 % dans la pyrophyllite, à raison de 56,7 ou 33,9 g par individu selon que l'on opère à la poudreuse ou au compresseur, assurent une protection satisfaisante pendant 25 jours. Le Mobam est également actif, en poudre à 5 %, à la dose de 34 g par sujet et ne présente aucun danger (136, 137).

En raison de la rémanence de la plupart des produits préconisés, les nymphes sont tuées au fur et à mesure de leur éclosion. Les substances moins rémanentes telles que les pyrèthrines et l'alléthrine peuvent être additionnées d'un ovicide comme le dinitro-2,4-anisole, à raison de 2 %. En cas de risque de réinfestation, il est nécessaire de renouveler les traitements toutes les 3 ou 4 semaines.

Pediculus humanus capitis.

On utilise en général des shampoings qui sont des concentrés pour émulsion. Le NBIN est le plus utilisé il est constitué de :

benzoate de benzyle 68 %,
DDT 6 %,
benzocaïne 12 %,
Tween 80 14 %.

Il existe une autre formulation de shampoing à 1 % de lindane.

Il est nécessaire de diluer ces formulations au cinquième avant l'emploi. Ce traitement tue les adultes et les nymphes. Une seule application peut donc suffire. Toutefois, en cas de récidive, le shampoing peut être renouvelé tous les 15 jours.

Les oléoformulations de lindane à 0,2 % et de malathion désodorisé à 0,5 % peuvent être prescrites. On applique 10 à 20 ml d'émulsion ou 5 à 10 ml de solution par personne en imprègnant la chevelure.

Les poudres sèches de pyrèthre ou de DDT, inesthétiques, sont d'un emploi moins courant. Les doses de 10 à 20 g par personne toutes les deux semaines, si le sujet ne se lave pas la tête entre les traitements, suppriment les poux de tête.

Phthirius pubis.

Ce parasite infeste toutes les zones pileuses à l'exception du cuir chevelu. Il provoque des démangeaisons intolérables. La phtiriase est donc quelquefois accompagnée de lésions de grattage.

Les insecticides en poudre sèche recommandés pour la lutte contre le pou du corps sont utilisables, ici.

On peut de plus employer du lindane en pommade, lotion ou shampoing. Le benzoate de benzyle est utilisable, notamment mélangé à parties égales avec de l'alcool à 70° et du savon noir (49).

FRANCESCHINI, 1972 préconise aussi l'huile de vaseline

xylolée (1 goutte de xylol par gramme d'huile).

Les régions traitées ne doivent pas être lavées pendant 24 heures. Le traitement peut être répété au bout de trois ou quatre jours.

Des bains antiseptiques (au permanganate de potassium) et des badigeonnages de colorant (éosine et fluorescéine aqueuse) précèderont de 24 à 48 heures le traitement lorsqu'il y aura des lésions de grattage. Un traitement antibiotique par voie générale associé à des antihistaminiques peut être nécessaire (49).

Lorsque les parasites sont fixés sur les cils on peut faire des applications de pommade ophtalmique à 0,25 % de physostigmine.

4.4.17. Lutte contre les tiques et autres acariens.

Les acariens, parasites très important du bétail, comprennent un grand nombre de vecteurs de maladies humaines, ils sont de plus responsables de nuisances. La lutte menée contre eux est le plus souvent d'envergure limitée.

Ixodes, Hyaloma, Dermacentor et autres Ixodes d'intérêt médical.

Les ixodes transmettent des maladies virales, rickettsiennes et bactériennes. Certains comme Rhipicephalus sanguineus, peuvent être atteints par le traitement des habitations et des animaux commensaux, d'autres ne le seront que grâce à des traitements extérieurs.

Traitement rémanent intérieur.

Le traitement des habitations vise essentiellement Rhipicephalus sanguineus, la tique du chien qui peut incommoder les êtres humains vivant dans les maisons infestées.

Il convient de traiter le bas des murs, les fissures, les meubles, les tentures, mais aussi les animaux et leurs lieux de repos. Les insecticides qui peuvent être employés dans les maisons sont :

- le chlordane à 3 %, le DDT à 5 %, la dieldrine et le lindane à 0,5 %,
- le diazinon et le dioxathion à 0,15 %, le fenchlorphos à 2 %, le fenthion à 1,5-3 %, le malathion à 2 %, le naled à 1 %,
- le carbaryl et le propoxur à 5 %.

Les formulations les plus couramment utilisées sont les émulsions et les poudres sèches. En cas d'infestation importante, un nouveau traitement peut être appliqué au bout d'une à deux semaines.

Lorsque l'invasion vient de l'extérieur, des granules à 2 % de diazinon répandus à la base des habitations sur une largeur de 1,50 m assurent une bonne protection.

Traitement des animaux.

Le traitement des animaux se fait avec des poudres sèches :
- de chlordane et de lindane à 1 %, de DDT à 5 %,
- de coumaphos à 0,5 %, de malathion à 5 %, de trichlorfon à 1 %,
- de carbaryl à 5 %,
- de roténone à 5 %.

Il est cependant possible d'appliquer des lotions acaricides :
- de chlordane à 0,25 %, de DDT à 1 %, de lindane à 0,03 %,
- de coumaphos à 1 %, de malathion à 0,5 %,
- de roténone à 0,05 %.

Le chlordane et le lindane ne conviennent pas pour le traitement des jeunes chiots.

Des bains peuvent débarraser les animaux de leurs parasites. On pratique des immersions avec du dichlorvos à 0,1 %, du dioxathion à 0,15 %, du fenchlorphos à 1 %, du naled à 0,2 %, ou du carbaryl à 1 %.

Le fenchlorphos a été administré comme acaricide endothérapique.

Les traitements endothérapiques ou par immersion ne peuvent être appliqués que sous contrôle vétérinaire.

Lorsque l'infestation est importante il est nécessaire de traiter hebdomadairement l'animal et sa niche.

Traitement rémanent extérieur.

Ce traitement se limite aux lieux infestés par les tiques et fréquentés par l'homme. Les suspensions, les émulsions, les poudres et les granules conviennent pour la lutte contre les Ixodidés.

Le chlordane, le DDT et le toxaphène à la dose de 2,24 kg/ha, la dieldrine à la dose de 1,12-2,24 kg/ha et le lindane à la dose de 560 g/ha sont de bons ixodicides. Leur emploi est cependant déconseillé à l'extérieur. Ils ne doivent pas être appliqués à proximité des rivières et dans les zones ou la faune non-visée présente un intérêt.

A ces organochlorés on préfère le diméthoate, le fenthion, le naled, le carbaryl et le propoxur que l'on utilise à la dose de 2,24 kg/ha. La rémanence de ces composés est de l'ordre de 1 mois.

Contre Amblyomma americanum on a, en outre, proposé le chlorpyrifos, le diazinon et le fénitrothion, à la dose de 1,12-2,24 kg/ha, le fenthion et le propoxur en volume ultra-faible : 0,6 à 2,3 litres de produit technique par hectare ainsi que des granules de chlorpyrifos : 0,27 kg/ha.

Ornithodoros et argasidés voisins.

Plusieurs espèces d'Ornithodoros sont domestiques, certaines transmettent la fièvre récurrente.

La lutte se fait par traitement rémanent intérieur. L'insecticide est appliqué sur les sols et sur les murs en terre ainsi que dans les abris des animaux. Il peut être étendu aux caves, aux cavernes et aux terriers s'il s'agit de lutter contre O. tholozani.

L'insecticide de choix est le lindane. Il a été utilisé en suspension aux doses de 0,1 à 12,5 g/m2 ou en poudre à 0,5 % à raison de 15-20 g/m2.

Leptotrombidium et autres Trombiculidés.

Leptotrombidium akamushi et L. deliense sont vecteurs de typhus de brousse, d'autres trombiculidés ne sont que de simples nuisances.

Les zones boisées, brousailleuses ou découvertes (parcs, pelouses) peuvent leur être favorables. Les traitements rémanents extérieurs se font à l'aide de pulvérisateurs à main ou à moteur et à l'aide de brumisseurs.

L'aldrine à 2,52 kg/ha, le chlordane et la dieldrine à 2,24 kg/ha, le lindane à 300-500 g/ha et le toxaphène à 2,24 kg/ha sont actifs sur les trombiculidés.

Actuellement on emploie de préférence des poudres, des émulsions ou des suspensions de fenthion, de malathion ou de propoxur, à la dose de 2,24 kg/ha.

D'une façon générale, dans la lutte contre les acariens, il est souhaitable d'associer aux méthodes chimiques des mesures d'hygiène domestique et des aménagements de l'environnement rendant difficile la survie des espèces visées.

La gale humaine.

La gale humaine est provoquée par un acarien Sarcoptes scabiei. Cette parasitose intéresse à ce titre les entomologistes médicaux.

Le DDT en solution dans un solvant des graisses et le lindane en pommade à 10 % peuvent combattre la maladie. On utilise également une préparation contenant à parties égales du benzoate de benzyle, du savon mou et de l'alcool à 70° ou plus simplement du benzoate de benzyle en solution faible à 10 %.

Ces préparation s'appliquent en badigeonnages sur tout le corps à l'exception du visage et du cuir chevelu. Un deuxième badigeonnage peut être pratiqué 10 minutes après le premier et un troisième au bout de 24 heures. Le traitement est appliqué sur la peau humide, après un bain savonneux. En cas de lésions eczématisées, des bains désinfectants au sulfate de cuivre pourront être prescrits pendant plusieurs jours avant l'application d'antiscabieux (86).

Il est possible en outre d'employer le NBIN (benzoate de benzyle 68 %, DDT 6 %, benzocaïne 12 %, Tween 80 14 %).

La benzocaïne possède des propriétés anesthésiques qui atténuent le prurit. Le NBIN est dilué au cinquième dans l'eau et appliqué en pulvérisation ou badigeonnage. Le patient ne doit pas prendre de bain pendant 24 heures. Un seul traitement suffit en principe, mais un second traitement peut être administré une semaine plus tard (8).

4.5. Sensibilité, Résistance aux insecticides.

Le Comité OMS d'Experts des Insecticide, 1957 définissait la résistance aux insecticides comme "l'apparition, dans une souche d'insectes, de la faculté de tolérer des doses de substances toxiques qui exerceraient un effet létal sur la majorité des individus composant une population normale de la même espèce". Cette résistance est encore appelée résistance physiologique.

On appelle résistance de comportement celle qui apparait lorsqu'une souche d'insectes évite d'absorber la dose létale plutôt qu'elles ne développe une indifférence à cette dose.

On parle de tolérance de vigueur lorsque la souche possède une faible, mais non-spécifique, capacité de tolérer diverses agressions de l'environnement et notamment l'agression insecticide.

Les insecticides n'induisent pas une résistance héréditaire, mais opèrent une sélection qui rend plus fréquente l'insensibilité innée existant initialement chez un très petit nombre d'individus.

On appelle résistance croisée une résistance qui, provoquée par un composé bien défini, s'étend à d'autres produits. Cette résistance croisée peut se manifester pour une même classe d'insecticides ou s'étendre sur plusieurs classes.

Le DDT ne provoque de résistance croisées qu'avec les composés très proches. Il peut induire une tolérance vis-à-vis des pyrèthrines. Le lindane et les cyclodiènes peuvent induire des résistances croisées entre eux, mais elles ne s'étendent pas aux DDT ni aux insecticides non-chlorés. Les esters phosphoriques provoquent assez lentement des résistances, mais celles-ci peuvent s'étendre à de nombreux autres composés, y compris les organochlorés et les carbamates. Les carbamates peuvent induire des résistances croisées aux organochlorés et aux organophosphorés.

4.5.1. Mécanismes de la résistance.

Les trauvaux parus sur les mécanismes de la résistance ont été étudiés en détail par O'BRIEN, 1967 et par BROWN et al., 1971.

Résistance au DDT.

Il est maintenant généralement admis que la résistance au DDT est due à un titre élevé en DDT-deshydrochlorinase. Cette enzyme existe toujours chez les souches résistantes, mais est presque inexistante chez les souches sensibles. Cependant d'autres mécanismes de résistance peuvent être mis en cause, notamment une réduction de l'absorption du DDT ou une moindre sensibilité nerveuse ou un mécanisme qui ferait intervenir une détoxification oxydative du DDT et qui pourrait rendre compte de la tolérance croisée avec les pyrèthrines.

Résistance aux cyclodiènes.

On n'a pas pu montrer que la résistance aux cyclodiènes était due à une dégradation des produits par les souches résistantes. La seule hypothèse plausible est qu'il existe une différence de sensibilité des nerfs chez les souches résistantes.

Résistance au lindane.

Le mécanisme de la résistance au lindane est mal connu. On a pu soupçonner une métabolisation du lindane, différente chez les souches sensibles et les souches résistantes, mais cela n'a pas été clairement prouvé.

Résistance aux esters phosphoriques.

Malathion.

La résistance au malathion serait due à une carboxyesterase qui est active spécifiquement sur le groupe $COOC_2H_5$. L'E.P.N. (O-ethyl-O-(4-nitrophenyl)benzolthiophosphonate), inhibiteur de la carboxyesterase, synergise le malathion chez les souches résistantes ; il n'a aucun effet sur les souches sensibles.

Autres organophosphorés.

Pour la plupart des esters phosphoriques, la sélection de souches résistantes à l'aide d'un composé provoque une résistance à plusieurs autres organophosphorés et il est habituel de trouver un spectre de résistance.

La théorie la plus convaincante est celle de l'aliestérase mutante reprise par O'BRIEN, 1967. Une telle résistance implique la mutation d'un gène qui normalement provoque la synthèse de l'aliestérase de telle façon que le gène mutant provoque la synthèse d'une phosphatase qui peut dégrader plusieurs organophosphorés. L'aliestérase peut être considéré comme un enzyme non-spécifique hydrolysant de nombreux esters aliphatiques et aromatiques simples. Elle est inhibée par les organophosphorés. La différence entre une aliestérase et une phosphatase est assez minime. Toutes deux peuvent être phosphorylées par les organophosphorés mais seules les phosphatases peuvent à nouveau être déphosphorylées. La quantité d'aliestérase se trouve très diminuée chez les souches résistantes. Il existe de nombreuses phosphatases mutantes. Là encore, d'autres théories ont vu le jour pour expliquer certains phénomènes obscurs.

Pour OPPENOORTH, 1971, travaillant sur la mouche domestique, deux enzymes distincts interviennent dans la détoxification en provoquant l'hydrolyse et l'oxydation des esters phosphoriques. Dans certaines souches, l'hydrolyse transforme le paraoxon en phosphate de diéthyle et en paranitrophénol, dans d'autres, il y a oxydation en diéthylparaoxon et en acétaldéhyde. Les deux oxydations du parathion en paraoxon puis en diéthylparaoxon se font sous l'action de deux oxydases distinctes à fonction mixte. La deuxième peut être inhibée par le parathion et d'autres composés thiophosphorés tels que le diéthylphénylthiophosphate. Ce dernier, bien que non-toxique, synergise de nombreux insecticides chez les souches dont la résistance serait le résultat d'un accroissement de la capacité d'oxydation.

Résistance aux carbamates.

Deux mécanismes peuvent être invoqués ici : l'un probablement métabolique qui est sensible au butoxyde de pipéronyle, l'autre dont la

nature est inconnue et qui est insensible à ce synergisant. Comme pour les organophosphorés, on a montré par des études génétiques qu'un faible taux en aliestérase est lié, chez la mouche domestique, à la résistance.

4.5.2. Evaluation de la résistance.

Etant donné la possibilité de voir apparaître des souches résistantes, il est indispensable, dans une campagne, de surveiller constamment le niveau de sensibilité des espèces visées. Il est nécessaire de connaître la sensibilité initiale des vecteurs traités et ceci pour plusieurs insecticides, de façon à pouvoir remplacer l'insecticide opérationnel si celui-ci montrait une baisse d'activité.

Lorsque la sensibilité initiale est établie, il suffit, au cours des opérations de traitement, d'effectuer des prélèvements périodiques sur lesquels on fait des essais à dose unique. Cette dose d'insecticide est égale à deux fois la plus faible dose ayant provoqué 100 % de mortalité au cours des essais préliminaires. L'apparition de survivants dans cet essai constitue un signal d'alarme (14).

Des méthodes standardisées d'évaluation de la sensibilité aux insecticides ont été mises au point pour les principales familles d'arthropodes d'intérêt médical.

Techniques d'essai.

Les arthropodes sur lesquels on désire faire une évaluation de la sensibilité aux insecticides sont divisés en lots approximativement égaux en nombre. Ces lots sont mis en contacts séparément, soit avec des quantités croissantes d'insecticide pendant un temps déterminé, soit avec la même quantité d'insecticide pendant des temps croissants. A l'issue de l'épreuve on effectue le décompte des morts dans chaque lot et on établit une courbe de mortalité en fonction de la dose ou du temps de contact. A partir de cette courbe on détermine les valeurs caractéristiques produisant 50 et 90 % de mortalité.

Afin d'obtenir des résultats comparables d'un essai à l'autre, il est nécessaire d'opérer de façon toujours identique et de contrôler

la constance les conditions dans lesquelles l'épreuve est réalisée, notamment des conditions de température, d'humidité et d'éclairement.

Toujours dans le même souci de reproductibilité des résultats, il convient d'effectuer les essais sur des individus de même espèces, éventuellement de même sexe, autant que possible au même stade de développement, s'il s'agit de stades préimaginaux et dans le même état de réplétion s'il s'agit d'adultes.

La mortalité inhérente à la manipulation ou aux conditions de laboratoire est corrigée par la réalisation simultanée d'une épreuve témoin dans laquelle les insectes subissent toutes les manipulations de l'essai, mais ne sont pas exposés à l'insecticide.

Deux à quatre épreuves sont menées parallèlement pour chaque concentration ou pour chaque temps d'exposition afin de limiter l'influence des variations dues au hasard.

L'insecticide peut imprègner des papiers en quantité connue par unité de surface, les arthropodes sont alors mis en contact avec ces papiers. Il peut être appliqué directement sur la face dorsale de l'arthropode à l'aide d'une microseringue ou de tubes capillaires calibrés. Il peut enfin être mélangé à l'eau dans laquelle sont plongés les stades aquatiques, le mélange se faisant à partir de solutions d'insecticide dans l'alcool absolu ou dans l'acétone.

Des techniques spéciales ont été mises au point pour la mesure de la sensibilité des arthropodes aux insecticides fumigants.

Pour le détail des opérations on pourra se reporter au dix-septième rapport du Comité OMS d'Experts des Insecticides, 1970.

Résultats, Interprétation.

Un certain nombre de critères sont retenus pour le classement des insectes dans les trois catégories : vivants, morts, moribonds. Les morts et les moribonds de chaque lot ayant subi la même épreuve sont additionnés et les pourcentages de mortalité sont calculés. Le pourcentage trouvé est corrigé en tenant compte de la mortalité normale dans le témoin grâce à une formule dite d'Abbott :

$$\text{Mortalité \% corrigée} = \frac{\text{Mortalité \% trouvée} - \text{Mortalité \% témoin}}{100 - \text{Mortalité \% témoin}} \times 100$$

Le test n'est valable que si la mortalité témoin est inférieure à 20 % et, dans le cas des stades préimaginaux, si moins de 10 % des individus testés ont mué pendant l'épreuve.

Il est parfois impossible, pour des raisons de fragilité, de trier, par espèces, les arthropodes avant le test. Dans ce cas, l'identification se fait après l'épreuve. Cette technqiue peut être employée pour les Culicoïdes ou les larves de simulies récoltés sur le terrain. Les résultats sont alors donnés pour une espèces ou par espèces.

La représentation graphique directe, en échelle arithmétique, des pourcentages de mortalité donne des courbes sigmoïdes assez peu maniables. C'est pourquoi, on préfère leur faire subir quelques transformations. Elles sont fondées sur un double changement de variable et de fonction qui permet d'obtenir une droite à partir des résultats expérimentaux. Le double changement de variable consiste à remplacer les proportions de morts par leur probit et les doses ou les temps par le logarithme de leur valeur. La sigmoïde devient alors une droite de Henry. Des papiers log-probit permettent l'inscription directe des résultats (Fig. 1).

Il est nécessaire pour tracer la droite, encore appelée ligne de régression dose-mortalité ou temps-mortalité, de choisir des concentrations ou des temps donnant trois valeurs de mortalité situées entre 10 et 90 %, dont une au moins est inférieure à 50 %.

A partir de la droite ainsi tracée, on détermine graphiquement les valeurs de la CL 50 ou du TL 50 et de la CL 90 ou du TL 90.

L'interprétation des résultats doit être prudente. Il faut en effet garder à l'esprit que la même souche, dans les mêmes conditions ne réagit jamais de façon identique d'une épreuve à l'autre et que l'on peut avoir affaire à des tolérances de vigueur aussi bien qu'à des résistances physiologiques.

LOGARITHMIC PROBABILITY PAPER FOR RECORDING THE SUSCEPTIBILITY OF MOSQUITO AND BLACKFLY LARVAE TO INSECTICIDE

Larvae Species: *Aedes aegypti* Insecticide: **DDT et Dieldrine**

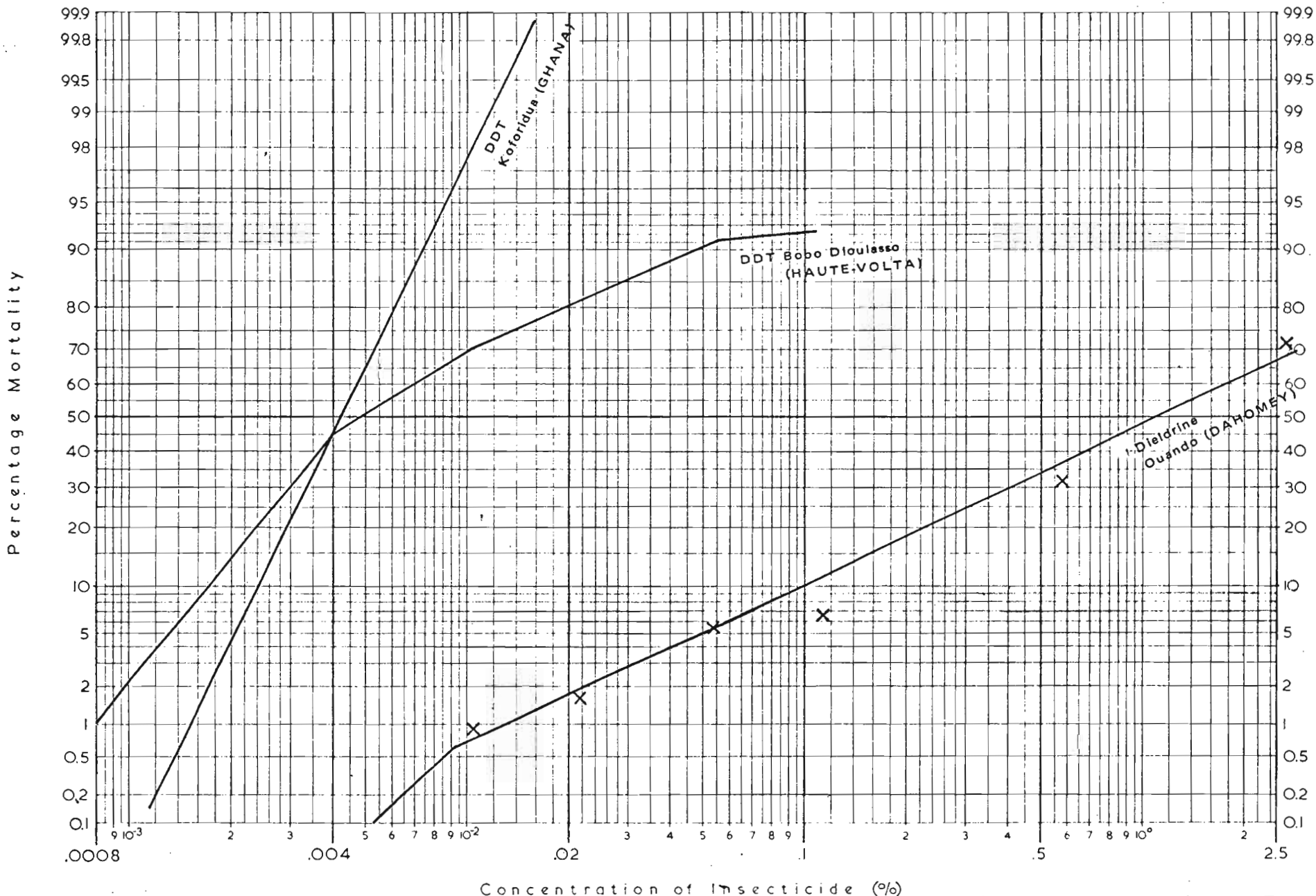



**Figure 1 — Représentation graphique de la sensibilité aux insecticides (DDT et Dieldrine) de souches d'*Aedes aegypti* sensible (A - au DDT) et résistantes (B - au DDT, C - à la Dieldrine).**

On peut parler de résistance physiologique :

- quand la courbe dose-mortalité possède un palier à faible pente, tel que la plus forte concentration employée ne provoque pas 100 % de mortalité, comme dans la souche de référence (Fig. 1-C) ;
- quand cette courbe se présente comme une suite de droites à pentes de plus en plus faibles (Fig. 1-B) ;
- quand la concentration nécessaire pour obtenir 50 % de mortalité est nettement supérieure (10 à 15 fois pour les larves de moustiques, 4 fois pour les adultes) à la concentration donnant la même mortalité dans la souche de référence ;
- la résistance physiologique peut également apparaître sur le graphique comme un léger déplacement de la CL 50 vers les fortes concentrations accompagné par une nette diminution de la pente de la ligne de régression qui cependant reste une droite.

La tolérance de vigueur se traduit, elle, par un déplacement de la droite vers les fortes concentrations sans changement de pente.

4.5.3. Mesures palliatives à employer contre la résistance.

Comme le font remarquer BROWN et al., 1971, on peut maintenant considérer l'insecticide comme un moyen provisoire de lutte contre les arthropodes. Les techniques de lutte chimique devront, tôt ou tard, céder le pas aux méthodes biologiques. Cependant ces dernières n'étant pas encore opérationnelles, il est nécessaire, en cas de résistance, d'adopter des mesures palliatives telles que celles qui ont été rassemblées par HAMON et al., 1961 puis par BROWN et al., 1971.

Une des premières mesures employées est celle qui consiste à accroître les concentrations en insecticide. Elle n'est malheureusement applicable que lorsque le niveau de résistance est faible. On est en outre très vite limité dans cette voie par la toxicité du produit pour la faune non-visée.

L'emploi simultané de deux insecticides a été préconisé. Cette méthode ayant pour but de ralentir l'apparition de la résistance n'est efficace que lorsque le gène de résistance est récessif. Elle est inopérante lorsque ce gène est dominant. Ce procédé n'a

été que rarement appliqué.

Les insecticides défaillants peuvent aussi être combinés à des synergisants qui permettent, dans certains cas, d'enrayer les mécanismes de défense existant chez les souches résistantes. Cependant, BUSVINE, 1972 voit quelques inconvénients à l'emploi des synergisants :

- La résistance peut réapparaître à la suite du déclenchement de nouveaux mécanismes de défense et il pourrait alors être nécessaire de multiplier le nombre des synergisants. De plus, certains de ces mécanismes pourraient être totalement réfractaires à l'effet des synergisants (cibles physiologiques insensibles, pénétration réduite).
- Dans certains cas, les insecticides non-toxiques pour les mammifères doivent leur faible activité à des systèmes de détoxification propres à ce groupe. Les synergisants pourraient mettre en échec ces mécanismes et rendre les insecticides dangereux.

La mesure palliative la plus courante consiste à recourir à des insecticides de remplacement appartenant à des familles chimiques différentes de celles des insecticides responsables de la résistance. C'est ainsi que la séquence DDT, lindane, dieldrine, organophosphorés a pu être employée contre les mouches domestiques, les moustiques, les puces, les punaises et les blattes. Les carbamates ont parfois succédé à ces substances, mais leur utilisation était souvent entravée par des phénomènes de résistances croisées. En dehors de ces grandes familles d'insecticides, il existe des groupes mineurs qui peuvent avoir leur utilité.

## 5. CONCLUSION.

La lutte par des procédés physiques ou mécaniques a cédé le pas à la lutte chimique dès l'apparition des insecticides organochlorés de synthèse. Des campagnes furent menées un peu partout dans le monde contre les arthropodes vecteurs et contre les nuisances et l'on put même espérer leur éradication.

Malheureusement, assez rapidement, certains insectes devinrent indifférents aux toxiques qui étaient utilisés contre eux et les échecs des campagnes de lutte se multiplièrent. On constata en outre que les insecticides, choisis pour leur grande rémanence, entraînaient une certaine contamination du milieu. Cette contamination se manifestait par la présence croissante de résidus insecticides dans les sols et les étendues liquides, ainsi que par une accumulation de métabolites d'insecticides dans les chaînes alimentaires.

Cette situation stimula les recherches vers les techniques biologiques de lutte, plus spécifiques et moins contaminantes, mais également vers les insecticides ne présentant pas les inconvénients des premiers organochlorés.

Les insecticides de remplacement qui ont été découverts ont permis de poursuivre les campagnes entreprises et de mettre sur pied de nouveaux programmes ayant un caractère d'urgence. Si le problème de la contamination du milieu était en partie résolu, par la moins grande stabilité des nouveaux composés, celui de la résistance des arthropodes allait en s'amplifiant, du fait de l'apparition de nombreuses résistances croisées.

On se trouve actuellement dans une période où les insecticides constituent encore le seul moyen de lutte contre les arthropodes, notamment contre les vecteurs de maladies humaines. En effet, les méthodes biologiques, bien que quelquefois prometteuses ne sont pas encore opérationnelles. De plus, rares sont les techniques actuellement à l'étude, qui pourraient comme les insecticides avoir l'effet foudroyant nécessaire pour juguler les épidémies.

Plusieurs auteurs ont attiré l'attention sur les dangers courus par certaines formes de vie animale à la suite de l'emploi massif de pesticides. Si ces dangers sont réels, en particulier pour les oiseaux et les poissons exoposés aux organochlorés rémanents, il semble que l'emploi rationnel et contrôlé des insecticides et le choix de substances peu polluantes devraient en minimiser les effets.

La gamme des substances chimiques applicables dans la lutte contre les arthropodes d'intérêt médical est généralement assez étendue pour permettre ce choix. Il serait cependant souhaitable que les recherches sur les molécules nouvelles ne se ralentissent pas, malgré les obstacles rencontrés. Les résistances croisées possibles et les exigences de plus en plus grandes des législateurs soucieux de la protection de l'environnement constituent l'essentiel de ces obstacles.

Le but de ce travail n'était pas d'innover en matière de lutte contre les arthropodes d'importance médicale, mais de mettre à la disposition des utilisateurs le maximum de renseignements pratiques, rassemblés à partir des travaux effectués dans le monde au cours de ces dernières années. Il leur appartiendra de juger de l'opportunité d'associer aux méthodes chimiques, les méthodes physiques ou biolgoiques de lutte disponibles qui permettraient de renforcer et de prolonger l'action des insecticides.

Deuxième Partie

# PRINCIPAUX INSECTICIDES EMPLOYES EN ENTOMOLOGIE MEDICALE

Le but de cette deuxième partie est de donner les caractéristiques physicochimiques de chacun des insecticides mentionnés dans la première partie et donc utilisés ou proposés pour être employés en entomologie médicale.

Seules les constantes pouvant intéresser les utilisateurs ont été rapportées ici : densité, tension de vapeur, solubilité dans les solvants usuels, stabilité dans les divers milieux.

La toxicité pour les mamifères et , dans la mesure du possible pour les poissons a été indiquée.

Lorsque les composés sont actifs sur plusieurs groupes d'arthropodes, un tableau récapitulatif des dosages et des circonstances d'emploi a été adjoint à la description de l'insecticide.

Les tenseignements figurant dans cette seconde partie ont été rassemblés à partir des travaux de FREAR, 1969 ; LHOSTE, 1967,; MARTIN, 1971 et 1972 ; PERKOW, 1971 et RAMADE , 1969.

- - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - - -

Abréviations utilisées dans les tableaux.

P. = poudre ; Pm. = poudre mouillable ; S. = suspension ; sol. = solution tion ; E. = émulsion ; Gr. = granules ; ruiss. = jusqu'au point de ruissellement ; qs. = quantité suffisante.

# A B A T E R

## adulticide

| VECTEURS | Trait. spéciaux |
|---|---|
| Pou du corps | : Vêtements : P. 2% 33,9 - 56,7 g/individu |

## larvicide

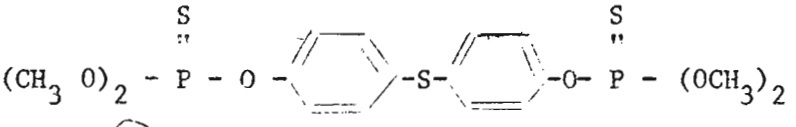
| Vecteurs | |
|---|---|
| Anophèles | : E. 56-112 g (m.a.) / ha ; ULV 4,5 g/ha |
| Aedes aegypti et voisins | : E. Gr. 1 ppm |
| Aedes et Psorophora eaux de crue | : E. 56-112 g(m.a.) / ha ; Gr. 50-85 g ( m.a.)/ha |
| Culex | : E. 0,5-1 ppm ou 330 g/ha |
| Cératopogonidés | : Gr. 1% 100-200 g/ha |
| Simulies | : E. 20% 0,05-0,1 ppm / 10 mn |

## A B A T E ®

Ester phosphorique

Groupe des thiophosphates

0,0,0', 0' - tetramethyl - 0,0' -thiodi-p-phenylene phosphorothioate

FORMULE 

SYNONYMES Bithion®, OMS 786 , diphenfos.

### PROPRIETES PHYSICOCHIQUES

Solide blanc cristallin. L'Abate technique à 90-95% est un liquide brun visqueux de densité 1,32.

Il est stable à la température ordinaire, moyennement stable dans les solutions aqueuses alcalines.

Il est insoluble dans l'eau, l'hexane et le méthylcyclohexane, soluble dans l'acétonitrile, le tetrachlorure de carbone , l'éther, le chlorure d'éthylène et le toluène.

### FORMULATIONS

Concentrés pour émulsions (50% et 20%), granulés 1%, poudre mouillable 50% , solutions ULV.

### ACTIVITE

L'Abate est employé contre les poux du corps , mais c'est surtout par son activité sur les stades aquatiques de Diptères que ce produit intéresse les entomologistes médicaux.

### TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 2030-2330 mg/Kg.
cutanée pour le lapin 970-1930 mg/Kg.

L'homme supporte 256 mg/homme /jour pendant 5 jours.

Toxicité faible pour les poissons et les organismes non-visés : truites : DL 50 1,9 ppm/24 h et 1,5 ppm/48 h.
Poecilia reticulata supporte sans dommage 100 ppm/48 h.

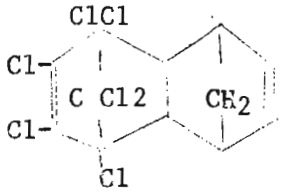
## ALDRINE

Organochloré

Dérivé de l'hexachlorocyclopentadiène

1,2,3,4, 10-10 hexachloro- 1,4, 4a, 5,8, 8a hexahydro- 1,4,5,8 -endo-exodiendométhanonaphtalène

FORMULE




SYNONYMES Octalène , HHDN (100%), CMS 194

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Cristallin, peu odorant, technique : il a une couleur ambrée et titre 95% d'HHDN, peu volatil : tension de vapeur 2,31 . $10^{-5}$ mm Hg à 20°C. L'Aldrine est stable en milieu neutre, alcalin et acide faible. Il réagit avec les acides forts, les phénols et les milieux oxydants. Il est corrosif pour les métaux.

Il est presque insoluble dans l'eau (0,05 ppm), très soluble dans les solvants organiques.

FORMULATIONS

Emulsions (240-480 g/l), poudres mouillables (20 à 70%), poudres (2,5 et 5%), granules (2,5 , 10, 20%)

ACTIVITE ET EMPLOI

Employé contre les trombiculides, à l'aide de pulvérisateurs ou de brumisseurs à la dose 2520 g/ha et contre les puces des rongeurs , en poudre à 2,5% : 30 gr par terrier.

TOXICITE

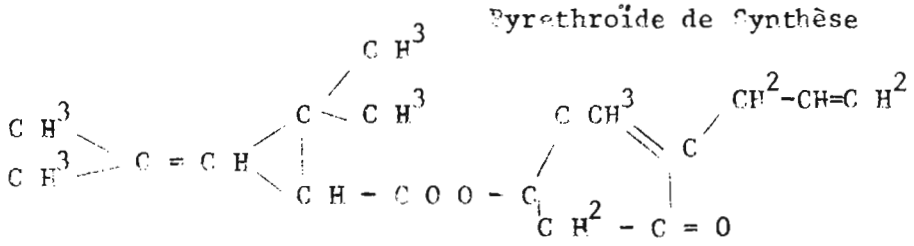
DL 50 per os pour le rat 67 mg/Kg (dose du même ordre pour l'homme)
per os pour le lapin 50-80 mg/Kg
cutanée pour le rat 200 mg/Kg
cutanée pour le lapin 15-25 mg/Kg

Toxique pour les poissons.

## A L L E T H R I N E

Pyrethroïde de Synthèse

FORMULE



SYNONYMES Pynamin, OMS 468

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Liquide jaune rougeâtre (90-95% de matière active) de densité 1,005-1,015.
Incompatible avec les alcalis , l'alléthrine n'est pas corrosive.
Pratiquement insoluble dans l'eau, cet insecticide est miscible avec les solvants organiques.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsions, poudres et préparations pour aérosols. (0,1 à 0,6%).

Ce pyréthrinoïde s'emploie la plupart du temps mélangé avec un synergisant (butoxyde de piperonyl).

ACTIVITE ET EMPLOI

Deux à huit fois inférieure à celle des pyrethrines naturelles, s'emploie contre le pou du corps sous forme de poudre à 0,3% d'alléthrine synergisée.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 680-920 mg/kg
pour la souris 480 mg/kg
pour le lapin 4.290 mg/kg
cutanée pour le rat 11.200 mg/kg

Toxicité pour les poissons inconnue.

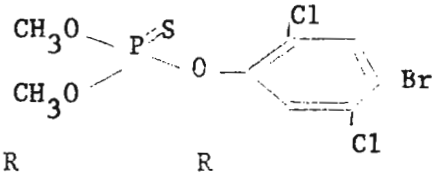
## B R O M O P H O S

Ester phosphorique

Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de 2,5 - dichloro-4-bromophényle.

FORMULE




SYNONYMES Nexion R —, Brofene R —, OMS 658

### PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un solide jaunâtre à odeur de moisi, de densité 1,625 à 60° C.
Sa tension de vapeur est de $1,3 \cdot 10^{-4}$ mm Hg à 20° C.
Il est lentement hydrolysé en milieu alcalin , stable jusqu'à pH 9, non corrosif.

Peu soluble dans l'eau ( 40 ppm) et les alcools, il est très soluble dans les solvants des lipides.

### FORMULATIONS

Poudres mouillables 25% , concentré pour émulsion 25 et 40% , poudres 2 à 5% , granules 5 à 10% , concentrées pour atomisation 40%.

### ACTIVITE ET EMPLOI

Son emploi est préconisé contre les mouches domestiques en traitement rémanent intérieur. Il s'utilise en émulsions à 1-5% , 1 à 2 g/ m2 et en suspension à 5% : 2 g/m2 contre les punaises et les blattes.

### TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 3.750 - 6.100 mg/Kg.
per os pour le lapin 720 mg/Kg
per os pour la souris 2.829 - 5.850 mg/Kg
cutanée pour le lapin 2.188 mg/Kg

Toxicité pour les poissons : DL 50

Poecilia reticulata 1,5 ppm

Gambusia affinis 0,6 - 1,1 ppm

Truite arc-en-ciel 0,05-0,5 ppm

## C A R B A R Y L

| VECTEURS | adulticide<br>Trait.rémanent intérieur | Trait.rémanent extérieur | Trait.spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Aedes,Psorophora des eaux de crue | | | Pm.224-1120 g/ha | |
| Culex | | | cf.Aedes,Psorophora | |
| Mansonia | | | cf.Aedes,Psorophora | |
| Cératopogonidés | | | cf.Aedes,Psorophora | |
| Cimex | cf. Xenopsylla | | | |
| Xenopsylla | P. 2-5% qs. | | | |
| Ctenocephalides | | | | trait. animaux sol. 0,5% P. 2-5% qs |
| Poux du corps et du pubis | | | | trait. vêtements,literie,corps P.5% qs |
| Ixodes | P. 5% qs | P.S. 2,24 Kg/ha<br>Pm. 2% 235 l/ha * | | trait. animaux P. 5% qs; sol. 1% immersion |

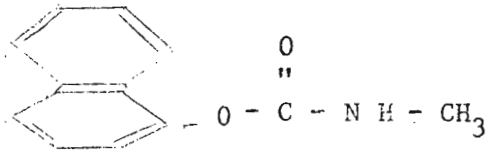
| VECTEURS | larvicide |
|---|---|
| Aedes,Psorophora | Pm. 2,2 - 4,5 Kg/ha avant la crue |

## C A R B A R Y L

Carbanate

N-Méthylcarbamate de 1-naphtyle

FORMULE



SYNONYMES Sevin ®, OMS 29

### PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Solide blanc cristallin de densité 1,232. Tension de vapeur inférieure à $5.\ 10^{-3}$ mm Hg à 26°C.
Ce carbamate est instable en milieu alcalin. Il n'est pas corrosif.
Le carbaryl est peu soluble dans l'eau : moins de 0,1% mais il est soluble dans les solvants organiques.

### FORMULATIONS

Poudres mouillables à 80 et 50% , poudres à 5 et 10%.

### ACTIVITE

Il possède une forte activité de contact et une certaine sélectivité dans son action . Il est employé comme adulticide et comme larvicide contre les *Aedes* et *Psorophora* des eaux de crue, contre les puces, les punaises, les poux et les tiques.

### TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 400-850 mg/Kg
pour le lapin 710 mg/Kg
cutanée pour le rat > 4.000 mg/Kg
pour le lapin > 2.000 mg/Kg

A la dose de 1,75 - 4,25 ppm (24 h) le carbaryl est létal pour plusieurs espèces de poissons . La DL 50 pour *Carassius auratus* est de 28 ppm.

## C H L O R D A N E

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Cératopogonidés | | | E. Pm. 240g/ha | |
| Musca domestica et mouches domestiques | E. S.2,5% - 5% 4-8 1/100 m2 | E. 5% ruiss. * | sol. E.2,5% 24-48 1/km | |
| Tabanides Chrysops | | | Cf.Musca domestica | |
| Blattes | P. 5-6% qs sol. 2-5% 4 1/100 m2: | | | |
| Ctenocephalides | sol. 1% 4-8 1/100m2 sol.2% ruiss.* | | | Trait. animaux P. 2-5% qs |
| Ixodes | P.E.3% 4-8 1/100m2 | S.P.E. 2,24kg/ha E.sol.2% 235 1/ha | | Trait. animaux P.1% qs, sol. 0,25% |
| Trombiculides | | S.E.P. 2,24kg/ha E. 2% 60-100 1/ha: | | Trait. animaux et nids sol. E. 2% ruiss. * |

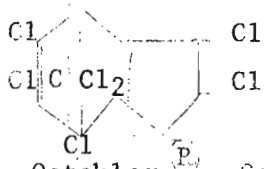
| VECTEURS | larvicide * | | | |
|---|---|---|---|---|
| M.domestica et mouches domestiques | E. 1% ruiss. * | | | |
| Cératopogonidés | E.2% 2kg/ha(m.a.)* | E.2,24 kg/ha | | |
| Tabanides * | E.2% 2kg/ha(m.a.)* | | | |

## CHLORDANE

Organochloré
Dérivé de l'hexachlorocyclopentadiène

Octachloroendomethanotetrahydroindane

FORMULE




SYNONYMES Octaklor ®, Octachlor ®, Velsicol 1068, Cortilan ®, Chek-pest ®

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le produit technique est un solide cireux de couleur brune , peu volatil, de densité 1,59-1,63. C'est un mélange d'isomères de l'octachlorométhanoindane et de dérivés chlorés du cyclopentadiène à 66-70% d'α et β chlordane. Sa tension de vapeur est de 1. $10^{-5}$ mm Hg à 25°C.

Le chlordane est instable en milieu alcalin . Il est corrosif pour le fer , le zinc et divers vernis de protection.
Il est insoluble dans l'eau, soluble dans les lipides et les solvants organiques, les huiles minérales. Le chlordane est particulièrement soluble dans le kérosène.

FORMULATIONS

Poudres 5 et 10% , concentré pour émulsion 50 et 70% , solution dans la kérosène 2 et 20%.

ACTIVITE

Très actif sur les blattes et les ectoparasites du bétail (puces, tiques), il est en outre employé contre les mouches domestiques et les culicoïdes.

TOXICITE

| | | |
|---|---|---|
| DL 50 | per os | pour le rat 250-590 mg/Kg |
| | per os | pour la souris 430 mg/kg |
| | cutanée | pour le rat 217 mg/Kg |
| | cutanée | pour le lapin 780-840 mg/Kg |

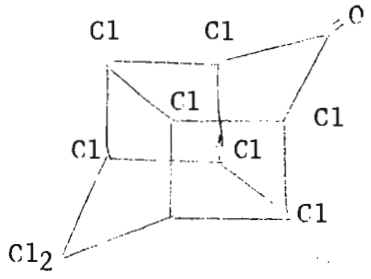
Le chlordane présente une action néfaste sur la reproduction des animaux alimentés pendant plusieurs mois à des doses de 10 mg/Kg
Le chlordane est très toxique pour les poissons.

## C H L O R D E C O N E

Organochloré
Dérivé du dicyclobutadième

Decachlorooctahydro- 1,3,4 - metheno-2 H-cyclobuta [c,d] pentalen-2-one (U.S.)

FORMULE




SYNONYMES Kepone (R)

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le chlordécone forme des hydrates dans les conditions ordinaires.

Il est peu soluble dans l'eau 0,4% à 100°C, mais il est soluble dans les solutions aqueuses fortement alcalines.

FORMULATIONS

Appâts

ACTIVITE et EMPLOI

Il est employé sous forme d'appâts à 0,125 % contre les blattes et les fourmis.

TOXICITE

Ce produit n'est pas utilisé en France, même à des fins expérimentales.

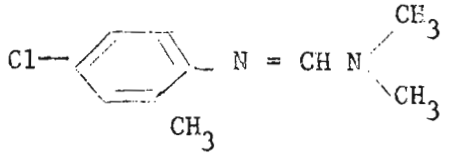
DL 50 per os pour le rat 114- 140 mg/Kg
per os pour le lapin 65-77 mg/Kg
cutanée pour le lapin 345-475 mg/Kg

## CHLORDIMEFORM

Amidine

N-diméthyl-N'-(2 méthyl-4-chlorophényl) formamidine

FORMULE



SYNONYMES

Fundal ®, Galecron ®

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Ce composé se présente sous forme de cristaux incolores, de densité 1,10 et de tension de vapeur $3,5 \times 10^{-4}$ mm Hg à 20°C.
Sa solubilité dans l'eau est de 250 ppm. Il est soluble à plus de 20% dans l'acétone, le benzène, le chloroforme , l'acétate d'éthyle, l'hexane et le méthanol.

Le chlordimeform est hydrolysé en milieu neutre et acide. Il forme un chlorhydrate soluble à plus de 50% dans l'eau.

FORMULATIONS

Poudres solubles dans l'eau à 80% et à 30% de chlorhydrate, concentrés solubles dans l'eau à 50% de chlorhydrate, concentré pour émulsion à 50%, granules à 5%.

ACTIVITE et EMPLOI

Le chlordimeform est un acaricide actif sur tous les stades y compris les oeufs. (87)
Il a été essayé contre les larves de moustiques à la dose de 220 g/ha et a donné de bons résultats.

TOXICITE

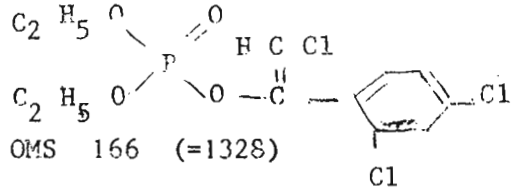
DL 50 per os pour le rat 340 mg/Kg ; chlorhydrate 355 mg/Kg,
per os pour le lapin 625 mg/Kg,
cutanée (chlorhydrate) pour le lapin supérieure à 4000 mg/Kg.
Pour les poissons CL 50 : 11,7 ppm/24 h pour la truite,
1 ppm/24 h pour Lepomis macrochirus

## C H L O R F E N V I N P H O S

Ester phosphorique
Groupe des phosphates

Phosphate de diéthyle et de chloro-2-(dichloro 2,4 phényl)-1-vinyle

FORMULE



SYNONYMES Birlane ®, OMS 166 (=1328)

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Huile incolore de densité 1,36 , sa tension de vapeur est de 1,7 . $10^{-7}$ mm Hg à 25°C.

Le chlorfenvinphos s'hydrolyserait lentement en milieu alcalin ou acide .

Il est corrosif pour les métaux, par contact prolongé.

Très faiblement soluble dans l'eau, il est miscibde avec les solvants organiques usuels.

FORMULATIONS

Granules 10% , concentré pour émulsion 24%, poudre 25%.

ACTIVITE et EMPLOI

Le chlorfenvinphos peut être employé contre les larves de Culex se développant dans les fosses d'aisance, en granules à 10% , à la dose de 5 g de granules par fosse.

TOXICITE

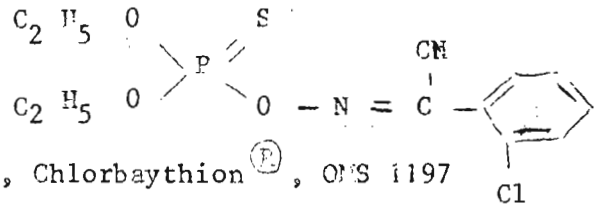
DL 50 per os pour le rat 24-39 mg/kg
per os pour la souris 117-200 mg/kg
per os pour le lapin 180-400 mg/kg
cutanée pour le rat 1250-2500 mg/kg

# CHLORPHOXIM

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de 2-chloro, alpha-cyanobenzaldimine

FORMULE



SYNONYMES BAY® 78182 , Chlorbaythion®, OMS 1197

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le chlorphoxim se présente sous forme d'une poudre cristalline blanc-jaunâtre.
Il est stable dans les conditions ordinaires de conservation.
Presqu'insoluble dans l'eau, le chlorphoxim est soluble dans les alcools, les cétones et les solvants chlorés.

## FORMULATIONS

Concentré pour émulsion à 20% , poudre mouillable à 50%.

## ACTIVITE ET EMPLOI

Au cours d'essais sur le terrain , le chlorphoxim s'est montré actif, en traitement spatial extérieur, contre les anophèles et , en traitement larvicide, contre les simulies.

## TOXICITE

Les doses toxiques du produit technique sont supérieures à 2000 mg/Kg.

# C H L O R P Y R I F O S

| VECTEURS | adulticide : Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Aedes et Psorophora | | | U L V 17g/ha | |
| Culex | | | U L V 25g/ha | |
| Mansonia | | | Cf. Aedes et Psorophora | |
| Cimex | E. 0,5 % ruiss. | | | |
| Blattes | E.0,5% 4 1/100 m2 | | | |
| Xenopsylla | | | | Avions P.40% 70mg/m3 |
| Ixodes | | E.1,12-2,24 kg/ha | | |
| Cératopogonidés | | | Cf. Aedes et Psorophora | |

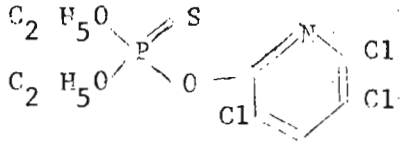
| VECTEURS | larvicide |
|---|---|
| Anopheles | S. 11 - 16 g/ha |
| Aedes aegypti et voisins | S.E. (périfocal ) 2g (m.a ;)/m2 |
| Aedes et Psorophora eaux de crues | Gr. 50-180 g (m.a.)/ha ; avant les crues 0,56 - 1,12 kg/ha |
| Culex | E. 0,5-5 ppm ou 300-400 g/ha ; Gr. 3% 0,5 ppm. |
| Cératopogonidés | Gr. 1% 55-60 g (m.a.) / ha ; 112 g (m.a.)/ha |

# C H L O R P Y R I F O S

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de (3,5 , 6 trichloro, 2 pyridina)

FORMULE



SYNONYMES Dow Co 179 ®, Dursban ® - OMS 971

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Solide blanc peu volatil : tension de vapeur 1,87 . $10^{-5}$ mm Hg à 25°C
Le Chlorpyrifos est stable en milieu neutre ou acide faible, il est hydrolysé. par les bases fortes. Il est stable en solution huileuse. Il est très peu soluble dans l'eau (2 ppm), très soluble dans l'acétone et le xylol, il est peu soluble dans les solvants chlorés.

## FORMULATIONS

Concentré pour émulsion, poudres mouillables, granules.

## ACTIVITE

Le chlorpyrifos est un insecticide à large spectre, employé aussi bien comme adulticide que comme larvicide. Son action sur les arthropodes est généralement lente à se manifester. On l'utilise contre les moustiques, les culicoïdes, les punaises, les puces et les tiques. Il a montré une activité satisfaisante contre les Anophèles en traitement spatial extérieur. Au cours d'essais sur le terrain, il s'est montré actif sur les larves de simulies à la dose de 0,03 ppm/30 mn.

## TOXICITE

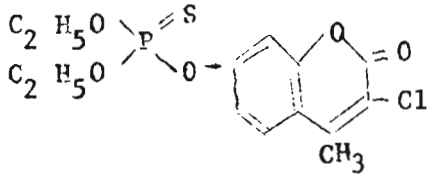
DL 50 per os pour le rat 135-163 mg/Kg
pour le lapin 1000-2000 mg/Kg
Cutanée pour le lapin 2.000 mg/Kg
DL 50 pour les poissons (Goldfish) Carassius auratus: 0,18 ppm/24 h,
Poecilia reticulata 0,22 ppm/ 24 h

## COUMAPHOS

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de 3-chloro-4-méthyl-7-coumarine

FORMULE



SYNONYMES Asuntol R, Co-Ral R, Muscatox R, Resistox, Garrapatox R, Potasan R, OMS 485.

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Cristallin incolore, sous sa forme technique se présente comme des cristaux brûnatres. Sa tension de vapeur est de $1.10^{-7}$ mm Hg à 20°C et sa dEnsité de 1,474.
Stable en milieu aqueux neutre et acide. En milieu alcalin dilué, le noyau pyrone est brisé.
Presque insoluble dans l'eau (1,5 ppm) et dans les huiles de pétrole.
Peu soluble dans les solvants organiques.

FORMULATIONS

Poudre mouillable à 30% , poudre sèche, solution.

ACTIVITE ET EMPLOI

Actif sur les mouches et les moustiques . Il a perdu de son importance en entomologie médicale depuis l'apparition de l'Abate, du Dursban et du Fenchlorphos.
Il est surtout utilisé contre les ectoparasites du bétail et, en particulier , contre les tiques sous forme de poudre ou de lotion à 0,5-1 % , contre les puces, en poudre à 0,5% (contenant 1% de trichloron) ou liquide à pulvériser à 1% ou liquide pour immersion à 0,2%-0,5%.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 13 - 41 mg/kg
cutanée pour le rat 860 mg/kg
Les rats supportent pendant deux ans des régimes contenant 100 ppm de coumaphos .

D.D.T.

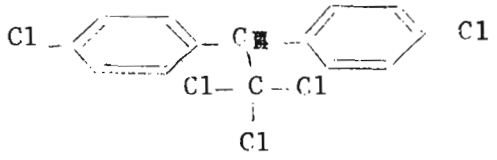
| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spatial extérieur ou Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Anopheles | S.E. sol. 5% 1-2 g (m.a.) /m2 | | sol. 3% qs.<br>sol. 2% pyrethre 35g/100 m3 | sol. 8% fogging 20 l/km*<br>E. 5% atomis. 30 l/km |
| Ae. aegypti et voisins | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | Cf. Anopheles |
| Aedes, Psorophora eaux de crue | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | E.P. 224g (m.a.)/ha<br>sol. 8% foggins 20 l/km*<br>E. 5% atomis. 30 l/km |
| Culex | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | Cf. Aedes et Psorophora |
| Mansonia | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | sol. E. 5% 24-48 l/km |
| Phlébotomes | Cf. Anopheles | S.E. Sol. 5% 1-2g/m2 | | |
| Cératopogonidés | S.E. sol. 5% qs<br>sol. 5% 1,2 l/25m2* | | Cf. Anopheles | E.P. 224g (m.a.)/ha |
| Simulies | | | | sol. E. 5-10% 224g (m.a) ha<br>sol. 20% hélicoptère 20 mg/m2 * |
| Musca domestica et mouches domestiques | Cf. Anopheles sol. 5% ruiss.* | L. Pm. 5% ruiss. * | Cf. Anopheles | E. 5% atomis. 30 l/km *<br>E. sol. 5% 24-48 l/km |
| Tabanides | | | | E.P. 224g (m.a.)/ha |
| Glossines | | S.E. 5 % ruiss.<br>E. 5% 42 l/km | | Aérosol 448g (m.a.)/ha<br>sol. 8% fogging 20 l/km*<br>E. 5% atomis. 30 l/km |
| Cimex | sol. E. 5% 3-4 l/100m2<br>sol. 5% ruiss. | | | |
| Pulex, Xenopsylla (tous stades) | P. 5-10% qs sol. E. 5% 1 l/20-25 m2 | E. 10% 30g/carrier* | | |
| Ctenocephalides | sol. 5% 4-8 l/100m2 | | | |
| Pou du corps | | | | Trait. vêtements, literie<br>P. 10%, E. 1-5%, savons 3%<br>P. 10% 20g/individu * |
| Pou de tête | | | | Trait. homme<br>NBN 6% shampoing<br>P. 10% 20g/individu * |
| Pou du pubis | | | | Trait. homme<br>P. 10% qs<br>P. 10% 30g/individu * |
| Ixodes | P. E. 5% 4-8 l/100 m2<br>sol. 5% ruiss.* | S.E. P. 2,24kg (m.a.)/ha<br>E. sol. 5% 235 l/ha*<br>Gr. 10% 20 kg/ha | | Trait. animaux<br>P. 5% qs, sol. 1% qs |
| | larvicide | | | |
| Anopheles | E. 224g (m.a.)/ha, [illegible] dans rizière anophélienne par avion 0,63/ha, sol E. 5% 9 [illegible] l/ha* P. [illegible] 3-4 kg/ha* | | | |
| Ae. aegypti et voisins | S.E. 1,25 - 5% 224g (m.a.)/ha, sol. E. 5% 3-30l/ha* | | | |
| Aedes et Psorophora | S.E. Pm. 224g (m.a.)/ha; avant crues: Gr. 5-10% ou Pm. 50% 560-1120g/ha, sol. E. 5% 3-30l/ha* | | | |
| Culex | Effet sur [illegible] : [illegible] 1,12-11,2 kg/ha ; sol E. 5% 3-30l/ha* | | | |
| Plebotomes | S.E. 2g (m.a.)/m2 | | | |
| Cératopogonidés | E. 5% 1,2 (m.a.)/m2* E. 1120 g/ha | | | |
| Simulies | E. 25-30% 0,[illegible] gm /30 mn. | | | |
| Musca domestica | Sol. E. 5% 0,[illegible] g (m.a.)/m2 | | | |
| Tabanides | E. 5% 1,2 (m.a.) l/ha* | | | |

## D D T

Organochloré

α,α dichlorodiphényl, β ,β, β , trichloroéthane

FORMULE




SYNONYMES Chlorophénothane, Zeidane, OMS 16

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Poudre blanche fondant à 109°. Le produit commercial est un mélange d'isomères à 77% de pp' DDT. Sa tension de vapeur est de 1,3. $10^{-7}$ mm Hg à 20°C et sa densité de 1,54.

Stable à l'air et à la lumière , il est détruit par les alcalis. Le DDT est très rémanent.

Il est insoluble dans l'eau, soluble dans les divers solvants organiques (kérosène, acétone chloroforme, hexane etc...). Modérément soluble dans les huiles de pétrole.

FORMULATIONS

Poudres, poudres mouillables, solutions, émulsions, bombes aérosols.

ACTIVITE

Insecticide de contact très actif contre les Diptères, il peut également agir par ingestion. Le DDT n'a pas d'action ovicide. Les crustacés sont très sensibles au DDT.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 113-300 mg/Kg
pour la souris 150-300 mg/Kg
pour le lapin 250-300 mg/Kg

Cutanée pour le rat 2510 mg/kg
pour le lapin 2820 mg/Kg

Le DDT en poudre n'est pas irritant pour la peau et ne peut la traverser. En solution dans l'huile ou les solvants organiques il peut pénétrer dans la peau. Le DDT s'accumule dans les graisses des mammifères. Il est toxique pour les oiseaux.
Le DDT est toxique pour les poissons dont il perturbe la reproduction.
DL 50 pour Lepomis macrochirus (bluegills) 0,099 ppm/24 h.

# D I A Z I N O N

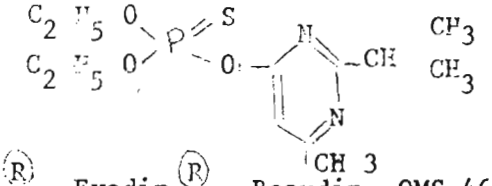
| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial intérieur | Trait. spatial extérieur ou trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Musca domestica et mouches domestiques | E. 1-2% 0,4-0,8g/m2 | E. 1% ruiss. * | Sol. 0,1% qs | E. sol 1-5% 336-350g/ha cordelette+parathion 1m/m2 au sol appât liquide 0,1-0,2% appât sec 1-2%/50-120 g/m2 (sauf Stomox *) |
| Tabanides Chrysops | | | | sol. 300-500 ml/ha |
| Cimex | E. sol. 0,5% ruiss.<br>E. 75-200mg/m3 | | | |
| Blattes | P. 2-2,5% qs sol. 0,5-1% 4 l/100m2 | | | |
| Xenopsylla | P. 1-2% qs. | | | |
| Ctenocephalides | P. 2% qs sol. 0,5-1% 4-8 l/100m2 | sol. E. 1% 4-8 l/100m2 | | |
| Ixodes | P. E. 0,5% 4 l/100m2 | E. 1,12-2,24 kg/ha<br>Gr. 2% qs | | |
| - VECTEURS | larvicide | | | |
| M. domestica et mouches domestiques | E. sol. 0,25% 28-58 l/100 m2 | ; E. 0,25% ruiss.* | ; endothérapie: | poulets 150 ppm dans l'eau |
| Cératopogonidés | 250g (m.a.)/ha | | | |

## D I A Z I N O N

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de (2-isopropyl-4-méthyle) pyrimidyle

FORMULE



SYNONYMES Diazinon ®, Exodin ®, Basudin, OMS 469

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Liquide incolore quand il est pur. Le produit technique est brun pâle.
C'est un corps assez volatile : tension de vapeur : 1,4. $10^{-4}$ mm Hg à 20°C Sa densité est de 1,116 - 1,118.
Relativement stable en milieu alcalin dilué , il s'hydrolyse lentement dans l'eau et les acides dilués. Il n'est pas corrosif.
La solubilité dans l'eau du diazinon est de 40 ppm. Il est très soluble dans l'éther, l'alcool, le benzène, l'hexane, le cyclohexane, l'éther de pétrole.

FORMULATIONS

Concentré pour émulsion à 25% , poudres mouillables à 25% , poudres à à 4%.

ACTIVITE

Le diazinon sert au traitement des étables et entre dans la composition de bains insecticides . Il est employé contre les mouches domestiques , les taons, les puces, les blattes et les tiques.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 100-600 mg/Kg
pour la souris 80-135 mg/Kg
pour le lapin 130-143 mg/Kg
cutanée pour le rat 455-900 mg/kg

Le diazinon est toxique pour les poissons.

## D I C H L O R V O S

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial intérieur | Trait. spatial extérieur, trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Ae. aegypti et voisins | | | | Citernes: résines 20% 100g/3-8m3 |
| Aedes, Psorophora | | | résines 20% 100-200g/28m3 | E. 56-280 g/ha |
| Culex | | | | E. 56-280g/ha Collecteurs égouts cf. Ae. aegypti |
| Mansonia | | | | cf. Aedes, Psorophora |
| Cératopogonidés | | | | cf. Aedes, Psorophora |
| Musca domestica et mouches domestiques | | | | appâts liquide 0,1-0,2%<br>E. sol. 1-5% 336-490g/ha |
| Tabanides, Chrysops | | | | E. sol. 1-5% 336g/ha |
| Cimex | sol. 0,5%<br>2-4 l/100m2 | | | |
| Blattes | sol. 0,5%<br>4 l/100m2 | | | |
| Xenopsylla | | | | Conteneurs de marchandises résine 20% 100g/9m3 |
| Ctenocephalides | | | | animaux sol. 0,2%, colliers ou bandes |
| Ixodes | | | | animaux sol. 0,1% immersion |

# D I C H L O R V O S

Ester phosphorique
Groupe des phosphates

O,O-diméthyl-2,2-dichlorovinyl phosphate

FORMULE



SYNONYMES Vapona®, Canogard®, DDVP , OMS 14

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Liquide ambré de densité 1,415, tension de vapeur 1,2. $10^{-2}$ mm Hg à 20°C
Il est relativement stable à la chaleur. Le dichlorvos s'hydrolyse rapidement en solution alcaline, moins rapidement dans les solutions acides.
La décomposition d'une solution saturée à 1% est de 3% par jour.
Le dichlorvos est peu soluble dans l'eau, environ 0,9% à 20° . Il est peu soluble dans le kérosène, les huiles minérales et la glycérine, miscible aux solvants aromatiques, aux solvants chlorés et aux alcools.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion, concentrés pour fogging, résines imprégnées.

ACTIVITE

Le dichlorvos s'emploie contre Aedes aegypti et les Aedes voisins, contre les Aedes et Psorophora des eaux de crue, contre les Culex, les mouches domestiques, les Tabanides, les puces, les punaises, les blattes, les tiques.

Le Canogard® est un anthelmintique vétérinaire.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 50-80 mg/kg
pour la souris 184 mg/kg
cutanée pour le rat 75-107 mg/kg
pour le cobaye 1.425 mg/kg

Peu toxique pour les poissons
DL 50 1.000 ppm/24h pour Lepomis macrochirus (bluegills)

## D I E L D R I N E

adulticide

| VECTEURS | Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Anopheles | S.E.sol.0,5g(m.a.)/m2 | | | |
| Aedes aegypti et vois. | Cf. Anopheles | | | |
| Culex | Cf. Anopheles | | | |
| Mansonia | Cf. Anopheles | | | |
| Phlebotomes * | Cf. Anopheles | | | |
| Cératopogonidés | | | E.S.Pm.112-1400g(m.a.)/ha | |
| Musca domestica et mouches domest. | Cf. Anopheles<br>E.0,5% ruiss. * | E.1% ruiss. * | | |
| Glossines | E.3% ruiss.<br>E.1,5% 42 l/km | Aérosol 30-45g (m.a.)/ha | | |
| Réduviides | S.E.sol.1g(m.a.)/m2<br>E.sol.0,5% 4 l/100m2 | | | |
| Blattes | P.1% sol.0,5% 4 l /100m2 sol.0,5% ruiss. * | | | |
| Puces(tous stades) * | P. 2% | P.2% 30g/terrier | | |
| Ixodes | P.E.0,5% 4 l/100m2 | S.E.P.1,12-2,24kg(m.a.)/ha<br>sol.E.0,5% 235-470 l/ha | | |
| Trombiculides | | S.E.P.2,24km(m.a.)/ha<br>E.0,5% 60-100 l/ha: | | |

larvicide

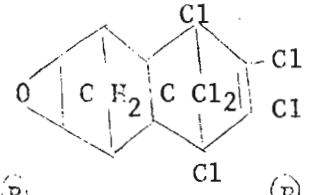
| VECTEURS | |
|---|---|
| Anopheles * | E. 0,5% 9 l/ha * |
| Ae.aegypti et vois. | S.E. 1,25% 1ppm E.0,5% 3-30 l/ha |
| Aedes et Psorophora | E. E.0,5% 3-30 l/ha * ; avant la crue :Gr.P.Pm. 2,2- 4,5 kg/ha |
| Culex | Effet rémanent : E. 1,12-3,36 kg(m.a.)/ha ; E.0,5% 3-30 l/ha * |
| Cératopogonidés | E.5% 120-1200g (m.a.)/ha * E. 112-1400 g/ha |
| Simulies | E. 0,25 ppm/30 mn |
| M.domestica | E.0,5% ruiss. * ; E.S.P. 0,25—2,5% : 28-58 l/100 m2 |
| Tabanides, Chrysops | Gr. 336 g(m.a.)/ha ; E.5% 1kg (m.a.)/ha * E. 4 kg/ha |

# D I E L D R I N E

Organochloré
Dérivé de l'hexachlorocyclopentadiène

1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a octahydro-1,4-endo,exo-5,8- diméthanonaphtalène.

FORMULE




SYNONYMES Alvit ®, HEOD, Octalox ®, OMS 18

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le dieldrine pure est un solide cristallin incolore. La dieldrine technique contient au moins 95% de HEOD. Densité 1,75 à 20°C. Tension de vapeur 7,78. $10^{-7}$ mm Hg à 20°C

Elle est stable à la température ambiante, réagit avec les acides concentrés.

Presqu'insoluble dans l'eau (moins de 0,1 ppm), modérement soluble dans dans la plupart des hydrocarbures aromatiques et paraffiniques, les solvants halogénés, les esters et les cétones. Partiellement soluble dans l'alcool.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion 150 à 200g/L, granules 2-5%, poudre mouillable 50-75%, poudre 1,2, 10%

ACTIVITE

Action par contact et par ingestion.

Employé contre les anophèles, Aedes aegypti et les Aedes voisins, les Culex, les Mansonia, les mouches domestiques, les glossines, les culicoïdes, les réduviides, les blattes, les tiques et les trombiculides.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 46-80 mg/kg
pour la souris 38 mg/kg
pour le lapin 45-50 mg/kg
cutanée pour le rat 10-107 mg/kg
pour le lapin 100 mg/kg

La dieldrine est très toxique pour les poissons. La tolérance moyenne limite pour 96 h d'exposition est de 0,037 ppm pour Carassius auratus et 0,008 ppm pour Lepomis macrochirus.

## D I M E T H O A T E

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Musca domestica et mouches domestiques | E. 1-2,5% 0,4-1,6g (m.a.)/m2 | | sol. E.1-5% 224g - 300 g/ha | Cordelette imprégnée 1m/1m2 au sol<br>Appât liq. 0,1-0,2% |
| Tabanides, Chrysops | | | Cf. M.domestica | |
| Ixodes | | E. 2,24kg(m.a.)/ ha | | |

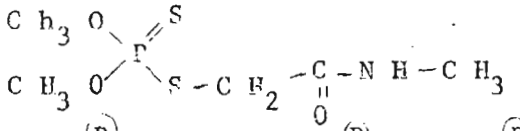
| VECTEURS | larvicide |
|---|---|
| M.domestica | E.sol. 0,25-2,5% 28-58 l/100m2 ;Endothérapie :poulets E.44 ppm dans eau |

# DIMETHOATE

Ester phosphorique
Groupe des phosphorodithioates

Thiophosphate de dimethyle et de thiolométhylcarbamylméthyle

FORMULE



SYNONYMES Cygon ®, Perfekthion ®, Rogor ®, Roxion ®, OMS 94 (111)

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Pur c'est un solide incolore. Le produit technique est une huile brun-jaunâtre. Densité 1,297. Tension de vapeur 8,5. $10^{-6}$ mm Hg à 25°C.

Ce produit s'hydrolyse lentement en solution acide, plus rapidement en solution alcaline. Il est légèrement corrosif pour le fer.

La solubilité dans l'eau est de 2,5% pour le produit pur, 3,9% pour le produit technique. Il se solubilise aisément dans les solvants organiques, sauf l'éther de pétrole et les huiles minérales.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion 20, 40 , 50% , poudre mouillable 20% , granules 5%.

ACTIVITE

Il est employé contre les mouches, les tabanides et les tiques.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 250-600 mg/kg
pour la souris 60-250 mg/kg
Cutanée pour le rat 600-1200 mg/kg

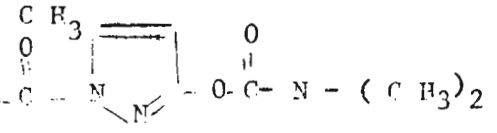
Le diméthoate est otxique pour les poissons (DL 100 pour *Gambusia affinis* 40 à 60 ppm, 4 jours).

## D I M E T I L A N

Carbamate

N , N diméthylcarbamate de [ 3-méthylpyrazolyl, (2-5) ]

FORMULE



SYNONYMES Dimetilan®, Dimétilane, Snip®, OMS 479

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Solide incolore. Tension de vapeur 1. $10^{-4}$ mm Hg à 20°C
Le dimétilan est hydrolysé par les acides et les alcalis, c'est un produit non-corrosif.

Sa solubilité dans l'eau est de 24% à 25°C, il est très soluble dans la plupart des solvants organiques.

FORMULATIONS

Appât pour les mouches , concentré pour émulsion 25%

ACTIVITE ET EMPLOI

Employé contre les mouches domestiques sous forme de cordelettes imprégnées. ( 1m de cordelette par 1 m2 au sol).

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 47-64 mg/kg
pour la souris 60-65 mg/kg
cutanée > 2000 -> 4000 mg/kg

La toxicité pour les poissons est inconnue.

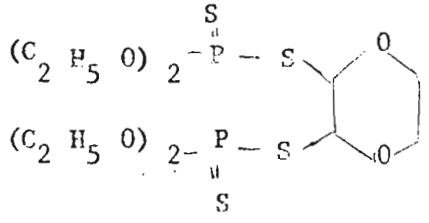
# D I O X A T H I O N

Ester phosphorique

Groupe des phosphorodithioates

2,3-p-dioxanedithiol S,S-bis (O,O-diethyl phosphorothiolothionate)(U.S.)

FORMULE



SYNONYMES Delnaw®, Navadel®

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le dioxathion technique se présente sous forme d'un liquide brun de densité 1,257. C'est un mélange d'isomères à 68-75% de dioxathion cis et trans.

Il est hydrolysé par les alcalis et est instable en présence de fer. Peu soluble dans l'eau 1% , soluble dans l'hexane, le kérosène et la plupart des solvants organiques.

FORMULATION

Le dioxathion existe sous forme de concentré pour émulsion à 50%

ACTIVITE ET EMPLOI

Il est utilisé à 0,15% pour le traitement par immersion des animaux porteurs de tiques et en applications externes pour les porteurs de puces.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 23-43 mg/kg
pour la souris 50-176 mg/kg

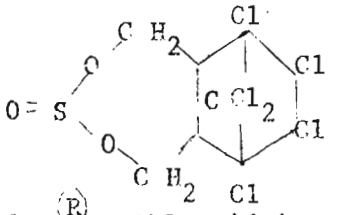
Cutanée pour le lapin 107 mg/kg

## E N D O S U L F A N

Organochloré
Dérivé de l'hexachlorocyclopentadiène

1,2,3,4,7,7a hexachlorocyelo 2,2,1 heptane-5,6 sulfite de bioxyméthylène.

FORMULE




SYNONYMES Thiodan ®, Chlortiépin, OMS 570

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Solide incolore quand il est pur, le produit technique est jaune et contient 90 à 95% d'endosulfan. Sa densité est de 1,475 , Sa tension de vapeur de 9. $10^{-3}$ mm Hg à 80°C.

L'endosulfan est lentement hydrolysé par les bases et les acides dilués.

Il est pratiquement insoluble dans l'eau, mais soluble dans la plupart des solvants organiques : xylène, chloroforme, alcool, huiles minérales.

FORMULATIONS

Emulsions (17,5; 35%), poudres mouillables (17,5;35; 50%), poudres (1,5;3;4%), solution huileuse (5%),granules (5%)

ACTIVITE ET EMPLOI

Il a été employé par avion contre les glossines, à la dose de 30g/ha, sous forme d'aérosol.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 40-110 mg/kg
cutanée pour le rat 74-130 mg/kg
cutanée pour le lapin 360 mg/kg

L'endosulfan est très toxique pour les poissons, la CL 100 pour la plupart des espèces est de l'ordre de 0,001 ppm, la CL 50 pour les truites 0,01 ppm.

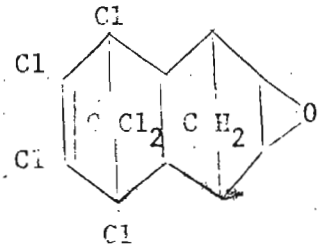
Ce produit a accidentellement pollué le Rhin en 1969 détruisant un très grand nombre de poissons.

## E N D R I N E

Organochloré
Dérivé de l'hexchlorocyclopentadiène

1,2,3,4,10,10-hexachlore-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo, endo-5,8 diméthanonaphtalène.

FORMULE




SYNONYME OMS 197

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un produit cristallin incolore de densité 1,64 à 20°C. Sa tension de vapeur est de 2. $10^{-7}$ mm Hg à 25°C

L'endrine est stable à la température ordinaire, stable en milieu alcalin, instable en milieu acide fort. L'endrine n'est pas corrosive pour les métaux.

Pratiquement insoluble dans l'eau, ce produit est peu soluble dans les alcools et les huiles minérales.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion à diverses teneurs, poudres mouillables à 25 et 50% , poudres à 1 et 2% , granules 1 à 5%.

ACTIVITE ET EMPLOI

On peut l'utiliser comme larvicide contre Musca domestica, en application directe d'émulsion à 0,25% de matière active, à un taux suffisant pour mouiller le milieu traité.

TOXICITE

L'emploi de l'endrine est interdit en France en raison de son excessive toxicité aigue et cumulative.

DL 50 per os pour le rat 5-45 mg/kg
pour le lapin 7-10 mg/kg
cutanée pour le rat 15 mg/kg
pour le lapin 60-120 mg/kg

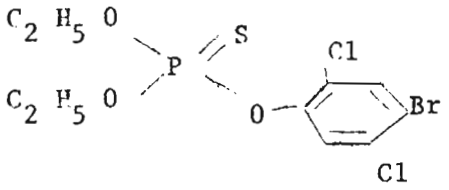
L'endrine est très toxique pour les poissons.

## E T H Y L - B R O M O P H O S

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de 2,5-dichloro-4-bromophényle

FORMULE




SYNONYME OMS 659

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Liquide jaune de densité 1,52-1,55 et de tension de vapeur $4,6.10^{-5}$ mm Hg à 30°C

L'éthyl-bromophos s'hydrolyse lentement en milieu aqueux alcalin au delà de pH 9. Il n'est pas corrosif/.

Il est très peu soluble dans l'eau (2 ppm), mais il est miscible avec les solvants organiques usuels.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion à 40 et 80% , poudre à 25%, granules à 5%

ACTIVITE ET EMPLOI

Ce composé est d'un usage peu courant en entomologie médicale. Il est actif , sous forme de granules à 5%, à la dose de 500g (m.a.) /ha, contre les larves des espèces d'Aedes et de Psorophora des eaux de crue.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 71 à 270 mg/kg
per os pour la souris 225-550 mg/kg
cutanée pour le lapin 1366 mg/kg

En inhalation chez le rat , le DL 50 est de 1,66 ppm pendant 2 heures.

Toxicité pour les poissons

pour Gambusia affinis à 0,5-1,1 ppm il n'y a presque pas de mortalité à l'inverse du bromophos.

# F E N C H L O R P H O S

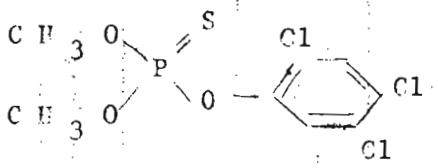
| VECTEURS | Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial intérieur | Trait. spatial exté ou trait. spécieux |
|---|---|---|---|---|
| **adulticide** | | | | |
| Musca domestica et mouches domestiques | E.1-5% 1-2g(m.a.)/m2 | | sol. 2% qs | sol.E.1-5% 448g(m.a.) /ha<br>Appâts liq.0,1-0,2% ; sec 1-2% |
| Tabanides, Chrysops | | | | sol.E. 1-5% 448g (m.a.)/ha |
| Ctenocephalides | Sol. 1-2% 4-8 l /100 m2 | Sol. 1-2% 4-8 l /100 m2 | | Animaux sol. 0,25% immersion endothérapie 55mg/kg |
| Cimex | Sol.E. 1% 2-4 l/100m2 | | | |
| Ixodes | E.2% 4-8 l/100m2 | | | Animaux sol. 1% immersion endothérapie: 0,55 mg/kg |
| **larvicide** | | | | |
| VECTEURS | | | | |
| Musca domestica | E.sol.0,25-2,5% 48-58 l/100m2 ; endothérapie : poulets E.200 ppm dans l'eau | | | |

# F E N C H L O R P H O S

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de 2,4,5-trichlorophényle

FORMULE



SYNONYMES Nankor®, Korlan®, Trolene®, Etrolene®, Ronnel Viozene®, O.M.S. 123

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le fenchlorphos se présente sous la forme d'une poudre cristalline blanche, à odeur caractéristique de mercaptan. Elle fond à 34-37°C. Le fenchlorphos est hydrolysé en milieu alcalin.
Sa solubilité dans l'eau est de 44 ppm à 20°C. Il est très soluble dans les solvants usuels : acétone (908 g/l), kérosène, tetrachlorure de carbone etc...

## FORMULATIONS

Poudre mouillable 25%, émulsion, granules.

## ACTIVITE

On l'utilise comme adulticide contre les mouches domestiques, les taons, les puces, les punaises, les tiques et comme larvicide contre les mouches.

## TOXICITE

C'est un des organophosphorés les moins toxiques pour les mammifères.

DL 50 per os pour le rat 1250-1750 mg/kg, cutanée 2000mg/kg,
pour la souris 2000 mg/kg,
cutanée pour le lapin 1500 mg/kg .

Sa toxicité pour les poissons est inconnue.

# F E N I T R O T H I O N

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur |
|---|---|---|---|
| Aedes aegypti et voisins | | | Aérosol 584-730 ml/ha |
| Culex | | | ULV 540 g/ha |
| Musca domestica et mouches domestiques | E. 1-5% 2g(m.a.)/m2 | | |
| Cimex | E. 0,25% ruiss. | | |
| Ixodes | | E. 1,12-2,24 kg/ha | |

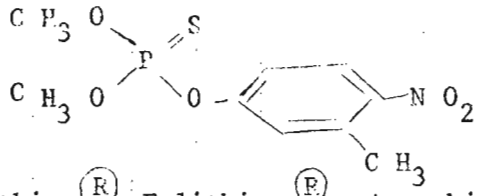
| VECTEURS | larvicide |
|---|---|
| Anophèles | E. 224-336 g (m.a)/ha |
| Aedes aegypti et voisins | E. (périfocal) 2 g (m.a.)/m2 |
| Aedes et Psorophora eaux de crue | E. 224-336 g (m.a.)/ha ; Gr. 3% 240-450 g (m.a.)/ha |
| Simulies | Pm. 0,5-1 ppm/10 mn |

# FENITROTHION

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de 3 méthyl-4-nitrophényle

FORMULE



SYNONYMES Sumithion®, Folithion®, Accothion®, Verthion®
OMS 43 (223).

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Huile jaune pâle de densité 1,3227. Sa tension de vapeur est de $5,4.\ 10^{-5}$ mm Hg à 20°C.
Le fénitrothion est instable en milieu alcalin.
Il est insoluble dans l'eau mais très soluble dans l'acétone, l'alcool, le benzène et les solvants chlorés.

FORMULATIONS

Il existe sous forme de concentré pour émulsion 50%, poudre mouillable 15 et 40% , poudres 2,3,5%.

ACTIVITE

Le fénitrothion est actif sur les adultes de moustiques, de mouches, de punaises. Il possède des propriétés acaricides. On l'emploie également comme larvicide contre les Culicidés et les Simuliidés.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 250-500 mg/kg ,
pour la souris 870 mg/kg,
cutanée pour la souris > 1.000 -> 3.000. mg / kg
Le fénitrothion est relativement peu toxique pour les poissons.

DL 50 pour Gambusia = 10 ppm. Dans les rizières la dose de 1kg/ha semble inoffensive.
La DL 50 pour Poecilia reticulata est de 3,32 / 24. h.

P E N T H I O N

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Anopheles | | | ULV 93% 82g/ha | |
| Ae.aegypti et voisins | | | ULV 50-112ml/ha | |
| Aedes et Psorophora | | | E.112g/ha ULV 1-4,7kg/l<br>75 ml-1,8 l/ha | |
| Culex | | | E. 112 g/ha | |
| Mansonia | | | cf. Aedes,Psorophora | |
| Cératopogonidés | | | E. 112 g/ha | |
| Musca domestica et mouches domestiques | E.1-2,5% 0,4-1,6g (m.a.)/m2 | | Sol.E. 1-5% 350-448g (m.a.)/ha | cordelette impr. 1m/1m2 au sol |
| Tabanides,Chrysops | | | cf. M.domestica | |
| Blattes | sol.3% 4 l/100m2 | | | appâts 0,125% |
| Xenopsylla | | | | P.20%(avions)70mg/m3 |
| Ixodes | E.3% 4 l/100 m2 | E.2,24kg(m.a.)/ha<br>E.sol.1-3% 235.l/ha*<br>ULV 0,6-2,3 l/ha | | |
| Trombiculides | | cf. Ixodes | | |

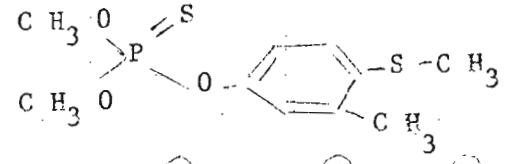
| VECTEURS | larvicide |
|---|---|
| Anopheles | E. 22-112 g/ha |
| Ae.aegypti et voisins | E. 1,25% 1 ppm ; S.E. 2g/m2 (périfocal) |
| Aedes et Psorophora | E.22-112g/ha Gr. 2% 80g(m.a.)/ha ; trait. avant crues E. 2,2-4,5 kg/ha |
| Culex | E. 0,5- 1 ppm ou 100-400g/ha P. Gr. 560 g/ha |
| Cératopogonidés | ULV 280 g/ha |
| Musca domestica | Endothérapie : poulets E. 50 ppm dans eau |

## F E N T H I O N

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de méthyl-3 parathiolométhyl-1-phényle

FORMULE



SYNONYMES Mercaptophos ®, Baytex ®, Entex ®, Lebaycid ®, Tiguvon ®, OMS 2

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Liquide incolore à l'état pur, le produit technique est brun et possède une odeur légèrement aliacée. Sa densité est de 1,250 et sa tension de vapeur de 3. $10^{-5}$ mm Hg à 20°C.

Le fenthion est stable à la lumière et en présence d'alcalis. Ceci lui donne une rémanence légèrement supérieure à celle des autres organophosphorés.

Le fenthion est peu soluble dans l'eau 50 mg/l, mais soluble dans la plupart des solvants organiques.

FORMULATIONS

Concentré pour émulsion 50%, poudre mouillable 25 et 40%, poudre 3%.

ACTIVITE

C'est un des organophosphorés les plus persistants. Il est préconisé comme adulticide contre les moustiques, les mouches, les taons, les blattes, les ixodes et les trombiculides et comme larvicide contre les moustiques et les mouches domestiques. Il n'est pas recommandé pour les aspersions domiciliaires à action rémanente.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 215-316 mg/kg,
cutanée pour le rat 320-410 mg/kg,
en inhalation 1 cm3/m3 ne donne aucun symptome chez le lapin et le cobaye, 10cm3/m3 sont mortels en 24h pour les souris.

Par voie orale 25mg/kg protègent les bovins contre l'hypoderme.
Pour les poissons la toxicité du fenthion est faible DL 50 pour Poecilia reticulata 10 ppm/24h, pour Tilapia 5 ppm (PERKOW, 1971).
Cependant certains auteurs rapportent une plus forte toxicité : DL50 pour Lepomis macrochirus 1,75 ppm/24h , pour Poecilia reticulata 1,75-3,32 ppm/24h, pour Gambusia affinis 2,00 ppm/24 h.

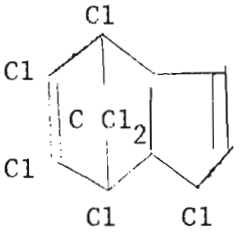
## HEPTACHLORE

Organochloré

Dérivé de l'hexachlorocyclopentadiène

1,4,5,6,7,8,8a-heptachloro-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-endo méthamoindène.

FORMULE




SYNONYMES Velsicol 104 ®, OMS 193

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Solide blanc cristallin quand il est pur, le produit technique est cireux. Le produit pur contient 72% d'heptachlore et 28% d'autres produits. Sa densité varie entre 1,57 et 1,59. C'est un insecticide légèrement volatil qui possède une certaine action fumigante (tension de vapeur $3.\ 10^{-4}$ mm Hg à 25°C)

L'heptachlore est stable dans les alcalis. Il est légèrement corrosif pour les métaux.

Il est pratiquement insoluble dans l'eau mais soluble dans de nombreux solvants organiques (acétone 75g/100ml, benzène 106, xylène 102, Cyclohexane 119 , alcool 4,5 ).

FORMULATIONS

Concentré pour émulsion, poudre mouillable, poudres de diverses teneurs.

ACTIVITE ET EMPLOI

Il est employé comme larvicide contre les culicoïdes (solution , émulsion, suspension 112-1400g ha) et contre les moustiques (émulsion 112g/ha). Contre les larves de Culex ces doses doivent être augmentées. Si l'on désire un effet rémanent contre les larves de Culex il faut appliquer 1,12 à 5,6kg/ha.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 100-162mg/kg,
pour la souris 68 mg/kg,
cutanée pour le rat 195-250 mg/kg,
pour le lapin 2.000 mg/kg.

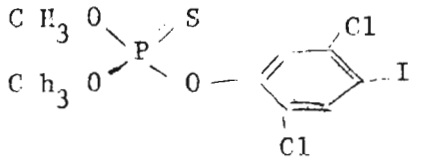
L'heptachlore est très toxique pour les poissons.

## IODOFENPHOS

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de 2,5-dichloro,4-iodophényle.

FORMULE




SYNONYMES Nuvanol®, Alfacron®, OMS 1211.

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

L'iodofenphos se présente sous forme de cristaux incolores, sa tension de vapeur est de $8 \times 10^{-7}$ mm Hg à 20°C.
Sa solubilité dans l'eau à 20°C est inférieure à 2 ppm. Il est soluble à 48% dans l'acétone, 61% dans le benzène , 86% dans le chlorure de méthylène. Il est peu soluble dans l'hexane et l'isopropanol.
Relativement stable en milieu neutre, faiblement alcalin ou acide, il se décompose dans les milieux fortement acides ou basiques.

FORMULATIONS

Poudre à 5%, concentré pour émulsion à 20% , poudre mouillable à 50%.

ACTIVITE ET EMPLOI

En formulation à 20% il a été employé en ULV contre Anopheles pharoensis à la dose de 1,5 l/ha .
Il a montré une bonne activité comme insecticide rémanent contre les vecteurs de paludismes. Il est actif pendant 3 mois en application sur les murs à 1-2 g/m2.
L'iodofenphos à 0,3 g(m.a.)/m2 est utilisé contre les mouches dans les dépôts d'ordures, en traitements hebdomadaires.

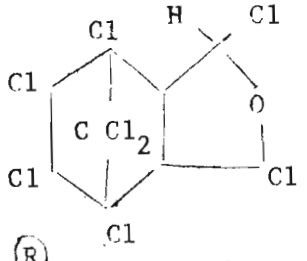
TOXICITE DL 50 per os pour le rat 2100 mg/kg,
per os pour le chien 3000 mg/kg,
cutanée pour le rat supérieure à 2000 mg/kg.
L'iodofenphos est peu toxique pour les oiseaux.
Pour les poissons, la tolérance moyenne limite pour 96 heures d'exposition est de 0,42 à 0,75 ppm pour Lepomis macrochirus , 1 à 1,33 ppm pour Carassius auratus, 0,06 à 0,10 ppm pour la truite arc-en-ciel.

# I S O B E N Z A N

Organochloré
Dérivé de l'hexachlorocyclopentadiène

1,3,4,5,6,7,8,8- octachloro-1,3,3a,4,7,7a hexahydro-4,7- methano isobenzofurane

FORMULE




SYNONYMES Telodrin®, OMS 206 (618)

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un solide incolore de densité 1,87, sa tension de vapeur est de $3.\ 10^{-6}$ mm Hg à 20°C.

Il est décomposé en milieu alcalin.

L'isobenzan est peu soluble dans l'eau : 0,1 ppm à 20°C. Il est très soluble dans les solvants organiques usuels.

FORMULATIONS

Poudre mouillable, poudre, solution.

ACTIVITE ET EMPLOI

Il a été utilisé en épandages aériens sous forme d'aérosols à la dose de 15 g/ha contre les glossines.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 7 mg/kg,
cutanée pour le rat 30 mg/kg,
cutanée pour le lapin 45 mg/kg.

L'isobenzan est toxique pour les poissons.

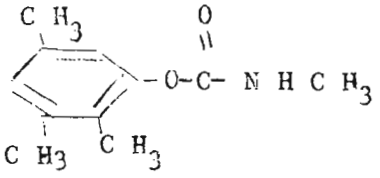
L'isobenzan est interdit en France.

## L A N D R I N ®

Carbamate

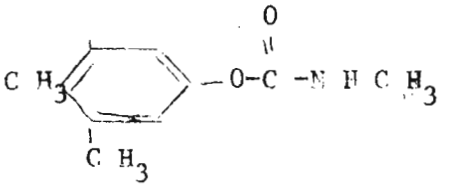
Méthylcarbamate de triméthylphényle

FORMULE




Méthylcarbamate de 2,3,5 triméthylphényle

(isomère A)




Méthyl carbamate de 2,3,5 triméthylphényle

(isomère B)

SYNONYME OMS 597

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le produit commercial Landrin ® est constitué de 4 parties d'isomère A pour une partie d'isomère B. C'est ce second composé qui constitue l'insecticide OMS 597.

L'isomère B est un solide cristallin de couleur brune.

Sa solubilité dans l'acétone , le xylène et le kérosène est supérieure à 10%.

ACTIVITE ET EMPLOI

Le Landrin ® a été essayé en traitement rémanent contre les anophèles.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 178 mg/kg,

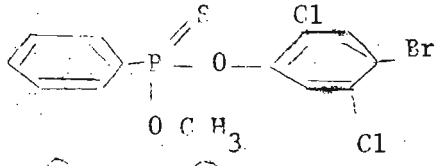
cutanée pour le lapin 2.500 mg/kg.

## L E P T O P H O S

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphonates

Phénylthiophosphonate de méthyle et de 2,5-dichloro,4-bromophényle

FORMULE




SYNONYMES Phosvel ®, Abar ®

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le leptophos est un solide blanc, amorphe, de densité 1,53 .
Sa solubilité dans l'eau est de 2,4 ppm. Il est assez peu soluble dans l'heptane et l'isopropanol, soluble à 14,20% dans le cyclohexane, à 47% dans l'acétone, il est très soluble dans le benzène.
Le leptophos est stable en milieu acide mais s'hydrolyse en milieu très alcalin.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion à 30% , poudre mouillable à 3% , granules à 5%.

ACTIVITE ET EMPLOI

Le Phosvel est actif sur les larves de moustiques à la dose de 50 à 100 g/ha.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 50 mg/kg,
cutanée supérieure à 800 mg/kg

Chez les poissons , la CL 50 pour la truite arc-en-ciel est de 0,01 ppm/ 96 h et pour Carassius auratus 0,13 ppm/ 96 h.

H.C.N.

| VECTEURS | adulticide Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Anopheles | S.E. sol.0,5% 0,5g (m.a.)/m2 | | E.0,5-1% atomis 30 l/Km * | |
| Ae.aegypti et vois. | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | |
| Aedes et Psorophora | | | P.E. 112-224g/ha E.0,5-1% atomis.30 l/km3 * | |
| Culex | Cf. Anopheles | | P.E. 112-224g/ha E.0,5-1% atomis. 30 l/km * | |
| Mansonia | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | |
| Phlebotomes | S.E.sol 0,25-1g (m.a.)/m2 E.sol.0,5% 0,5g (m.a.)/m2 * | S.E.sol. 0,25-1g (m.a.)/m2 | | |
| Cératopogonidés | sol.0,5% 1,2 l/25 m2 | | S.E.sol.Pm 112-224g/ha | |
| Simulies * | | | Sol.24% hélicop.5mg/m2* Sol. 100g/ha | |
| Musca domestica et mouches domestiques | S.E.sol.0,5-1% 4-8 l/100m2 E.0,5 ruiss.* | Sol.2% ruiss. * | E.sol.2% 24-48 l/km Sol 2% 30 l/km | |
| Tabanides, Chrysops | | | E.sol. 560g(m.a.)/ha | |
| Glossines * | | | E.0,5-1% atomis. 30 l/km * | |
| Cimex | sol.E.0,1-0,5%:2-4 l/100m2 sol. 0,5% ruiss.* | | | |
| Réduviides | S.E.sol 0,5(m.a.)/m2 E.sol.0,5 4 l/100m2* | | | |
| Pulex, Xenopsylla | P. 1-3% qs | | | |
| Ctenocephalides | sol.1% 4-8 l/100m2 | sol.1% 4-8l/100m2 | | |
| Pou du corps | | | | Vêtements, literie P.1% qs Homme P.1% 30 g/individu * |
| Pou de tête | | | | Homme shampoing 1%, sol.0,2% P.1% 20g/ individu * |
| Pou du pubis | | | | Homme shampoing.Pomm: sol.0,2% P.1% 30g/ individu * |
| Ixodes | P.E.0,5% 4 l/100m2: S.E.0,5% ruiss. * | S.E.P. 560g/ha | | Animaux sol. 0,03% P.1% |
| Ornithodorea | P.0.5% 15-20g/m2 S.0,1-12,5g/m2 | | | |
| Trombiculides | | P.S.E.300-500g(m.a.)/ha E.0,5% 60-100 l/ha* | | Abris des animaux nidsSol.E.0,5%ruiss.* |

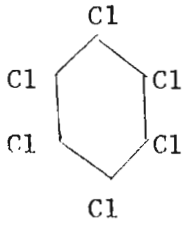
| VECTEURS. | larvicide |
|---|---|
| Anopheles | E. 112g/ha ; sol. 0,5%9 l/ha * |
| Aedes et Psorophora | E. 112g/ha ; sol.0,5% 3-30 l/ha * |
| Culex | E.> 112g/ha ; sol.0,5% 3-30 l/ha * Trait. rémanent 1-12 kg/ha |
| Plebotomes | S.E. 2g (m.a.)/m2 |
| Cératopogonidés | E. 0,5% 1 kg (m.a.)/ha * E. 112-1400 g/ha |
| Simulies | E. 1,5 ppm/30 mn |
| M.domestica | E.S.P. 0,25% - 2,5% 28-58 l/100m2 ; Stomoxes E.0,5% ruiss. * |
| Tabanides * | Cf. Culicoïdes |

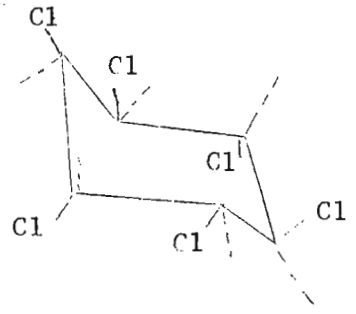
# L I N D A N E

Organochloré
Dérivé du cyclohexane

Hexachlorocyclohexane

FORMULE




isomère γ

SYNONYMES Gamma BHC , gamma HCH, gammexane ®, OMS 17

Le mélange d'isomères d'hexachlorocyclohexane à moins de 99% d'isomère γ est appelé en Europe HCH

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le lindane purifié à 99% est un solide blanc fondant à 112°C, il est volatil (Tension de vapeur 9,4. $10^{-6}$ mm Hg à 20°C).
C'est un composé stable sauf en milieu alcalin. Il est légèrement corrosif pour les métaux.
Le lindane est presque insoluble dans l'eau (10 ppm), il est soluble dans les solvants organiques et les huiles végétales.

FORMULATIONS

Emulsions, poudres mouillables , poudres.

ACTIVITE

Le lindane est actif par contact, ingestion et comme fumigant. C'est un insecticide à très large spectre d'activité employé aussi bien comme adulticide que comme larvicide.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 88-125 mg/kg,
pour le lapin 60-200 mg/kg,
cutanée pour le lapin 300-4.000 mg/kg,
pour le rat 900-1.000 mg/kg.

Le lindane est assez facilement métabolisé par les vertébrés.
Dose dangereuse pour l'homme 10-20 mg/kg * (61)
Il est très toxique pour les poissons.

## MALATHION

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial intérieur | Trait. spatial ext. ou trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Anopheles | sol.E.3% 2g(m.a.)/m2 | | sol. 2% qs | E.5%atomis.30 l/km* |
| Ae.Aegypti et voisins | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | ULV 225-450ml/ha<br>E.5% atoms. 30 l/km* |
| Aedes et Psorophora | | | Cf. Anopheles | ULV 42g/ha E.112-560g (m.a.)/ha<br>E.5%atomis. 30 l/km |
| Culex | Cf. Anopheles | | Cf. Anopheles | ULV 214g/ha |
| Mansonia | Cf. Anopheles | | | Cf. Aedes ,psorophora |
| Phlebotomes | Cf. Anopheles | | | |
| Cératopogonidés | sol.E. 6-8% qs<br>sol. 8% 1,2 l/25m2 | | | E. 112-560g(m.a.)/ha |
| Simulies | | | | E. 112-560g(m.a.)/ha |
| Musca domestica et mouches domestiques | sol. E.3% ruiss. *<br>S.E.5% 1-2g(m.a.)/m2 | E. 3% ruiss. * | sol. 5% qs | sol.E.1-5% 672g(m.a.)/ha E.5% 30 l/km *<br>Appâr liq. 0,1-0,2%<br>sec2% 50-120g/100m2*<br>liq.2% 4 l/100m2 * |
| Tabanides, Chrysops | | | | Sol.E.300-500ml/ha |
| Glossines | | | | E.5% atomis. 30 l/km* |
| Punaises | sol.0,5%-1% ruiss.*<br>sol.E.1-2% 2-4l/100m2 ou 50-g-1g/m2 | | | |
| Blattes | P.5%,sol.3% 4 l/100m2 | | | |
| Pulex,Xenopsylla | P.3-5% qs sol.E.3%<br>1 l/20-25m2 * | P.5% 30g/terrier * | | |
| Ctenocephalides | P.5% qs,sol.2% 4-8 l/100 m2 | sol.2% 4-8 l/100m2 | | Animaux sol.0,25-0,5% qs P. 4-5% |
| Pou du corps | | | | Vêtements,literie P.1%-4% qs Homme P1% 30g/individu |
| Pou de tête | | | | Homme sol.0,5% P.1% 20g/individu * |
| Pou du pubis | | | | Homme P.1% qs; P1% 30g/individu * |
| Ixodes | E. 2% 8 l/100m2 | sol.E. 1-3% 235 l/ha* | | Animaux P.5% qs sol.: 0,5% |
| Trombiculides | | sol. E. 2,24 kg/ha | | |

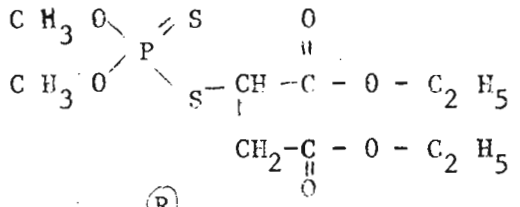
| VECTEURS | larvicide |
|---|---|
| Anopheles | E. 224-672 g/ha |
| Ae.aegypti et vois. | S.E. 2,5% 2g(m.a.)/m2 (périfocal) |
| Aedes et Psorophora | E.224-672 g/ha ; Gr. 5% 565 g/ha |
| Culex | E. > 224-672 g/ha |
| Cératopogonidés | 450 g (m.a.)/ha |
| Simulies * | sol. 3% à calculer en fonction du débit * |
| Musca domestica | E. sol. 0,25-2,5% 28-58 l/100 m2 ; E. 1% ruiss. * |

## MALATHION

Ester phosphorique
Groupe des phosphorodithioates

Thiophosphate de diméthyle et de thiolo-diéthylsuccinate

FORMULE



SYNONYMES Cythion®, malathon, OMS 1

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un liquide brun-jaune de densité 1,23, sa tension de vapeur est de 1,25 . $10^{-4}$ mm Hg à 20°C.

Il est stable en milieu aqueux entre les pH5 et 7. Il est corrosif pour le fer.

Légèrement soluble dans l'eau : 145 ppm, facilement soluble dans la plupart des solvants organiques, il l'est beaucoup moins dans l'éther de pétrole et certaines huiles minérales.

FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion à 25 et 86%, poudres mouillables à 25 et 50%, poudres à 4 et 5%, concentré pour ULV 95%.

ACTIVITE

C'est un adulticide très largement utilisé. Comme larvicide on l'emploie surtout contre les moustiques.

TOXICITE

Le malathion est un organophosphoré reletivement peu toxique pour les mammifères

DL 50 per os pour le rat 1375-2800 mg/kg,
pour la souris 771-3321 mg/kg,
cutanée pour le rat > 4000 -> 4444 mg/kg,
pour le lapin 4100 mg /kg.

Il est toxique pour les poissons.

La DL 50 pour la truite arc-en-ciel est de 0,1 mg/l.

# M E T H O X Y C H L O R E

| adulticide<br>VECTEURS | Trait. rémanent intérieur | Trait. spatial intérieur |
|---|---|---|
| Anopheles | | sol 3% qs |
| Aedes et Psorophora | | cf. Anopheles |
| Culex | | cf. Anopheles |
| Musca domestica et mouches domestiques | E.S. 5% 4-8 l/100 m2 | |
| Pulex | P. 5% qs sol. E. 5% 1 1/20-25m2* | |

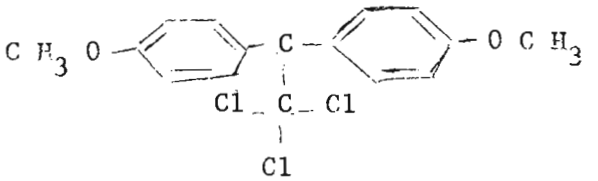
| larvicide<br>VECTEURS | |
|---|---|
| Simulies | sol. 15% par avion 2.4 l/km ; E. 0.2 ppm/15 mn. |
| Musca domestica | E.S.P. 0.25-2.5% 28-58 l /100 m2 |

# METHOXYCHLORE

Organochloré
Groupe du D.D.T.

2-2 bis paraméthoxyphenyltrichloréthane

FORMULE




SYNONYMES Marlate ®, methoxy-DDT , DMDT , OMS 466.

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un composé cristallin incolore de densité 1,41. Sa tension de vapeur est très faible.
Le méthoxychlore est plus stable que le DDT en milieu alcalin.
Il est pratiquement insoluble dans l'eau, très soluble dans la plupart des solvants organiques : benzène, éther, solvants chlorés.

## FORMULATIONS

Solutions pour nébulisation à froid, émulsions, poudre mouillable 25 et 50%.

## ACTIVITE

Il est actif contre les moustiques adultes, les mouches domestiques, les puces. On peut l'employer comme larvicide contre les simulies.

## TOXICITE

Le méthoxychlore est moins toxique que le DDT pour les vertébrés.
Il s'accumule moins dans les lipides.
DL 50 per os 5.000 - 7.000 mg/kg pour le rat,
pour la souris 1850 mg/kg,
pour le lapin > 6000 mg/kg,
cutanée pour le rat > 2000 mg/kg.

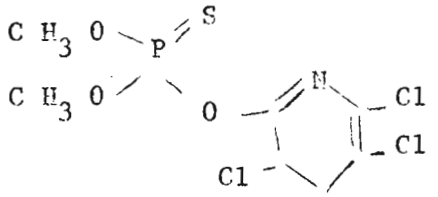
Le méthoxychlore est toxique pour les poissons
DL 50 pour les truites arc-en-ciel 0,052 ppm/24h.

# METHYLCHLORPYRIFOS

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de 3,5,6-trichloro,2-pyridine

FORMULE




SYNONYMES Dow Co 214 ®, Methyldursban , OMS 1155

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Cristaux blancs à faible odeur de mercaptan , le methylchlorpyrifos a une tension de vapeur de $4,22 \times 10^{-5}$ mm Hg à 25°C et $1,8 \times 10^{-4}$ mm Hg à 35°C.

Sa solubilité dans l'eau est de 4 ppm. Elle est de 23% dans l'hexane , 30% dans le méthanol et l'éthanol. Ce composé est très soluble dans la plupart des autres solvants organiques courants.
Le méthylchlorpyrifos est relativement stable en milieu neutre, mais est hydrolysé à pH 4 à 6 ou 8 à 10, avec une vitesse d'hydrolyse plus rapide en milieu basique.

FORMULATIONS

Poudre mouillable à 25% , granules à 1%, concentrés pour émulsion à 24 et 48%.

ACTIVITE ET EMPLOI

Le méthylchlorpyrifos est un produit expérimental à large spectre d'activité : moustiques (larves et adultes), punaises, blattes, puces (7).
Il est actif contre Culex p.fatigans.contre les larves de simulies et contre les mouches.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 941 mg/kg,
pour la souris 1122 mg/kg,
pour le lapin 2000 mg/kg,
cutanée pour le lapin supérieure à 2000 mg/kg.

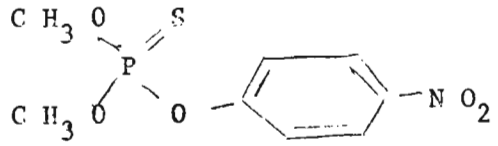
Il est peu toxique pour les oiseaux et les poissons.

# M E T H Y L P A R A T H I O N

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de paranitrophényle

FORMULE




SYNONYMES Metacide, Metron, Nitrox, Folidol M. , OMS 213.

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Il se présente sous forme d'un solide cristallin incolore. Sa densité est de 1,20-1,22 et sa tension de vapeur de 0,97. $10^{-5}$ mm Hg à 25°C. Le méthylparathion s'hydrolyse environ 5 fois plus vite que le parathion en milieu alcalin et en milieu acide. Il s'isomèrise par chauffage.

La solubilité dans l'eau de ce composé est de 50 à 60 ppm à 25°C. Il est très soluble dans les solvants organiques : alcool , acétone, benzène, chloroforme. Il est peu soluble dans l'éther de pétrole et les huiles minérales.

## FORMULATIONS

Poudres , poudres mouillables, concentrés pour émulsion.

## ACTIVITE ET EMPLOI

Le méthylparathion s'utilise comme larvicide contre Anopheles, Aedes Psorophora des eaux de crue sous forme d'émulsion à la dose de 112 g/ha et à des doses supérieures contre Culex.

## TOXICITE

Il est légèrement moins toxique que le parathion.

DL 50 per os pour le rat 12-42 mg/kg, cutanée 67 mg/kg,
per os pour la souris 32-200 mg/kg.ù

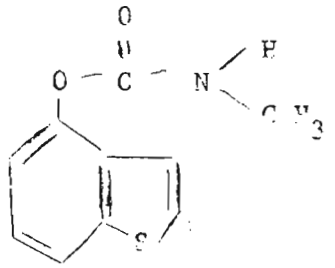
Sa toxicité pour les poissons est comparable à celle du parathion.

## M O B A M ®

Carbamate

N-méthyl carbamate de thionaphtène

FORMULE



**SYNONYME** OMS 708

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le mobam est un solide cristallin.
Peu soluble dans l'eau, le kérosène et l'heptane (plus de 0,1%) , il est légèrement plus soluble dans les solvants organiques usuels (10% dans l'éthanol, 30% dans l'acétone).

FORMULATIONS

Poudres, poudres mouillables

ACTIVITE ET EMPLOI

Sous forme de poudre à 2%, le mobam est actif contre le pou du corps à la dose 34 à 56 g par individu. On l'emploie également dans le même but en poudre à 5% , à la dose de 34g par individu.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat : supérieure à 234 mg/kg.

N A L E D

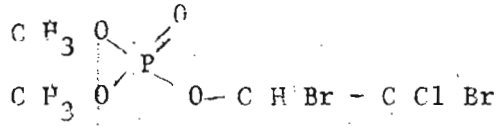
| VECTEURS | adulticide Trait. rémanent intérieur | Trait. rémanent extérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Ae. aegypti et vois. | | | ULV 57-112 ml/ha | |
| Aedes et Psorophora | | | ULV 1-1,7kg/1 : 0,075-1,8 l/ha E. 56-280 g/ha(m.a.) | |
| Culex | | | Cf. Ae., Psorophora | |
| Mansonia | | | Cf. Ae., Psorophora | |
| Cératopogonidés | | | E. 56-280g(m.a.)/ha | |
| Simulies | | | E. 56-280g(m.a.)/ha | |
| Musca domestica et mouches domestiques | E. 1% 0,4-0,8g/m2 | | sol. E. 1-5% 140-224g (m.a.)/ha | Appâts liq. 0,1-0,2% |
| Tabanides, Chrysops | | | sol. E. 1-5% 224g (m.a.)/ha | |
| Ixodes | E. 1% 4l/100 m2 | E. 2,24 kg (m.a.)/ha | | animaux sol. 0,2% qs |

## N A L E D

Ester phosphorique -
Groupe des phosphates

Phosphate de diméthyle et de dibromo-1,2-dichloro 2,2-éthyle

FORMULE




SYNONYMES Dibrom®, OMS 75

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un liquide incolore à odeur légèrement piquante. Sa densité est de 1,96 et sa tension de vapeur de $2.\ 10^{-3}$ mm Hg à 20°C.
Dans l'eau il est hydrolysé en 48 heures. Cette hydrolyse se produit plus rapidement en milieu alcalin ou acide.
Le naled est insoluble dans l'eau, peu soluble dans les solvants aliphatiques et les huiles, très soluble dans les solvants aromatiques et les solvants chlorés.

FORMULATIONS

Emulsion à 64%, poudre 4%

ACTIVITE

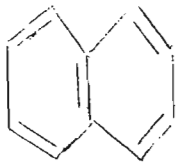
Il est utilisé contre les adultes de moustiques , de mouches domestiques, de simulies, de tabanides et contre les tiques. Au cours d'essais sur le terrain, il s'est montré actif contre les Anophèles en traitement spatial extérieur.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 430 mg/kg,
cutanée pour le lapin 1100 mg/kg.
Le naled est peu toxique pour les poissons.
CL 50 Carassius auratus 2-4 ppm/24h , crabes 0,33 ppm/24H.

# N A P H T A L E N E

FORMULE



SYNONYME naphtaline

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Corps cristallin incolore , à odeur caractéristique. Il se sublime à la température ordinaire (tension de vapeur 4,92. $10^{-2}$ mm Hg à 20°C). Il est inflammable.
Le naphtalène est stable.
Sa solubilité dans l'eau, à la température ordinaire, est de 30ppm.
Il est légèrement soluble dans l'alcool et soluble dans les autres solvants organiques.

FORMULATIONS

Le naphtalène s'emploie pur pour les fumigations.

ACTIVITE ET EMPLOI

Il est utilisé comme fumigant contre les puces (2,25 kg/100m3 pendant 24 h).

TOXICITE

Le naphtalène possède une faible toxicité pour les animaux à sang chaud.

DL 50 per os pour le rat 2.200 mg/kg.

# PARADICHLOROBENZENE

Organochloré
Dérivé du benzène

FORMULE

SYNONYMES Paradow®, Paracide, Santochlor®, PDB

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Se présente sous forme de cristaux incolores à odeur forte caractéristique, de densité 1,4581. Il se sublime à la température ordinaire : tension de vapeur 1 mm Hg à 25°C.
Le paradichlorobenzène est stable et non corrosif.
Sa solubilité dans l'eau à 25°C est de 80 ppm. Il est très soluble dans les solvants organiques.

FORMULATION Le paradichlorobenzène s'emploie pur en cristaux .

ACTIVITE ET EMPLOI

Il est utilisé pour protéger les collections, comme fumigant contre Pulex (2,25kg/100m3 pendant 24h). Le traitement contre les mouches dans les latrines peut se faire à l'aide de 60 g de poudre par latrine.

TOXICITE

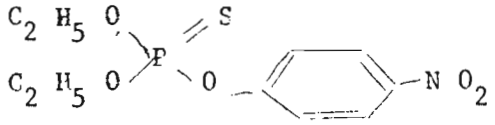
DL 50 per os pour le rat 500-5000 mg/kg,
pour la souris 2.950 mg/kg,
cutanée pour le lapin $>$ 2.000 mg/kg .

# PARATHION

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle

FORMULE



SYNONYMES Alkron®, Niran®, Thiophos®, OMS 19

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un composé liquide jaune pâle (il fond à 0°). Sa tension de vapeur est assez forte : 0,57. $10^{-5}$ mm Hg à 20°C . Sa densité est de 1,265. Hydrolysable en milieu alcalin (pH 9), le parathion s'hydrolyse très lentement en milieu acide.
Il est peu soluble dans l'eau (24 ppm) et l'huile de vaseline, très soluble dans les solvants organiques.

## FORMULATIONS

Emulsion à 46,7% , poudres mouillables, solution huileuse à 10% , poudres.

## ACTIVITE ET EMPLOI

Le parathion est utilisé comme adulticide contre Musca domestica et les mouches domestiques sous forme de cordelettes imprégnées de ce produit, additionné de diazinon. On utilise 1m de cordelette pour 1m2 de surface au sol. Il s'emploie également comme larvicide contre les moustiques, sous forme d'émulsion , à la dose de 56 à 112 g/ha (Anopheles, Aedes et Psorophora des eaux de crue et Culex).

TOXICITE DL 50 per os pour le rat 3,6-15mg/kg, cutanée 6,8-60mg/kg,
pour la souris 12 mg/kg,
pour le lapin 10mg/kg, cutanée 40-870 mg/kg.

La DL50 pour l'homme a été évaluée à 3-5 mg/kg.

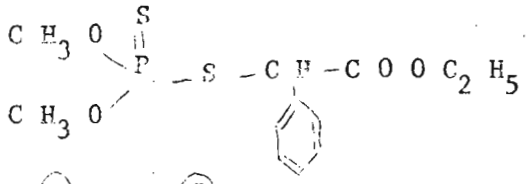
Ce produit étant fumigant il convient de noter que la dose maximum supportée sans danger par l'homme est de 0,1 mg/m3 d'air. Toxicité pour les poissons : la dose de 3 ppm/24h est létale pour la truite arc-en-ciel. 12,5 et 25 ppm/48h donnent respectivement 86 et 100% de mortalité chez Poecilia reticulata.

# P H E N T H O A T E

Ester phosphorique
Groupe des phosphorodithioates

Phosphorodithioate de diméthyle et de phénylacétate d'éthyle.

FORMULE



SYNONYMES Cidial®, Elsan®, OMS 1075

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le produit pur est cristallisé et incolore il possède une odeur a aromatique. Sa densité est de 1,226. Le phenthoate technique à 90-92% est un liquide huileux jaune rougeâtre .
La solubilité dans l'eau du produit pur est de 11 ppm à 24°C. Le produit technique est soluble dans de nombreux solvants organiques Peu soluble dans l'hexane (12%), sa solubilité dans l'eau est de 0,02%.
Le phenthoate est stable en milieu acide et neutre. En milieu tamponné à pH 9,7 , 25% sont hydrolysés en 20 jours.

FORMULATIONS

Solution dans l'huile à 5% , poudre mouillable à 40%, poudre à 3%, granules à 5%.

ACTIVITE ET EMPLOI

Insecticide et acaricide. Utilisable contre les adultes et les larves de moustiques. Il a été essayé , avec de bons résultats en traitement rémanent contre les anophèles.

TOXICITE

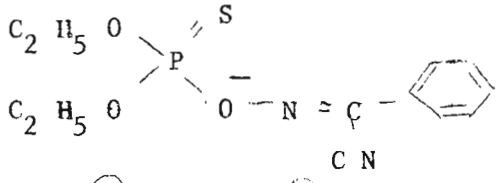
DL 50 per os pour le rat 250-300 mg/kg,
pour la souris 350-400 mg/kg.
L'application de 1470 mg/kg pendant 24 h sur la peau du rat ne donne pas d'effet toxique.
Toxicité pour les poissons : CL 100 en 4 jours :
Carassius auratus : 4,5 ppm ; Phoxinus laevis : 3,4 ppm ;
Gambusia affinis : 0,3 ppm ; Poecilia reticulata : 2-3 ppm.

# P H O X I M

Ester phosphorique
Groxpe des thiophosphates

Thiophosphate de diéthyle et de α cyanobenzaldimine.

FORMULE



SYNONYMES Baythion®, Valexon®, OMS 1170

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Liquide jaune-brun à odeur caractéristique , le produit technique est une huile rougeâtre. Le Phoxim a une densité de 1,176.
Il est peu soluble dans l'eau (7 ppm à 20°C), soluble dans l'alcool, l'acétone et les solvants aromatiques.
Le Phoxim est stable en milieu aqueux et en milieu acide, il se dégrade en présence d'alcalis. Sa demi-vie à pH 10,4 est de 170 minutes.

FORMULATIONS

Poudres mouillables, concentré pour émulsion à 50% , granules à 5%, concentré pour ULV.

ACTIVITE ET EMPLOI

C'est un insecticide à large spectre. Il a été préconisé contre les anophèles en traitement rémanent intérieur, sous forme de suspension ou d'émulsion à la dose de 4 g(m.a.)/m2 et essayé, avec de bons résultats, en traitement spatial extérieur.
Contre les larves de simulies, il a donné des résultats satisfaisants, au cours d'essais sur le terrain, à la dose de 0,05-0,1 ppm/10 minutes.

TOXICITE DL 50 per os pour le rat supérieure à 2.000mg/kg,
per os pour le lapin 375 mg/kg,
per os pour le chien et le chat supérieure à 1000mg/kg,
cutanée pour le rat plus de 1.000 mg/kg.

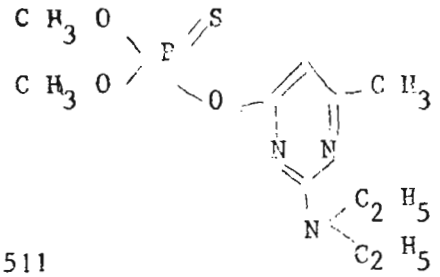
Le rat tolère des prises journalières de 100 mg/kg pendant 10 semaines.
Toxicité pour les poissons : la DL 50 pour les carpes et les truites est de 0,1 à 1 ppm ; pour Carassius auratus elle est de 1 à 10 ppm.

# P I R I M I P H O S - M E T H Y L

Ester phosphorique
Groupe des thiophosphates

Thiophosphate de diméthyle et de 4(2-diethylamino,6-méthyl)pyrimidine.

FORMULE



SYNONYMES PP 511

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un liquide de couleur paille et de densité 1,157. Sa tension de vapeur est de $1 \times 10^{-4}$ mm Hg à 30°C.
Le pirimiphos-méthyl est peu soluble dans l'eau (5 ppm à 30°C), mais il est soluble dans la plupart des solvants organiques.
Il est décomposé par les acides et les bases fortes. Il n'est pas corrosif.

## FORMULATIONS

Concentrés pour émulsion à 25 et 50% , granules à 5 et 10%, formulations pour ULV à 500 et 1000 g/l.

## ACTIVITE ET EMPLOI

Ce produit a montré une efficacité satisfaisante en traitement rémanent contre les anophèles.

## TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 2050 mg/kg,
pour la souris 1180 mg/kg,
cutanée pour le lapin supérieure à 2000 mg/kg.

Pour les poissons la tolérance moyenne limite pour 24 heures est de 2,7 ppm pour la truite.
27 ppm pour Carassius auratus.

P R O P O X U R

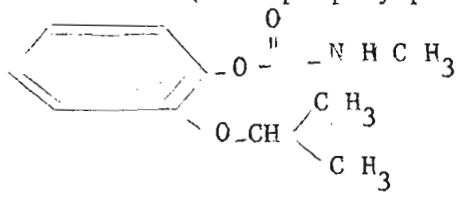
| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intér. | Trait. rémanent extér. | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|
| Anopheles | S.E. sol 2g(m.a.)/m2 | | |
| Ae.aegypti et voisins | Cf. Anopheles | | |
| Culex | Cf. Anopheles | | |
| Mansonia | Cf. Anopheles | | |
| Phlebotomes | Cf. Anopheles | | |
| Cératopogonidés | S.E. sol. 6% ruiss. | | |
| Cimex | E. 1% ruiss. | | |
| Reduviides | E.4% 2g(m.a.)/m2<br>ou 2% 1g(m.a.)/m2 | | |
| Blattes | sol.1% 4 l/100m2 | | Appâts 2% |
| Xenopsylla | P. 5% | | P.64%(avions)70mg/m3 |
| Ctenocephalides | | | Animaux sol. 1% P.5% qs |
| Ixodes | E. 5% 4 l/100 m2 | S.E.P.2,24kg(m.a.)/ha<br>U.L.V. 0,6-2,3l/ha | |
| Trombiculides | | Cf. Ixodes | |

## P R O P O X U R

Carbamate

N-méthylcarbamate de (2-isopropoxy-phényl)

FORMULE



SYNONYMES Baygon®, Unden®, Blattanex®, arprocarb , OMS 33

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le propoxur est un solide blanc cristallin à odeur légèrement phénolique. Sa tension de vapeur est de $1.10^{-2}$ mm Hg à 120°C.
Il est hydrolysé en milieu alcalin fort.
Légèrement soluble dans l'eau , 2 pour 1000 à 20°C, il est soluble dans la plupart des solvants organiques : alcool , acétone, chloroforme etc ...

FORMULATIONS concentré pour émulsion, poudre mouillable, poudre, granules , appâts.

ACTIVITE

Il s'utilise comme adulticide contre les mousitques, les culicoïdes, les puces, les punaises, les blattes, les tiques. Il a été essayé en traitement spatial extérieur contre les anophèles ; les résultats étaient satisfaisants.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 100 mg/kg,
cutanée pour le rat 800-1000 mg/kg,
en vapeurs sa toxicité est de 10 mg/kg.

Lors des traitements, les blattes quittent rapidement leur refuge.

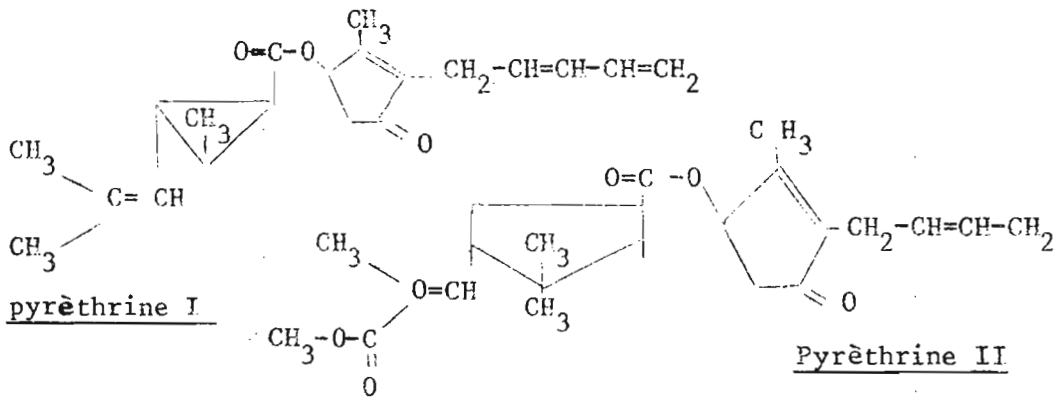
La toxicité du propoxur pour les poissons est inconnue.

# P Y R E T H R E

| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intérieur | Trait. spatial intérieur | Trait. spatial extérieur | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|---|
| Anopheles | | sol.0,7-2,1mg/m3 | | |
| Ae.aegypti et voisins | | Cf.Anopheles | | |
| Aedes,Psorophora | | Cf.Anopheles | | |
| Culex | | Cf.Anopheles | | |
| Musca domestica | | sol.synergisée0,1%qs | | |
| Tabanides | | | S. 300-500ml/ha | |
| Glossines | | | Aerosol 60,5 ml/ha | |
| Cimex | Sol.E.0,2% syn. 2-4l/100m2 | | | |
| Pulex | P. synergisée qs | | | |
| Ctenocephalides | | | | Animaux P.0,2% syn. 2% qs |
| Pou du corps | | | | P.0,2% syn.2% qs |
| Pou de tête et Pou du pubis | | | | Cf.pou du corps |

# P Y R E T H R E

FORMULES (des principes actifs les plus importants)




PREPARATION

Le pyrèthre est produit par Chrysanthemum cinerariaefolium. La récolte se fait en début de floraison. Les fleurs sont séchées et broyées. Le degré de finesse de la poudre influe sur ses propriétés insecticides. Les extraits de pyrèthre sont préparés par extraction des principes actifs par des solvants volatils.

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Les extraits naturels se présentent sous l'aspect de liquides visqueux bruns. La tension de vapeur des pyrèthrines est très faible. Elles sont instables à la chaleur et à la lumière, instables en présence de métaux.

Les extraits commerciaux titrent environ 25% de matières actives : 10% de pyrèthrine I ; 9% de Pyrèthrine II ; 3% de cinérine I ; 3% de cinérine II . Le pyrèthre n'est pas corrosif.

Pratiquement insoluble dans l'eau, il est très soluble dans les solvants organiques.

FORMULATIONS

Emulsion , poudre.

ACTIVITE

Il est employé comme adulticide contre les moustiques , les puces, les glossines, les poux.

TOXICITE

Le pyrèthre est peu toxique pour les mammifères

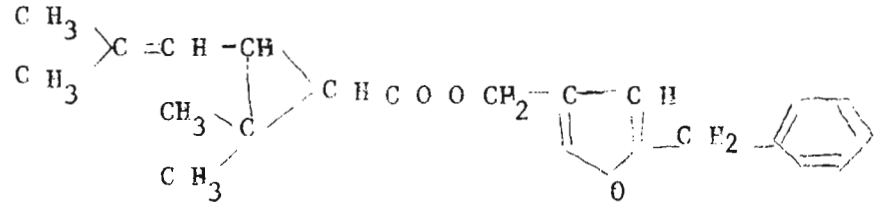
DL 50 per os pour le rat 570-1500 mg/kg, cutanée 1800.

Il est très toxique pour les poissons.

# RESMETHRINE

Pyrèthroïde de synthèse

FORMULE



SYNONYMES SBP 1382, NRDC 104, NIA 17370, OMS 1206

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

La resméthrine se présente comme un solide blanc cireux.
C'est un mélange d'isomère cis (20 à 30%) et d'isomère trans (80 70%)
La bioresméthrine ou isomère trans est un liquide . Tous les isomères sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques courants.
Légèrement plus stables que les pyrèthrines , ce composé est rapidement détruit par l'air et la lumière.

FORMULATIONS Concentrés pour émulsion, poudres mouillables, aérosols . Elle est formulée avec ou sans pyrèthrines, avec ou sans synergisant.

## ACTIVITE ET EMPLOI

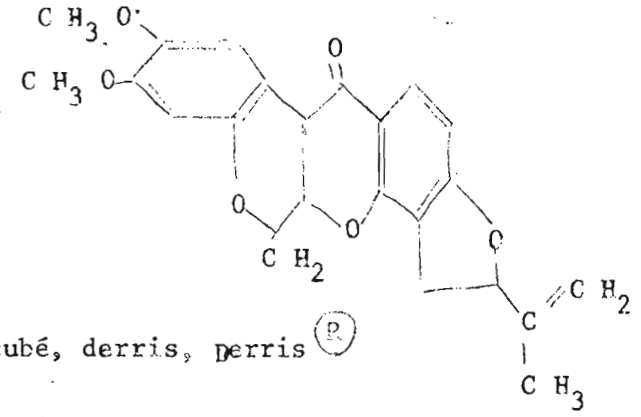
La resméthrine est 20 fois plus active que les pyrèthrines sur les mouches, la bioresméthrine l'est 50 fois. Les synergisants sont moins efficaces avec ces composés qu'avec les pyrèthrines.
De nombreux essais sont actuellement en cours pour évaluer l'efficacité de la resméthrine sur les moustiques. Ce pyrèthroïde semble prometteur en traitement spatial extérieur, contre Aedes aegypti, à la dose de 40 à 50g /ha et contre Culex pipiens à la dose de 37g/ha. Des résultats encourageants ont été obtenus contre Musca domestica et contre les tabanides.

## TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 2000 mg/kg, la bioresméthrine 9000 mg/kg.
En application cutanée chez le rat une dose supérieure à 3000 mg/kg ne provoque pas de mortalité.

## ROTENONE

FORMULE




SYNONYMES cubé, derris, derris (R)

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un solide cristallin fondant à 136°C, il possède une très faible tension de vapeur.

La roténone est instable, elle se décompose à l'air sous l'action de la lumière.

Elle est presque insoluble dans l'eau 15 ppm à 100°C, peu soluble dans le pétrole , très soluble dans l'acétone, le chloroforme, peu soluble dans l'alcool et l'éther de pétrole.

FORMULATIONS

Poudre , émulsion.

ACTIVITE ET EMPLOI

Utilsiée en poudrage des animaux contre les puces et les tiques (poudres à 1% et 5% ou lotions à 0,05%).

TOXICITE

La roténone présente une faible toxicité par ingestion pour les mammifères.

DL 50 per os pour le rat 132-3000 mg/kg,
pour la souris 350 mg/kg,
cutanée pour le lapin 1000-3000.

La DL 50 pour l'homme a été estimée à 0,3-0,5 g/kg.

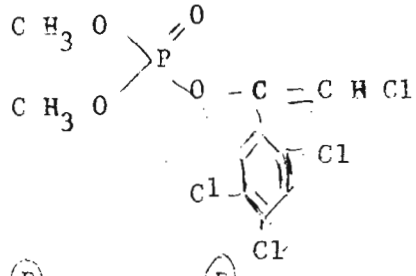
La roténone est très toxique pour les poissons, elle est utilisée comme poison de pêche.

# TETRACHLORVINPHOS

Ester phosphorique
groupe des phosphates

Isomère cis du phosphate de diméthyle et de 2-chloro-1-(2,4,5-trichlorophényl) vinyle.

FORMULE



SYNONYMES Rabond®, Gardona®, OMS 595

## PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le Gardona technique contient plus de 98% de tetrachlorvinphos. Ce composé se présente sous forme de cristaux blanc de densité 1,7.
Sa tension de vapeur est de 4,2. $10^{-8}$ mm Hg à 20°C.
Il est stable dans les conditions normales de stockage. En milieu alcalin il est instable, mais il est peu hydrolysé en milieu neutre et acide. Il est stable à la chaleur et n'est pas corrosif.
Peu soluble dans l'eau (11 ppm à 20°C), sa solubilité dans les solvants organiques est également faible : Xylol 15% ,chloroforme 40-50%.

## FORMULATIONS

Poudres mouillables 50% et 75%, concentrés pour émulsion 240 g/l , granules, 5% , poudres.

## ACTIVITE ET EMPLOI

On peut l'utiliser contre les mouches, en traitement rémanent intérieur. Il est alors pulvérisé sous forme d'émulsion à 1 ou 5%, à la dose 1-2 g/m2 dans les abris des animaux à l'exclusion des poulaillers.
Il peut être ajouté à la ration alimentaire des vaches à raison de 30 , 66 et 90 ppm. Le tetrachlorvinphos est actif sur les Tabanides.
Contre les Ixodes il est employé sous forme de poudre, solution, ou émulsion, en traitement rémanent extérieur, à la dose de 2,24kg/ha.
Il peut également servir à détruire les larves d'Aedes aegypti

et des espèces voisines en solution ou émulsion à 2,5% (2g/m2) dans les eaux non potables, en traitement périfocal.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 1500-5000 mg/kg,
pour la souris 5000 mg/kg,
pour le cobaye 5000 mg/kg,
cutanée pour le lapin 2000 -> 6000 mg/kg.

Pour cinq espèces de poissons on a trouvé des C L 50 allant de 0,29 à 5,8 ppm/24h . Leiostomus xanthurus est simplement excité par 1 ppm pendant 24 et 48 h.

# T O X A P H E N E

Organochloré
Dérivé du camphène

Camphène chloré contenant 67 à 69% de chlore. C'est un mélange mal défini de diverses molécules.

FORMULE pas de formule bien définie. C10 H10 C18 poids moléculaire 414.

SYNONYME Camphéchlore

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Le toxaphène est un produit d'aspect cireux jaune pâle fondant entre 67 et 69°C. Sa densité est de 1,65 et sa tension de vapeur de 0,2-0,4 mm Hg à 25°C.
Le toxaphène est hydrolysé par les substances alcalines.
Presque insoluble dans l'eau (3 ppm), il est très soluble dans les solvants usuels .

FORMULATIONS

Emulsions, poudres mouillables, granules, poudres.

ACTIVITE ET EMPLOI

Il est utilisé contre les tiques et les trombiculides pour le traitement rémanent extérieur. Dans ces traitements on peut employer des suspensions , des émulsions ou des poudres. Le toxaphène s'utilise à la dose de 2,24 kg/ha, il est appliqué grâce à un matériel terrestre ou par aéronef.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 40-300 mg/kg, cutanée 780-2300 mg/kg,
pour la souris 80-112 mg/kg,
pour le lapin 75-100 mg/kg, cutanée 75-800 mg/kg.

Le toxaphène est très toxique pour les poissons . La CL 50 se situe entre 0,1 et 0,2 ppm.

# TRICHLORFON

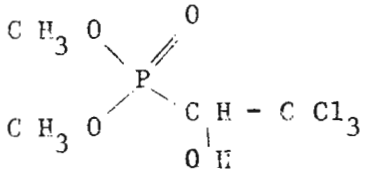
| VECTEURS | adulticide<br>Trait. rémanent intér. | Trait. rémanent extér. | Trait. spéciaux |
|---|---|---|---|
| Musca domestica et mouches domestiques | E. 1%-5% 1-2g(m.a.)/m2 | | Appâts 1-2% |
| Cimex | sol.E.0,1% 2-41/100m2 | | |
| Ctenocephalides | sol.1% 4-8 l/100m2 | sol. 1% 4-8 l/100m2 | Animaux endothérapie 149 mg/kg. |
| Ixodes | | | Animaux P. 1% qs |
| VECTEURS | larvicide | | |
| Musca domestica | E. sol. 0,25-2,5% 28-58 l/100m2 | endothérapie | poulets E. 44 ppm dans eau |

# T R I C H L O R F O N

Ester phosphorique
Groupe des phosphonates

Phosphonate de diméthyle et de trichloroéthanol.

FORMULE



SYNONYMES Dipterex®, Dylox®, Neguvon®, Tugon®, chlorophos, OMS 800.

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

C'est un solide blanc à odeur de moisissure de densité 1,73 . Sa tension de vapeur est de 7,8. $10^{-6}$ mm Hg à 20°C.
En milieu alcalin le trichlorfon perd 1 HCL et se transforme en dichlorvos. Il est peu corrosif pour les métaux.
Le trichlorfon est soluble dans l'eau à raison de 154 g/l , il est soluble dans le benzène, l'alcool et la plupart des hydrocarbures chlorés ; il est insoluble dans les huiles de pétrole , peu soluble dans l'éther et le tetrachlorure de carbone.

FORMULATIONS

Concentré pour émulsion à 50% , poudre mouillable à 50% , poudres solubles à 50 et 80% , poudre à 2% et granules à 5%.

ACTIVITE

Il est employé comme adulticide contre les mouches domestiques , les puces et les tiques et comme larvicide contre les mouches domestiques.

TOXICITE

DL 50 per os pour le rat 450-630 mg/kg, cutanée > 2000 mg/kg,
pour la souris 300-500 mg/kg,
cutanée pour le lapin 5000 mg/kg.

Le trichlorfon est peu toxique pour les poissons.

# VERT DE PARIS

Arsenical

Acéto-méta-arséniate de cuivre.

FORMULE

$$Cu\ (CH_3COO)\ 2,3\ (AsO_2)\ 2Cu$$

SYNONYME Vert de Schweinfurt

PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES

Poudre verte très légèrement soluble dans l'eau.

FORMULATIONS

Granules, poudre. En agriculture il est additionné de 2 à 3 fois son poids de chaux pour atténuer sa phytotoxicité.

ACTIVITE ET EMPLOI

Il est utilisé comme larvicide contre les moustiques sous forme de granules. Les doses d'emploi sont de 840 g/ha contre les anophèles et les *Aedes* et *Psorophora* des eaux de crue, des doses supérieures peuvent être préconisées contre *Culex*

TOXICITE

Le vert de Paris est toxique pour les mammifères.

DL 50 per os pour le rat 22 mg/kg.

Il est toxique pour l'homme par ingestion et peut provoquer une suppuration des plaies ouvertes.

# Troisième Partie

## PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION AUX INSECTICIDES

## TRAITEMENT D'URGENCE DES INTOXICATIONS

### 1. Protection contre l'exposition aux insecticides.

Lorsque des insecticides sont manipulés, il faut toujours garder à l'esprit que ce sont des toxiques. Des accidents peuvent se produire au cours de la détention, de la préparation des formulations ou au cours des épandages. Le toxique peut pénétrer dans l'organisme par voie digestive, pulmonaire ou cutanée.

Dans les bases d'opération ou les dépôts, où l'on est amené à manipuler des concentrés d'insecticides, à faire des dilutions ou des mélanges avec d'autres substances, un certain nombre de précautions doivent être observées.

a) les manipulations doivent se faire à l'air libre ou dans un local très aéré.

b) le personnel doit disposer d'instruments lui permettant de travailler à une distance convenable du concentré.

c) le port de vêtements appropriés, tabliers, gants, bottes, masques peut être rendu obligatoire.

d) il est nécessaire de disposer d'installations sanitaires permettant au personnel de se débarrasser des souillures cutanées.

e) le personnel manipulant des insecticides devra subir des examens médicaux périodiques.

De même, lors des épandages, certaines mesures de sécurité doivent être observées. Elles concernent :

- les vêtements qui devront être retirés en fin de travail et fréquemment lavés ; la combinaison de travail pourra être complétée par des gants, une coiffure, une cape de plastique et un masque selon la nature des travaux à effectuer. ;
- l'hygiène individuelle et notamment le lavage des mains, la douche en fin de journée, l'interdiction de manger et de fumer pendant le travail ;
- la limitation des heures de travail qui ne doivent pas excéder 4 à 5 heures pour le personnel exposé tous les jours pendant de longues périodes.

Pour les pulvérisations intradomiciliaires, on recommande le port d'une combinaison de travail et d'une coiffure lorsque l'on traite au DDT, HCH ou malathion. S'il s'agit de dieldrine, propoxur ou fenthion il faut en plus exiger le port d'une cape en plastique , de gants et d'un masque.

Pour les applications au moyen d'un appareillage à moteur , il faudra veiller à ce que les points de ravitaillement en insecticide soient équipés en installations de lavage pour parer aux contaminations par les concentrés.

Les aéronefs devront être spécialement conçus pour les épandages de pesticides.

Les conducteurs d'engins terrestres devront obligatoirement porter un masque.

## 2. Traitements d'urgence des intoxications

### 2.1. PYRETHRINES

Symptomes :

Dermatite vésiculaire et érythémateuse, asthme, réaction anaphylactique et parfois collapsus, troubles intestinaux.

Traitement :

Traitement symptomatique pour les manifestations cutanées et digestives.

Antihistaminiques et sédatifs pour les manifestations respiratoires.

## 2.2. ORGANOHALOGENES

Symptomes:

Troubles digestifs (ingestion accidentelle), troubles nerveux : agitation , céphalées, tremblements, contractions musculaires épileptiformes.

Traitement :

Traitement symptomatique des manifestations digestives : lavage d'estomac, sulfate de soude. Il faut écarter les laxatifs huileux, les graisses , le lait , la morphine.

Traitement des manifestations nerveuses : barbituriques, gluconate intraveineux.

## 2.3. ORGANOPHOSPHORES

Symptomes :

En cas d'exposition locale o peut observer :

- des signes oculaires : myosis, hyperémie conjonctivale,
- des signes pulmonaires : dyspnée avec syndrome de bronchoconstriction ou d'hypersécrétion bronchique.
- des signes cutanées : sudation et fibrillation dans la zone exposée au liquide.

En cas d'absorption générale, on peut observer :

- des signes pulmonaires : dyspnée, douleurs thoraciques, bronchospasme intense et hypersécrétion
- des signes digestifs : nausées, vomissements, douleurs abdominales, diarrhée.
- des signes nerveux : anxiété, agitation , confusion, idéation lente, coma, respiration de Cheynes-Stockes.
- un effrondrement cardio-vasculaire associé,
- des signes oculaires et locaux identiques à ceux survenant après une exposition locale

Traitement :

Procéder à la décontamination cutanée, s'il y a lieu.

En cas d'absorption du toxique, effectuer un lavage d'estomac.

Pratiquer éventuellement la respiration artificielle.

Injecter du sulfate d'atropine. Il est préférable de considérer comme signe d'atropinisation la sécheresse de la bouche et de la langue plutôt que la mydriase.

- Cas bénins : On injecte un à deux milligrammes de sulfate d'atropine en intramusculaire et on repetera cette injection toutes les trente minutes, si nécessaire , jusqu'à disparition des symptomes. Le malade doit rester en observation pendant 24 heures.

- Dans les cas moderément graves. On injecte deux à quatre — ligrammes de sulfate d'atropine en intraveineuse ou en cas d'impossibilité en intramusculaire. Cette injection sera répétée à raison de deux milligrammes toutes les dix minutes, jusqu'à disparition des symptomes.

On injecte, en outre, en intraveineuse lente, 1 à 2 g de pralidoxime (Contrathion ®) ou 250 mg de toxogonine.

Cette injection peut être répétée au bout de 3 ou 4 heures.

- Dans les cas graves : On injecte quatre à six milligrammes de sulfate d'atropine en intraveineuse ou en cas d'impossibilité en intramusculaire, jusqu'à nette diminution ou disparition des symptomes. Ceux-ci peuvent réapparaitre et le traitement peut se poursuivre pendant 48 heures. Il pourra être nécessaire d'injecter jusqu'à 24 et 28 mg d'atropine le premier jour. Comme dans le cas précédent on injecte également de la pralidoxime (10,14).

Les malades et en particulier les enfants doivent, autant que possible, être hospitalisés dans un endroit frais.

Si l'intoxication à eu lieu par absorption cutanée ou par inhalation , la guérison survient généralement dans les 24 heures. Lorsqu'elle résulte de l'absorption de grandes quantités d'organophosphorés, elle peut se manifester pendant deux semaines. C'est pourquoi il est indispensable d'éviter une interruption trop hâtive de l'administration des antidotes (100).

Remarques : Il ne faut pas prescrire de morphine , de théophylline, d'aminophylline et de tranquillisants divers. En milieu hospitalier, on pourra administrer du thiopental sodique, barbiturique à courte durée d'action, pour calmer les convulsions.

Il ne faut pas prescrire d'atropine à un malade cyanosé. Dans ce cas, on pratique d'abord la respiration artificielle, éviter le bouche à bouche.

## 2.4. CARBAMATES :

Les symptomes d'intoxication et le traitement sont les mêmes que pour les organophosphorés.

Il ne faut pas prescrire les oximes dans les intoxications par les carbamtes.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Messieurs COZ, EYRAUD, RAMON, HOUPEAU, MOUCHET , PICHON, RAGEAU, Mesdames MALLARDEAU et SANNIER qui ont bien voulu nous faire part de leurs suggestions ou nous aider dans la mise au point de ce travail, ainsi que les firmes Bayer, Dow Chemical et Procida qui nous ont communiqué une documentation technique.

# BIBLIOGRAPHIE


1. ABASA (R.O.) et HANSENS (E.H.) - 1969 - An Apholate resistant strain of house flies. I. Resistance to other chemosterilants and to insecticides. J. econ. Ent., 62 (3), 334-338.

2. ABDULCADER (M.H.M.) -1971 - La lutte contre la filariose à Rangoon. Chron. Org. m . Santé, 25 , 73-77.

3. ADKINS (T.R.) - 1972 - Biology and control of Tabanidae affecting recreational areas in South Carolina. 14 Intern. Congr. Ent. Camberra 22.30 Aug. 1972, Abstr., 289.

4. AITCHISON (P.J.) et GLOVER (P.E.) - 1970 - The land resources of North East Nigeria. Vol. 2 - Tsetse and trypanosomiasis. Land. Resour. Study, 9, 1-83.

5. ALTAM (R.M.), KEENAN (C.M.) et PEARSON (W.G.) - 1970 - Control of Culicoides sandflies Fort Kobbe, Canal Zone in 1968. Mosq. News, 30 (2) , 235-240.

6. ANONYME - Abate insecticide in public health. Cyanamid International . Res. and Develop. Dep., Wayne (N.J.).

7. ANONYME - Dowco® 214 insecticide. Technical information. The Dow Chemical Company form. 134-196-69.

8. ANONYME - 1955 - Insecticides and repellents for the control of insects of medical importance to the armed forces. U.S. Dep. agric., circular n° 977, 91 p.

9. ANONYME - 1957 - Comité d'Experts des insecticides. Org. mond. Santé, sér. rapp. techn., 125.

10. ANONYME - 1962 - La toxicité des pesticides pour l'homme. 12ème rapport du Comité d'Experts des Insecticides. Org. mond. Santé , sér. rapp. techn., 227, 35 p.

11. ANONYME - 1964 - Equipement for vector control. Org. mond. Santé Genève, 200 p.

12. ANONYME - 1969 - Pratique de la désinsectisation et de la dératisation. Bull. off. Ministère de la Santé Publique et de la Sécurité Sociale, fascicule spécial, 69.31 bis, 153 p.

13. ANONYME - 1970 - East african Community. Tropical pesticides Research Institute Ann. Rep. 14-15.

14. ANONYME - 1970 - Résistance aux insecticides et lutte antivectorielle. 17ème rapport du Comité O.M.S. d'Experts des insecticides. Org. mond. Santé. sér. rapp. techn. 443, 306 p.

15. ANONYME - 1971 - Public health pesticides . Pest. Control, 39 (3), 13-51.

16. ANONYME - 1972 - A project on the biology, ecology, systematics and naturalistic control of filariasis vectors in the Pacific area. Report of an advisory group Geneva 21-25 juin 1971. WHO/P.D./72.7, 23 p., multigr.

17. ANONYME - 1972 - La lutte contre la mouche noire pour la prévention de l'onchocercose. Proposition de recherches conjointes afro-canadiennes sur l'emploi possible des Mermithides comme agents de lutte biologique contre les mouches noires vectrices de l'onchocercose. Centre de Recherches pour le développement international, I.D.R.C. 006 f , 12 p.

18. ANONYME - 1972 - Operational evaluation of fenitrothion for control of adult anophelines WHO/VBC, 72.391-38 p., multigr.

19. ANONYME - 1972 - Public health pesticides. Pest Control, 40 (4), 35-65.

20. AUSTIN (J.R.) - 1972 - Village trial of fenitrothion against Anopheles albimanus in El Salvador Central America. WHO/VBC, 72.414, 7 p., multigr.

21. BAILEY (D.L.), La BRECQUE (G.C.) et WHITFIELD (T.L.) - 1970 - Slow release and emulsifiable formulations of Dursban® and Abate for controling larvae of Culex pipiens quinquefasciatus Say. Mosq. News, 30 (3), 465-467.

22. BANG (Y.H.), GRATZ (N.) et PANT (C.P.)- 1970 - Suppression of a field population of Aedes aegypti by malathion thermal fogs and for Abate larvicide WHO/VBC, 70.239, 9 p. , multigr.

23. BANG (Y.H.) et PANT (C.P.),- 1972 - A field trial of Abate larvicide for the control of Aedes aegypti. Bull. Org. mond. Santé, 46, 416-425.

24. BARNES (A.M.), OGDEN (L.J.) et CAMPOS (E.G.) - 1972 - Control of the plague vector , Opisocrostis hirsutus, by treatment of prairie dog (Cynomys ludovicianus) burrows with 2% carbaryl dust. J. med. Ent., 9 (4), 330-333.

25. BAY (E.C.) et SELF (L.S.) - 1972 - Observations of the guppy Poecilia reticulata Peters, in Culex pipiens fatigans breeding sites in Bangkok, Rangoon and Taipee. Bull. Org. Mond. Santé, 46 (3),407-416.

26. BOISSON (P.) - 1967 - La démoustication du littoral méditerranéen. Entente Interdépartementale pour la démoustication du littoral méditerranéen, PaulDEHAN Imp., Montpellier, 94 p.

27. BRANSBY-WILLIAMS (W.R.) - 1971 - A field release of male Culex pipiens fatigans sterilised by Apholate. E. Afr. med. J., 48 (2), 68-75.

28. BROOKS (G.D.), NERI (P.), GRATZ (N.G.) et WEATHERS (D.B.) -1970 - Preliminary studies on the use of ultra low volume application of malathion for control of Aedes simpsoni. Bull. Org. mond. Santé, 42, 37-54.

29. BROWN (A.W.A.) et PAL (R.) - 1971 - Insecticide resistance in arthropods. Org. mond. Santé , sér. monograph., 38, 491 p.

30. BUCKLEY (J.J.C.) - 1951 - Studies on human onchocerciasis and Simulium in Nyanza province, Kenya. II. The disapearance of S. neavei from a bushcleared focus JI Helminth., 25 (3/4), 213-222.

31. BUSVINE (J.R.) - 1970 - Chagas disease control and the possibilities of resistance in triatomids. Observations on a visit to South America, January, 1970. WHO/VBC/70.195. multigr.

32. BUSVINE (J.R.) - 1972 - Insecticide resistance in mosquitoes. Pest. Sci., 3 , 483-492.

33. BUTT (K.M.) - 1971 - The use of Bromocyclen for the control of the cat flea (Ctenocephalides felis). Vet. Rec., 88, 253-254.

34. CAMPION (D.G.) - 1972 - Insect chemiosterilants : a review. Bull. ent. Res., 61, 577-635.

35. CERF (D.C.) et GEORGHIOU (G.P.) - 1972 - Evidence of cross-resistance to a juvenile hormone analogue in some insecticide-resistant house flies. Nature, London, 239 (5372), 401-402.

36. CHALLET (G.L.) et HAVICKHORST (R.F.) - 1972 - Operational evaluation of Flit® ML in the Orange County mosquito Abatement district in July 1971. Proc. Pap. 40 th Conf. Calif. Mosq. Contr. Ass. Jan. 31, Feb. 1-2, 1972, 41-43.

37. CLINE (R.S.) - 1972 - Lethal effects of aqueous formulations containing fatty amines or acids against eggs and larvae of Aedes aegypti . J. econ. Ent., 65(1), 177-181.

38. COMBIESCO (I.) et ENESCO (A.) - 1970 - Essais d'inductions de la résistance au Thiotepa de l'espèce Musca domestica L. VIIe Congr. Intern. de la Protection des Plantes Paris 21-25 sept., 450

39. CROSSKEY (R.W.) - 1959 - Aspects of black fly control and entomology in the new world in relation to the Simulium problem in Nigeria . Bull. Org. mond. Santé, 21 (6) , 727-736.

40. CRUICKSHANK (P.A.) - 1971 - Insect juvenile hormone analogues : effects of some termenoid amide derivatives. Bull. Org. mond. Santé , 44 (1, 2, 3 ) , 395-396.

41. DAHM (P.A.) - 1971 - Toxic effects produced in insects by organophosphorus compounds. Bull. Org. mond. Santé, 44, 215-219.

42. DAVIDSON (G.) - 1972 - Alternative measures to insecticides for mosquito control. Pest. Sci. 3 , 503-504.

43. DAVIDSON (G. ), ODETOYINBO (J.A.), COLUSSA (B.) et COZ (J.) - 1970 - Field attempt to assess the mating competitiveness of sterile males produced by crossing 2 member species of the Anopheles gambiae complex. Bull. Org. mond. Santé, 42 (1), 55-67

44. DAVIES (J.B.) - 1971 - Laboratory and field trials to determine the modes of action of malathion and diesel oil against Culicoides furens (Poey) (Diptera, Ceratopogonidae). Bull. ent. Res., 60, 399-407.

45. DEILER (F.) - 1971 - Is wildlife management and mosquito control compatible ? Proc. 2 nd Gulf Coast Cong. on Mosq. Suppression and Wildlife Management New Orléans La. Oct. 20.22, 1971, 7-17.

46. DOLMATOVA (A.V.) et DEMINA (N.A.) - 1971 - Les Phlébotomes (Phlebot ominae) et les maladies qu'ils transmettent Init. Doc. Techn. ORSTOM, 18 , 168 p.

47. EZELL (W.B.) - 1972 - Biology and control of Tabanidae at the Charles Towne landing park, Charleston, South Carolina. Dissert. Abstr. intern. B. 32, 3986 B.

48. FLYNN (A.D.) et SCHOOF (H.F.) - 1971 - Control of German Cockroaches aboard U.S. Naval surface Ships at the East Coast. J. Econ. ent., 64 (5), 1176-1179.

49. FRANCESCHINI (P.) - 1972 - Comment je traite ? La phtiriase. Gaz. med. France, 79, 3711-3713.

50. FREAR (D.E.H.) - 1969 - Pesticide Index, fourth edition. College Science publishers State College, Pennsylvania, 399p.

51. GOULD (D.J.); MOUNT (G.A.), SCANLON (J.E.), FORD (H.R.) and SULLIVAN (M.F.) - 1970 - Ecology and control of dengue vectors on an island in the gulf of Thailand J. Med. Ent., 7 , (4), 499-508.

52. GOULD (D.J.), MOUNT (G.A.), SCANLON (J.E.), SULLIVAN (M.F.) and WINTER (P.E.) - 1971 - Dengue control of an island in the gulf of Thailand. I. Results of an Aedes aegypti control program. Amer. J. trop. Med. Hyg., 20. 705-714.

53. GRAHAM (J.E.) , ABDULCADER (M.R.M.), MATHIS (R.L.), SELF (L.S.) et SEBASTAIN (A.) - 1972 - Studies on the control of Culex pipiens fatigans Wiedemann. Mosq. News, 32 (3), 399-416.

54. HAMON (J.) - 1963 - L'importance des changements de comportement chez les insectes. Bull. Org. mond. Santé, 29 (suppl.), 115-120.

55. HAMON (J.) - 1970 - Ecological factors important in insecticidal and alternative means of mosquito control. WHO/VBC, 70.205, 23 p. multigr.

56. HAMON (J.) et MOUCHET (J.) - 1961 - La résistance aux insecticides chez les insectes d'importance médicale. Méthodes d'étude et situation en Afrique au sud du Sahara. Med. trop. Marseille, 21 (5), 565-596.

57. HAMON (J.), CHALLIER (A.), MOUCHET (J.) et RAGEAU (J.) - 1971 - Biology and control of tsetse flies. Rapp. ORSTOM, 77/71, 29 p., multigr.

58. HAMON (J.), PICHON (G.) et CORNET (M.) - 1971 - La transmission du virus amaril en Afrique occidentale. Ecologie, répartition, fréquence et controle des vecteurs et observations concernant l'épidémiologie de la fièvre jaune. Cah. ORSTOM Ent. med. Parasitol., 9 (1), 3-60.

59. HAYES (R.O.), HOLDEN (P.) et MITCHELL (C.J.) - 1971 - Effects of ultra-low volume applications of Malathion in Hale County, Texas. J. med. Ent., 8 (2) 183-188.

60. HAZARD (E.I.) - 1972 - Investigation of pathogens of anopheline mosquitos in the vicinity of Kaduna, Nigeria. WHO/VBC, 72.384, 5 p., multigr.

61. HERBST (M.), FROHBERG (H.), BODENSTEIN (G.) - 1972 - Contribution à l'étude de la toxicologie du lindane à la lumière des résultats expérimentaux obtenus récemment sur animaux. Symposium Intern. du Lindane (Vienne 9 juin 1972), 19-51.

62. HERVE (J.P.) - 1972 - Les hormones chez les insectes, leur utilisation dans la lutte contre les insectes d'intérêt médical. Diplôme ORSTOM Ent. med., 67 p. multigr.

63. JACOBSON (M.) et CROSBY (D.G.) - 1971 - Naturally occuring insecticides. Marcel Dekker inc. New York, 585 p.

64. JAKOB (W.L.), FAY (R.W.) et WILTON (D.P.) - 1970 - Field trials of an amine ovicide against Aedes aegypti (L.) Mosq. News, 30 (2), 191-194.

65. JAMNBACK (H.) - 1973 - Recent developments in control of black flies. Ann. Rev. Ent., 18, 281-304.

66. JAMNBACK (H.) et FREMPONG-BOADU (J.) - 1966 - Testing Blackfly larvicides in the laboratory and in streams. Bull. Org. mond. Santé, 34, 405-421.

67. JENKINS (D.W.) - 1964 - Pathogens parasites and predators of medically important arthropods. Annotated list and bibliography . Bull. Org. mond. Santé, 30 (suppl.) , 150 p.

68. JOSEPH (S.R.), MALLACK (J.), BERRY (P.A.), et LANGFORD (G.S.) 1971 - The effectiveness of SBP 1382 as a mosquito adulticide applied as a mist spray, ULV concentrate and pressurized aerosol. Proc. 58 th ann. Meet. New Jersey Mosq. Exterm. Ass. Atlantic City (N.J.), p. 66-71.

69. KAMEL (O.M.), MAHDI (A.H.), MERK (W.) et BECKMANN - 1972 - Ultra Low Volume Aerial spraying of Iodofenphos against Mosquitoes over rice fields and villages in the Arab Republic of Egypt in 1971. Mosq. News, 32 (4), 514-519.

70. KNIPLING (E.F.), LAVEN (H.), CRAIG (G.B.), PAL (R.) KITZMILLER(J.B.), SMITH (C.N.) et BROWN (A.W.A.) - 1968 - Genetic control of insects of public health importance. Bull. Org. mond. Santé , 38, 421-438.

71. LAIRD (M.) - 1971 - Microbial control of insects and mites (BURGES (H.D.), HUSSEY (N.W.) eds). Academic Press, London, 387 p.

73. LAMBRECHT (F.L.) - 1972 - The use of high molecular weight alcohols in mosquito control. WHO/VBC, 72.344, 6 p., multigr.

74. LASSEN (K.), LIU (S.Y.), LIZARZABURU (C.) et RIOS (R.) - 1972 - Preliminary report on the effect of selective application of propoxur on indoor surfaces in El salvador Am.J. trop. Med. Hyg. , 21 (5), 813-818.

75. LAVEN (H.) - 1971 - Une expérience de lutte contre Culex pipiens fatigans Wied., 1828. Ann. Parasit. hum. comp., 46 (3 bis), 117-148.

76. LE BERRE (R.), PHILIPPON (B.), GREBAUT (S.), SECHAN (Y.) LENORMAND (J.), ETIENNE (J.) et GARRETA (Ph.)-1971- Lutte contre Simulium damnosum vecteur de l'onchocercose humaine en Afrique occidentale. I - Essais complémentaires de nouveaux insecticides. Rapp. ORSTOM-OCCGE, 103/Oncho., 23 p., multigr.

77. LE BERRE (R.), ESCAFFRE (H.), PENDRIEZ (B.), GREBAUT (S.) et PENGALET (P.) - 1972 - Lutte contre Simulium damnosum vecteur de l'onchocercose humaine en Afrique occidentale. II - Essais par épandage classique de nouveaux insecticides et de nouvelles formulations. Rapp. ORSTOM-OCCGE, 70/Oncho. 27 p., multigr.

78. LHOSTE (J.) - 1967 - La lutte contre les insectes nuisibles. Inst. Phytopharm. Fac. Med. Pharm. Marseille. Fullière-Libeccio ed., Avignon, 399 p.

79. LHOSTE (J.) et HOUPEAU (J.L.) - 1965 - Inventaire des appareils français pour l'épandage des pesticides. Doc. ORSTOM, 531 p.

80. LINLEY (J.R.) et DAVIES (J.B.) , 1971 - Sandflies and tourism in Florida and Caribbean area (Diptera : Ceratopogonidae). J. econ. Ent., 64 (1), 264-278.

81. LOFGREN (C.S.), FORD (H.R.), TONN (R.T.) et JATANASEN (S.) - 1970 - The effectiveness of ultra-low-volume applications of malathion at a rate of 6 U.S. fluid ounces per acre in controlling Aedes aegyti in a large -scale test at Naklon Sawan , Thailand. Bull. Org. mond. Santé, 42, 15-25.

82. LOFGREN (C.S.), DAME (D.A.), JOHNSTON (L.), ADAMS (C.T.) PIERCE (N.W.) et BALDWIN (F.F.) - 1972 - Control of anophelines in Canal Zone jungles with ULV aerial application of fenthion . Mosq. News, 32 (4), 566-573.

83. MAAS (W.) - 1971 - ULV application and formulation techniques. Philips-Duphar Crop protection Div., Amsterdam ed. 164 p.

84. MACKIE (R.A.) - 1969 - Biology and control of cockroaches in the San Diego City sewer system. Calif. Vector Views. 16 , 57-64.

85. Mac MAHON (J.P.) - 1967 - A review of the control of Simulium vectors of onchocerciasis. Bull. Org. mond. Santé, 37 (3) , 415 - 430.

86. MALEVILLE (J.) et HEID (E.) - 1971 - La gale humaine : données cliniques et épidémiologiques actuelles. Progr. med. , 99 , 207 - 213.

87. MARTIN (H.) - 1971 - Pesticide manual. Bristish Crop Protection Council , 495 p.

88. MARTIN (H.) - 1972 - Pesticide manual. Bristish Crop Protection Council, 535 p.

89. METCALF (R.L.) - 1971 - Structure activyté relationships for insecticidal Carbamates. Bull. Org. mond. Santé, 44, 43-78.

90. MILLER (R.W.) et GORDON (C.H.) - 1972 - Encapsulated Rabon for larval housefly control in Cow manure. J. econ. Ent. 65 (2), 455-458.

91. MILLER (R.W.) et GORDON (C.H.) - 1972 - Technical Rabon for larval house fly control in Cow Manure. J. econ. Ent., 65 (4), 1064 - 1066.

92. MORLAN (H.B.), CRAY (E.M.) et KILPATRICK (J.W.) - 1962 - Field tests with sexually sterile males for control of Aedes aegypti. Mosq. News, 22 , (3), 295-300.

93. MOUCHET (J.) - 1970 - La stérilisation par les moyens physiques et chimiques et son utilisation dans la lutte contre les insectes vecteurs. Ann. Parasit. hum. comp. ,46 (3 bis), 67-89.

94. MOUNT (G.A.), MEISCH (M.V.), LEE (J.T.), PIERCE (N.W.) et BALDWIN (K.F.) - 1972 - Ultra-low-volume ground aerosols of insecticides for control of rice field mosquitoes in Arkansas. Mosq. News, 32 (3) ,444-446.

95. MULHERN (T.D.) et PETERS (R.F.) - 1969 - A plan to avert an encephalitis epidemic. Proc. 22nd ann. Meet. Utah. Mosq. Abat Ass., 10-14.

96. MULLLA (M.S.) - 1968 - Chemosterilants for control of reproduction in the eye gnat (Hippelates collusor ) and the mosquito Culex quinquefasciatus. Hilgardia, 39 (10), 297-324.

97. MULLA (M.S.), DARWAZEH (H.A.) et PETERS (D.R.) - 1970 - Mosquito control in sewage oxidation ponds with drip and pour-in larvicides. Mosq. News.,30 (3), 456-460

98. MULLA (M.S.), TOSHIAKI IKESHOJI et DARWAZEH (H.A.) - 1970 - Mosquito control investigations. Development of some short and long term techniques. Proc. Pap. 38 th ann. Conf. Calif. Mosq. Control. Ass. jan. 26-28, 16-20.

99. MULRENNAN (J.A.), GROTHAUS (R.H.) Jr.,RAIMOND (G.L.) and LAMDIN (J.M.) - 1971 - A new method of Cockroach control on submarines. J. econ. Ent., 64 (5),1196-1198.

100. NAMBA (T.) - 1971 - Cholinesterase inhibition by organophosphorus compounds and its clinical effects. Bull. Org. mond. Santé, 44 (1,2,3) , 289-307.

101. NARAHASHI (I.) - 1971 - Mode of action of pyrethroids. Bull. Org. mond. Santé, 44, 337-345.

102. O'BRIEN (R.D.) - 1967 - Insecticides. Action and metabolism. Academic Press, New York and London, 332 p.

103. OFFORI (E.D.) - 1971 - Autosterilization of tsetse flies : a model for use with chemosterilants. Intern. Atom. Energ. Agency. , Proc. ser., Sterility Principle for Insect control or eradication, 253-256.

104. OPPENOORTH (F.J.) - 1971 - Resistance in insects : the role of metabolism and the possible use of synergists. Bull. Org. mond. Santé, 44 (1,2,3), 195-202.

105. ORII (T.). ISHINO (U.), KITAMURA (S.), UEMOTO (K.), KUMASAWA (N.) - 1964 - Studies on the black fly (Simuliidae) in the northern suburb of Kyoto. I. control tests by Sumithion and other two insecticides against Simuliun larvae in streams. Sanit. Inj. Insects, 8, 1 - 13.

106. PANT (C.P.), MOUNT (G.A.), JATANASEN (S.) et MATHIS (H.L.) - 1971 - Ultra low volume ground aerosols of technical malathion for the control of Aedes aegypti L. Bull. Org. mond. Santé, 45, 805-807.

107. PANT (C.P.), NELSON (M.J.) et MATHIS (H.L.) - 1972 - Sequential application of Sumithion ULV ground aerosols (cold fog) for sustained control of Aedes aegypti. WHO/VBC, 72.400, 9 p. multigr.

108. PARK (P.O.), GLEDHILL (J.A.), ALSOP (N.) et LEE (C.W.) - 1972 - A large-scale scheme for the eradication of Glossina morsitans morsitans Westw. in the western province of Zambia by aerial ultra low volume application of endosulfan. Bull. ent. Res., 61 , 373-384.

109. PATTERSON (R.S.), LOFGREN (C.S.) et BOSTON (M.D.) -1967 - Resistance in Aedes aegypti to chemosterilants : effects of Apholate solution on resistance to Apholate, Tepa and Metepa. J. econ. Ent., 60 (6), 1673-1675.

110. PATTERSON (R.S.), FORD (H.R.), LOFGREN (C.S.) et WEIDHAAS (D.E.) - 1970 - Sterile males : their effect on an isolated population of mosquitoes. Mosq. News., 30 (1) , 23-27.

111. PATTERSON (R.S.) et SHARMA (V.P.) - 1972 - Induction of sterility in a field population of mosquitos (Culex fatigans ) using irradiated males. WHO/VBC, 72.339, 6 p., multigr.

112. PERKOW (W.) - 1971 - Wirksubstanzen der Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel. Paul Parey , Berlin und Hamburg, 624 p.

113. PETERSEN (J.J.) et WILLIS (O.R.) - 1972 - Results of preliminary field applications of Reesimermis nielseni ( Mermithidae : Nematoda) to control mosquito larvae. Mosq. News, 32 (3), 312-316.

114. PINKOVSKY (D.D.) - 1972 - United States Air Force aerial spray activities in opreration combat VEE. Mosq. News, 32 (3), 332-334.

115. QUELENNEC (G.) - 1970 - Essais sur le terrain de nouvelles formulations d'insecticides OMS 187, OMS 786, et OMS 971, contre les larves de Simulies. Bull. Org. mond. Santé, 43, 313-316.

116. QUELENNEC (G.) - 1972 - Essais sur le terrain de nouvelles formulations d'insecticides OMS 708, resmethrine et OMS 1155 contre les larves de Simulies. Bull. Org. mond. Santé, 46, 227-231.

117. RACHESKY (S.) - 1971 - Insect control recommandations. Pest Control, 39 (7), 26-30.

118. RAFATJAH (H.) - 1971 - The problem of resurgent bed bug infestation in malaria eradication problems. J. trop. Med. Hyg., 74, 53-56.

119 RAMADE (F.) - 1969 - Documents d'entomologie appliquée. II - Lutte chimique, les insecticides. Inst. Nat. Agron. 108 p., multigr.

120. REES (D.M.), COLLETT (G.C.) & LAWYER (P.G.) - 1971 - Report on the control of the biting gnat Leptoconops kerteszi Kieffer in the vicinity of Salt Lake City, Utah. Proc. 24 th meet. Utah Mosq. Abat. Ass., 15-17.

121. RETTICH (F.) et PRIVORA (M.) - 1972 - Effect of two granulated insecticides used in control of meadow and forest species mosquitoes. Riv. Parasitol., 33, 57-66.

122. REYNOLDS (D.G.) - 1972 - An aspect of medical entomology in the Seychelles Islands. PANS, 18, 75-76.

123. RIVIERE (J.L.) - 1970 - Les carbamates insecticides . Ann. Zool. Ecol. anim., 2, 479-508.

124. SACHER (R.M.) - 1971 - A mosquito larvicide with favorable environmental properties. Mosq. News, 31, 513-516.

125. SCHENONE (H.), VILLARROEL (F.) et KUNZ (E.) - 1970. - Ensayo de control del Triatoma infestans en vivinedas rurales mediante rociamientos con isopropoxifenyl-n-metil-carbamato (OMS 33). Bol. Chil. Parasit., 25. (3-4), 143-145.

126. SCHOOF (H.F.) et TAYLOR (R.T.) - 1972 - Recent advances in insecticides for malaria programs. Am. J. trop. Med. Hyg., 21 (5), 807-812.

127. SELF (L.S.) et TUN (M.M.) - 1970 - Summary of field trials in 1964-69 in Rangoon, Burma, of organophosphorus larvicides and oils against. Culex pipiens fatigans larvae in polluted water. Bull. Org. mond. Santé, 43, 841-851.

128. SELF (L.S.), REE (H.I.), SHIM (J.C.) et SHIN (H.K.) - 1972 - An aerial ULV spray with fenitrothion for control of the vector of japanese encephalitis in Korea. WHO/VBC, 72.406, 18 p. multigr.

129. SELF (L.S.), REE (H.I.), SCHIM (J.C.), SHIN (H.K.) et JOLIVET (P.) - 1973 - ULV application of fenitrothion from a large aerosol generator for the control of Culex tritaeniorhynchus. WHO/VBC, 73424, 9 p. multigr.

130. SINEGRE (G.) - 1969 - Rapport d'étude de granules de Dursban. Rapport n°2. Rapp. E.I.D. Montpellier, 7 p., multigr.

131. SINEGRE (G.) - 1970 - Expérimentation sur terrain des granules d'Abate sur sable Référence 2589. Rapp. E.I.D. Montpellier , 4 p., multigr.

132. SINEGRE (G.) - 1972 - Rapport d'étude de l'efficacité larvicide de granules à 3% de fénitrothion . Cidathion Référence 7.MC.109. Rapp. E.I.D. Montpellier, 6 p., multigr.

133. SINEGRE (G.), COUSSERANS (J.), VICO (G.) et CRESPO (O.)-1971- Sensibilité des larves de Mansonia (C.) richiardii (Ficalbi) à quelques insecticides : Effet de l'Abate dans un biotope larvaire. Cah. ORSTOM sér. Ent. med. Parasitol., IX (3), 225-263.

134. SMITH (C.N.) et COLE (M.M.) - 1943 - Studies of parasites of the American dog tick. J. econ. Ent., 36 (4), 569-572.

135. STEELMAN (C.D.) et SCHILLING (P.E.) - 1972 - Effects of a juvenile hormone mimic on Psorophora confinis- (Lynch - Arribalzaga) and non target aquatic insects. Mosq. News, 32 (3), 350-354.

136. STEINBERG (M.), COLE (M.M.), EVANS (F.S.), WHITLAW (J.T.) et YOON (J.J.) - 1971 - Toxicological and entomological field evaluation of the effects of Mobam® powder against body lice (Anoploura, Pediculidae. ) J. med. Ent., 8 , 68 -72.

137. STEINBERG (M.), COLE (M.M.), MILLER (T.A.) et GOOKE (R.A.) - 1972 - Toxicological and entomological field of Mobam® and Abate® powders used as body louse louse toxicants (Anoploura, Pediculidae). J. med. Ent., 9, 73-77.

138. SUBRA (R.), BOUCHITE (B.) et GAYRAL (Ph.) - 1970 - Evaluation à grande échelle du Dursban et de l'Abate pour le controle des larves de Culex pipiens fatigans Wiedemann, 1828, dans la ville de Bobo-Dioulasso (Haute-Volta). Med. trop. Marseille, 30 (3), 393-402.

139. SUBRA (R.), HEBRARD (G.), RABENIRAINY (L.), BOINA (A.)- 1972 - Rapport de mission sur un essai de lutte contre Anopheles gambiae (s.l.) et Culex pipiens fatigans Wiedemann, 1828 par les larvicides, dans une zone d'endémie filarienne , à Mayotte (Archipel des Comores) (18 avril-9 mai, 1972). Rapport ORSTOM Tananarive, 4/72, 9p., multigr.

140. TARIMO (C.S.), PARKER (J.D.) & KAHUMBURA (J.M.) - 1971 - Aircraft applications of insecticides in East Africa XX an XXI.
XX - The control of Glossina swynnertoni Aust. and Glossina pallidipes Aust. in Savannah woodland with a pyrethrum /DDT mixture.
XXI -The control of Glossina swynnertoni Aust. and Glossina pallidipes Aust. in Savannah woodland with pyrethrum. Pyrethrum Post, 11 (1), 18-23.

141. TAUFFLIEB (R.) - 1955 - Une campagne de lutte contre Simulium damnosum au Mayo Kebbi. Bull. Soc. Path. Exot. 48 (4) , 564-576.

142. TAUFFLIEB (R.) - 1956 - Rapport sur la campagne antisimulidienne de 1956 au Mayo Kebbi. Bull. Inst. Et. centrafr. N.S. (11), 53-59.

143. TAWFIK (M.S.) & GOODING (R.H.) - 1970 - Dursban and Abate clay granules for larval mosquito control in Alberta. Mosq. News, 30 (3), 461-464.

144. TREECE (R.E) - 1972 - Rabon® as a cattle feed supplement for fly control. 14 Intern. Congr. Ent. Canberra 22-30 Aug. 1972, Abstr., 256.

145. TRPIS (M.) - 1972 - Predator fly oscillations in populations of larvae of Toxorhynchites brevipalpis and Aedes aegypti in a suburban habitat in East Africa. WHO/VBC, 72.399, 12 p., multigr.

146. TSUJI (H.) et ONO (S.) - 1970 - Laboratory evaluation of several bait factors against the german cockroach Blatella germanica. Jap. J. sanit. Zool., 20, 240-247.

147. TSUJI (H.) et ONO (S.) - 1970 - Wide application of baits against field population of the german cockroach Blattella germanica. Jap. J. sanit. Zool. , 21, 36-40.

148. WALL (W.J.) Jr., et MARGAGNIAN (V.M.) - 1971 - Control of Culicoides melleus (Coq.) ( Diptera : Ceratopogonidae) with granular organophosphorus pesticides, and the direct effect on other fauna. Mosq. News, 31 (2), 209-214.

149. WALSH (J.F.) - 1970 - Evidence of reduced susceptibility to DDT in controlling Simulium damnosum (Diptera : Simuliidae) on the river Niger. Bull. Org. mond. Santé, 43 (2), 316-318.

150. WANSON (M.), COURTOIS (L.) et LEBIED (B.) - 1949 - L'éradication de Simulium damnosum Theobald à Léopoldville. Ann. Soc. belge Med. Trop., 29 (3) , 374-403.

151. WANSON (M.), COURTOIS (L.) et BERVOETS (W.) - 1950 - L'extinction des Simulies de rivières à Léopoldville. Ann. Soc. belge Med. Trop. , 30, 629-637.

152. WATTAL (B.L.), BHATNAGAR (V.N.), JOSHI (G.C.) et SHARMA (S.K.) - 1970 - Laboratory and field evaluation of Dursban (0,0 diethyl-0-3,5,6-trichloro-2-pyridylphophorothioate) as a larvicide against Culex pipiens fatigans Wied. larvae. J. Com. Dis., 2 (1-4), 53-60.

153. WHITE (G.B.) - 1969 - Control of Culex pipiens fatigans . East African Community. Ann. Rep. East Afr. Inst. Malar. Vector Borne Dis. Amani , Tanga, Tanzania Jan. Dec. 69. , 58-61.

154. WILKINSON (C.F.) - 1971 - Effects of synergists on the metabolism and toxicity of anticholinesterases. Bull. Org. mond. Santé, 44, 171-190.

# CORRESPONDANCE DES UNITES DE MESURE BRITANNIQUES ET AMERICAINES COURANTES AVEC LES UNITES DU SYSTEME METRIQUE

## LONGUEURS

Inch (in., ") = 24,5 mm
Foot (ft.,' ) = 0,2012 m
Yard (yd ) = 0,9144 m
Mile ( m ) = 1609,344 m

## SURFACES

Square inch (sq.in.) = 6,4516 cm2
Square foot (sq.ft.) = 0,0929 m2
Acre (ac.) = 0,4046 ha
Square mile (sq.m. ) = 2,5899 km2

## VOLUMES

Cubic inch (cu.in.) = 16,3871 cm3
Cubic foot (cu.ft.) = 0,02831 m3

## CAPACITES

Britanniques : Fluid ounce (fl.oz.) = 28,412 ml
Imperial gallon (U.K.gal.) = 4,54 596 l

Américaines : US. fluid ounce (US.fl.oz.) = 29,6 ml
US. gallon (US.gal.) = 3,78542 l

## MASSES

Ounce (oz.) = 28,3495 g
Pound (lb.) = 0,45359 kg

## PRESSION

Pound per square inch (p.s.i.) = 6,89476 piezes (unité MTS).

FORMULES DE TRANSFORMATION DE QUELQUES UNITES EMPLOYES EN DESINSECTISATION

mg/sq.ft. x 10,7 = mg/m2
lb/acre x 1,12 = kg/ha
oz./acre x 70 = g/ha
g/1000 cu.ft.x 0,035 =g/m3
U.K.gal./mile x 2,8 =l/km
US.gal./mile x2,3 = l/km

U.K.gal./acre x 11,2 = l/ha
US.gal./acre x 9,3 = l/ha
U.K.gal./1000 sq.ft.x 0,048=l/m2
US.gal./1000 sq.ft. x 0,04 =l/m2
fl.oz/acre x70,2 = ml/ha
US.fl.oz/acre x73,2 = ml/ha
lb/U.K.gal.x0,1= kg/l
lb/US.gal. x 0,12 = kg/l

# INDEX ALPHABETIQUE

## DES PRINCIPAUX INSECTICIDES EMPLOYES EN ENTOMOLOGIE MEDICALE

## ET DE LEURS SYNONYMES

Abar (R) = leptophos

Abate (R)

Accothion (R) = fénitrothion

Alfacron (R) = iodofenphos

Alkron (R) = parathion

Aldrine

Allethrine

Alvit (R) =dieldrine

Arprocarb=propoxur

Asuntol (R) = coumaphos

Basudin=diazinon

Bay (R) 78182 =chlorphoxim

Baygon (R) =propoxur

Baytex (R) =fenthion

Baythion (R) =phoxim

Birlane (R) =chlorfenvinphos

Bithion (R) =Abate

Blattanex (R) = propoxur

Bromophos

Brophène (R) =bromophos

Camphéchlore=toxaphène

Canogard (R) = dichlorvos

Carbaryl

Chek-pest (R) = chlordane

Chlorbaythion (R) =chlorphoxim

Chlordane

Chlordécone

Chlordiméform

Chlorfenvinphos

Chlorophénotane=DDT

Chlorophos=trichlorfon

Chlorphoxim

Chlorpyrifos

Chlortiepin=endosulfan

Cidial (R) = phenthoate

Co-Ral (R) = coumaphos

Cortilan (R) = chlordane

Coumaphos

Cubé=roténone

Cygon (R) = diméthoate

Cythion (R) =malathion

DDT

DDVP=dichlorvos

Delnav® =dioxathion

Derris=roténone

Diazinon

Dibrom® = naled

Dichlorvos

Dieldrine

Diméthoate

Dimétilan

Dimétilane=dimétilan

Dioxathion

Dipterex® =trichlorfon

DMDT=méthoxychlore

Dow Co® 179 =chlorpyrifos

Dow Co® 214 =méthylchlorpyrifos

Dursban® =chlorpyrifos

Dylox® =trichlorfon

Elsan® =phenthoate

Endosulfan

Endrine

Entex® =fenthion

Ethylbromophos

Etrolene® = fenchlorphos

Exodin® = diazinon

Fenchlorphos

Fenitrothion

Fenthion

Folidol M® =méthylparathion

Folithion® =fénitrothion

Fundal® =chlordimeform

Galecron® =chlordimeform

Gamma BHC=lindane

Gamma HCH=lindane

Gammexane® =lindane

Gardona® =tétrachlorvinphos

Garrapatox® =coumaphos

HEOD=dieldrine

Heptachlore

HHDN=aldrine

Iodofenphos

Isobenzan

Képone® =chlordécone

Korlan® =fenchlorphos

Lebaycid® =fenthion

Landrin®

Leptophos

Lindane

Malathon® =malathion

Malathion

Marlate (R) =méthoxychlore

Mercaptophos=fenthion

Métacide (R) =méthylparathion

Méthoxychlore = Méthoxy DDT

Méthylchlorpyrifos

Méthyldursban (R) =méthylchlorpyrifos

Méthylparathion

Metron=méthylparathion

Mobam (R)

Muscatox (R) =coumaphos

Naled

Nankor (R) =fenchlorphos

Naphtalène

Naphtaline=naphtalène

Navadel (R) =dioxathion

Neguvon (R) =trichlorfon

Nexion (R) =bromophos

NIA 17370 (R) =resméthrine

Niran (R) = parathion

Nitrox (R) =méthylparathion

NRDC 104 (R) = resméthrine

Nuvanol (R) = iodofenphos

Octachlor (R) = chlordane

Octaklor (R) =chlordane

Octalène =aldrine

Octalox (R) =dieldrine

OMS 1 =malathion

OMS 2 =fenthion

OMS 14=dichlorvos

OMS 16=DDT

OMS 17=lindane

OMS 18=dieldrine

OMS 19=parathion

OMS 29=carbaryl

OMS 33=propoxur

OMS 43 (223)=fénitrothion

OMS 75=naled

OMS 94 (111)=diméthoate

OMS 123=fenchlorphos

OMS 166 (1328) =chlorfenvinphos

OMS 193=heptachlore

OMS 194=aldrine

OMS 197=endrine

OMS 206 (618)= isobenzan

OMS 213=méthylparathion

OMS 466=méthoxychlore

OMS 468=alléthrine

OMS 469=diazinon

OMS 479=dimétilan

OMS 485=coumaphos

OMS 570=endosulfan

OMS 595=tétrachlorvinphos

OMS 597=Landrin®

OMS 658=bromophos

OMS 659=éthylbromophos

OMS 708=Mobam®

OMS 786=Abate®

OMS 800=trichlorfon

OMS 971=chlorpyrifos

OMS 1075=phenthoate

OMS 1155=méthylchlorpyrifos

OMS 1170=phoxim

OMS 1197=chlorphoxim

OMS 1206=resméthrine

OMS 1211=iodofenphos

Paracide®=paradichlorobenzène

Paradichlorobenzène

Paradow®=paradichlorobenzène

Parathion

PDB=paradichlorobenzène

Perfektion®=diméthoate

Phenthoate

Phosvel®=leptophos

Phoxim

Pirimiphos-méthyl

Potasan=coumaphos

PP 511=pirimiphos-methyl

Propoxur

Pynamin=alléthrine

Pyrèthre

Rabon®=tétrachlorvinphos

Resistox®=coumaphos

Resméthrine

Rogor®=diméthoate

Ronnel=fenchlorphos

Roténone

Roxion®=diméthoate

Santochlor®=paradichlorobenzène

SBP 1382®=résméthrine

Sevin®=carbaryl

Snip®=dimétilan

Sumithion®=fénitrothion

Telodrin®=isobenzan

Tétrachlorvinphos

Thiodan®=endosulfan

Thiophos®=parathion

Tiguvon®=fenthion

Toxaphène

Trichlorfon

Trolène®=fenchlorphos

Tugon®=trichlorfon

Unden ® =propoxur

Valexon ® =phoxim

Vapona ® = dichlorvos

Velsicol ® 104 =heptachlore

Velsicol ® 1068 =chlordane

Vert de Paris

Vert de Schweinfurt=vert de Paris

Verthion ® =fénitrothion

Viozène ® =fenchlorphos

Zeidane =DDT.