

EZIO MOSNA

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ, ROMA

L'EMPLOI DES INSECTICIDES DE CONTACT CONTRE LES INSECTES DOMESTIQUES EN ITALIE. APERÇU DES METHODES DE L'AVENIR

Riassunto. — L'A. descrive i risultati conseguiti in Italia nella lotta contro gl'insetti domestici a mezzo degli insetticidi di contatto negli anni 1946-53.

Mette in rilievo il fatto che la lotta in Italia contro gli anofeli non presenta sino ad oggi problemi di resistenza; la comparsa di resistenza nei culex, cimici, pulci e soprattutto nelle mosche domestiche propone, invece, il problema della lotta in tutta la sua imponenza.

Illustra le ricerche compiute in laboratorio con i nuovi insetticidi a base di esteri fosforici — Diazinone e Malathon — su differenti ceppi di mosche domestiche e riporta i risultati ottenuti nel campo pratico. Benchè questi nuovi prodotti non abbiano un'azione totale come quella già dimostrata dal DDT e dal Chlordane, tuttavia agiscono in modo apprezzabile e pertanto possono essere impiegati con successo nella lotta nel campo pratico. Discute i possibili rischi derivanti dall'uso degli esteri fosforici, soprattutto per gli operai irroratori. Mette in rilievo che l'alto prezzo di questi insetticidi ed il costo della mano d'opera necessaria portano per ora a limitazioni nell'uso dei due insetticidi su vasta scala.

Fa presente che nella lotta contro le mosche domestiche, di fronte al superamento del DDT e dei composti ciclici clorurati, ed alle limitazioni degli esteri fosforici, molti ricercatori tendono al ritorno al metodo di lotta indiretta. E' indiscutibile che questo mezzo di lotta, l'unico veramente e durevolmente efficace, anzi l'unico che possa migliorare col passare del tempo, può essere usato con grande vantaggio in centri urbani ad elevato tenore di vita, ma, almeno per ora, non in centri rurali e suburbani poveri, ove si dovrebbe giungere ad una trasformazione radicale di abitudini, metodi ed attrezzature.

Pertanto i mezzi chimici non possono essere accantonati, ma per

poter usarli su basi razionali sono necessarie profonde ed ampie conoscenze sulla fisiologia, ecologia, etologia e genetica della mosca domestica, conoscenze attualmente inadeguate o rudimentali o nulle. In questa considerazione l'A. ha delineato un programma triennale di ricerche, che già da un anno viene svolto dai suoi collaboratori secondo le seguenti linee: ricerche ecologiche e etologiche - studio della biochimica muscolare - sviluppo della genetica formale aumentando la collezione di mutazioni e studiandone le modalità di trasmissione ereditaria - analisi della eterogeneità genetica di popolazioni naturali - distribuzione geografica della resistenza — ereditarietà dei fattori di resistenza - fisiogenetica della resistenza.

Résumé. — L'Auteur passe en revue le travail qui a été fait pendant ces dernières années en Italie avec les insecticides, soit sur le terrain, soit dans le laboratoire.

Le DDT a été très efficace contre les Anophèles et la survivance de celles-ci dans certaines zones a été accidentelle et n'était pas due à la résistance; et bien que l'on n'ait pas pu supprimer complètement les mouches, les poux et les punaises, leur importance a été considérablement réduite.

La mouche domestique, en Italie comme ailleurs, a très rapidement acquis une résistance spécifique au DDT et ensuite une résistance polyvalente aux autres insecticides chlorés. Plus tard, les expériences de laboratoire ont montré que l'on pouvait mettre obstacle aux phénomènes de la résistance par un dosage très soigné et par des applications convenablement réparties dans le temps, mais l'emploi indiscriminé de nombreux insecticides avait déjà alors provoqué la sélection de souches résistantes. Les composés phosphorés, quoique ayant une action moins radicale que le DDT, avaient cependant un effet remarquable, mais ils avaient le désavantage d'être chers et de passer pour être dangereux pour ceux qui les manipulaient. L'acide monoiodoacétique et ses dérivés, qui dans des expériences surveillées par l'Auteur avait montré un effet semblable sur les insectes — la neutralisation d'enzymes vitaux, — étaient considérablement moins toxiques pour l'homme.

Les hygiénistes revenaient aux anciennes méthodes pour la lutte contre les mouches — la destruction des larves et des milieux de développement de celles-ci. Il n'y avait pas de doute que sur une longue période de temps ces méthodes de lutte fussent les meilleures. Elles sont praticables dans les villes, mais pour de nombreuses raisons tout à fait évidentes elles ne le sont pas ou tout au moins elles sont fort lentes

dans les conditions rurales. C'est pourquoi on ne saurait pas abandonner les méthodes chimiques et il y a beaucoup à faire dans le laboratoire pour rendre ces méthodes plus efficaces.

La connaissance du mécanisme de la résistance et de sa transmission héréditaire est encore très fragmentaire. La mouche domestique, très mobile et extrêmement prolifique, est en outre hétérozygotique et par conséquent très adaptable. Tous les nouveaux insecticides devront donc être mis à l'essai sur des souches que l'on sait être résistantes et en croisant les dites souches.

En envisageant les recherches futures, l'Auteur souligne spécialement les thèmes suivants :

Caractères génétiques de forme et leur transmission.

Analyses de l'hétérogénéité.

La distribution géographique des souches résistantes.

Hérédité du mécanisme de la résistance.

Physiogénétique de la résistance.

Summary. — The author describes the results obtained in Italy during the years 1946-53, in the control of domestic insects through the use of contact insecticides.

The author points out the fact that the control of anophelines in Italy today presents no problem due to resistance; the appearance of resistant *Culex* sp., bed-bugs, fleas and especially of resistant house-flies brings out the problem in all its importance.

The author describes laboratory research on the new organic phosphates — Diazinon and Malathon — on different strains of house-flies, and reports the results obtained in the field. Even though these new products have no total action, like the one once displayed by DDT and Chlordane, nevertheless they give good results and they may be used with success in the field.

The author discusses the health hazard derived from the use of organic phosphates, especially with regard to the spraying teams. However, the high cost of these insecticides and the cost of hand labour at present limit the large scale use of these two substances.

It is pointed out that, in view of the ineffectiveness of DDT and of chlorinated hydrocarbons, and due to the limitations of organic phosphates, many investigators tend to resume the use of an indirect fly control method. There is no doubt that this method, the only lasting and efficient one, and the only method that is subject to improvement in the course of time, could be used with great advantage in urban areas with a high standard of living, but could not be used, for

the time being, in poor rural centres where it would be necessary to transform completely habits, methods and control equipment.

Chemical control methods, however, cannot be abandoned; but in order to apply them usefully we require a deeper knowledge of the physiology, ecology, ethology and genetics of the housefly, since our knowledge in such fields is still inadequate, rudimentary or nil. Considering the above mentioned situation, the author has drawn up a three years research programme. This programme has already, during the past year, embraced the following subjects: ecology and ethology, muscle physiology, development of formal genetics, (mutations and their transmission), analysis of genetic heterogeneity of natural populations, geographical distribution of resistance, heredity of the resistance mechanism, physiogenetics of resistance.

Zusammenfassung. — Der V. gibt eine Uebersicht über die, während der letzten Jahre, auf dem Gebiet der Insektizide in Italien praktisch und im Laboratorium geleistete Arbeit.

Grossen Erfolg hat DDT beim Kampf gegen die Anopheles gehabt, und die Tatsache, dass in einzelnen Gebieten diese Mücken nicht völlig ausgerottet wurden, ist auf einen Zufall und nicht auf die Resistenz der Insekten zurückzuführen. Ausserdem wurden Fliegen, Läuse und Wanzen zwar nicht völlig ausgerottet, jedenfalls aber in ihrem Bestand stark vermindert.

Die Stubenfliege hat in Italien wie in anderen Ländern eine Resistenz gegen DDT und in der Folgezeit gegen Insektizide auf Chlorbasis überhaupt entwickelt. Laboratoriumsversuche haben später ergeben, dass bei genauer Dosierung der Insektizide und ihrer Anwendung im richtigen Zeitpunkt die Resistenz weniger ins Gewicht fällt; leider hat der unterschiedslose Gebrauch der verschiedenen Insektizide jedoch bereits zu einer Selektion der resistenten Stämme geführt. Phosphorverbindungen, deren Wirkung zwar weniger radikal ist als die des DDT es anfänglich war, haben sich trotzdem als sehr brauchbar erwiesen. Sie haben jedoch den Nachteil, teuer und scheinbar auch gefährlich für die das Mittel zur Anwendung bringenden Personen zu sein. Monojodessigsäure und ihre Derivate, die, bei unter Aufsicht des Verfassers durchgeführten Versuchen, sämtliche eine ähnliche Wirkung auf Insekten — Neutralisierung der vitalen Enzyme — zeigten, waren für Menschen weniger giftig.

Aus hygienischen Gründen kehrte man zu älteren Fliegenbekämpfungsmethoden zurück und zwar zur Zerstörung der Larven und Behandlung des Bodens, in dem die Larven sich entwickeln. Um eine gewisse

Dauerwirkung zu erzielen, waren dies zweifellos die besten Methoden. die zwar ohne weiteres in der Stadt anwendbar waren, auf dem Land aber aus offensichtlichen Gründen entweder nicht durchführbar oder zumindest doch erst verhältnismässig spät wirksam sind.

Die Anwendung chemischer Mittel konnte daher nicht aufgegeben werden, und grosse Laboratoriumsarbeit war erforderlich, um diese Mittel wirksamer zu machen.

Die Kenntnis der Resistenz und ihrer Vererbbarkeit steckt noch in den Anfängen. Die Stubenfliege, die überaus beweglich und fruchtbar ist, ist auch heterozygotisch und somit sehr anpassungsfähig.

Alle neuen Insektizide mussten daher mit resistenten wie auch mit gekreuzten Stämmen versucht werden. Bei der Erwähnung der noch zu leistenden künftigen Forschungsarbeit deutet der Verfasser besonders auf folgenden Themen hin:

Formalgenetische Eigenschaften und ihre Uebertragung.

Analyse der heterogenetischen Eigenschaften.

Geographische Verteilung der resistenten Arten.

Vererblichkeit der Resistenz.

Physiogenetik der Resistenz.

Personne n'ignore que l'usage massif du DDT, auquel nous avons eu recours en 1946 pour lutter contre le paludisme, s'est immédiatement révélé très efficace non seulement contre les insectes vecteurs de cette maladie, mais encore contre les autres parasites domestiques. En fait, la population se trouva tout d'un coup, après la première application de DDT, débarrassée des insectes meurtriers et des parasites qui la tourmentaient. Et ce fut elle qui, pour la première fois dans l'histoire de la fiscalité, demanda de payer l'impôt, dans toute la mesure où elle pouvait, pour être délivrée en permanence des moustiques, punaises et autres parasites.

Les premiers résultats ont montré que le DDT était non seulement un moyen puissant de lutte contre le paludisme, mais encore un instrument précieux de destruction des autres parasites domestiques, au point que son emploi rationnel a permis d'atteindre tous les objectifs de l'hygiène qui ne vise pas seulement à mettre l'homme à l'abri des maladies, mais encore à lui rendre le vie plus aisée et plus agréable.

Au tableau 1 en annexe figurent les données d'ensemble sur l'emploi des insecticides de contact entre 1946 et 1952, qui révèlent à elles seules l'ampleur de la tâche accomplie en Italie.

CHIFFRES RELATIFS À L'EMPLOI DU DIAZINON ET DU MALATHON DANS LA PROVINCE DE LATINA

Secteurs	Insecticide employé	Nombre de fermes traitées	Pièces d'habitation traitées	Ecuries, étables, etc. traitées	Nombre total de locaux traités	Surface traitée	Quantité d'insecticide au m ²	Nombre total de fagots placés	Nombre moyen de fagots par maison	Quantité d'insecticide par fagots	Coût par m ² et par fagot	Coût d'un traitement par habitant	Nombre de traitements prévus dans l'année
SECTEUR TÉMOIN (NON TRAITÉ)													
I													
II	Pâte à 75% de DDT et 10% de Diazinon	385	1082	583	1615	93.480	Diazinon gr 0.18				L.7	L. 142	3
III	Néocide 99 à 10% de Diazinon	116	295	118	413	22 340	Diazinon gr 0.18				L.7	L. 149	4
IV	Malathion 50% E	98	230	156	386	20 920	Malathion gr 0.40				L.4	L. 87	6
V	Pâte à 75% de DDT et 10% de Diazinon	302						1.851	6	Diazinon gr 1	L.55	L. 32	8
VI	Néocide 99 à 10% de Diazinon	209						1.258	6	Diazinon gr 1	L.55	L. 28	12

Examinons maintenant les résultats obtenus dans la lutte que nous avons engagée.

1. ANOPHÈLES.

Dans la province de Latina, où nous avons organisé et contrôlé sans interruption les opérations, les résultats de la lutte contre les anophèles ont été bons dans toutes les zones traitées, quelles que fussent les conditions d'habitation. Dès la fin de la première année de traitement au DDT (1946), la population d'anophèles avait diminué dans des proportions jamais encore observées, et cela dans toute la région. Au cours des deux années suivantes, soit 1947 et 1948, nous avons pu, grâce à notre contrôle quotidien, constater la quasi-disparition de l'*A. sacharovi*, aussi bien des maisons que des gîtes larvaires. On pouvait encore alors capturer quelques rares individus de l'espèce *A. labbranchiae labbranchiae* en quelques points (stations de contrôle) où l'application d'insecticides n'avait pas été faite, ainsi que sur des toiles d'araignée de formation récente. L'inspection de la majeure partie des gîtes larvaires d'*A. labbranchiae labbranchiae* donnait des résultats négatifs. En 1949 furent trouvés les derniers spécimens d'*A. labbranchiae labbranchiae* et, depuis lors, nos recherches ne nous ont jamais permis de déceler la présence d'anophèles de cette espèce, adultes ou larves, en dépit du caractère scrupuleux et continu de ces recherches. En revanche, on a continué à rencontrer une quantité notable de larves, à tous les stades de leur développement, d'insectes non vecteurs, et surtout d'*A. maculipennis maculipennis*, d'*A. melanoon melanoon* et d'*A. claviger*.

On a pu observer généralement, dans les autres zones paludéennes d'Italie traitées au DDT, les mêmes résultats qu'à Latina, soit la quasi-disparition des anophèles vecteurs et la rémanence des non vecteurs. Ce n'est que dans certaines zones de Calabre et de Sicile que l'on a continué à signaler une certaine quantité relative d'*A. labbranchiae labbranchiae* et d'*A. superpictus* dans les foyers d'infestation larvaire et dans les locaux réservés aux animaux. Nous avons été amenés à conclure, à l'issue des inspections menées en 1949, 1951 et 1953 dans les zones à réaction positive de Sicile, que la présence dans ces zones d'anophèles vecteurs pouvait s'expliquer par: 1) le défaut de traitement de nombreuses maisons, écuries, étables, etc., dont une grande partie étaient fermées pendant la période du traitement; la population locale, d'autre part, a souvent refusé l'application du DDT à la suite de l'échec de la campagne menée contre les mouches à l'aide des insecticides pulvérisés; et 2) la mauvaise qualité d'une partie du DDT utilisé.

Les expériences menées sur les anophèles présents en Sicile n'ont pas prouvé, jusqu'à aujourd'hui, que la sensibilité de ces insectes au DDT diminuait. De nombreuses inspections effectuées en Calabre ont amené le Dr. Coluzzi, de l'Institut de Paludologie E. Marchiafava, à des conclusions analogues.

2. MOUCHE DOMESTIQUE (*Musca domestica* L.).

Le phénomène de la résistance au DDT des mouches domestiques est bien connu. Ce phénomène, que nous avons observé initialement en 1947 dans les Marais Pontins, après une année de traitement au DDT, s'est étendu aux autres régions de l'Italie à la suite de la généralisation de l'emploi du DDT.

Le choix, en 1947, d'un nouvel insecticide propre à vaincre cette résistance ne présenta pas de difficultés. Les recherches de laboratoire sur la souche de mouches résistant au DDT avaient démontré le caractère spécifique de cette résistance et révélé que l'on pouvait par conséquent employer avec un succès total d'autres insecticides tels que le chlordane, le gammexane ou le toxaphène. Seul nous préoccupait le fait que l'on avait pu observer, chez les générations successives de la souche résistant au DDT, non seulement une augmentation de cette résistance spécifique, mais encore une atténuation de la sensibilité de ces individus aux autres insecticides chlorés, relativement à celle des spécimens normaux.

En 1948, nous avons employé le chlordane, concurremment au DDT, dans les principaux centres de la province de Latina, et nous avons étendu son application en 1949 à l'ensemble de la zone rurale de cette province. Nous avons alors réussi encore une fois à faire disparaître les mouches de toute la région traitée.

En 1950, nous avons recommencé le même traitement, mais dès le mois d'août les mouches ont commencé à apparaître en petit nombre, pour devenir nombreuses en septembre et envahir toute la zone en octobre.

Au cours des expériences de laboratoire, la nouvelle souche de mouches manifesta non point une résistance spécifique, comme l'avait fait la souche sélectionnée précédemment, mais bien une résistance polyvalente, plus ou moins marquée, à l'égard de tous les produits chlorés : DDT, chlordane, aldrine, dieldrine, gammexane, méthoxychlore.

Ce phénomène de résistance polyvalente se vit bientôt confirmé dans le domaine pratique : en 1951, les traitements au méthoxy-

chlore et, en 1952, les traitements à la dieldrine, effectués dans le Latium pour lutter contre les anophèles, n'eurent aucun effet sur la population de mouches de la région.

Mieux encore, des expériences de portée réduite, effectuées dans le Latium à l'aide de DDT activé au DMC et au Pyrolan, ont permis de déceler parmi quelques générations les symptômes d'une résistance notable à ces produits.

Ainsi avait-on pu en arriver en 1951 à la conclusion inquiétante qu'il n'était plus possible de lutter contre la mouche domestique au moyen des insecticides chlorés.

Il est vrai que l'on disposait alors d'insecticides à base d'esters phosphoriques (parathion, etc.), d'un usage déjà répandu dans l'agriculture et dont les essais de laboratoire avaient démontré l'effet sur les mouches résistantes mais on n'envisagea jamais d'y avoir recours, du fait de leur violent effet toxique sur les vertébrés.

La découverte de nouveaux produits à base d'esters phosphoriques bien moins toxiques, Diazinon et Malathon, nous incita à en étudier l'application éventuelle dans la pratique.

Les résultats de nombreuses recherches de laboratoire effectuées en 1952 avec le Diazinon ont prouvé que ce produit avait un effet constant et radical sur les mouches à résistance polyvalente. L'effet de chute sur les mouches a toujours été total, même à très faibles doses (5 mg/m²) et pour des contacts de très courte durée (10 minutes). Les mouches tombées n'ont jamais redonné signe de vie.

On a observé, en ce qui concerne l'effet rémanent du Diazinon, qu'à la fin de la première semaine suivant l'application du produit, toutes les concentrations de produit actif (soit 10 à 100 cg/m²) conservaient un effet insecticide total. A la fin de la troisième semaine seules les concentrations supérieures à 20 cg, et à la fin de la cinquième semaine seules les concentrations de 100 cg/m², avaient encore un effet insecticide marqué.

On a constaté, au cours d'expériences ultérieures, en se servant de Diazinon associé au DDT, dans les proportions de 20 cg de Diazinon et de 140 cg de DDT par m², que l'effet rémanent durait environ 6 semaines.

Comme le Diazinon est un produit coûteux et comme on cherchait à réduire les contacts de la population humaine avec l'insecticide, on a ensuite essayé, par des expériences de laboratoire, de savoir s'il serait possible de lutter avec succès contre la mouche domestique en se contentant d'asperger de Diazinon des fagots de branchages à feuil-

les persistantes (chêne-vert), que l'on placerait dans les cuisines, les entrées d'habitations et les locaux réservés aux animaux.

Les essais de laboratoire démontrèrent qu'un fagot de 60 à 80 cm de long et de 30 à 40 cm de diamètre, humecté d'un gramme de Diazinon actif, placé au milieu d'un des côtés d'une pièce d'environ 60 cm³ de volume, suffisait pour abattre toutes les mouches dans l'espace de deux heures durant les trois premiers jours, et au bout d'un temps plus long au cours des journées ultérieures. On a observé qu'au bout de huit jours, un certain nombre de mouches vivaient encore 24 heures après leur entrée dans la pièce, et que la durée de survie allait en augmentant les jours suivants. Au bout de 12 jours, la plupart des mouches survivaient à un séjour de 24 heures dans le local traité.

Mais, au cours d'expériences ultérieures de laboratoire, on constata que l'effet rapide observé les premiers jours était imputable non seulement à l'action de contact, mais encore à l'effet des vapeurs du produit. Des mouches résistantes, enfermées dans des petites cages de tulle disposées dans les angles de la pièce, tombaient à peu près aussi vite que les mouches laissées libres dans le local traité. Au cours des essais suivants, durant lesquels la fenêtre et la porte étaient seulement protégées par un voile, l'effet des vapeurs de Diazinon fut à peine notable et la chute des mouches libres n'intervint qu'après trois ou quatre heures, soit après un délai quelque peu supérieur à celui que l'on avait constaté lorsque l'expérience avait eu lieu en milieu clos.

Des expériences ultérieures ont prouvé que l'effet des vapeurs de Diazinon était tout à fait négligeable, même dans des locaux fermés, si le produit était pulvérisé sur des murs crépis à la chaux.

Avant de passer à l'application pratique de la méthode, nous avons donc jugé nécessaire de contrôler l'action toxique des vapeurs de Diazinon sur les vertébrés. Dans une pièce d'environ 40 m³, nous avons exposé 2 singes, 4 rats et 4 souris à l'action des vapeurs de Diazinon, en humectant chaque jour pendant 5 mois des fagots suspendus dans la pièce, à l'aide de 2 grammes de substance active. Or, on n'a pu, durant toute cette période, constater chez ces animaux aucun symptôme d'intoxication: ils ont augmenté de poids et sont encore aujourd'hui parfaitement normaux.

Parallèlement aux recherches sur le Diazinon, nous avons expérimenté le Malathon. Ce produit a lui aussi un effet radical et immédiat sur les mouches domestiques de toutes les espèces qui nous ont servi de sujets d'expérience. Mais on a constaté que le Malathon a une action beaucoup plus faible que la Diazinon, aussi bien sur les mouches résistantes que sur les mouches normalement sensibles, lorsqu'on se sert

d'un produit très faiblement concentré (5 mg/m²) pendant un temps très court (10 minutes). La durée de l'effet rémanent est également inférieure à celle observée avec le Diazinon: pour une concentration de 20 ctg de substance active au m², l'effet rémanent s'affaiblit vers la fin de la deuxième semaine et à la fin de la troisième semaine l'action de l'insecticide paraît presque entièrement éteinte.

Au vu de ces résultats, nous sommes passés cette année à l'action pratique. Pour le traitement des zones témoins, nous nous sommes servis des produits suivants:

1) une pâte à 75% de DDT et 10% de Diazinon, suspensible dans l'eau, fournie par la société Geigy;

2) du Néocide 99, à 10% de Diazinon, en poudre mouillable, fourni par la société Geigy;

3) du Malathon émulsionnable à 50%, fourni par la New York Mercantile Corporation.

Mais comme nous n'avions qu'une connaissance rudimentaire de la toxicité du Diazinon et du Malathon pour l'homme et les animaux dans les cas de pulvérisation en milieu clos, l'emploi de ces produits sur une vaste échelle nous plaçait devant des responsabilités peut-être graves.

C'est pourquoi nous avons décidé de ne traiter la première année que la zone rurale limitrophe de la ville de Latina, ce qui devait nous permettre de contrôler plus rigoureusement les effets des produits durant et après les opérations de pulvérisation.

Nous appuyant toujours sur les résultats obtenus les années précédentes avec le chlordane, nous avons choisi de n'imprégner que les murs des locaux servant de cuisines ou d'entrées et des locaux réservés aux animaux, méthode qui, dans le cas du chlordane, s'était révélée suffisante pour faire disparaître les mouches domestiques de toutes les pièces, traitées ou non, des maisons traitées.

Nous avons décidé de même, pour l'essai aux fagots, de n'en placer que dans les locaux du type précité et d'en utiliser un nombre proportionnel au cubage de ces locaux; en général, nous avons placé un ou deux fagots par cuisine, un fagot par entrée et trois ou quatre fagots par écurie, étable, etc.

La zone rurale choisie pour l'expérience comprenait 1.110 fermes où vivaient plus de 10.000 habitants.

Nous avons divisé cette zone en 6 secteurs à chacun desquels nous avons appliqué un traitement différent, comme le montre le tableau 2 en annexe.

L'irroration des insecticides était faite par huit ouvriers, sous le contrôle de deux chefs-d'équipe. Pour leur protection aucune mesure spéciale ne fut prise, mais on les faisait respecter rigoureusement les normes élémentaires données pour l'emploi des insecticides de contact. Seulement un ouvrier fut obligé à travailler, protégé d'un masque.

Nous n'avons jusqu'à aujourd'hui constaté aucun symptôme clinique d'intoxication qui fût imputable aux insecticides employés, soit dans le personnel chargé des pulvérisations, soit chez les habitants, grands ou petits, des maisons traitées.

Les propriétaires d'animaux domestiques demeurés dans les écuries ou étables pendant la durée de l'expérience n'ont pas non plus signalé de troubles chez ces animaux.

La détermination de l'activité de la colinestérase dans le sang des six ouvriers (arroseurs), qui a été faite après 4 mois de travail continu, a montré au contraire des valeurs très basses dans cinq et une valeur normale dans le dernier, c'est à dire le seul qui a toujours travaillé avec la protection d'un masque. Bien qu'il ne soit pas possible de tirer des conclusions d'un seul cas, on doit toutefois reconnaître que le fait est du moins bien indicatif.

RÉSULTATS.

Pour faire le bilan des résultats obtenus, nous avons établi des stations de capture en donnant la préférence aux locaux servant de cuisines. Nous contrôlions la présence de mouches domestiques dans ces stations une fois par semaine, en nous servant de papier tue-mouches ordinaire suspendu pendant 24 heures au centre du local. Outre ce contrôle hebdomadaire, nous avons procédé chaque jour à l'inspection de nombreux autres locaux de tous les secteurs afin de mieux pouvoir nous rendre compte des résultats obtenus.

Il est évidemment presque impossible d'évaluer exactement dans la pratique la densité des mouches, car il n'existe jusqu'à présent aucune méthode qui permette d'atteindre ce résultat. Mais lorsque l'action de l'insecticide aboutit à faire fortement diminuer, sinon disparaître, les insectes visés, il n'est pas difficile de procéder à une évaluation de la densité en espace restreint, comme les cuisines, même en recourant au simple comptage des mouches présentes, méthode que nous avons suivie.

Le tableau 3 donne le nombre moyen de mouches capturées chaque semaine dans les stations témoins, et on peut considérer comme bons les résultats obtenus par pulvérisation sur les murs et comme satisfai-

CHIFFRES RELATIFS À L'EMPLOI D'INSECTICIDES DE CONTACT EN ITALIE DE 1946 À 1952

	1946		1947		1948		1949		1950		1951		1952	
	LATINA	ITALIE	LATINA	ITALIE	LATINA	ITALIE	LATINA	ITALIE	LATINA	ITALIE	LATINA	ITALIE	LATINA	ITALIE
DDT pur	133	—	194	1928	218	3311	207	4026	208	2285	155	3595	49	1949
Chlordane pur	—	—	—	—	14	14	79	282	85	2941	—	1573	—	215
Méthoxychlore pur	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	93	138	3	23
Dieldrine pure	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	79
Surface totale (m ²) traitée	7.756.583	—	10.663.618	126.089.258	11.315.242	187.674.000	115.644.94	234.582.805	13.831.227	235.883.500	12.020.120	301.665.336	5.698.670	163.440.610
Heures-ouvriers n°	47.047	—	51.408	888.216	52.374	1.165.143	51.016	1.630.836	66.944	1.469.301	52.008	1.890.259	26.466	970.099
Nombre total de locaux traités n°	139.301	—	198.233	2.027.455	196.846	2.809.319	208.518	3.527.923	264.546	3.690.558	255.633	4.642.378	112.519	2.768.394
Nombre d'habitants n° protégés	142.426	—	180.264	2.224.919	179.766	2.885.015	187.964	3.695.938	244.815	3.715.627	191.726	4.949.841	114.595	5.000.000

sants ceux obtenus dans les deux secteurs où nous avons employé la méthode des fagots. Ces résultats sont encore plus frappants si l'on considère les données tirées de l'inspection quotidienne des divers secteurs, car les chiffres obtenus sont de loin inférieurs à ceux que donnait la capture de mouches au moyen de papier tue-mouches.

Dans l'ensemble des résultats, on a pu constater que l'emploi du Diazinon et du Malathon n'a pas eu un effet aussi marqué que celui du DDT et du chlordane, soit la disparition totale des mouches des locaux traités, même au cours des premiers jours du traitement; dès après 24 heures, on a pu retrouver, en nombre évidemment très faible des mouches domestiques dans tous les locaux, traités ou non. En outre, alors que le DDT et le chlordane avaient un effet radical sur les mouches quelles que soient les conditions d'hygiène du milieu, les résultats obtenus au moyen du Diazinon et du Malathon différaient très notablement d'une maison à l'autre, et étaient d'autant plus marqués que les fermes étaient bien tenues.

Mais, si ces produits n'ont pas une action totale, comme le DDT et le chlordane, ils n'en produisent pas moins des effets appréciables et peuvent donc être employés avec succès dans la pratique. Il ne semble pas, en outre, tout au moins d'après les expériences que nous avons faites cette année, qu'il y ait, avec ces deux produits, un danger d'intoxication pour les hommes ou les animaux des localités traitées; les dangers encourus pour les arroseurs peuvent être éliminés, en améliorant leur protection au moyen de l'usage des masques.

Reste à envisager le coût élevé de leur emploi, qui est de deux à trois fois supérieur au coût du traitement au chlordane. Cela s'explique par le prix élevé de ces insecticides et par l'augmentation du coût de la main-d'œuvre que nécessite l'application répétée des produits durant l'année, facteurs qui, pour le moment du moins, tendent à limiter l'emploi massif de ces insecticides.

On peut en général suggérer aux services centraux de lutte contre les insectes de procéder par pulvérisation directe sur le murs à l'aide de ces produits, tandis que l'on peut recommander aux particuliers de se servir de fagots.

Voici, d'autre part, quelle est la situation en ce qui concerne les autres insectes domestiques.

3. CULEX PIFIENS AUTOGENICUS.

Cette espèce, essentiellement domestique, pullule dans la plus grande partie des centres ruraux. Le *culex* s'est comporté vis-à-vis des insecti-

cides d'une manière absolument analogue à la mouche domestique; de fait, les *culex* ont disparu après la première application de DDT pour réapparaître l'année suivante résistants contre ce produit. L'emploi du chlordane a permis de nouveau de lutter avec plein succès contre ces insectes pendant deux ans, mais en 1950, l'espèce a fait sa réapparition, donnée cette fois d'une résistance à tous les insecticides chlorés. Les esters phosphoriques ont sur cette espèce une action totale.

4. PHLEBOTOMUS Sp.

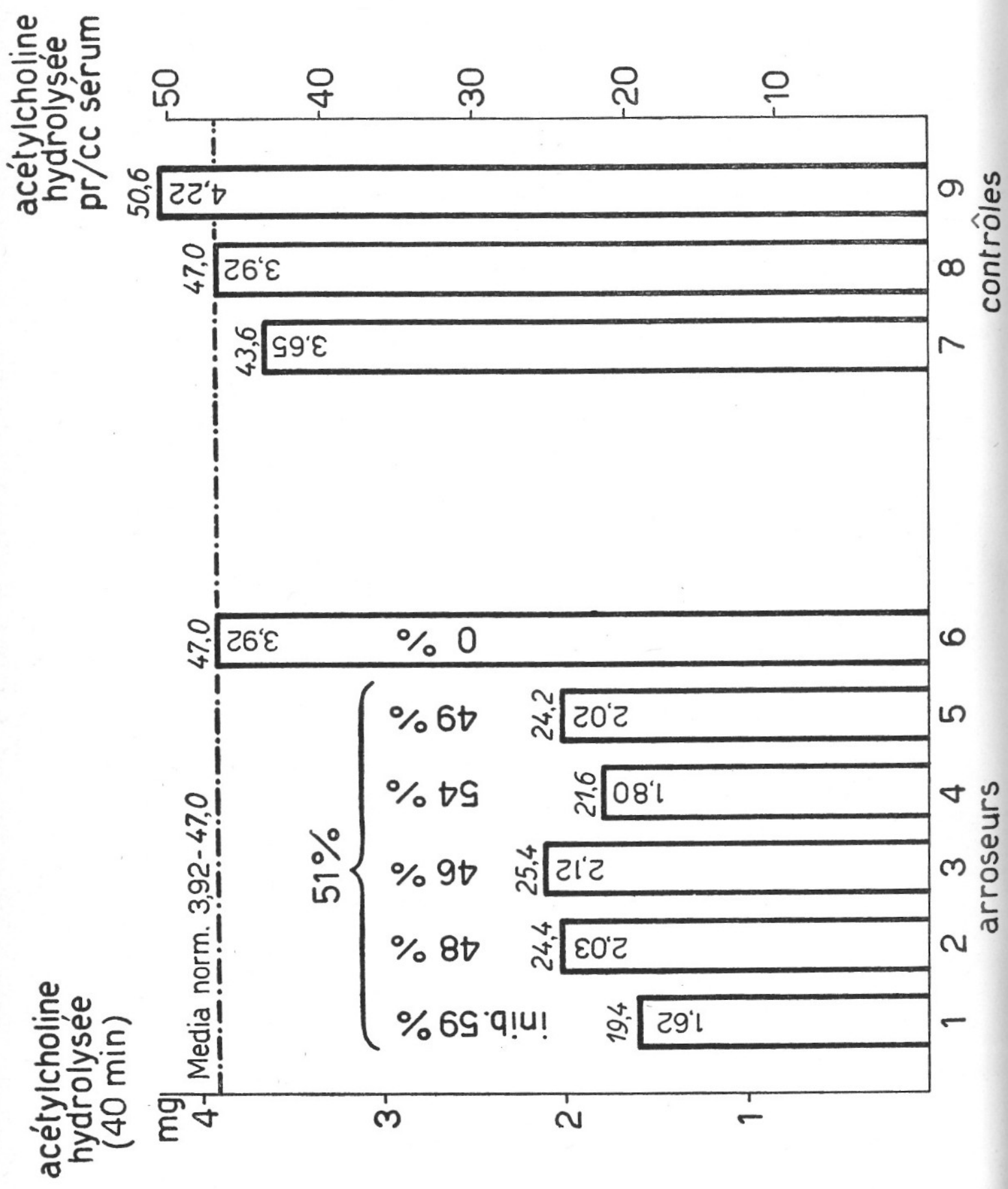
Cette espèce qui, avant l'apparition du DDT, pullulait, surtout dans les villes anciennes, a pratiquement disparu dès la première application de ce produit et nous n'avons, encore aujourd'hui, jamais eu connaissance de la présence d'un seul spécimen de cette espèce.

5. CIMEX LECTULARIUS.

La première application de DDT avait abouti à la disparition complète de cette espèce et, pendant six ans, aucune punaise n'a été capturée dans la province du Latium. Ce n'est que cette année que ces insectes ont été signalés à nouveau en grand nombre, mais uniquement au centre de réfugiés de Gaëte, qui consiste en un vieux bâtiment où sont logées environ 200 personnes. Une application d'une solution à 5% de DDT dans le pétrole n'a pas amené la disparition des punaises. Les essais effectués sur des spécimens de cette espèce élevés au laboratoire, ont révélé leur résistance absolue au DDT, méthoxychlor et à la dieldrine, une résistance partielle au chlordane et une sensibilité totale au gammexane et aux esters phosphoriques (Diazinon et Malathon).

6. PEDICULUS HUMANUS (*capitis et corporis*).

Pour ce qui est des poux également, on a constaté qu'ils avaient disparu complètement dans la population civile de la province du Latium après la première application de DDT, mais, durant l'hiver 1952-1953, on a découvert 800 enfants porteurs de *P. capitis* parmi 4.665 élèves de diverses écoles rurales. Un groupe de 30 enfants d'une même école rurale a été traité avec un mélange à 10% de DDT et de talc; 15 de ces enfants furent débarrassés de leurs poux après la première application, 9 d'entre eux durent être soumis à un deuxième traitement, et 6 à une troisième application. Un mois après la dernière application de DDT, aucun enfant traité ne portait plus de parasites.



Nous n'avons effectué aucune expérience de laboratoire, car il n'a pas été possible de faire piquer nos donneurs de sang par les spécimens capturés.

7. PULEX Sp.

Les puces, qui avant l'apparition du DDT tourmentaient l'homme et les animaux, ont pratiquement disparu après la première application de ce produit, et ce n'est que récemment qu'on nous en a signalé la présence dans les maisons de la région de Fondi. Nous n'avons pu jusqu'à ce jour effectuer un contrôle précis, mais certains spécimens capturés étaient de l'espèce *Pulex irritans*.

COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

L'emploi des insecticides a montré que chaque espèce d'insectes possède, à des degrés différents, la faculté de donner naissance à des souches résistantes, et que ces souches diffèrent entre elles par le degré ou par le type de résistance; c'est ainsi, par exemple, que des souches de mouches qui, à l'état libre, résistent à l'action de certains insecticides, ont pu se révéler, au cours des expériences de laboratoire, encore vulnérables à l'insecticide qui avait servi de critère de sélection. En outre, suivant les insecticides employés, on peut donner naissance à des souches qui résistent à un insecticide donné ou qui offrent une résistance polyvalente.

Les méthodes de lutte antiparasitaire suivies dans la pratique ont précédé l'enquête du laboratoire, et ont donc créé une situation qui ne permet pas d'utiliser directement, pour améliorer les méthodes de lutte, les résultats mentionnés plus haut. Il est d'ailleurs évident qu'il n'est pas possible, dans un milieu naturel, de prolonger la durée des contacts, car ceux-ci sont subordonnés à l'activité des insectes; or, la durée du contact est, en réalité, le seul facteur qu'il soit possible, en laboratoire, d'augmenter efficacement et sans limite aucune pour déceler une sensibilité rémanente chez des mouches partiellement résistantes; les doses par unité de superficie atteignent rapidement un maximum au delà duquel toute augmentation s'avère inefficace et cette limite a déjà été atteinte, voire dépassée, dans la pratique.

Les mélanges d'insecticides auxquels on a déjà eu recours ont pratiquement abouti à supprimer toute possibilité éventuelle d'un emploi

alterné et soigneusement dosé. Restent, il est vrai, les esters phosphoriques, mais, pour le moment tout au moins, les possibilités de leur emploi demeurent limitées, du fait notamment de leur coût élevé.

J'ai, jusqu'à présent, implicitement eu à l'esprit le cas des mouches domestiques, car ce sont elles dont la résistance constitue actuellement un problème.

On n'a pas encore rencontré, en Italie, de difficultés causées par la résistance des anophèles. La résistance chez les punaises et les puces et la présence de poux ne posent, tout au moins dans notre zone, que des problèmes limités et bien localisés, mais elles constituent un avertissement que nous serions gravement coupables d'ignorer.

C'est la mouche qui, par sa mobilité, la rapidité de sa reproduction, son ubiquité, son adaptabilité, son caractère importun et ses méfaits pose dans toute son ampleur le problème de la lutte insecticide. Maintenant que le DDT et les composés chlorés ont fait long feu on observe surtout, chez les hygiénistes, une tendance à en revenir aux anciennes méthodes qui consistaient à lutter contre la mouche en lui rendant la vie difficile ou impossible, c'est-à-dire en détruisant ou en tenant sous contrôle tous les gîtes larvaires éventuels. Il est indiscutable que, sur le plan théorique, ce soit là le seul moyen de lutte vraiment efficace à la longue et même le seul moyen dont les résultats soient susceptibles de s'améliorer avec le temps. Mais il nous faut, nous, résoudre d'urgents problèmes pratiques et non point nous livrer à des spéculations théoriques.

La destruction des gîtes larvaires présuppose qu'on les décèle et les localise et, en outre, que l'on veuille et que l'on puisse matériellement les détruire. C'est la chose possible dans les grandes villes, et il ne faudrait épargner aucun effort pour obtenir le résultat cherché, mais pensons un peu aux régions rurales; là se rencontrent étables, écuries, porcheries, poulailleurs, tas de fumier, épandages d'excréments animaux ou humains, déchets alimentaires, qui constituent tous des foyers qu'il y aurait lieu de mettre sous surveillance. Il est évident que l'on ne peut, à ce stade, organiser une assistance sanitaire, mais qu'il faut s'en remettre à l'initiative des habitants eux-mêmes. Il se trouve, malheureusement, que le paysan de nos campagnes est trop pauvre et trop mal préparé à cette lutte pour que l'on puisse être sûr, tout au moins à l'heure actuelle, de pouvoir l'amener à consacrer une partie de son temps et de son énergie aux soins quotidiens qu'exige l'amélioration des conditions sanitaires des étables, écuries, de la cour de ferme, etc., d'autant plus que cette amélioration ne servirait à rien sans une transformation radicale des habitudes, méthodes et équipe-

ments, qui exige par conséquent aussi la mise en jeu de facteurs économiques.

Le paysan sait maintenant ce que c'est que d'être débarrassé des mouches, et il souhaite l'être, mais je doute toutefois de l'efficacité des méthodes de lutte indirecte et non organisée qu'on lui laisse le soin d'appliquer.

D'autre part, la lutte directe et organisée contre les parasites ne peut être menée que grâce à l'usage rationnel de moyens adéquats. Pour que les moyens dont nous disposons, ou dont nous pourrions disposer à l'avenir, répondent aux besoins de la lutte engagée, il nous faut nous livrer à un travail préparatoire, méthodique dans nos laboratoires, et ce travail exige de la compétence, du dévouement et une coordination d'efforts.

Or, notre connaissance actuelle de la physiologie, de l'écologie, de l'éthologie, de la génétique et de la dynamique des groupements naturels de mouches domestiques est soit insuffisante soit rudimentaire, soit même nulle; quand nous connaîtrons bien et à fond ces facteurs, nous posséderons, mais alors seulement, les éléments nécessaires à un travail rationnel.

Nous parlons de résistance et de mouches résistantes. Mais qu'est-ce que la résistance? Par combien de moyens divers un organisme peut-il se soustraire à l'action toxique d'une substance donnée? A quel moment interviennent les barrières de défense? Il nous serait évidemment bien difficile de répondre à ces questions et à d'autres questions du même ordre, faute d'avoir d'abord une connaissance claire et complète des mécanismes biochimiques et, plus généralement, physiologiques qui règlent le fonctionnement vital de l'organisme dont nous nous occupons.

On a déjà fait beaucoup, dans maints laboratoires, pour chercher les causes de la grandeur et de la décadence du DDT, et on a obtenu des résultats très intéressants, mais encore trop fragmentaires; en revanche, notre connaissance semble s'enrichir toujours davantage de résultats obtenus empiriquement.

Il convient donc non seulement d'approfondir l'étude de la physiologie normale et de la physio-pathologie des insectes en présence d'insecticides et des produits synergiques, mais je maintiens en outre qu'il serait utile aussi d'encourager les recherches touchant de nouvelles familles d'insecticides à effet toxique spécifique selon les systèmes déjà connus.

A cet égard, nous avons entrepris, dans mon laboratoire, l'étude de la biochimie musculaire des insectes en vue de recherches sur un nouveau groupe d'insecticides de contact. Il s'agit de l'effet alkylisant

(effet irréversible) de l'acide acétique monoiodé et de ses nombreux dérivés sur les substances de fonction-SH qui, entre autres, sont indispensables à la vie de l'insecte. Parmi ces substances figurent certaines enzymes de la fonction glycolytique, dont la neutralisation entraîne la paralysie et par conséquent la mort de l'insecte.

En théorie, l'apparition d'une résistance spécifique à ces composés devrait être très peu probable. En fait, nous n'avons encore pas pu, avec nos spécimens de laboratoire, constater une diminution de la sensibilité des mouches domestiques à ces produits. Cela ne nous surprend pas, car la même chose s'est produite dans le cas des esters phosphoriques dont l'action, qui consiste à neutraliser l'enzyme cholestérique, est bien connue et contre lesquels aucun groupement d'insectes à l'état naturel n'a jusqu'à présent manifesté de résistance.

Les recherches ont en outre permis d'identifier la triozophosphatodéhydrase, ainsi que d'identifier et d'isoler la succinodéhydrase, enzymes de la fonction glycolytique, dans les muscles des insectes.

Pour le moment, on poursuit l'étude de la biochimie musculaire des insectes et les recherches sur les nouvelles substances du même groupe qui présentent les caractéristiques convenables pour une application pratique. Il convient de noter que la toxicité de ces produits à l'égard de l'homme et des autres vertébrés en général est du même ordre que celle du DDT, c'est-à-dire de beaucoup inférieure à celle des esters phosphoriques.

Les recherches écologiques pourront nous révéler le moment de vulnérabilité maxima soit dans le cycle individuel, soit dans le cycle annuel de l'espèce et nous permettront de reconnaître les différences de besoins entre mouches résistantes et mouches sensibles. Il est évident que les mouches résistantes n'ont l'avantage sur les mouches sensibles qu'en présence du facteur spécifique de sélection, soit l'insecticide, présence due à l'intervention de l'homme. Si tel n'était pas le cas, la sélection naturelle aurait précédé la sélection artificielle effectuée par l'homme. C'est ce que confirme la disparition du phénomène de résistance dans les souches naturelles et de laboratoire qui n'ont pas subi une sélection rigoureuse. Mais il ne me semble pas que l'on en ait démontré pour autant l'existence de différences de fécondité ou de vitalité. Nous ne savons vraiment pas à quel niveau agit la sélection naturelle entre mouches sensibles et mouches résistantes.

On ne connaît que superficiellement et de manière fragmentaire l'éthologie de la mouche domestique. L'importance du comportement de l'espèce dans la détermination des possibilités et de la durée du contact avec les agents employés est aussi trop évidente pour qu'il soit

besoin de la commenter longuement. On pourrait également exploiter certains tropismes. L'étude des phénomènes biologiques de la période hivernale peut se révéler particulièrement utile, car elle permettrait de frapper l'espèce à un moment critique de son cycle biologique. A cet égard, un de mes collaborateurs a effectué ces dernières années des recherches expérimentales sur les mouches à l'état libre et nous allons entreprendre, pour compléter ces recherches, des expériences de laboratoire.

Les mécanismes héréditaires mènent à la formation de races résistantes, par la sélection d'individus donés de caractères génétiques particulièrement favorables, et c'est en vérité le caractère héréditaire de la résistance qui crée les problèmes qui nous préoccupent. Mais en réalité, nous ne sommes pas en mesure, du moins pour le moment, de décrire en termes suffisamment précis ce qu'est la résistance en soi. Une étude des éléments génétiques de la résistance présuppose au moins trois conditions: 1) une définition de la résistance, c'est-à-dire une analyse de ses manifestations; 2) une mesure de cette résistance, c'est-à-dire une évaluation quantitative de l'intensité de chacune de ses manifestations; et 3) une connaissance du système génétique de la mouche.

Pendant environ six mois, un de mes collaborateurs s'est occupé de ces problèmes dans mon laboratoire.

Les recherches sur la génétique de la mouche ont comporté deux orientations principales, soit:

a) des recherches de génétique formelle, comportant une analyse du polymorphisme naturel, de la fréquence des mutations parmi la population à l'état libre et du comportement héréditaire des mutations isolées;

b) des recherches méthodologiques préalables à l'analyse génétique des caractères de résistance.

Le premier groupe de recherches vise à nous apporter certaines connaissances et certaines données sans lesquelles il ne serait pas possible d'étudier de manière approfondie les phénomènes d'hérédité.

Les premiers résultats que nous avons obtenus révèlent une forte proportion d'hétérozygotes parmi les individus à l'état naturel, à tel point que l'on est amené à penser que l'on se trouve en présence d'un organisme forcément hétérozygote. Cette condition est naturellement extrêmement favorable à la survie de ces organismes dans des milieux très divers, étant donné leur grande versatilité génétique et, par conséquent, leur grande faculté d'adaptation.

Le deuxième groupe de recherches doit comporter une analyse comparée de souches diverses, qui permettra de déterminer les différentes manifestations de la résistance et, partant, de décomposer un phénomène complexe en éléments distincts que l'on pourra analyser et mesurer séparément.

Busvine et d'autres chercheurs ont démontré que l'effet de chute et l'effet léthal ont un contrôle génétique différent.

Les premières expériences laissent supposer que l'on peut constater entre les souches des différences autres que celles mesurables par le temps de chute ou la dose mortelle. C'est ainsi que les différences des sensibilités entre les sexes peuvent être plus ou moins marquées, que la mortalité dans des groupes successifs de mouches peut augmenter ou diminuer, etc.

En outre, l'analyse effectuée à l'aide d'une méthode unique, très spécialisée, peut ne pas mettre en évidence des faits nouveaux et intéressants.

Il est commun de mesurer l'efficacité d'un insecticide, et par conséquent la sensibilité d'une souche, par le facteur LD 50. Mais il est notoire que ce facteur varie pour une même souche et qu'il subit l'influence des conditions de développement larvaire (densité du pullulement et température).

Il semblerait que le coefficient angulaire de la droite de régression d'où est déduit le coefficient LD 50 soit beaucoup moins sujet à variations et permette donc de mieux définir les caractéristiques d'une souche.

Ces recherches en sont encore à la phase initiale et je dirais que nous avons consacré les six premiers mois de travail expérimental à sortir de la phase préparatoire et à pénétrer dans la phase initiale, mais je crois que les résultats sont encourageants. Ils seront exposés en détail dans une autre communication au présent colloque, ainsi d'ailleurs que les résultats des recherches commencées il y a déjà quelque temps par un autre de mes collaborateurs, recherches qui se poursuivent encore et qui ont trait au caractère héréditaire du facteur de résistance. Au sujet de ces recherches, je me contenterai ici de remarquer que les résultats des croisements entre souches résistantes au DDT et souches résistantes au chlordane, sélectionnées en laboratoire, nous ont amené à penser que la résistance à ces deux insecticides est due en partie à des facteurs communs aux deux souches et en partie à des facteurs différents qui atténuent la sensibilité et qui se combattent mutuellement.

Les connaissances acquises jusqu'à ce jour permettent de tracer le programme futur des recherches à effectuer dans ce domaine, à savoir :

I) développement de la génétique formelle, par l'augmentation

de la collection des mutations et l'étude des modalités de leur transmission héréditaire;

II) analyse de l'hétérogénéité génétique des populations à l'état naturel;

III) distribution géographique des souches résistantes, avec mention spéciale des zones marginales des centres de forte résistance;

IV) caractère héréditaire des facteurs de résistance;

V) physiogénétique de la résistance.

Comme on le voit, l'orientation des recherches ne néglige pas l'étude dynamique de l'espèce, car c'est là l'aspect qui nous intéresse le plus directement. Comment se forment les populations de mouches, en combien de générations, et quelle est la proportion, par rapport au reste de l'espèce, des races résistantes? Nous avons l'intention de chercher la solution de ce problème au moyen d'expériences de sélection ainsi que d'expériences sur des populations mixtes en concurrence naturelle.

L'exécution de ces expériences en laboratoire et dans le milieu naturel exige évidemment du personnel et du temps. Grâce à l'appui de la Fondation Rockefeller, il nous a été possible pour le moment de mettre en route une série d'expériences portant sur une période de trois ans, dont le premier est déjà écoulé. Nous ne nous faisons pas d'illusions sur la possibilité d'obtenir des résultats à brève échéance et il nous faudra exercer une grande prudence dans l'examen des résultats. Entre temps, le problème de la destruction des mouches conservera son caractère d'actualité et d'urgence et il nous faudra nous tenir prêts à l'affronter avec les moyens à notre disposition.

Quels sont, maintenant, les moyens de poursuivre la lutte sur le terrain pratique?

Quoique je sois loin de ne pas apprécier à leur juste valeur la propagande intense menée auprès des populations des centres urbains et ruraux pour y répandre des habitudes de propreté, le ramassage et l'épandage rationnel des ordures et le bon entretien des fosses à fumier, je n'en maintiens pas moins qu'il n'y a pas lieu de renoncer aux agents chimiques pour en revenir aux méthodes de lutte indirecte. Sans aucun doute, cela peut se faire très avantageusement dans les centres urbains où le niveau de vie est très élevé, mais je nie que ces méthodes puissent donner des résultats sensibles dans les centres ruraux ou dans les faubourgs pauvres. Pour des raisons d'ordre technique et psychologique, ces méthodes s'avéreraient inapplicables. Tout d'abord elles présentent des difficultés matérielles, et quand bien même celles-ci seraient

surmontées, la lenteur avec laquelle ces méthodes portent leurs fruits découragerait les quelques personnes qui auraient mené à terme leur tâche de nettoyage, mais ne s'en trouveraient pas moins encore environnées de mouches.

D'autre part, la lutte au moyen d'agents chimiques semble avoir abouti à une impasse. Le DDT, le chlordane, le gammexane et le méthoxychlore, etc., ne donnent plus de résultats; à cause du grand scepticisme, l'usage de ces produits est limité même dans des zones rurales où on pourrait encore les utiliser. C'est dans les cas de ce genre que les recherches de laboratoire peuvent très avantageusement compléter la tâche accomplie sur le terrain pratique. Dans chaque laboratoire bien équipé, il est facile de vérifier, en ayant à sa disposition quelques centaines d'individus seulement, si la population de mouches domestiques d'une localité est encore sensible à un insecticide donné, et dans quelle mesure. Un traitement extensif de la zone à doses non massives, à peine suffisantes pour amener la disparition de tous les insectes, comportera les meilleures chances de succès. En fait, il amènera la destruction des mouches présentes sans que son effet se prolonge assez longtemps pour exercer une action sélective efficace.

Dans les zones où se rencontre une population de mouches à résistance polyvalente, on peut recommander l'emploi des esters phosphoriques, à moins toutefois que des découvertes tout à fait nouvelles ne se fassent jour dans un avenir très proche. S'ils n'ont pas, certes, un effet aussi radical que le DDT et le chlordane, les esters phosphoriques exercent sans aucun doute une action appréciable. Et il n'est pas exclus que l'emploi de ces produits, agissant profondément sur les populations de mouches, ne facilite la réapparition d'une sensibilité à d'autres insecticides de contact et ne permette ainsi un emploi alterné d'insecticides qui agiraient à tour de rôle sur les populations de mouches d'une année et de l'autre.