

RECHERCHES
SUR LE MODE D'ACTION DU H.C.H. (ISOMÈRE GAMMA)
EN TANT QU'INSECTICIDE DE CONTACT
SUR LE GRILLON DOMESTIQUE :
GRYLLULUS DOMESTICUS L.

PAR

[H. JOVER] et J. BRENIÈRE

I. — Techniques et méthodes d'étude du H.C.H. par contact

1° INSECTICIDE UTILISÉ. — L'insecticide utilisé au cours de nos expériences est l'isomère gamma du $C^6H^6Cl^6$ Hexachlorocyclohexane à l'état pur, isolé par M. VIEL au laboratoire de phyto-pharmacie de Versailles, à partir du produit commercial.

2° MODES D'APPLICATION CHERCHANT A PRÉCISER L'ACTION PROPRE DE L'INSECTICIDE. — L'insecticide a été appliqué directement en poudre sur le tégument. Nous avons éliminé son emploi en suspensions ou en solutions dans l'acétone par exemple, car le solvant est susceptible d'ajouter une certaine action toxique à celle de l'insecticide.

Le H.C.H. gamma pur ayant une action beaucoup trop forte et trop rapide pour permettre d'en analyser les effets, nous avons dans de nombreux cas utilisé un mélange de talc et de H.C.H. Cette poudre neutre, essayée à l'état pur sur des témoins immobilisés, s'est avérée sans effets toxiques. De plus, grâce à sa finesse, elle se fixe facilement sur le tégument de l'insecte.

Nous avons appliqué l'insecticide sur différentes parties du corps du Grillon immobilisé : tarses, notum, antennes, cerques,

(1) Travail exécuté au laboratoire de zoologie de l'Institut National Agronomique, sous la direction de M. P. PESSON, et au laboratoire d'Evolution des Etres Organisés (Paris) sous la direction de M. R. CHAUVIN. (Paris, juillet 1948.)

REVUE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE DE FRANCE
T. XXIX - N° 4 - DÉCEMBRE 1950

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

104622X1
9 MARS 1968

404622X1

etc. Le champ opératoire était limité soit par un cache de papier laissant à découvert la partie à intoxiquer, soit par un poudrage localisé avec un pinceau fin.

La durée d'action de l'insecticide a dû être délimitée de façon précise. Lorsque celle-ci était jugée suffisante, nous éliminions le restant du H.C.H. gamma par brossage des parties traitées.

Précautions opératoires. — Le H.C.H. gamma est capable d'agir sur l'insecte par dégagement de vapeurs toxiques comme nous le verrons plus loin. Nous avons éliminé cette action indirecte en faisant agir une ventilation sur les Grillons pendant la durée du contact de l'insecticide.

Pour éviter que ce dernier ne se répande hors de la zone à traiter, nous avons immobilisé les insectes par un élastique qui les serrait contre une plaquette de liège, et, si nécessaire, en calant les pattes et l'abdomen avec des épingles. Ainsi nous pouvions éliminer également l'action abrasive possible de l'insecticide sur le tégument, à la faveur des mouvements de l'insecte.

La température modifie sensiblement l'action toxique du H.C.H. gamma, aussi, pendant son application, les insectes étaient-ils maintenus dans une atmosphère à température constante.

Le temps d'action écoulé, pour éviter que celle-ci ne se prolonge ou ne se renouvelle, nous prenions soin de brosser le grillon avec un pinceau souple, ou, mieux, nous supprimions totalement la zone de contact, par amputation, quand l'application avait lieu sur les tarses par exemple.

Nous mettions alors les insectes en élevage dans des cages isolaires où nous suivions l'évolution de l'intoxication. Les effets toxiques de l'insecticide étant considérés comme acquis après quatre jours au maximum, il n'était pas nécessaire de leur donner de nourriture, ce qui avait aussi l'avantage d'éliminer une action toxique éventuelle par ingestion, des élevages de témoins ayant montré que le grillon supporte très bien l'inanition pendant ce court laps de temps. Il suffit alors de leur donner de l'eau dans des tubes bouchés par un tampon de coton.

Enfin les cages isolaires sont nettoyées et lavées avant de recevoir de nouveaux sujets.

3° PRÉCISION DES DOSES D'INSECTICIDE ET DE LA DURÉE D'ACTION A UTILISER. — Nous avons utilisé le H.C.H. gamma pur chaque fois qu'il était nécessaire d'apporter une dose mortelle sur un organe. Par contre, des mélanges H.C.H. gamma dans le talc à des concentrations de 50 % ou de 2 % ont été employés dans l'étude comparative de la sensibilité des différentes régions du corps.

De plus, nous avons fixé la durée d'action de l'insecticide à une

demi-heure ou une heure, suivant la sensibilité des zones atteintes.

L'association de ces concentrations et de ces temps d'action s'est avérée en pratique la plus favorable pour la conduite des expériences.

II. — Effets de l'intoxication sur l'activité générale du grillon

1° DESCRIPTION DES SYMPTÔMES D'INTOXICATION EN FONCTION DU TEMPS. — Ces symptômes ressemblent assez à ceux analysés par PASQUIER sur *Schilocerca gregaria* intoxiqué au H.C.H. (1946).

Nous intoxiquons un Grillon par contact sur l'ensemble de la face sternale avec le H.C.H. gamma en mélange au taux de 2 % dans du talc. L'application a lieu pendant une demi-heure. Dès que le Grillon est libéré, il passe par les différentes phases suivantes :

a) *Immédiatement après la mise en liberté de l'insecte.* — Grosse agitation pendant cinq à dix minutes (choc opératoire);

b) *Pendant vingt minutes environ.* — Repos et abattement;

c) *Une demi-heure après la fin du traitement.* — Agitation avec mauvaise coordination des mouvements. Le Grillon saute très souvent de façon plus ou moins désordonnée. Il peut encore se remettre sur ses pattes quoique difficilement;

d) *Une heure après la fin du traitement.* — Agitation moins forte au sol, sur place, sans coordination des mouvements;

e) *Deux heures après la fin du traitement.* — Forte agitation, l'insecte étant sur le dos. Le Grillon ne peut plus se déplacer. Les pattes postérieures sont soumises à 15 ou 20 périodes vibratoires; elles s'arrêtent un instant pendant lequel les quatre tibias antérieurs font un mouvement simultané de flexion et d'extension. Puis les pattes postérieures reprennent leurs vibrations et le cycle recommence pendant quatre à cinq heures;

f) *Six à sept heures après la fin du traitement.* — Pendant quatre à sept heures les convulsions diminuent progressivement. Le temps de repos entre deux périodes vibratoires s'allonge de plus en plus. Les mouvements des pattes qui concernaient d'abord les fémurs et les tibias se limitent à ces derniers et l'amplitude vibratoire diminue alors que la fréquence augmente.

g) *Dix à quatorze heures après la fin du traitement.* — Diminution progressive des mouvements spasmodiques des pattes, des

mandibules, des palpes, des antennes et des cerques, qui mène à la mort du sujet quinze à vingt-quatre heures après la fin du traitement.

A la mort, l'insecte est toujours sur le dos, les pattes contractées et la tête souvent tirée en avant. Dans tous les cas d'intoxication les cadavres ont un aspect fripé et sec.

Il est intéressant de signaler que les insectes traités au H.C.H. n'émettent pas d'excrément et que le réflexe d'autotomie des pattes postérieures est considérablement retardé, parfois même supprimé.

2° ENREGISTREMENT DES EFFETS DE L'INTOXICATION SUR L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE DU GRILLON. — Nous avons enregistré les différentes phases de cette activité musculaire en utilisant le micro-actographe à enregistrement photographique de CHAUVIN. Le sujet est placé dans une petite boîte en rhodoïd de $4 \times 3 \times 2$ cm, qui est suspendue en équilibre stable par une tige métallique. Un spot lumineux enregistre les oscillations de la boîte; celles-ci sont directement dépendantes des déplacements du grillon (fig. 1).

Nous avons intoxiqué les insectes avec du H.C.H. gamma mélangé au taux de 2 % avec du talc, par application pendant une demi heure sur toute la face sternale. Le sujet était placé dans l'actographe immédiatement après.

La courbe (fig. 2) montre les modifications de l'activité pendant seize heures en utilisant un cylindre enregistreur de vingt-quatre heures.

La figure 3 montre le détail de l'activité générale d'un Grillon femelle pendant les deux premières heures qui suivent l'intoxication. On y retrouve bien les phases décrites précédemment. Une première partie de la courbe comprend de grandes amplitudes sans trop de hachures toutefois; la boîte s'est donc balancée sans trop d'à-coups; le Grillon s'est déplacé continuellement dans sa prison (environ 50 déplacements: 25 aller et retour en une heure). Puis la courbe devient plus étroite entre la première et la deuxième heure; la troisième demi-heure est particulièrement calme, l'animal est dans la phase d'abattement. Dans la dernière demi-heure, brusquement, le Grillon s'agite de nouveau, cette fois très fortement. C'est pendant cette phase que le Grillon bondit et retombe sur le dos, puis se relève de nombreuses fois. La fin de la courbe est hachée, mais avec de faibles amplitudes. Elle dénote que le Grillon a cessé de se déplacer tout en continuant de vibrer sur place. Nous avons constaté de visu que le sujet était sur le dos dans la dernière demi-heure.

Nous avons enregistré également les mouvements des pattes postérieures, lors de la phase vibratoire, en utilisant le procédé

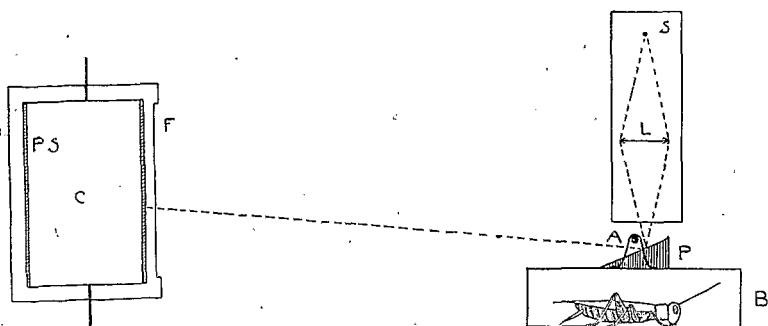


FIG. 1. — Enregistrement au micro-actographe de l'activité générale d'un Grillon intoxiqué. — A : axe de rotation; B : boîte en rhodoïd; C : cylindre tournant; F : fente passage du spot lumineux; L : lentille; P : prisme; PS : papier sensible; S : source lumineuse.

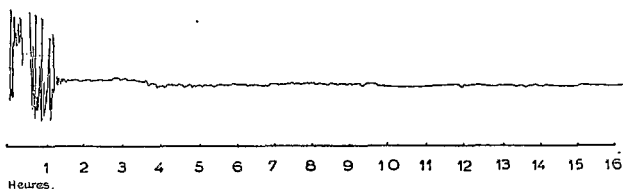


FIG. 2. — Courbe de l'activité générale d'un Grillon intoxiqué. Détail des premières heures qui suivent l'intoxication.

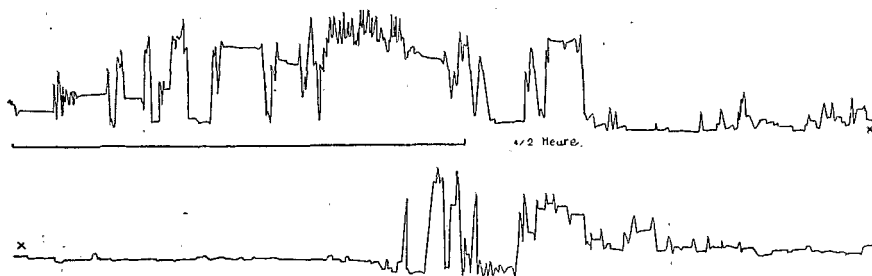


FIG. 3. — Courbe de l'activité générale d'un Grillon intoxiqué. Détail des deux premières heures qui suivent l'intoxication. — x x : zone de raccordement de la courbe.

suisant (fig. 4) : un Grillon immobilisé sur le dos par des épinglees enfoncées sur une plaquette de liège peut mouvoir librement une de ses pattes postérieures. Celle-ci est reliée distalement à un petit fil de laiton rigide par de la paraffine solide. Un stylet, à l'autre extrémité du fil, enregistre les mouvements du tibia sur un cylindre enduit de noir de fumée. Les déplacements du stylet s'effectuent dans le même plan et dans la même direction que ceux de la patte.

La figure 5 représente l'un de ces enregistrements sur un sujet intoxiqué par contact au H.C.H. gamma à 2 % sur la face sternale. Cette inscription a lieu trois heures après la fin de l'intoxication. Un centimètre sur la courbe représente trois secondes.

On voit ici que les mouvements spasmodiques de la patte se répètent toutes les six à dix secondes. Ils se traduisent par une extension brusque du tibia, suivie immédiatement d'une légère contraction, ce qui correspond au « clocher » de la courbe. Puis survient une contraction lente du tibia qui s'effectue par saccades, ce qui donne à la courbe descendante une allure en escalier. Cet aspect de la courbe semble témoigner d'un début de tétanisation des muscles contracteurs.

III. — Recherches expérimentales

1° ANALYSE DE L'ACTION DE CONTACT SUR LE TÉGUMENT. — Pénétration du H.C.H. gamma à travers le tégument et sa propagation interne aboutissant à l'intoxication généralisée.

Par contact localisé de H.C.H. gamma sur différentes parties chitinisées du corps du Grillon, nous avons enregistré une mortalité très nette. Il faut donc admettre une pénétration directe, mécanique ou chimique à travers le tégument, ou au moins une action directe, à travers la chitine, sur les cellules hypodermiques et sensorielles sous-jacentes, suivie d'une généralisation sur les divers centres vitaux ou organes.

Pour WIGGLESWORTH (1945), la pénétration des insecticides de contact utilisés en poudrage serait favorisée par le pouvoir abrasif des poudres, et en particulier des charges inertes à grains fins et durs. Cette abrasion serait due aux mouvements de l'insecte traité. Le jeu des sclérites les uns sur les autres produirait l'usure des couches moléculaires de cires et graisses constituant l'épicuticule et la chitine, destruction tégumentaire qui favorise l'attaque chimique de l'insecticide.

HARTZELL (1933) a démontré le passage des poudres de pyrèthre à travers le tégument par action localisée d'une pâte à base d'in-

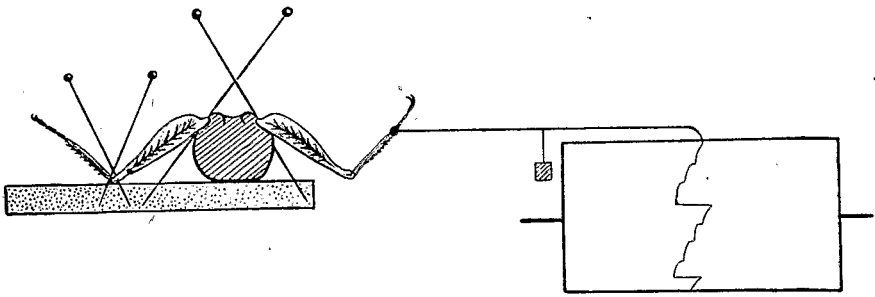


FIG. 4. — Enregistrement des mouvements de la patte postérieure d'un Grillon intoxiqué.

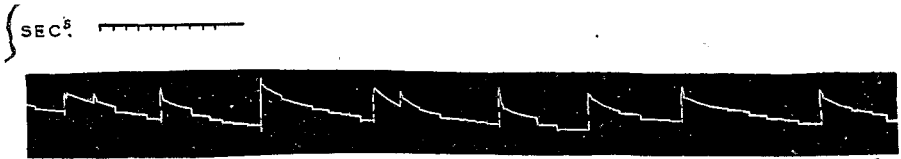


FIG. 5. — Mouvements de la patte postérieure d'un Grillon intoxiqué. Début de l'enregistrement trois heures après la fin de l'intoxication.

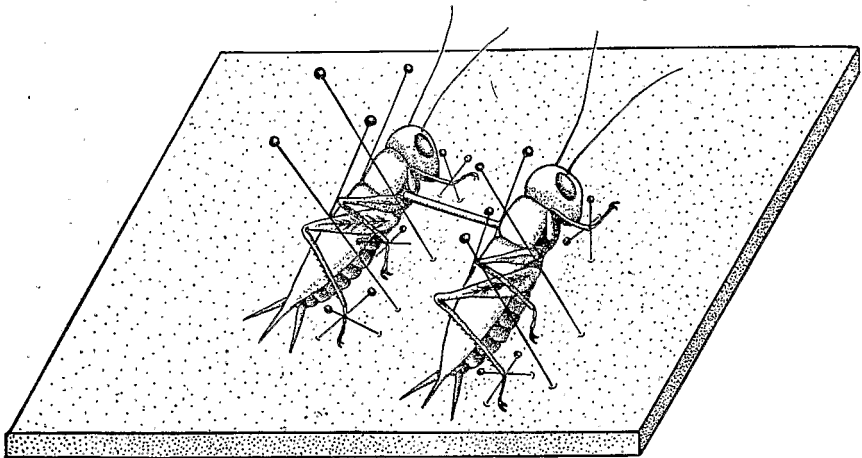


FIG. 6. — Grillons en parabiose.

secticide et d'un colorant vital. Sur coupes, au microtome à congélation, il observe la pénétration de l'insecticide en suivant celle de la coloration dans l'épaisseur de la chitine. La pénétration est plus nette au niveau des membranes articulaires.

Les expériences de ces deux auteurs ont porté sur des insectes ayant conservé leur activité; le passage de l'insecticide serait alors expliqué par l'effet abrasif des poudres.

Dans nos expériences, les Grillons sont immobilisés complètement ou partiellement suivant qu'il y a ou non localisation du produit et pendant toute la durée du contact. L'effet abrasif favorisé par le mouvement relatif des segments ne joue plus. On ne peut pas parler de pénétration par effet mécanique. D'ailleurs, quand il existe, l'effet mécanique facilite seulement la pénétration de l'insecticide qui ne pénètre de toutes façons qu'après dissolution d'une substance quelconque ou dissolution dans une substance chimique constitutive du tégument. On ne peut concevoir une pénétration mécanique des corpuscules solides à travers la chitine. Seule une action sur le tégument peut être responsable de la pénétration du principe actif dans l'organisme. Il est bien évident que dans la nature, les poudres insecticides utilisées en traitement agissent sur le tégument autant par action abrasive mécanique que par action chimique.

Le simple passage du H.C.H. gamma à travers le tégument n'explique pas la mortalité des sujets traités. Sa propagation interne jusqu'aux organes vitaux et les atteintes portées à ceux-ci sont vraisemblablement la cause de l'intoxication généralisée qui en résulte.

HARTZELL (1934-1944-1945) a démontré la solubilité des pyrèthres dans l'eau et par conséquent dans le sang. Il explique ainsi le transport de l'insecticide ayant traversé le tégument jusqu'aux centres vitaux. Par une méthode de coloration sur coupe au bleu de toluidine, il met en évidence des lésions nerveuses et musculaires après traitement de contact généralisé sur l'insecte.

Nous n'avons pas utilisé les méthodes de HARTZELL, tant au point de vue du passage à travers le tégument qu'au point de vue des colorations histologiques. Les simples méthodes d'histologie courante ne nous ont pas permis d'observer les lésions du tissu nerveux et du tissu musculaire.

Pour expliquer le transport du principe actif du H.C.H. jusqu'aux organes vitaux, nous avons été amenés à mettre en évidence sa solubilité dans le sang du Grillon, ce qui a été fait indirectement.

En premier lieu, nous avons fait une solution saturée de H.C.H. gamma dans du liquide de RINGER. Cette solution filtrée est injectée à des Grillons sains. Les témoins subissent des injections de

quantités égales de RINGER pur. La mortalité des premiers est de 27,5 % sur vingt-neuf sujets observés pendant quatre-vingt-seize heures, celle des témoins de 25 % sur vingt sujets observés pendant le même temps. La très petite différence entre ces deux pourcentages s'explique probablement par la toxicité propre du RINGER utilisé en injection (fait déjà connu des expérimentateurs). Nous avons néanmoins prouvé la toxicité du H.C.H. gamma dans le Ringer par l'expérience suivante : cinq Grillons sont abreuvés par un petit tube contenant cette solution filtrée. Cinq témoins sont abreuvés de Ringer pur. Les cinq premiers meurent en moins de trente heures en présentant tous les signes de l'intoxication au H.C.H.; les autres sont encore en vie quatre-vingts heures après. La présence du H.C.H. gamma dans la solution de Ringer est donc indubitable.

En deuxième lieu, nous injectons à des Grillons sains du sang de Grillons intoxiqués par contact généralisé pendant une heure (insectes de même sexe). Les témoins reçoivent des injections de même quantité de sang de Grillons sains. Pour les témoins, la mortalité est de 10 % sur vingt sujets; pour les autres de 56 % sur vingt-neuf sujets, tous ayant été observés pendant quatre-vingt-seize heures. Précisons que pour toutes les injections, la quantité de liquide injecté est rigoureusement la même. Nous pouvons donc conclure que le principe toxique du H.C.H. gamma utilisé par contact chemine à travers le tégument et qu'il est véhiculé dans l'organisme par le sang du Grillon.

Pour certains auteurs (RAUCOURT, DUPIRE, cités par LEPIGRE, 1947), le H.C.H. gamma en présence d'eau de chaux donnerait lieu à un dégagement de HCl dont la toxicité pour l'organisme de l'insecte ne peut être mise en doute. On conçoit que si l'ion Ca^{++} n'existe pas à dose suffisante dans la constitution chimique du Grillon, un autre ion peut jouer le même rôle dans la production du HCl ou d'un autre principe toxique.

En dernier lieu, quelle que soit la nature du principe toxique agissant, nous pouvons affirmer son existence dans le sang une heure après le début du contact généralisé. Par injection de ce sang à des Grillons sains nous provoquons une intoxication identique dans ses manifestations extérieures sur l'activité générale du Grillon, à celle obtenue par un poudrage direct.

2° ESSAIS DE DISSOCIATION ARTIFICIELLE DE LA PROPAGATION INTERNE DE L'INTOXICATION PAR VOIE SANGUINE ET PAR VOIE NERVEUSE. — L'action par contact du H.C.H. gamma appliqué localement sur des appendices à nombreuses terminaisons nerveuses sensorielles, comme les tarsi, les antennes et les cerques, s'est révélée très instructive. La grande sensibilité de ces appendices nous a fait

penser à une transmission de l'action de l'insecticide par la voie nerveuse, indépendamment de la voie sanguine dont nous avons parlé ci-dessus. Il s'agirait dans ce cas de l'acheminement et de la généralisation de la paralysie après poudrage d'un appendice, le tarse par exemple. On conçoit aisément que le contact de l'insecticide sur un tarse ne se fait pas uniquement sur les terminaisons nerveuses, une telle localisation étant très difficile, sinon impossible à réaliser. On ne peut éviter le contact avec le tégument, la traversée de celui-ci et le transport de l'agent toxique par la voie sanguine. Nous avons tenté de séparer artificiellement la voie nerveuse de la voie sanguine et ceci de plusieurs façons.

Action sur les tarses. — Le poudrage des tarses postérieurs avec du H.C.H. gamma pur pendant une heure nous a donné les résultats suivants :

2 tarses traités : mortalité 100 % en 24 heures sur 10 sujets;

1 tarse traité : mortalité 100 % en 30 heures sur 10 sujets.

Les manifestations de l'intoxication sont typiques.

Provoquons maintenant l'autotomie incomplète d'une patte postérieure de sorte que celle-ci ne reste attachée au corps que par le nerf, et poudrons le tarse de la même façon que précédemment. Nous obtenons aussi une intoxication généralisée suivie de mort pour 64 % des dix-sept sujets expérimentés après quatre-vingt-seize heures. L'intoxication s'est donc transmise à la totalité de l'organisme par voie nerveuse.

Pour isoler la voie sanguine, coupons après une légère ouverture du sternite thoracique III le nerf d'une patte postérieure, tout près du ganglion thoracique III. (L'opération est facilitée par la coagulation du sang). Refermons l'ouverture. Poudrons le tarse de cette patte comme précédemment. Nous obtenons une intoxication généralisée suivie de mort pour 87,5 % des sujets traités (16), après quatre-vingt-seize heures d'observation alors que les témoins non intoxiqués mais ayant subi l'amputation du nerf de la patte présentent une mortalité de 36 % seulement sur vingt-huit sujets opérés (cf. tableau I). Le transport de l'agent toxique dans l'organisme n'a pu se faire que par la voie sanguine.

Action sur les cerques. — L'isolement du nerf de la patte postérieure par autotomie partielle ne se fait pas toujours dans des conditions convenables. Il n'est pas toujours possible de supprimer les muscles entourant le nerf et bien souvent, malgré les artifices de fixation du corps et de la patte, le nerf se rompt avant la durée de contact indispensable. C'est pourquoi nous avons choisi aussi les cerques.

Nous décollons les cerques à leur partie proximale. En les fai-

sant glisser distalement, nous découvrons environ 2 mm de nerf que nous laissons à nu. Le mince film liquide qui recouvre le nerf est absorbé à plusieurs reprises par du papier joseph. Nous poudrons alors les cerques au-delà du décollement. L'intoxication suivie de mort s'est opérée en quarante heures pour les neuf sujets traités. Les témoins, après décollement des cerques, n'ont subi aucune mortalité. Comme pour les tarse, après autotomie incomplète de la patte, la paralysie locale du nerf a gagné les centres nerveux par l'intermédiaire de la chaîne nerveuse sans intervention du milieu sanguin. Il se pourrait qu'en plus de la paralysie se propageant progressivement par le tissu nerveux, il y ait formation concomitante au niveau du contact nerf-sang d'un principe toxique dont la dissémination dans l'organisme s'effectue par le sang.

Parabiose. — Nous avons également séparé la transmission par voie sanguine de la transmission par voie nerveuse en mettant deux Grillons en parabiose. L'opération est réalisée, dans une première série d'expériences, par l'intermédiaire d'un petit tube de verre de faible diamètre biseauté à ses deux extrémités et piqué dans les pleures respectifs des deux Grillons fixés sur liège (fig. 6).

Pour faciliter l'opération, les sujets sont anesthésiés légèrement au chloroforme. Le sang circule dans le tube d'un sujet à l'autre; il conserve sa limpidité, qualité qu'il perd par coagulation. La circulation du sang est facilitée par de petites pressions répétées exercées sur les sternites. Le tarse postérieur d'un sujet est alors poudré par du H.C.H. gamma pur pendant une heure.

Dans une deuxième série d'expériences, nous sectionnons à des niveaux différents une partie d'un fémur postérieur de chaque Grillon. Le fémur à section plus petite est introduit dans le fémur sectionné de l'autre Grillon. La zone de raccordement est lutée au collodion. La suite des opérations est la même qu'avec la technique du tube de verre et les résultats sont identiques. Les quinze couples mis en parabiose meurent trente-cinq heures après l'action de contact; les « conjoints » non poudrés meurent en présentant tous les symptômes de l'intoxication. Des témoins mis en parabiose sans contact avec l'insecticide ne sont pas morts après trente-cinq heures. Nous pouvons donc en conclure, comme dans le cas des injections de sang intoxiqué à des sujets sains, que le principe toxique est véhiculé par le sang, indépendamment de sa transmission par voie nerveuse.

Autoparabiose. — Nous avons aussi provoqué l'isolement de la voie sanguine en détachant par autotomie complète la patte postérieure du Grillon fixé sur liège. Dès la séparation de la patte,

au niveau de l'articulation fémoro-coxale, une petite goutte de sang perle au coxa. Par une légère pression sur le fémur détaché, nous faisons sourdre une gouttelette sanguine à la section. Le contact de la patte avec le coxa est alors rétabli par l'intermédiaire des deux gouttelettes de sang. Pour éviter la coagulation de la zone de raccordement, celle-ci est humectée périodiquement de Ringer. Nous poudrons le tarse de la patte détachée avec du H.C.H. gamma pur et maintenons le contact pendant une heure. Les quatre sujets expérimentés meurent après vingt-huit heures en présentant les symptômes classiques de l'intoxication généralisée. Nous sommes appelés à formuler les mêmes conclusions que pour la parabiose.

Le H.C.H. gamma utilisé par contact sur le Grillon agit simultanément de deux façons :

a) Il traverse le tégument par voies chimique et mécanique, passe dans l'organisme, soit sous sa forme normale, soit sous forme de principe toxique secondairement formé (HCl par exemple). Par l'intermédiaire de la voie sanguine, il est transporté à tous les tissus, sang, muscles, centres nerveux, etc..., qu'il attaque en provoquant des troubles fonctionnels, lesquels sont la manifestation d'une intoxication généralisée entraînant la mort.

b) Il agit aussi directement sur le tissu nerveux par l'intermédiaire des terminaisons nerveuses sensorielles périphériques (surtout sur les tarses, les antennes et les cerques). Dans ce cas, l'intoxication se propage par la chaîne nerveuse. Elle se manifeste par une tétanisation musculaire et une paralysie progressive mais totale aboutissant à la mort.

3° ANALYSE DE L'ACTION DU H.C.H. GAMMA SUR LA RESPIRATION DU GRILLON. — Nous avons observé que les stigmates thoraciques sont très sensibles à l'insecticide. Ceci nous a conduit à analyser l'action du H.C.H. sur la respiration en étudiant successivement son action par vapeurs, les variations du rythme respiratoire du Grillon intoxiqué par contact généralisé et la perte d'eau au cours de l'intoxication.

Action insecticide par vapeurs. — Dans une première expérience, cinq Grillons adultes sont disposés dans un grand bocal fermé. Une petite coupelle contenant le H.C.H. gamma pur est suspendue à mi-hauteur dans le flacon, de sorte que les insectes ne peuvent l'atteindre. Les Grillons reçoivent un abreuvoir et de la farine. Au bout de quatre jours, tous sont morts après de typiques manifestations d'intoxication.

Pour éliminer la toxicité de la farine qui peut s'altérer au contact des vapeurs insecticides, nous avons supprimé la nourriture

dans une deuxième expérience. Cinq sujets placés dans les conditions de cette deuxième expérience sont tous morts cinq jours après, alors que les cinq témoins placés dans un bocal semblable et élevés de la même façon, sont demeurés bien vivants pendant ce même temps.

Notons que dans les deux expériences avec insecticide, les Grillons ont tous manifesté des symptômes d'intoxication. Il y a tout lieu de croire que le système respiratoire est ici la première voie d'accès de l'insecticide, sans éliminer une possibilité d'action directe des vapeurs toxiques sur le tégument.

Variations du rythme respiratoire du Grillon intoxiqué. — Nous avons utilisé pour cette étude le système enregistreur suivant (actographe de CHAUVIN, fig. 7) :

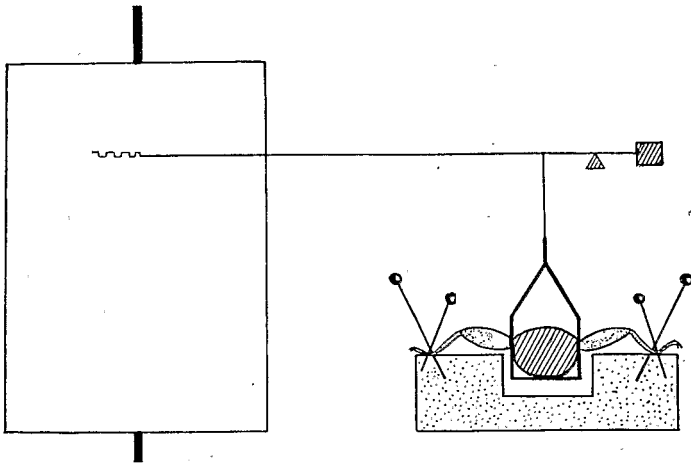


FIG. 7. — Enregistrement des mouvements respiratoires d'un Grillon intoxiqué.

Un Grillon, placé sur la face sternale est immobilisé sur du liège, ses pattes postérieures écartées du corps. L'abdomen est disposé au-dessus d'une sorte de cuvette creusée dans le liège et repose sur un étrier en rhodoïd. Cet étrier est relié par sa partie supérieure à une tige de laiton qui assure la transmission de son mouvement à un stylet. Ce dernier inscrit sur un cylindre tournant enfumé les mouvements verticaux de la face sternale de l'insecte. Le Grillon est intoxiqué préalablement par le H.C.H. gamma à 2 % appliqué une demi-heure sur la face sternale. Les mouvements des sternites abdominaux sont enregistrés tous les quarts d'heure, pendant une durée de une minute (un cm de la courbe représente trois secondes). Les figures 8 et 9 représentent

une série de courbes relatives aux différentes périodes de l'intoxication.

En dehors des oscillations dues aux mouvements respiratoires il faut dégager celles qui sont provoquées par des soubresauts de l'insecte cherchant à se dégager au début de l'intoxication. Plus tard, d'autres mouvements de l'abdomen, à allure spasmodique, viennent s'ajouter aux mouvements respiratoires.

Si l'on extrait alors des courbes générales obtenues les zones les plus régulières dans leur rythme, on remarque une évolution très nette des mouvements respiratoires au fur et à mesure que se développe l'état d'intoxication (fig. 8). Les mouvements respira-

Fig. 8. — Evolution typique des mouvements respiratoires d'un Grillon intoxiqué.

- | | | | | | | | | |
|-----|---|---------|---------|-------|----|-----|----|-----------------|
| 1. | — | 25 | minutes | après | la | fin | de | l'intoxication. |
| 2. | — | 40 | — | — | — | — | — | — |
| 3. | — | 55 | — | — | — | — | — | — |
| 4. | — | 1 h. 10 | mn | — | — | — | — | — |
| 5. | — | 1 h. 25 | — | — | — | — | — | — |
| 6. | — | 1 h. 50 | — | — | — | — | — | — |
| 7. | — | 2 h. 10 | — | — | — | — | — | — |
| 8. | — | 2 h. 25 | — | — | — | — | — | — |
| 9. | — | 2 h. 45 | — | — | — | — | — | — |
| 10. | — | 3 h. 05 | — | — | — | — | — | — |
| 11. | — | 3 h. 13 | — | — | — | — | — | — |
| 12. | — | 3 h. 35 | — | — | — | — | — | — |
| 13. | — | 3 h. 50 | — | — | — | — | — | — |

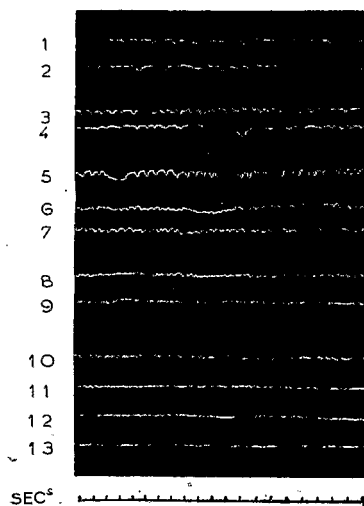
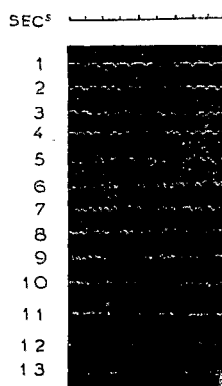


Fig. 9. — Actogramme respiratoire normal d'un Grillon intoxiqué. (Mêmes caractéristiques que la figure 8.)

toires d'abord normaux, à la fréquence de un par seconde environ, s'accélèrent de plus en plus dès la fin de la première heure qui suit l'intoxication (courbes 2 et 3, fig. 9). Pendant la deuxième heure, cette accélération est encore plus forte. Cependant, l'amplitude des mouvements diminue très peu. Il semble logique d'admettre que le volume d'air en circulation à ce moment dans le système trachéen de l'insecte est supérieur à la normale (courbes 4 à 8, fig. 9). Plus tard, l'amplitude des mouvements respiratoires diminue beaucoup, et le rythme de ceux-ci augmente considérablement (courbes 8 à 10, fig. 8 et 9). Finalement, les mouvements sont très faibles et très rapides, la courbe tend vers la ligne droite; ils sont presque nuls trois à quatre heures après l'intoxication, bien avant la mort qui survient vingt heures plus tard environ. Nous sommes bien ici en présence d'une paralysie progressive des mouvements respiratoires.

Perte d'eau au cours de l'intoxication. — Nous avons déjà noté que les cadavres d'insectes intoxiqués paraissent particulièrement desséchés. Nous avons pensé à une perte d'eau.

Nous pesons toutes les heures trois groupes de dix insectes chacun, soumis à une diète complète, et conservés pendant la durée de l'expérience dans une étuve de 18 degrés et à hygrométrie constante. Le premier lot comprend des insectes témoins, le second, des Grillons intoxiqués au H.C.H. gamma à 2 % en mélange dans du talc, pendant une demi-heure sur la face sternale, et le dernier lot des Grillons saupoudrés de talc pur pendant une immobilisation d'une heure.

Les courbes ci-jointes (fig. 10) indiquent, en abscisse le temps en heures après la demi-heure d'application du produit, et, en ordonnées, les pourcentages de poids au temps t par rapport au poids initial. Le tableau II permet de suivre les phases correspondantes de l'intoxication pour les sujets traités au H.C.H.

La courbe des témoins (courbe I, fig. 10) manifeste une perte de poids lente et régulière. Le talc provoque aussi une diminution de poids très nette pendant son application et peu après, mais son action ne se poursuit plus lorsqu'il a été enlevé (fig. 10). La courbe du troisième lot est alors parallèle à celle des témoins. Celle du deuxième lot (sujets intoxiqués, courbe 2, fig. 10) s'écarte rapidement des deux autres et ne devient parallèle à la courbe des témoins que vingt-quatre heures après environ, alors que les sujets intoxiqués sont morts ou moribonds.

Cette perte de poids ne peut être due qu'à une perte d'eau, car les excréments ont été pesés chez les témoins (les sujets intoxiqués n'émettent pas d'excréments).

La courbe 3 montrant l'action du talc nous explique aussi que

le talc agit par son effet déshydratant. Il est probable que dans le cas du H.C.H. gamma la déperdition d'eau est liée à l'accélération du rythme respiratoire. Nous avons vu, en effet, qu'il y a une période dans l'intoxication où la ventilation interne de l'or-

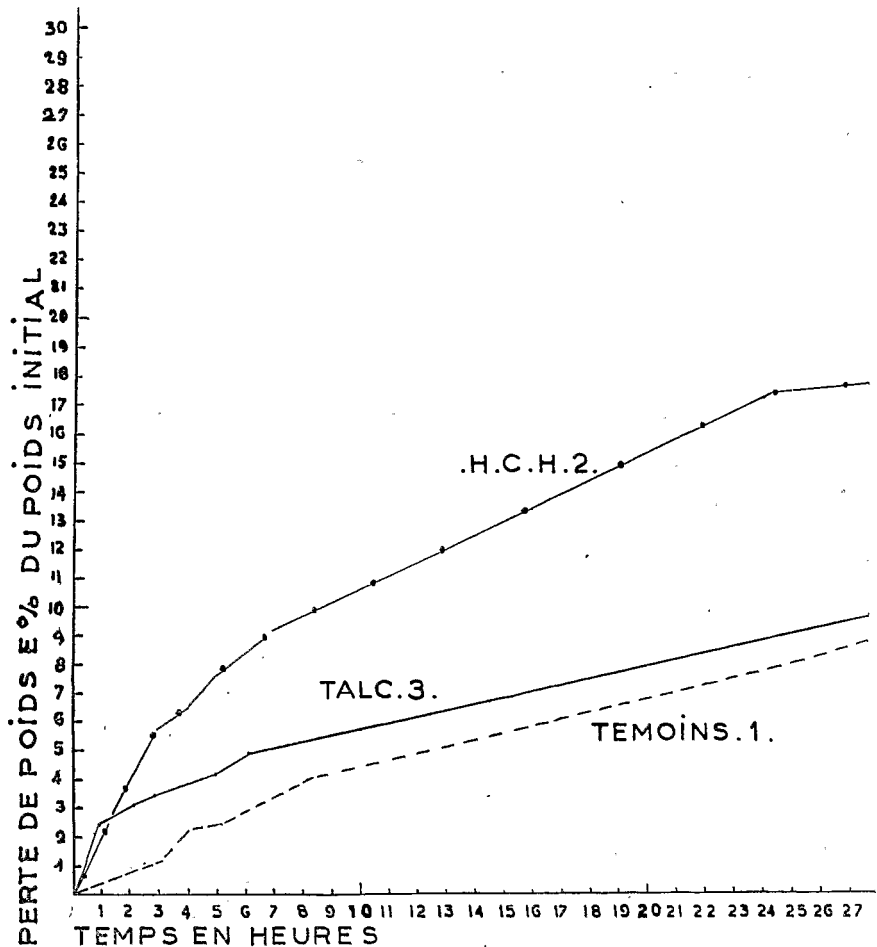


FIG. 10. — Perte de poids en eau.

ganisme est supérieure à la normale. Il faut tenir compte aussi d'une perte d'eau par voie cutanée comme le suggère la comparaison entre l'action déshydratante du H.C.H. gamma d'une part, et celle du talc d'autre part, utilisés tous deux par contact.

Il ressort de cette étude que la fonction respiratoire peut être atteinte de deux façons différentes et simultanées :

- a) Indirectement, lorsque l'insecticide est appliqué par contact.

L'altération des tissus nerveux et musculaire provoque une tétanisation des muscles respiratoires expliquant l'accélération des mouvements respiratoires, puis une paralysie de ceux-ci. L'augmentation du rythme respiratoire expliquerait en partie la perte d'eau enregistrée. Une partie de cette déperdition d'eau doit être attribuée à une évaporation cutanée due à une attaque abrasive et chimique du tégument.

b) *Directement, par la voie trachéenne, lorsque la pénétration de l'insecticide a lieu sous forme de vapeurs. Il est à noter que, même dans ce cas, il y a une altération simultanée du système nerveux qui provoque également un arrêt de la respiration par paralysie.*

En dernier lieu, les phénomènes de l'intoxication sont identiques dans les deux cas, celle-ci s'étant généralisée.

TABLEAU I

Récapitulation des résultats expérimentaux

EXPÉRIENCES	Nombre de sujets	Morts	Normaux	Mortalité (%)
<i>Injections :</i>				
Pseudo-sol. de H.C.H. Ringer.....	29	8	21	27,5
Témoins Ringer pur.....	20	5	15	25
Sang intoxiqué à sujets sains.....	29	17	12	56
Sang sain à témoins sains.....	20	2	18	10
<i>Voie nerveuse :</i>				
Autotomie incomplète patte III.....	17	11	6	64
Témoins.....	10	0	10	0
Cerque détaché incomplètement.....	9	8	1	89
Témoins.....	10	0	10	0
<i>Voie sanguine :</i>				
Nerf patte III sectionné.....	16	14	2	87,5
Témoins.....	28	10	18	36
<i>Parabiose :</i>				
Un sujet sain, l'autre intoxiqué.....	15	15	0	100
Témoins.....	10	1	9	10
<i>Autoparabiose.....</i>	4	4	0	100

TABLEAU II

Perte d'eau chez des Grillons intoxiqués au H.C.H.
10 Grillons adultes à 18 degrés.

Temps de contact : 1 heure sur la face sternale.

Conditions d'élevage après action insecticide : diète complète.

TEMPS (heures)	POIDS (mmg)	PERTE DE POIDS (en % du poids initial)	OBSERVATIONS BIOLOGIQUES
	4.150		Avant insecticide.
1	4.060	2,17	Après insecticide.
2	3.980	4,09	3 sont sur le dos. Les autres très agités.
3	3.910	5,78	10 sur le dos. Agitation des appendices.
4	3.870	6,65	Id.
5	3.830	7,71	Id.
6	3.800	8,43	Id.
7	3.775	9,04	Id.
8	3.750	9,66	Mouvements encore plus lents; peu de vibrations.
9	3.730	10,12	Id.
24	3.425	17,46	3 morts, 7 moribonds.
29	3.410	18,00	Id.
52	3.135	24,30	Tous morts.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- 1933 WILCOXON, FRANK et HARTZELL (A.). — Some factors effecting the efficiency of contact insecticides. Further chemical and toxicological studies of pyrethrum (*Contribut. Boyce, Thomson Inst.* 5, pp. 115-127).
- 1934 HARTZELL (A.). — Histopathology of insect nerve lesions caused by insecticides. (*Contribut. Boyce Thomson Inst.*, 6, pp. 211-223).
- 1935 WIGGLESWORTH (V.B.). — Respiration in the flea, *Xenopsylla* (*Proc. Roy. Soc. London. B.*, 118, pp. 397-419).
- 1941 WIGGLESWORTH (V.B.). — Te effect of pyrethrum on the spiracular mecanism of insects (*Proc. Review Ent. Soc. London, A.*, 16, pp. 11-14).
- 1944 HARTZELL (A.) et Muriel STRONG. — Histopathological effects of piperine on the central nervous system of the house fly (*Cont. Boyce Thomson Inst.*, 13, pp. 253-257).
- 1945 WIGGLESWORTH (V.B.). — (*J. Exp. Biolog.*, pp. 21-97.)
- 1945 HARTZELL (A.). — Histological effects of certain sprays and activators on the nerves and muscles of the housefly (*Cont. Boyce Thomson Inst.*, 13, 9, pp. 443).
- 1946 PASQUIER (R.). — (*Bull. Off. Nat. Antiacridien*, 1-2, Alger).
- 1947 LEPIGRE (A.). — (*Technique de la désinsectisation*, Alger).