

GRY 1974  
(Jacques) GRY

EFFETS D'UN DERIVE AROMATIQUE DE  
SUBSTITUTION DE L'UREE SUR LA MUE IMAGINALE DU  
CRIQUET PELERIN

=====

INTRODUCTION

Ce que l'on serait en droit de reprocher le plus à un certain nombre d'insecticides utilisés à ce jour tels que les organo-chlorés, ce semblerait être leur manque de spécificité ou de sélectivité ; ainsi, bien qu'on n'ait pu encore découvrir de façon précise la manière dont s'effectue l'intoxication dans l'organisme des animaux traités, il est admis que la dieldrine attaque le système nerveux central aussi bien chez les Mammifères que chez les Insectes.

L'idée est donc venue de rechercher des substances dont l'activité toxique s'exercerait exclusivement sur un processus physiologique qui appartiendrait en propre aux seuls insectes ; on souhaiterait pouvoir mettre à profit ce mode d'action, qui reste encore à découvrir, pour assurer la destruction des insectes en espérant que ce même mode d'action ne puisse s'exercer sur les Vertébrés, ce qui le rendrait inoffensif pour l'homme et les animaux supérieurs.

Il nous a paru intéressant à cet égard de commencer l'étude du mode d'action d'un dérivé aromatique substitué de l'urée qui semble intervenir dans le processus de mue de l'insecte tout en faisant preuve d'une remarquable innocuité vis-à-vis des Mammifères.

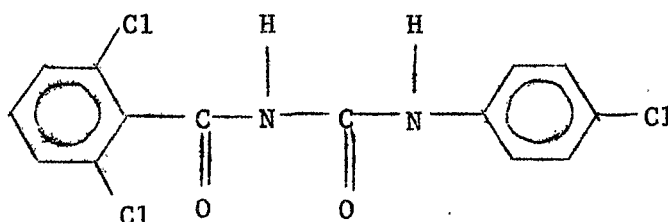
=====

Substance essayée

Le produit utilisé dans le présent essai nous a été fourni en 1972 par la Société La Quinoléine ; il a été préparé à des fins expérimentales par la Société Philips - Duphar ; c'est une formulation liquide contenant 10% de la matière active désignée sous le numéro de code du fabricant : PH 60-38.

Il s'agit du dérivé aromatique chloré de substitution de l'urée répondant à la formule :

1 - (2,6 - dichlorobenzoyl) - 3 - (4 - chlorophényl) - urée



La substance est modérément soluble dans les solvants polaires, en particulier dans l'acétone.

Sa solubilité dans l'eau n'est que d'environ 1 ppm. Lorsqu'on verse dans de l'eau les solutions acétoniques de la formulation à 10% de PH 60-38, cette matière active apparaît sous forme de particules blanches microcristallines qui ne restent que pendant un temps limité en suspension dans la solution aqueuse d'acétone ; les expérimentateurs de la Société Philips-Duphar estiment qu'il est essentiel, pour que l'activité insecticide se manifeste au mieux, que le produit se trouve présenté sous cette forme microcristalline lorsqu'on l'administre aux insectes.

La Société La Quinoléine nous a également fourni, en provenance des Laboratoires Philips-Duphar, une formulation à 5% de PH 60-40, analogue fluoré du précédent produit, répondant à la formule :

1 - (2,6 - difluorobenzoyl) - 3 - (4 - chlorophényl) - urée

Nous n'avons retenu pour le présent essai que l'analogue chloré PH 60-38 bien que dans des essais préliminaires nous ayons essayé tantôt PH 60-38 tantôt PH 60-40 sans qu'il nous ait encore été possible d'établir nettement des différences d'activité entre l'une et l'autre de ces deux urées substituées.

Insectes soumis à l'expérimentation

L'expérimentation est faite sur le Criquet Pélerin, Schistocerca gregaria Forskål (Orthoptera Acrididae) en phase grégaire.

Nous avons choisi de réaliser les traitements expérimentaux sur des criquets de cette espèce dans le courant de leur cinquième stade larvaire ; les criquets, répartis en plusieurs lots, reçoivent une même substance à des périodes bien déterminées de ce stade, les périodes de traitement différant d'un lot à l'autre ; le but de l'essai est de comparer les effets de la substance selon l'état de développement auquel est parvenu le criquet dans son cinquième stade larvaire au moment où cette substance lui est administrée. Pour que nous soyons assurés de connaître avec suffisamment de précision l'état de développement des criquets que nous devons traiter et pour que nous nous trouvions ainsi en mesure de réaliser effectivement aux époques voulues les traitements des divers lots, nous prenons les dispositions suivantes :

Nous utilisons des insectes obtenus à partir d'éclosions qui se sont effectuées dans un intervalle de temps limité à 24 heures ; les larves sont élevées en forte densité, à raison de plus de 150 insectes par cage, dans des cages en grillage métallique de 50 x 30 x 30 cm ; pour que la vitesse de développement des larves soit bien homogène dans les différentes cages où elles sont élevées, les conditions d'élevage, et particulièrement la température, sont très soigneusement réglées et uniformisées ; les cages sont disposées dans une salle maintenue constamment, grâce à un thermostat, à la température de 27°C ; à l'intérieur de chaque cage, une ampoule de 40 watts assure, suivant un certain gradient de température, un complément de chauffage ainsi qu'un éclairage continu.

Lorsqu'arrive l'époque de la quatrième mue larvaire, on regroupe dans de nouvelles cages tous les insectes qui, dans un intervalle de 18 heures, sont passés du quatrième au cinquième stade larvaire ; c'est à partir de ces insectes que, dans les 24 heures qui suivent leur dernière mue larvaire, l'on constitue les divers lots qui seront traités à différentes époques de leur dernier stade larvaire ; chacun de ces lots ne comprenant pas plus d'une quarantaine d'insectes, les cages qui les abritent sont plus petites ; elles sont de forme cubique, de 30 x 30 x 30 cm ; elles sont équipées en leur centre d'une ampoule de 25 watts fonctionnant de façon continue et sont placées dans une salle à température constante de 27°C.

L'alimentation des criquets consiste en son de blé et en plantules fraîches de blé produites en culture hydroponique de serre.

### Epoques des traitements

Les résultats de certains de nos essais préliminaires qui ne comportaient qu'une seule application d'urée substituée, PH 60-38 ou PH 60-40, dans le cours d'un stade larvaire d'acridien, Schistocerca gregaria ou Locusta migratoria migratorioides, se sont montrés d'autant plus irréguliers et tardifs que le moment choisi pour exécuter le traitement se trouvait plus rapproché du début de l'intermue. Il nous est apparu, par contre, que l'urée substituée a un effet d'autant plus intense et d'autant moins retardé que son ingestion est effectuée plus près de la fin du stade.

Ces premières observations nous amènent à mettre en place un essai visant essentiellement à comparer les effets que produit sur l'acridien l'urée substituée selon qu'elle est administrée en une ou plusieurs fois et selon que son ingestion se situe au début, au milieu ou en fin de stade.

Dans un même essai, portant sur larves du cinquième stade de Schistocerca gregaria, nous mettons conjointement en observation un lot témoin d'insectes non traités et trois autres lots ayant reçu divers traitements par l'une des urées substituées, PH 30-68.

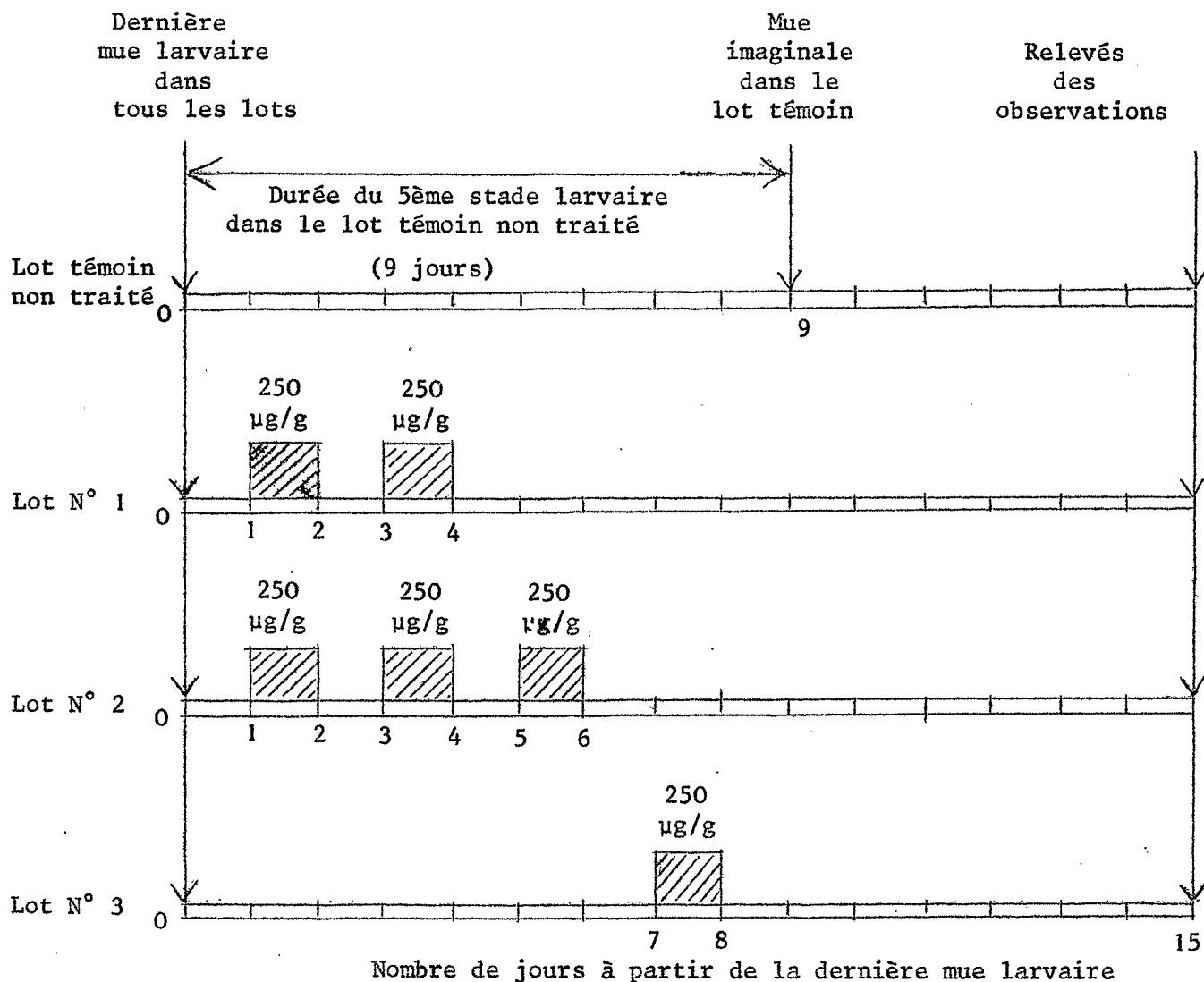
Chacun des trois lots destinés à être traités et le lot témoin ont été constitués, après détermination du sexe et pesée de chaque criquet, de façon à ce que ces lots aient tous, au moment où commencent les traitements, une composition identique en ce qui concerne les pourcentages d'insectes de l'un et de l'autre sexe et les proportions d'insectes appartenant aux différentes classes de poids.

Les divers lots ont été constitués à partir d'insectes ayant tous effectué leur quatrième mue, début de leur cinquième stade larvaire, à la même date dans un intervalle de 18 heures ; on peut donc considérer qu'au moment où commencent les traitements tous les lots sont formés d'insectes ayant atteint un même développement.

Les trois lots traités reçoivent respectivement deux applications successives, trois applications successives et une seule application d'urée substituée, la dose ingérée à chaque application étant de 250 µg/g de la matière active de PH 60-38.

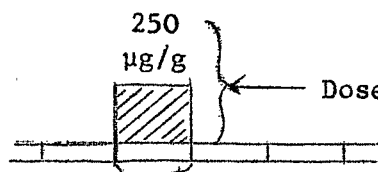
Ces applications se situent dans des laps de temps correspondant respectivement pour les différents lots à la première moitié, aux deux premiers tiers et au dernier tiers de l'intervalle de temps s'étendant sur la durée totale du cinquième stade observée dans le lot témoin non traité (Voir Tableau).

EPOQUES ET DOSES DES APPLICATIONS DE PH 60-38



Le lot N° 1 reçoit 2 traitements successifs dans la première moitié du 5ème stade  
 Le lot N° 2 reçoit 3 traitements successifs dans les deux premiers tiers du 5ème stade  
 Le lot N° 3 reçoit 1 seul traitement dans le dernier tiers du 5ème stade

Légendes :



Dose de matière active administrée au cours d'un traitement

Intervalle de temps (24 heures) au cours duquel chaque criquet du lot a ingéré la dose (250 µg/g) correspondant à un traitement.

Pour préciser davantage l'état de développement auquel sont parvenus les criquets aux moments où ils reçoivent un traitement nous donnons ci-dessous la moyenne des poids obtenus en pesant les insectes des différents lots juste avant le traitement après 4 - 6 heures d'un jeûne préalable :

	Moyenne des poids	
	des mâles	des femelles
Lots Nos 1 et 2 à leur 1er traitement :	0,75 g	0,95 g
Lots Nos 1 et 2 à leur 2ème traitement :	0,95 g	1,12 g
Lot No 2 à son 2ème traitement :	1,07 g	1,20 g
Lot No 3 à son unique traitement :	1,22 g	1,58 g

### Mode de traitement

Le mode de traitement que nous expérimentons sur le criquet est l'intoxication par ingestion ; le produit expérimental est ingéré alors qu'il se trouve appliqué sous la forme d'un fin dépôt à la surface du fragment d'un végétal constituant une nourriture usuelle de l'insecte.

Nos essais préliminaires qui comportaient le traitement des criquets par des doses de 1 microgramme, 5 microgrammes, 25 microgrammes et 125 microgrammes de matière active d'urée substituée par gramme de poids vif des insectes traités n'ont pas donné de résultats suffisamment nets et réguliers d'une expérimentation à l'autre ; nous avons retenu une dose supérieure, 250 microgrammes de la matière active de PH 60-38 par gramme d'insecte, comme dose à administrer à chacun des traitements qu'implique le présent essai.

Nous diluons dans de l'acétone la formulation à 10% de PH 60-38 dont nous disposons de façon à obtenir une solution acétonique ayant une teneur de 0,5 g de matière active dans 100 cm<sup>3</sup> de la solution ; à cette concentration, la solution ne se montre guère phytotoxique pour les tissus végétaux auxquels elle est appliquée ni exagérément répulsive pour les criquets ; nous avons constaté, par contre, qu'à de plus fortes concentrations, les solutions de PH 60-38 provoquent le jaunissement des feuilles et sont refusés par les criquets.

Le poids vif des insectes que nous avons à traiter au cours de leur cinquième stade larvaire tourne autour d'un gramme ; la dose de 250 microgrammes que doit ingérer à chaque traitement tout insecte pesant un gramme se trouve dans 50 millimètres cubes de la solution acétonique à 0,5 g/100 cm<sup>3</sup> de PH 60-38 ; c'est ce volume de 50 mm<sup>3</sup> de solution que nous appliquons à la portion d'aliment végétal attribué à chaque traitement à tout insecte pesant un gramme.

Nous avons choisi comme support alimentaire de la dose que doit ingérer le criquet à chaque traitement cinq fragments de limbe de 3,5 cm de long prélevés sur de jeunes plantules de blé ; la surface foliaire représentée par ces 5 brins de blé se montre suffisante pour qu'on puisse y étaler un volume de liquide de l'ordre de 50 mm<sup>3</sup> ; elle constitue une masse de verdure aisément consommable en moins de 24 heures par tout criquet appartenant au cinquième stade larvaire.

Les 5 brins de blé destinés à chaque criquet faisant l'objet d'un traitement sont insérés verticalement côte à côte dans une large fente pratiquée axialement au travers d'un bouchon de caoutchouc obturant un tube rempli d'eau ; la partie libre de chaque brin de blé qui émerge au-dessus

du bouchon est taillée de façon à mesurer 3,5 cm de long ; la base du brin qui ressort en-dessous du bouchon trempe dans l'eau du tube ; ce dispositif permet aux parties libres des brins de blé de conserver assez longtemps toute la fraîcheur nécessaire pour exciter l'appétence du criquet et entraîner l'insecte à consommer la totalité des 5 fragments de limbe traités dans l'intervalle de 24 heures durant lequel ils sont laissés à sa disposition.

Juste avant chaque traitement, on pèse individuellement les criquets après les avoir soumis à un jeûne préalable de 4-6 heures et on les répartit en un certain nombre de classes de poids que l'on désigne par leurs points médians : 0,7 g - 0,8 g - 0,9 g - 1,0 g - 1,2 g - 1,4 g - 1,6 g etc... On applique à chaque ensemble de 5 brins de blé un volume total de solution proportionnel à la valeur du point médian de la classe de poids à laquelle appartient l'insecte, ce volume étant calculé sur la base de 50 mm<sup>3</sup> par gramme d'insecte.

On utilise le microapplicateur automatique Arnold pour délivrer la solution acétonique rigoureusement suivant le volume imparti et pour la distribuer à intervalles réguliers sur toute la longueur des brins libres de blé, sur leur face supérieure et sur leur face inférieure, suivant un certain nombre de gouttelettes très exactement calibrées.

Chaque surface foliaire qui reçoit ainsi une série de gouttelettes a été préalablement enduite, à l'aide d'un pinceau fin, d'une légère pellicule d'une solution aqueuse à 0,5% de Teepol ; les gouttes que l'on dépose sur les brins de blé s'étalent aussitôt sur toute l'étendue de la surface ainsi mouillée ; la solution acétonique se diluant dans la fine lame d'eau, la matière active précipite sous forme de particules microcristallines qui, après évaporation, forment un dépôt blanchâtre en surface des brins de blé.

Chaque groupe de 5 brins de blé pincés dans le bouchon de caoutchouc est alors coiffé d'un manchon cylindrique de grillage moustiquaire s'ajustant au bord supérieur du tube dans lequel est enfoncé le bouchon ; on introduit le criquet dans cette petite cage et on l'y maintient pendant 24 heures, durée généralement suffisante pour que l'insecte puisse consommer la totalité du feuillage qui lui est offert.

24 heures après avoir été mis en présence des brins de blé, les criquets qui ont consommé intégralement la totalité des surfaces foliaires traitées sont retirés des cagettes et regroupés dans l'une ou l'autre des cages cubiques de 30 x 30 x 30 cm selon le lot auquel ils appartiennent. On élimine de l'essai les criquets qui, au bout de 24 heures, n'auraient pas entièrement consommé les brins de blé mis à leur disposition.



Le lot que nous dénommons "lot témoin non traité" est constitué exactement de la même manière que les trois autres lots dénommés "lots traités N° 1, N° 2, et N° 3" et se trouve placé dans des conditions d'élevage strictement identiques ; on fait subir aux criquets de ce lot témoin, en même temps qu'aux criquets des autres lots, rigoureusement les mêmes pesées, jeûnes préalables et mises en cagettes mais les gouttes que l'on dépose sur les brins de blé destinés aux criquets témoins sont constituées par de l'acétone pur.

RESULTATS EXPERIMENTAUX

=====

Observations effectuées sur le lot témoin non traité

A chacune des époques où l'on traite les criquets des autres lots, on isole pareillement, durant les mêmes intervalles de temps, les criquets du lot témoin dans des petites cages de même modèle ; à chaque fois, ils y trouvent à leur disposition, pour un séjour de 24 heures, la même quantité de nourriture constituée par cinq brins de blé de 3,5 cm de long, ces brins de blé ne recevant que la solution aqueuse de Teepol et les gouttes d'acétone pur.

Cette limitation de la nourriture à laquelle on soumet à plusieurs reprises les criquets au cours de leur dernier stade larvaire ralentit leur croissance pondérale ; leur mue imaginale est retardée de deux jours en moyenne ; la durée moyenne du cinquième stade larvaire s'élève en effet à neuf jours pour les criquets du lot témoin de notre expérimentation alors qu'elle ne dépasse guère sept jours lorsqu'en dehors de tout essai, nous maintenons les criquets de notre élevage de masse, sans discontinuer, en grandes cages toujours abondamment pourvues de blé vert et de son.

En dehors du retard de la date de la mue, imputable aux restrictions de l'alimentation, tous les criquets du lot témoin effectuent leur exuviation d'une façon tout à fait normale :

Aux environs du neuvième jour de leur cinquième stade larvaire, les criquets qui s'appêtent à muer s'accrochent par leurs pattes postérieures aux parois grillagées verticales de la cage, se laissant pendre la tête en bas ; leur cuticule qui s'est décollée de l'épiderme se fend le long de la ligne médiane du pronotum et sur la tête ; le corps du criquet s'anime de mouvements alternés de contraction et d'expansion ; il s'incurve et se gonfle au niveau des deux derniers segments thoraciques et des premiers segments abdominaux ; par la fissure ecdysiale qui s'agrandit alors considérablement, on voit graduellement saillir une partie de plus en plus importante de la tête, du pronotum, des tergites thoraciques et abdominaux, des parties antérieures des élytres et des ailes postérieures ; puis, la totalité du corps finit par basculer en se dégageant presque entièrement de la vieille cuticule ; le criquet s'arque, redresse la tête et le thorax, s'accroche par les deux paires de pattes antérieures et se hisse un peu plus haut sur la paroi de la cage ; faisant ainsi glisser des pattes postérieures et l'extrémité de son abdomen le long de leur enveloppe

de vieille cuticule, il finit par s'en extraire complètement.

Le criquet, débarrassé de l'exuvie, se trouve alors en position verticale contre la paroi de la cage, la tête vers le haut ; les élytres et les ailes postérieures se présentent d'abord recroquevillées suivant des pliures transversales ; elles sont molles et incolores ; elles pendent vers le bas ; elles se déploient peu à peu ; puis, lorsqu'elles ont pris toute leur expansion, elles commencent à durcir et se replient longitudinalement ; elles prennent alors leur position normale de repos, en toit, le long du corps.

Des taches apparaissent sur les élytres et foncent progressivement. Les sclérites de l'abdomen se colorent de rose et durcissent.

Aucun des criquets du lot témoin non traité n'a présenté d'anomalies en cours et à l'issue de l'exuviation ni en ce qui concerne l'aspect des ailes et la pigmentation caractéristique de l'imago immature de Schistocerca gregaria.

Aucune mortalité ne s'est produite parmi les criquets témoins non traités durant toute la durée de la période d'observation qui s'est poursuivie jusqu'au quinzième jour compté à partir de la dernière mue larvaire, c'est-à-dire sur tout le dernier stade larvaire et les premiers jours de la vie imaginale.

Observations effectuées sur les criquets traités par l'urée substituée PH 60-38

Lot traité N° 1

Résultats du traitement par 500 µg/g de matière active  
effectué en 2 ingestions de 250 µg/g dans la première moitié du dernier  
stade larvaire

24 heures après la date moyenne de la dernière mue imaginale, date moyenne établie pour l'ensemble des criquets retenus pour l'expérimentation, chaque criquet du lot N° 1, après avoir été pesé, est emprisonné individuellement dans un manchon grillagé en présence d'un bouquet de 5 brins de blé ; ces brins de blé ont reçu, sous forme de gouttes calibrées au micro-applicateur automatique, une quantité totale de solution acétonique de PH 60-38 correspondant à 250 microgrammes de matière active par gramme du poids vif de l'insecte qui doit consommer ce blé traité ; au bout de 24 heures de cet isolement, on retire les criquets de leurs petites cages cylindriques ; on regroupe dans la cage collective cubique de 30 x 30 x 30 cm réservée au lot N° 1, abondamment pourvue de blé vert et de son non traités, tous les criquets qui ont consommé la totalité des 5 brins de blé traités et ont donc ingéré une première dose de 250 µg/g.

72 heures après la date moyenne de la dernière mue larvaire, chaque criquet du lot N° 1 est, à nouveau, remis individuellement en petite cage cylindrique en présence d'un deuxième bouquet de brins de blé traités ; la quantité totale de solution déposée sur ces brins de blé correspond à 250 microgrammes de matière active par gramme du poids vif mesuré sur l'insecte juste avant ce nouveau traitement. A la 96ème heure comptée à partir de la date moyenne de la dernière mue larvaire, on regroupe dans la grande cage collective du lot N° 1 les criquets qui ont consommé la totalité des brins de blé traités.

37 criquets ont ainsi effectivement ingéré en totalité les bouquets de 5 brins de blé traités qui leur ont été présentés à deux reprises ; ils ont ingéré, en deux fois dans la première moitié de leur cinquième stade larvaire, une dose totale de 500 µg/g ; ce que nous considérons comme effectif du lot N° 1 est constitué par ces 37 criquets.

Sur cet effectif de 37 criquets traités du lot N° 1, 3 criquets sont morts tout au début de l'exuviation ; la mort est en effet survenue aussitôt après que la cuticule se soit décollée sur l'ensemble du corps et que soit apparue la fente ecdysiale mais avant que le criquet se

soit dégagé de l'exuvie ; cependant, l'un de ces criquets commençait, au moment de mourir, en s'arquant et en se gonflant, à faire saillir par la fente ecdyscale la partie supérieure de la tête, du thorax et des premiers tergites abdominaux.

Les 34 autres criquets du lot N° 1 ont réussi à se dégager complètement de leur exuvie ; leur mue imaginale s'est effectuée avec un retard moyen d'un jour par rapport à la date moyenne de la mue imaginale établie pour le lot témoin.

16 imagos sont morts dans les quelques jours qui ont suivi la mue imaginale ; tous les imagos morts ont des ailes molles ; leurs élytres sont décolorées ; 7 de ces 16 imagos morts ont leurs ailes extrêmement chiffonnées.

17 imagos ont survécu ; leurs élytres et leurs ailes restent molles ; elles ne sont pas chiffonnées mais seule leur extrémité est plus ou moins tordue sur elle-même.

Sur les élytres des 17 imagos survivants, les taches sont nettement décolorées et ont une surface très réduite par rapport aux taches que l'on observe sur les élytres des criquets du lot témoin.

Conservés en élevage, ces imagos, dont les élytres sont toujours restées décolorées, se sont accouplés normalement et ont donné une descendance tout à fait similaire à celle que nous avons obtenue dans des délais très voisins à partir du lot témoin.

Lot traité N° 2

Résultats du traitement par 750 µg/g de matière active effectué en 3 ingestions de 250 µg/g réparties dans les deux premiers tiers du dernier stade larvaire.

Les criquets du lot N° 2 reçoivent deux premiers traitements en même temps et de la même façon que les criquets du lot N° 1 ; ils reçoivent un traitement supplémentaire de 250 µg/g entre les cinquième et sixième jours comptés à partir de la date moyenne de la dernière mue larvaire.

L'effectif des insectes du lot N° 2 qui ont ingéré la dose totale de 750 µg/g est de 37.

Sur ces 37 criquets, 16 criquets sont morts pendant la mue imaginale ; 12 de ces 16 criquets présentent au milieu de leur corps l'arcure et le gonflement caractéristiques des insectes bien engagés dans le processus de l'exuviation ; le pronotum et les tergites thoraciques, la base des élytres et les ailes sont plus ou moins largement sortis de l'exuvie ; cependant, une grande partie des pièces buccales, les extrémités des ailes et des élytres et l'abdomen sont encore engainés dans l'exuvie. Les 4 autres criquets ne laissent encore apparaître sous leur vieille cuticule fendue que la partie médiane de leur pronotum et le dessus de la tête.

21 criquets du lot des 37 insectes ayant reçu la série de traitements N° 2 ont effectué complètement leur exuviation mais sont morts aussitôt après la mue imaginale ; cependant 18 de ces criquets sont morts avant d'avoir pu déployer correctement leurs ailes ; elles présentent un aspect extrêmement chiffonné ; elles sont très molles et décolorées ; sur les 21 criquets ayant achevé leur exuviation avant de mourir, seuls 3 criquets ont réussi à déployer complètement leurs ailes ; mais celles-ci sont molles et tordues à leur extrémité ; les taches des élytres sont très réduites et très pâles.

Lot traité N° 3

Résultats du traitement par 250 µg/g de matière active  
ingérée en fin du dernier stade larvaire.

Les criquets du lot N° 3 reçoivent un seul traitement de 250 µg/g de l'urée substituée PH 60-38 en fin de leur cinquième stade larvaire, entre les 7ème et 8ème jours de ce stade comptés à partir de la date moyenne de la dernière mue larvaire.

33 criquets ont effectivement ingéré intégralement cette dose de 250 µg/g dans le délai imparti.

Sur ces 33 criquets, 30 sont morts 2 et 3 jours après la fin de ce traitement ; leur cuticule est décollée de l'épiderme ; ils présentent la fente ecdysiale le long du pronotum et sur le dessus de la tête ; cependant, aucune partie du corps ne fait saillie en dehors de la cuticule fissurée.

Seuls 3 criquets, sur les 33 traités, ont effectué complètement leur exuviation mais ils sont morts dans les deux premiers jours qui ont suivi leur mue imaginale alors que leurs ailes n'étaient pas pleinement déployées ; celles-ci sont très molles et les taches des élytres sont très pâles et réduites ; le restant du corps de ces 3 imagos est également très mou et très décoloré par rapport à ce que l'on constate sur les criquets témoins dans les quelques heures qui suivent leur mue imaginale.

## Récapitulation des résultats

Pour faciliter la comparaison des résultats obtenus selon les traitements effectués, nous les rassemblons dans un même tableau ; nous représentons schématiquement, dans la première colonne de ce tableau, les types d'effets les plus caractéristiques de l'urée substituée et nous indiquons dans les autres colonnes correspondant aux divers lots les nombres et pourcentages de criquets sur lesquels on observe ces différents effets.

Lorsque l'on effectue sur les criquets du lot N° 1 deux traitements comportant chacun l'ingestion de 250 µg/g de l'urée substituée PH 60-38, ces deux traitements se répartissant dans la première moitié du cinquième stade larvaire, les résultats que l'on obtient peuvent paraître assez modestes eu égard à l'importance de la dose administrée ; en effet, 90% des criquets parviennent à effectuer une exuviation totale et plus de 50% survivent à ces deux traitements.

Il est cependant d'un intérêt certain de noter que, sur aucun des criquets ayant accompli l'exuviation, les ailes ne parviennent, à aucun moment de leur survie au cours du stade imaginal, à acquérir le degré de rigidité que présentent les ailes des criquets témoins au bout de très peu d'heures après la mue imaginale.

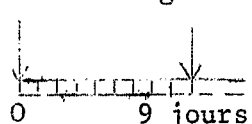
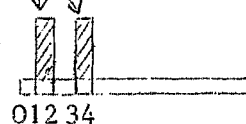
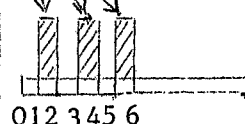
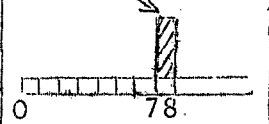
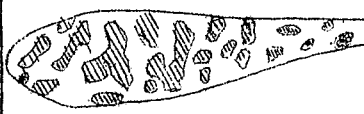

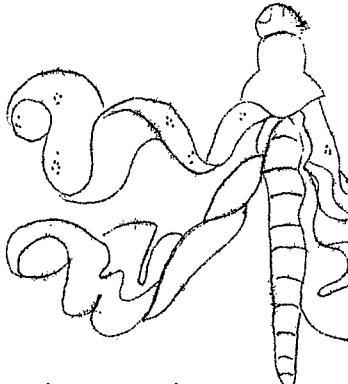
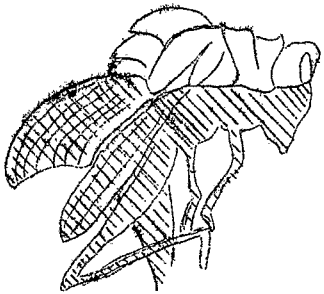

Plus de 20% des imagos du lot traité N° 1 ont leurs ailes extrêmement chiffonnées. Les ailes des autres imagos restent également molles ; sans être aussi froissées, elles sont néanmoins assez flexueuse, leur extrémité étant toujours plus ou moins tordue.

De plus, sur la totalité des imagos du lot traité N° 1, les taches des élytres restent extrêmement pâles et d'étendue nettement réduite par rapport à celles que l'on observe sur les élytres des criquets témoins.

Lorsque, sur le lot N° 2, on effectue un troisième traitement de 250 µg/g en plus des deux traitements faits aux mêmes dates et de la même façon que pour le lot N° 1, le troisième traitement s'effectuant à la fin du deuxième tiers du dernier stade larvaire, on obtient près de 100% de mortalité.

43% des insectes meurent avant de s'être dépouillés de leur cuticule larvaire ; pour le tiers de l'effectif du lot, on observe sur les cadavres le bombement caractéristique du corps du criquet qui ne s'est encore que partiellement dégagé de l'exuvie.



a	Lot témoin	Lots traités par PH 60-38		
Dose totale ingérée	0	N° 1 : 500 µg/g	N° 2 : 750 µg/g	N° 3 : 250 µg/g
Epoque des traitements par rapport à la dernière mue larvaire	Dernière mue larvaire Mue imago 	2 traitements 	3 traitements 	1 traitement 
Effectifs initiaux	41	37	37	33
Etats dans lesquels se trouvent les criquets 15 jours après la dernière mue larvaire	Effectifs et pourcentages des criquets présentant les différents états dans chacun des lots			
	Lot témoin	N° 1	N° 2	N° 3
	41 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	0 (0%)	27 (73%) (7 morts : 17%)	3 (8%) (2 morts : 5,4%)	0 (0%)
 <p>tous morts</p>	0 (0%)	7 (19%)	18 (48,6%)	3 (9%)
 <p>tous morts</p>	0 (0%)	1 (2,7%)	12 (32,4%)	0 (0%)
 <p>tous morts</p>	0 (0%)	2 (5,4%)	4 (10,8%)	30 (91%)

Près de 50% des criquets meurent après être parvenus au stade imaginal ; leurs ailes sont molles et chiffonnées ; les taches de leurs élytres sont très pâles et réduites.

Les effets obtenus sur le lot N° 3 par un seul traitement en fin du dernier stade larvaire apparaissent comme plus puissants que ceux que l'on observe sur les précédents lots ; en effet, la mortalité est totale et celle-ci survient plus précocement dans le processus de la mue ; pour plus de 90% des criquets de ce lot la mort se produit alors qu'il n'est encore apparu sur la vieille cuticule larvaire décollée qu'une simple fissure ecdysiale.

Le fait est d'autant plus remarquable que la dose ingérée par les criquets du lot N° 3 ne représente respectivement que la moitié et le tiers des doses ingérées par les criquets des lots N°1 et N° 2.

D I S C U S S I O N

=====

Moment de la mort par rapport au processus de la mue.

Selon les traitements impliqués dans notre expérimentation, les criquets ingèrent l'urée substituée à des périodes très diverses du cinquième stade larvaire ; or, quel que soit le moment du traitement, aucun insecte ne meurt avant la fin du stade ou, tout au moins, avant qu'il ne se trouve suffisamment engagé dans le processus de la mue ; sur aucun insecte, en effet, la mort n'est survenue avant que sa vieille cuticule ne soit décollée de l'épiderme et entaillée de la fente ecdysiale.

Ainsi, certains insectes meurent en cet état, encore enveloppés de la vieille cuticule larvaire, d'autres meurent en cours d'exuviation, d'autres après avoir achevé leur mue imaginale mais aucun n'est mort avant le décollement de la cuticule larvaire.

Or, nous pouvons constater que le moment où se situe la mort du criquet dans l'ensemble des séquences de la mue imaginale dépend du moment du traitement.

Il se trouve, d'une façon qui peut sembler paradoxale, que la mort survient d'autant plus tardivement dans le processus de la mue que le traitement s'est terminé plus tôt dans l'intermue :

Ainsi, lorsque le traitement a lieu dans la première moitié du cinquième stade larvaire la mort se produit toujours lorsque le criquet est parvenu, après exuviation complète, au stade imaginal.

Lorsque le traitement se termine 48 heures plus tard, une partie des criquets meurent également après s'être entièrement dégagés de l'exuvie mais sans avoir pu déployer leurs ailes qui restent recroquevillées ; d'autres criquets meurent au cours de l'exuviation, étant parvenus, en arquant et en gonflant le corps, à faire sortir hors de la vieille cuticule une plus ou moins grande partie de leur thorax et de leur abdomen.

Enfin, c'est lorsque l'urée substituée est administrée le plus tardivement, entre 48 heures et 24 heures avant la date moyenne de la fin du stade, que la mortalité intervient le plus tôt dans le processus de la mue : l'insecte meurt alors que la vieille cuticule vient de se décoller de l'épiderme et qu'elle ne présente encore qu'une étroite fente ecdysiale au niveau du pronotum et de la tête ; aucun de ces criquets n'a commencé, en bombant le corps, à faire saillir hors de son enveloppe de cuticule larvaire la moindre partie de son thorax ou de son abdomen.

### Inhibition de l'exuviation

C'est donc lorsque l'urée substituée est ingérée très peu de temps avant le décollement de la cuticule larvaire que la plupart des criquets meurent avant d'avoir entamé le processus de gonflement et d'arcure qui leur aurait permis de faire éclater leur vieille enveloppe de cuticule larvaire et d'en dégager leur corps ; ce processus d'exuviation, qui est précédé et s'accompagne de vigoureux mouvements alternés de contractions et d'expansion, notamment au niveau de l'abdomen, met manifestement en jeu la musculature.

Des Chercheurs de la Société Philips-Duphar (communication personnelle de A. KARS - 1972) ont émis l'hypothèse selon laquelle l'urée substituée pourrait provoquer une défaillance au niveau des attaches musculaires sur les sclérites ; un examen histologique des criquets du lot N° 3 est à envisager pour tenter d'élucider ce point.

### Intérêt d'examens histologiques complémentaires

Il serait intéressant de voir sur la cuticule larvaire des criquets ayant péri avant d'avoir commencé à s'en extraire s'il n'y aurait pas eu rupture prématurée de l'intégrité des connexions nerveuses et musculaires qui commandent les mouvements de contraction et d'expansion de l'abdomen et du thorax.

Peut-être verrait-on si, par contre, la digestion de l'endocuticule n'aurait pas été trop peu avancée pour que la vieille cuticule fût suffisamment amincie et puisse se déchirer et se détacher.

Par ailleurs, on pourrait vérifier, également par examen histologique, si l'ingestion tardive d'urée substituée peu avant le décollement de la vieille cuticule n'aurait pas provoqué de déficiences dans la formation de la nouvelle couche de cuticuline à la surface des cellules épidermiques, ou dans le dépôt de procuticule en-dessous de ces cellules ou encore dans la formation de la couche de cire en surface de la cuticule, processus qui prennent normalement place avant l'exuviation.

Si le dépôt pré-exuvial de cuticule semblait s'être fait chez les criquets traités d'une façon tout à fait comparable à ce que l'on peut observer chez les criquets témoins, il y aurait lieu néanmoins de contrôler si l'ingestion tardive de l'urée substituée n'aurait pu déclencher un tannage prématuré, provoquant le durcissement anticipé de la nouvelle cuticule ; ce durcissement empêcherait alors toute expansion du corps du criquet et rendrait, par conséquent, l'exuviation impossible.

Intérêt d'une étude biochimique du mode d'action

Les modifications morphologiques considérables qui se produisent au moment de la mue, la formation de la nouvelle cuticule, son durcissement et sa pigmentation sont commandées par une séquence bien précise de réactions enzymatiques ; celles-ci, à un moment où rien n'est ingéré de l'extérieur, mettent en jeu, sur un intervalle de temps très bref et bien déterminé, une grande concentration de certains des substrats des enzymes impliqués, tels que la tyrosine et ses métabolites ; ceci fait du moment de la mue une étape particulièrement critique de la vie de l'insecte ; il est tentant de chercher, à des fins de lutte insecticide, à exploiter les risques que ne doit pas manquer d'encourir l'insecte lorsque l'on perturbe ce mécanisme exigeant.

Ainsi, l'on peut essayer de substituer aux substrats normaux de certaines des réactions enzymatiques essentielles, au moment précis où la présence de ces substrats est impérieusement exigée, des produits étrangers pour lesquels les enzymes impliqués auraient une plus grande affinité et qui bloqueraient l'activité normale de ces enzymes. Les résultats de notre expérimentation, notamment la variation très nette du type de réaction de l'insecte en fonction de la situation chronologique de l'ingestion par rapport au processus de la mue, permettent d'envisager que ce pourrait être le cas du dérivé aromatique de substitution de l'urée, PH 60-38, ou de composés plus ou moins voisins qu'il y aurait lieu de mettre en comparaison.

Cela semblerait pouvoir constituer une voie nouvelle de recherches intéressantes ; ces substrats de substitution que nous recherchons pour adultérer certaines des réactions enzymatiques de la mue constitueraient, en effet, des types de produits beaucoup plus simples, plus faciles à synthétiser et moins coûteux que les analogues des hormones de mue dont les effets peuvent paraître assez proches.

J. GRY