

ESSAIS DE MARQUAGE RADIOACTIF DU CRIQUET PELERIN DANS LA NATURE

J. RODERBOURG * et G. THEWYS **

Introduction

La lutte antiacridienne consiste surtout, au Maroc, en pulvérisations par voie aérienne de solutions huileuses d'HCH (hexachlorocyclohexane) sur les essaims de criquets posés au sol. Ce produit a une action assez lente s'étendant sur deux ou trois jours après la pulvérisation. Pendant toute cette période, l'essaim traité continue à se déplacer et peut éventuellement se mêler à un autre non traité.

Or il n'est pas possible de vérifier si tel essaim a déjà été traité ou non, dans une région aussi fertile que le Souss où les dégâts de criquets peuvent devenir rapidement catastrophiques. Tout essaim repéré est donc systématiquement traité, ce qui amène à des répétitions onéreuses de pulvérisations.

Mais, si le produit pulvérisé a été au préalable marqué à l'aide d'un radioélément, on peut assez facilement éviter ces répétitions. De plus, le marquage radioactif permet en principe de suivre les voies empruntées par les essaims en fonction des conditions climatiques et topographiques. Lorsque toutes les voies de passage et de stationnement seront connues, on pourra y concentrer les moyens de lutte et se dispenser de surveiller systématiquement de vastes régions allant du Haut Atlas au Sahara. Des économies importantes en matériel et en personnel pourront ainsi être réalisées.

Ceci est d'autant plus intéressant que le cadre fréquent de la lutte antiacridienne est une zone montagneuse d'accès difficile, surtout en hiver lorsque les essaims sont signalés, et où il n'est pas possible de suivre les vols à l'œil d'une manière continue (voir PHOTO 1).

* Chef du Laboratoire d'investigation par les radio-éléments - D.R.A. Rabat.

** Responsable de la section Essais de la Lutte Antiacridienne.

Al Awamia, 28, pp. 67-80, juillet, 1968.

PHOTO 1

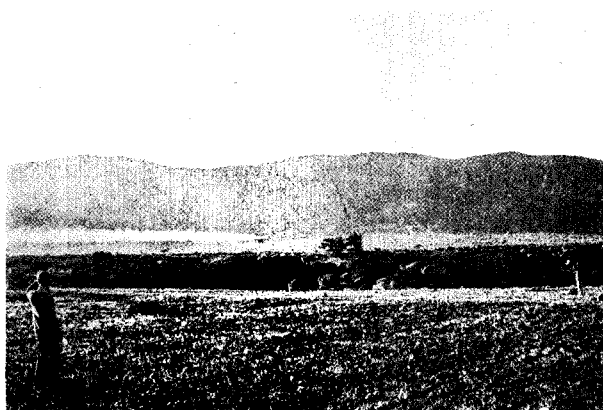


PHOTO 2



Toutes ces raisons nous ont amenés à étudier les possibilités de marquage radioactif du criquet pèlerin dans la nature. Il faut remarquer cependant que les difficultés dues à la lenteur d'action de l'HCH vont avoir moins d'importance puisque des résultats très satisfaisants ont été obtenus avec un nouvel insecticide, le D.D.V.P., dont l'action est très rapide. Ceci permet de vérifier le jour même de la pulvérisation l'efficacité du traitement en contrôlant au sol le taux de mortalité des criquets (PHOTO 2).

Méthodologie

D'après les études réalisées sur des sujets analogues, il apparaît que les techniques de marquage des sauterelles sont surtout basées sur l'utilisation de colorants (10). Deux méthodes peuvent être employées :

— on peut marquer individuellement les criquets, ce qui donne un marquage excellent, avec toutefois l'inconvénient de devoir soustraire les insectes à leur milieu naturel pendant un certain temps ;

— on peut également pulvériser directement sur l'essaim une solution contenant le colorant employé. Cette méthode présente l'avantage de laisser l'essaim en place dans son milieu. Mais la concentration en colorant à employer est alors telle que l'application s'avère difficile, peu rentable et souvent peu efficace.

Au sujet de l'emploi des radio-isotopes, des travaux ont été réalisés sur *Schistocerca*, *Locusta*... dans des buts surtout biochimiques et physiologiques (1, 7, 9). Ces travaux nous ont été utiles pour choisir une technique de marquage des criquets dans la nature.

Choix de la technique

Le marquage du criquet doit se faire dans la nature, sans déranger l'essaim, de manière à respecter au mieux son comportement naturel. La pulvérisation aérienne d'un produit radioactif sur un essaim posé au sol convient parfaitement à ce type d'expérience. L'appareil utilisé était un Piper Cub PA 18 équipé de deux micronaires en bout d'aile. C'était un avion léger pouvant transporter 250 l de produit à densité voisine de 1. Les micronaires permettent de pulvériser un produit en gouttelettes très fines (150 μ). Cependant, comme la pulvérisation doit être effectuée dans la nature, le radio-élément utilisé doit présenter certaines caractéristiques impératives :

— il doit émettre une radiation suffisamment énergétique pour pouvoir être détecté par un compteur portatif. Il faut aussi, de préférence, qu'il soit émetteur β plutôt que γ pour faciliter la protection du

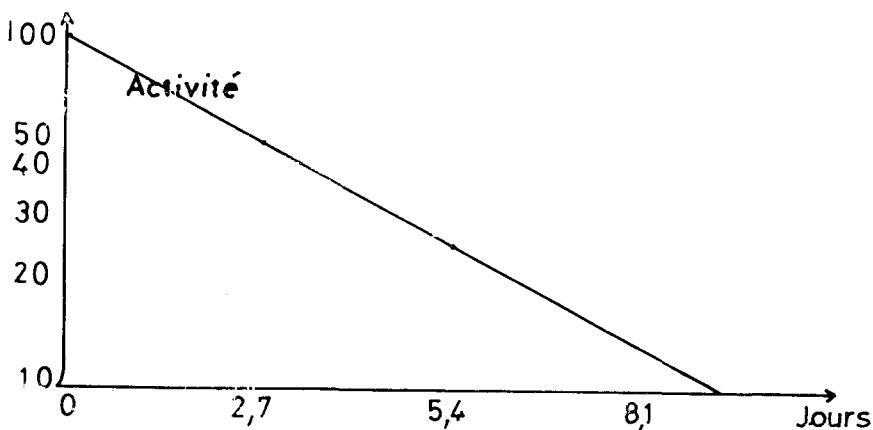
personnel contre les radiations et particulièrement le pilote de l'appareil. La simple cuve en acier de l'avion suffit pour arrêter les rayons β de 1,7 MeV, ce qui ne serait pas le cas d'un rayon γ de même énergie. Il faudrait dans ce dernier cas blinder extérieurement la cuve avec du plomb, du côté du pilote, ce qui alourdirait l'appareil et réduirait considérablement la charge utile.

— il doit avoir une période à la fois assez longue pour pouvoir suivre l'essaim marqué pendant un temps relativement long (4 à 5 jours au moins), et assez courte pour que la végétation sur laquelle s'est posé l'essaim pulvérisé ne soit pas trop longtemp contaminée ;

— son prix d'achat ne doit pas être trop élevé du fait de l'importance des quantités de produit à utiliser.

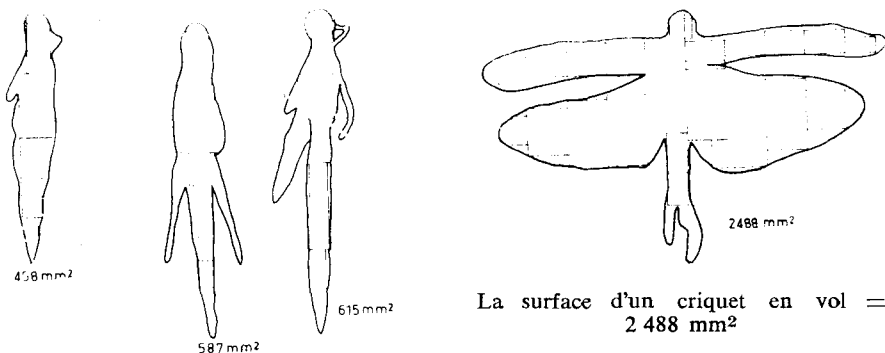
Ces différents facteurs nous ont amenés à choisir l'or colloïdal radioactif (^{198}Au) qui a une période de 2,7 j, un rayonnement β de 0,96 MeV à 98 % de présence et un rayonnement γ de 0,41 MeV à 98 % de présence également. Cet or est vendu en suspension colloïdale de 300 Å dans de la gélatine liquide. Le graphique ci-dessous indique le moment à partir duquel on doit s'attendre à ne plus pouvoir détecter l'or radioactif déposé sur les insectes (environ 9 jours).

GRAPHIQUE 1 — Décroissance de ^{198}Au — $T/2 = 2,7$ jours



Si on admet qu'un avion pulvérise environ 4 l/ha de solution à 120 km/h et qu'une silhouette de criquet représente approximativement 530 mm², un insecte est alors la dix-huit millionième partie ($1/18 \cdot 10^{-6}$) d'un hectare ce qui correspond à 0,212 μl de solution marquée (voir schéma).

FIGURE 1

Mesure de la surface d'une silhouette de criquet pèlerin (Echelle 1/2)

La moyenne de la surface d'un criquet
au sol est de $1660 : 3 = 530 \text{ mm}^2$

En fixant à 500 coups par minute la radioactivité minimale par insecte pour pouvoir le détecter pendant 8 jours (ce qui ne fera plus à ce moment que 50 c.p.m.) et en tenant compte de ce que le compteur portatif utilisé a un rendement de 7 %, il faudra placer 10 mCi de ^{198}Au par hectare, soit 1 Ci par 100 ha et 200 l de solvant. Ce sont ces conditions de pulvérisation qui ont été utilisées dans nos essais. L'appareil de détection était un compteur G.M. ayant un rendement de 7 % et un bruit de fond de 150 c.p.m.

Il se pose également un problème de mise en solution (ou en mélange) de l'isotope dans le pesticide utilisé. Dans le cas de pulvérisations d'HCH, nous avons mis l'or colloïdal en solution dans un solvant intermédiaire (eau-alcool) puis ajouté un volume d'HCH. Ce mélange est stable et peut être préparé à l'avance. On le dilue avant le traitement dans 200 l d'HCH. Mais, du fait que l'or colloïdal se fixe aux parois métalliques des récipients, il faut éviter de préparer la solution trop longtemps avant le remplissage des réservoirs de l'avion.

Il faut noter d'autre part que le marquage des criquets dans le but de suivre l'essaim ne doit pas nécessairement être fait à partir des solvants des pesticides ; l'eau peut très bien convenir, avec cependant un risque de mauvaise adhérence sur le corps de l'insecte. Nous avons choisi dans nos essais de marquer les criquets à l'or colloïdal dilué dans le HAN *, solvant industriel du D.D.V.P., de manière à faire

* HAN : Heavy Aromatic Naphta - Marque déposée Esso.

adhérer le radio-élément à la chitine de l'insecte et à le rendre résistant à l'action des agents climatiques (pluie, rosée...).

Expérimentation

Au cours de la campagne 1968-69, quelques essaims de criquets se sont présentés dans le Sud Marocain et nous avons pu réaliser trois essais.

1. Essai I - 12.12.68

Le vol repéré était peu dense à moyennement dense et mesurait environ 5×2 km. L'essaim était posé au pied de la montagne, au SE de Tiznit, sur arganiers et dans un champ d'orge à peine germé ; le sol était très caillouteux. La fraction du vol à marquer avait été choisie sur la partie ensemencée en orge. Au moment de l'épandage (8 h du matin), la température était de 11°C , l'humidité relative de 90 % ; un vent de 0 à 2 m/s soufflait du SE (mesures faites à 150 cm au-dessus du sol).

Du fait de la basse température de la nuit, les criquets s'étaient réfugiés sous les cailloux et sous les mottes de terre ; ils étaient donc pratiquement invisibles de l'avion et difficilement accessibles par le produit pulvérisé.

a. Pulvérisation

La fraction de l'essaim à traiter (1 km sur 1 km) fut délimitée par des balises et le pilote devait faire des brassages tous les 20 m en ouvrant et fermant le circuit de pulvérisation avant et après les balises de manière à limiter les contaminations inutiles de la végétation environnante.

L'appareil utilisé était un Piper PA 18 équipé de deux micronaires Au 1500 ; le débit était réglé à 30 l/mn et 2 kg/cm^2 de pression. Le pas des pales de micronaires était fixé à 28° ce qui donnait des gouttes de 150μ en moyenne. Le solvant utilisé était le HAN.

b. Résultats

On a échantillonné l'essaim avant la pulvérisation pour disposer de témoins et comparer leur comportement à celui des insectes après traitement. Après la pulvérisation, il a été procédé à un échantillonnage selon des bandes parallèles, perpendiculaires aux passages de l'avion. Malheureusement, la lenteur des opérations précédentes et l'élévation de la température qui a provoqué l'activité des acridiens et

leur passage sur l'aire choisie n'ont pas permis le ramassage des criquets sur les bandes traitées. Les derniers prélèvements ont même dû être faits au filet sur des insectes qui avaient pris leur vol.

C'est pourquoi le résultat de cet essai fut négatif puisque nous n'avons pu détecter aucune radioactivité sur les quelques insectes ramassés qui auraient dû en principe recevoir la pulvérisation.

c. Commentaires

La perte de radioactivité par dépôt d'or sur les parois de la cuve métallique fut une des causes importantes de cet échec. De plus, le vol étant posé sur cailloux et labour, il était très difficile à atteindre et surtout à échantillonner.

Le moment du traitement doit être, dans de telles conditions, choisi avec beaucoup de soin :

— si l'on traite trop tôt, la température est encore très basse, les sauterelles sont cachées sous les cailloux, les mottes et au sein de la végétation et sont fort peu accessibles ;

— si l'on traite trop tard, les sauterelles reçoivent le produit mais l'échantillonnage devient impossible car l'essaim s'envole très facilement.

2. Essai II - 14.12.68

Ce vol, de densité moyenne, était également posé dans la région de Tiznit, à peu près à 10 km à l'Est sur la route de Tafraout. Il était posé le long d'un oued, en partie sur une zone caillouteuse, en partie sur les champs de céréales du fond de la vallée. On a traité la partie de l'essaim posée sur cailloux alors que les conditions atmosphériques étaient les suivantes : température de 10°C, humidité relative de 85 %, vent de 0 à 2 m/s venant du SE.

a. Pulvérisation

La fraction de l'essaim à traiter fut choisie lors d'une reconnaissance aérienne et balisée ensuite sur le terrain. L'appareil utilisé était un Piper PA 18 équipé de rampes de gicleurs à jet conique plein réglés à un débit de 5 l/ha et 2 kg/cm² de pression pour une vitesse de déplacement de 120 km/h.

b. Résultats et commentaires

Les résultats sont là-aussi négatifs car le balisage de la zone à traiter n'avait pu être effectué qu'une heure avant le traitement et le

pilote n'avait pas eu le temps d'en faire une reconnaissance. Ceci est dû au fait que l'essaim avait été repéré la veille à un endroit déterminé de la vallée mais s'était déplacé d'environ 3 km pendant la nuit. Le pilote a traité l'endroit repéré la veille, qui avait en fait été abandonné par les criquets. Si aucun criquet n'a été marqué, on a pu tout de même contrôler la régularité du traitement en mesurant la radioactivité des cailloux et des végétaux de la surface traitée.

Cet échec est particulièrement significatif des difficultés qu'il faut surmonter et de la coordination des équipes de travail qu'il faut obtenir pour réaliser ce genre d'expériences dans de bonnes conditions. Il faut notamment tenir compte du fait que le terrain de base de l'avion était trop éloigné de l'essaim pour permettre des communications rapides entre le pilote et l'équipe au sol. L'emploi d'appareils de T.S.F. s'imposerait dans ce cas.

3. Essai III - 28.12.68

a. Pulvérisation

Le vol était cette fois posé en partie sur arganiers, en partie sur agrumes et oliviers, au SE d'Oulad Teima ; il mesurait environ 4 km sur 2,5 et était de densité moyenne. Une reconnaissance aérienne matinale nous avait permis de choisir dans l'essaim une zone d'environ 100 ha à densité plus élevée. Au moment de la pulvérisation, les criquets quittaient leurs micro-abris de la nuit pour se réchauffer au soleil. Le produit marqué pulvérisé les a donc atteint parfaitement.

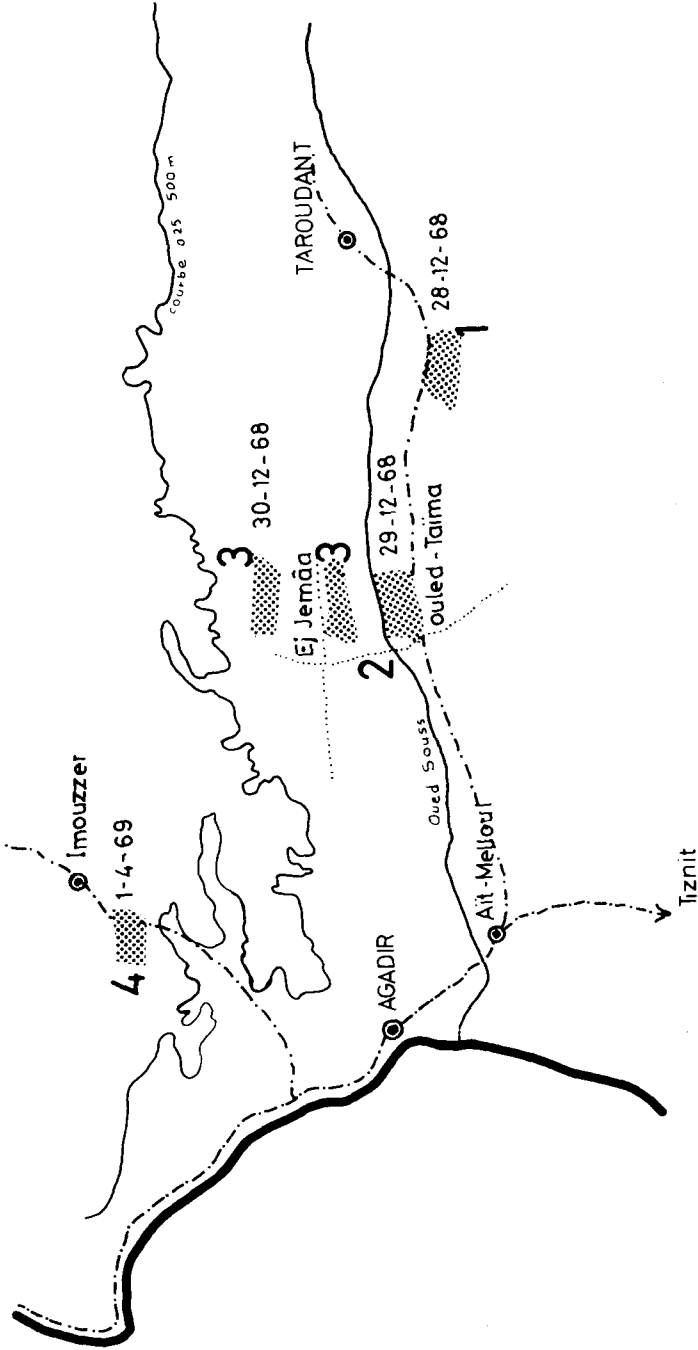
L'appareil utilisé était un Piper PA 18 équipé de deux micronaires Au 1500 réglés pour donner un débit de 30 l/s à 2 kg/cm² de pression. Immédiatement après la pulvérisation, achevée en 12 minutes, on a échantillonné l'essaim pour en mesurer la radioactivité.

b. Résultats

Cet essai a donné des résultats pleinement satisfaisants puisqu'il a permis de suivre le vol traité pendant 4 jours (voir carte).

Le lendemain du traitement, la section Essais de la lutte anti-acridienne a ramassé des criquets morts marqués au Sud du Grand Atlas, dans la région de Jemaâ. Le 1^{er} janvier 1969, soit 4 jours après la pulvérisation, des sauterelles ramassées dans la région d'Immouzer se sont révélées radioactives.

Le tableau suivant expose les résultats des mesures effectuées sur les différents lots de criquets, issus du même essaim, retrouvés dans la vallée du Souss pendant les 4 jours qui ont suivi la pulvérisation.



prélèvement	Nombre de criquets prélevés	Nombre de criquets radioactifs	%	activité maxima retrouvée en c.p.m.
28.12.68*	893	759	85*	22 500
29.12.68	1 232	431	35	2 250
30.12.68	1.137	34	3	450
30.12.68	425	13	3	425
1.01.69	1 452	3	0,2	300

Conclusions

Cet essai prouve qu'il est techniquement possible de marquer un essaim de criquets en pleine nature à l'aide de radio-éléments et de le suivre pendant plusieurs jours, même s'il y a eu brassage d'essaims.

Dans ce cas il reste à définir une technique qui permettrait de déterminer le pourcentage d'insectes traités dans le mélange d'essaims considéré de façon à établir la rentabilité d'un nouveau traitement éventuel ; ce problème perd d'ailleurs de son importance dès que le pesticide utilisé détermine une mortalité importante en moins de 14 heures.

En outre cette technique permet de suivre le trajet des migrations des essaims et de déterminer les lieux de stationnement, de ne pas déranger les insectes pendant le traitement et de les laisser dans des conditions ambiantes naturelles.

Il est alors possible de détecter les insectes marqués faisant partie d'un essaim, même si on n'a pulvérisé qu'une faible partie de l'essaim. Cette remarque reste cependant à confirmer en pleine lutte, lorsque de nombreux essaims circulent dans la même région. Les chances de rencontre entre essaims sont alors plus grandes et la dilution des insectes marqués dans l'essaim résultant est également plus importante. Cette possibilité de fusion de plusieurs essaims en un seul peut d'ailleurs être confirmée à l'aide des radio-éléments ;

Enfin, l'isotope employé a permis de détecter l'essaim marqué pendant 4 jours ; pour suivre un essaim plus longtemps, il faudrait employer d'autres isotopes (^{14}C dont la période est de 5 600 ans, ou ^{32}P dont la période est de 14,3 jours par exemple). Il serait par ailleurs

* Le premier prélèvement a été effectué dans la partie du vol traitée, ce qui explique le pourcentage élevé de criquets marqués (85 %).

souhaitable de pouvoir suivre un essaim dès son entrée sur le territoire marocain ou même avant, dans le Sud algérien. On peut aussi envisager de marquer plusieurs essaims à la fois en utilisant des radioéléments différents. Nous indiquons dans le tableau suivant les isotopes susceptibles de convenir pour de tels essais de marquage multiple.

Isotopes	T _{1/2}	Rayonnement β		Rayonnement γ		Forme chimique
		en MeV	% de présence	en MeV	% de présence	
⁸² Br	36 h	0,45	100	0,55 à 1,475		NH ₄ Br
³⁶ Cl	3,1.10 ⁵ ans	0,714		—		HCl
¹³¹ I	8,04 j	0,61	81,2	0,36	80	NaI ou solution thiosulfate
²⁰³ Hg	46 j	0,21		0,279		HgNO ₃
¹⁹⁸ Au	2,7 j	0,96	98			suspension colloïdale 30 mg/l dans gélatine
³² P	14,45 j	1,7		—		H ₃ PO ₄ en sol. dans HCl
³⁵ S	87 j	0,167		—		H ₂ SO ₄ + HCl
<i>Molécules marquées :</i>						
Acide oléique ¹³¹ I	8,04 j	0,61	81,2	0,36	80	huile d'olive
Lipiodol ¹³¹ I	»	»	»	»	»	acide gras
Trioléine ¹³¹ I	»	»	»	»	»	huile d'olive
¹⁴ C	5 600 ans	0,156		—		CO ₂ + BaCO ₃

ملخص

البحث على امكانيات طبع الجراد الصحراوي بالمواد المشعة في الطبيعة لها هدف مزدوج :

- (1) اجتناب تكرار المعالجة بالمبيدات ذات مفعول بطيء مثل
 - (2) السير في اتجاه الذي تأخذه الاسراب بدلالة الاحوال الطقسيسة. أصبح الهدف الاول في الوقت الحاضر ذا فائده قليلة وذلك باستعمال مبيد جديد D.D.V.P. ذا مفعول سريع جدا .
- اما بالنسبة للهدف الثاني فقد تمكن الوصول اليه حيث كان بالامكان متابعة سرب من الجراد مطبوع بالذهب المشع لمدة أربعة ايام .

RÉSUMÉ

Les recherches des possibilités de marquage radioactif du criquet pèlerin dans la nature avaient un double but :

1. Eviter des répétitions de traitement de pesticides à action lente comme l'H.C.H.
2. Suivre la voie empruntée par les essaims en fonction des conditions climatiques.

Le premier but ne présente plus à l'heure actuelle beaucoup d'intérêt du fait de l'utilisation d'un nouvel insecticide, le D.D.V.P., à action très rapide.

Quant au deuxième but, il a pu être atteint, car il a été possible de suivre durant 4 jours un essaim de criquets marqué à l'or radioactif.

RESUMEN

La investigación de las posibilidades de marcaje radiactivo de la langosta (*Schistocerca gregaria*) en la naturaleza tenía doble finalidad :

1. Evitar repeticiones de tratamiento con pesticidas de acción lenta como et H.C.H.

2. Seguir el camino emprendido por los vuelos en función de las condiciones climáticas.

La primera finalidad ya no representa hoy día mucho interés por el hecho de la utilización de un nuevo insecticida, el D.D.V.P. de acción muy rápida.

En cuanto a la segunda, ha podido ser lograda, puesto que ha sido posible seguir durante 4 días un vuelo de langostas marcadas con oro radiactivo.

SUMMARY

The reserche conducted in the nature on the possibility of radioactive marking of the pilgrim locust had two aims.

1. Avoid treatement repetition with slow action pesticides like the H.C.H.

2. Follow the way taken by the swarms in function of the climate conditions.

At present the first aim do not seem very interesting due to the use of new fast acting insecticides like the D.D.V.P.

As for the second aim, it had been achieved because during four days it has been possible to follow a swarm of locust marked with a radio active gold.

BIBLIOGRAPHIE

1. ABDELMALEK, A.A. et M.F. ABDELWAHAB — 1961. Studies on the ^{32}P uptake in *Schistocerca gregaria* FORSK. and *Anacridium oegyptum* L. — Bull. Soc. Ent. Egypte, **45**, pp. 419-425.
2. BANKS, C.J., A. DEZFULIAN et E.S. BROWN — 1961. Field studies of the daily activity and feeding behaviour of sunn pest on wheat in North Iran. — Ent. Exp. Appl., **4**, pp. 289-300.
3. KANSU, A. — 1963. Labelling methods of insects with radioisotopes. — Univ. of Ankara Yearbook of the Faculty of Agriculture, pp. 11-12.
4. LECOMTE, J. et A. POUVREAU 1968. — Etude au moyen de l'or radioactif du rayon d'action de colonies de bourdons (*Bombus* sp.) en vue de la pollinisation des plantes cultivées. — Isot. and Radio. in Ent., A.I.E.A., Vienne, pp. 17-20.
5. ORPHANIDIS, P.S. et al. — 1963. Essais préliminaires avec ^{32}P sur la dispersion des adultes de *Dacus oleae*. — Radio. and Radia. in A.I.E.A., Athènes, pp. 101-103.
6. PELEKASSIS, C.E.D., P.A. MOURIKOS et D.N. BANTZIOS — 1963. Preliminary studies of the field movement of the olive fruit fly (*Dacus oleae*) by labelling a natural population with ^{32}P . — Radio. and Radia. in Ent., Athènes, A.I.E.A., pp. 105-113.
7. PESSON, P. — 1962. Travaux de recherches utilisant les radioisotopes et les rayonnements nucléaires en Entomologie appliquée en France et dans les pays associés. — Radio. and Radia. in Ent., Bombay, A.I.E.A., pp. 297-300.
8. RAKITIN, A.A. — 1963. The use of radioisotopes in the marking of *Eurygaster integriceps* Put. — Ento. Rev., **42**, pp. 20-24.
9. SCHLOSSBERGER-RAECKE, I. et P. KARLSON — 1964. Zum Tyrosinstoffwechsel der Insekten. Radioautographische Lokalisation von Tyrosinmetaboliten in der Cuticula von *Schistocerca gregaria* FORSK. — J. Insect. Physio., vol. 10, **2**, pp. 261-266.
10. DAVEY, J.T. — 1956. A method of marking isolated adult Locusts in large number as an aid to the study of their seasonal migration. — Bull. of Ent. Research, vol. 46, pp. 797-802.