

Collection Acridologie Opérationnelle n° 3

LA LUTTE CHIMIQUE CONTRE LES CRIQUETS AU SAHEL

**My Hanh LAUNOIS LUONG
Michel LAUNOIS
Tahar RACHADI**

Comité Inter-États de lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS).
Centre AGRHYMET. Département de Formation en Protection des Végétaux (DFPV). Volet Information.

Financement : PAYS-BAS.

Réalisation : PRIFAS. Acridologie Opérationnelle Ecoforce® Internationale. Département GERDAT. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).

Tous droits d'adaptation, de traduction et de reproduction par tous procédés, y compris la photocopie et le microfilm, réservés pour tous pays.

© Ministère des Affaires Étrangères des Pays-Bas et CIRAD/PRIFAS (France). 1988.
ISBN : 2 - 87614 - 013 - 6

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ILLUSTRATIONS	4
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES	4
INTRODUCTION	5
1. GÉNÉRALITÉS EN LUTTE ANTI-ACRIDIEUNE	7
1.1. ACRIDIENS ET DÉGÂTS	7
1.2. LE CONTRÔLE DES PULLULATIONS	7
1.3. LA DÉCISION D'INTERVENTION	8
1.3.1. Le statut du ravageur	8
1.3.2. Le niveau d'infestation	8
1.3.3. Les surfaces envahies	9
1.4. LUTTE PRÉVENTIVE – LUTTE CURATIVE	10
1.4.1. La lutte préventive	10
1.4.2. La lutte curative	10
1.4.3. Un exemple de stratégie de lutte	10
1.5. STRATÉGIE ET LOGISTIQUE	12
1.5.1. La stratégie	12
1.5.2. La logistique	12
2. LES INSECTICIDES UTILISABLES EN LUTTE ANTI-ACRIDIEUNE	13
2.1. ÉTAPES HISTORIQUES	13
2.2. DÉFINITIONS UTILES	15
2.3. TYPES DE FORMULATION	16
2.4. LES PRINCIPAUX INSECTICIDES UTILISÉS EN LUTTE ANTI-ACRIDIEUNE	18
2.5. ASSOCIATION D'INSECTICIDES	29
3. LES MOYENS D'ÉPANDAGE	31
3.1. LES ÉPANDAGES TERRESTRES	31
3.1.1. L'appâtage	31
3.1.2. Le poudrage	31
3.1.3. La pulvérisation	33
3.1.4. La nébulisation	37
3.2. LES ÉPANDAGES AÉRIENS	37
3.2.1. Les types d'aéronefs	37
3.2.2. Équipement général de pulvérisation aérienne	39
3.2.3. La logistique au sol	41
4. BILAN DES INTERVENTIONS	43

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Les acridiens ravageurs au Sahel	6
Tableau II : La décision d'intervention	9
Tableau III : Le choix des techniques d'épandage	40

LISTE DES FIGURES

Figure 1 . – La succession des événements biologiques	11
Figure 2 . – Évolution des densités d' <i>Aiolopus simulatrix</i>	11
Figure 3 . – Familles chimiques utilisées en lutte anti-acridienne au Sahel	13
Figure 4 . – Types de formulation utilisée en lutte anti-acridienne au Sahel	15
Figure 5 . – Épandage avec un sac poudreur	31
Figure 6 . – Poudreuse à soufflet	32
Figure 7 . – Poudreuse manuelle dorsale ou ventrale	32
Figure 8 . – Pulvérisateur pneumatique à dos	33
Figure 9 . – Pulvérisateur centrifuge à piles	34
Figure 10 . – Pulvérisateur monté sur pot d'échappement d'un véhicule tout terrain ENS ou "Exhaust nozzle sprayer" pour traiter en dérive contrôlée	35
Figure 11 . – Schéma du pulvérisateur monté sur pot d'échappement	36
Figure 12 . – Utilisation de l'hélicoptère pour la surveillance et le traitement	38

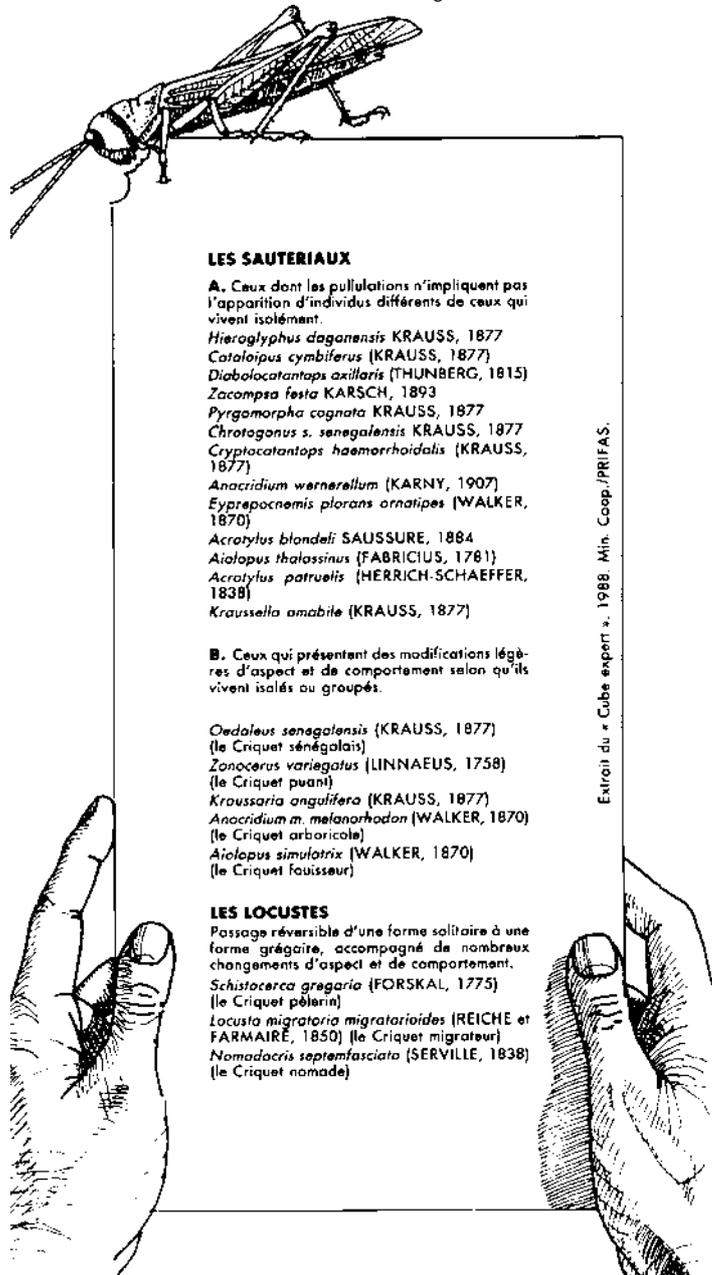
INTRODUCTION

Les numéros 1 et 2 de la Collection "**ACRIDOLOGIE OPÉRATIONNELLE**" ont permis aux lecteurs d'apprendre à identifier les principaux criquets du Sahel, qu'il s'agisse de locustes ou de sauteriaux et de se familiariser avec les méthodes de surveillance des populations acridiennes sur le terrain.

Ce volume, numéro 3 de la collection, traite des techniques de lutte et parmi elles, la plus importante du moment, la **LUTTE CHIMIQUE**. Il aborde ce sujet en partant d'une démarche logique : l'agriculteur constate des dégâts, s'estime victime d'acridiens ravageurs, souhaite en réduire les effectifs pour les ramener à un seuil économiquement acceptable et choisit pour cela des moyens en produits chimiques et en appareils d'épandage en tenant compte de la nature problème auquel il est confronté et des possibilités qu'il possède ou auxquelles il peut avoir accès.

Ce document permet une première initiation au sujet sans toutefois prétendre se substituer aux manuels et documents techniques traitant de chaque matière active et formulation ou des moyens d'épandage qui ont chacun des modes d'emploi spécifiques. Cependant, il devrait permettre à de nombreux sahéliens d'acquérir les connaissances indispensables à une bonne pratique.

Tableau I : Les acridiens ravageurs au Sahel.



LES SAUTERIAUX

A. Ceux dont les pullulations n'impliquent pas l'apparition d'individus différents de ceux qui vivent isolément.

- Hieroglyphus daganensis* KRAUSS, 1877
- Catantopus cymbiferus* (KRAUSS, 1877)
- Diabolocatantops axillaris* (THUNBERG, 1815)
- Zacompso festa* KARŠCH, 1893
- Pyrgomorpha cognata* KRAUSS, 1877
- Chrotogonus s. senegalensis* KRAUSS, 1877
- Cryptocatantops haemorrhoidalis* (KRAUSS, 1877)
- Anacridium wernerellum* (KARNY, 1907)
- Eyprepocnemis plorans ornatipes* (WALKER, 1870)
- Acrotylus blondeli* SAUSSURE, 1884
- Aiolopus thalassinus* (FABRICIUS, 1781)
- Acrotylus patruëti* (HERRICH-SCHAEFFER, 1838)
- Kraussella amabile* (KRAUSS, 1877)

B. Ceux qui présentent des modifications légères d'aspect et de comportement selon qu'ils vivent isolés ou groupés.

- Oedoleus senegalensis* (KRAUSS, 1877)
(le Criquet sénégalais)
- Zonocerus variegatus* (LINNAEUS, 1758)
(le Criquet pvan)
- Kraussaria angulifera* (KRAUSS, 1877)
- Anacridium m. melanorhodon* (WALKER, 1870)
(le Criquet arboricole)
- Aiolopus simulatrix* (WALKER, 1870)
(le Criquet faussiseur)

LES LOCUSTES

Passage réversible d'une forme solitaire à une forme grégaire, accompagné de nombreux changements d'aspect et de comportement.

- Schistocerca gregaria* (FORSKAL, 1775)
(le Criquet pèlerin)
- Locusta migratoria migratorioides* (REICHE et FARMAIRE, 1850) (le Criquet migrateur)
- Nomadacris septemfasciata* (SERVILLE, 1838)
(le Criquet nomade)

Extrait du « Cube expert », 1988. Min. Coop./PRIFAS.

1. GÉNÉRALITÉS EN LUTTE ANTI-ACRIDIENNE

1.1. ACRIDIENS ET DÉGÂTS

Les criquets constituent souvent en régions chaudes la biomasse la plus importante de l'entomofaune des cultures, des friches, des jachères ainsi que des pâturages. On trouve couramment 10 à 15 espèces dans chaque type de biotope. Certaines années, l'explosion démographique de quelques unes d'entre elles révèle leur caractère ravageur. Les pertes sont pour l'essentiel dues au prélèvement direct sur tous les organes aériens des plantes cultivées, ce qui réduit la photosynthèse, diminue l'espérance de récolte, quand ce ne sont pas les plants qui sont entièrement détruits. Les dégâts réels sont difficiles à évaluer quantitativement mais il est sûr qu'un agriculteur qui a connu une invasion acridienne s'en souvient toute sa vie.

La voracité de ces insectes est spectaculaire : un criquet consomme par jour au moins la moitié de son propre poids en matière végétale fraîche.

Dans le Sahel, les cultures vivrières, mil, sorgho, maïs, riz, sont particulièrement sensibles, nettement plus que le coton, le niébé ou l'arachide. Les dégâts dans les pâturages sont généralement moins visibles mais on connaît quelques exemples de compétition alimentaire entre le bétail et les criquets.

Néanmoins, les criquets ne sont pas tous nuisibles, loin s'en faut :

- de très nombreux animaux insectivores utiles (serpents, batraciens, oiseaux) en vivent et ils font partie de la chaîne alimentaire nécessaire au bon fonctionnement des écosystèmes,
- beaucoup d'acridiens sont comestibles et les gens en consomment volontiers en faisant même commerce sur les marchés. Il s'agit d'une source de protéines non négligeable,
- certains criquets servent d'indicateurs écologiques et permettent de juger du bon équilibre des agrosystèmes, d'autres sont des auxiliaires utiles pour détruire des ennemis des cultures comme par exemple, certaines mauvaises herbes.

On doit donc se donner pour objectif de contrôler sélectivement les criquets en surnombre qui font peser dans l'immédiat ou en différé un risque évident pour les activités agricoles, sans chercher à éradiquer les espèces qui font partie de l'entomofaune normale du Sahel.

1.2. LE CONTRÔLE DES PULLULATIONS

L'équilibre démographique naturel d'une espèce est la résultante dynamique de la natalité (gain d'effectifs) de la mortalité (perte d'effectifs), de la dispersion (augmentation ou diminution d'effectifs selon le cas), avec des variations considérables en fonction de nombreux facteurs dont les caractéristiques écométéorologiques qui sont souvent déterminantes au Sahel.

Certaines années, l'accroissement du nombre d'acridiens atteint des niveaux tels que les récoltes sont menacées ou anéanties. Il faut donc intervenir pour réduire l'importance des populations de criquets, tant en densité par unité de surface qu'en surfaces contaminées. Deux possibilités théoriques sont envisageables : faire fuir les ravageurs ou les détruire sur place. Dans le passé, on a tenté de déplacer les pullulations acridiennes les plus menaçantes par le feu et la fumée, le bruit, le rabattage, l'endiguement, les prières collectives, le décalage du calendrier culturel. Cependant, depuis plusieurs dizaines d'années, la préférence est donnée aux moyens biocides, c'est-à-dire à ceux qui tuent.

Hormis la lutte mécanique qui vise à la destruction des œufs par labourage, des larves et des ailés par battage, ramassage et écrasement à l'aube quand les insectes sont encore peu actifs et la lutte thermique qui utilise les vertus crématoires du feu, il faut bien admettre que le devant de la scène est tenu par

LA LUTTE CHIMIQUE.

Pour tuer les criquets, il faudrait utiliser les produits les plus spécifiques des organismes-cibles, tout en choisissant ceux qui sont aussi peu dangereux que possible pour l'homme et le milieu. Malheureusement, les insecticides ne sont jamais strictement acridicides (qui ne tuent que les acridiens) et l'on prend toujours le risque de détruire les pollinisateurs (auxiliaires indispensables à la fécondation de nombreuses plantes), les coprophages (reminéralisation du sol par enfouissement et transformation de la matière organique contenue dans les excréments du bétail) et bien d'autres insectes dont le rôle est si essentiel aux agrosystèmes.

Pour bien conduire une opération de lutte, on étudiera successivement les facteurs à prendre en considération pour décider d'une intervention, le choix des matières actives et du matériel d'épandage, en gardant à l'esprit les modalités pratiques d'application dans les conditions sahéliennes.

1.3. LA DÉCISION D'INTERVENTION

La lutte ne doit être entreprise qu'après s'être assuré :

- du statut de ravageur de l'acridien incriminé,
- du niveau d'infestation,
- des surfaces envahies,

et en tenant compte du contexte de travail pour choisir les moyens les mieux appropriés.

1.3.1. Le statut du ravageur

Trois conditions doivent être remplies simultanément pour qu'un criquet soit déclaré dangereux :

- il se développe effectivement dans les milieux ayant subi l'influence de l'homme (zones anthropisées) à un moment au moins de son cycle biologique,
- il se nourrit de plantes utiles aux hommes au point d'affecter l'espérance de récolte ou de réduire considérablement la valeur des pâturages,
- il est présent en grand nombre. Pour les locustes, acridiens grégariaptés, c'est-à-dire passant d'une forme solitaire inoffensive à une forme grégaire dangereuse, il est bon de se mobiliser dès que la densité atteint quelques centaines d'individus par hectare. Dans le cas des sauteriaux, ce seuil est reporté à quelques milliers d'individus par hectare. (cf. tableau II).

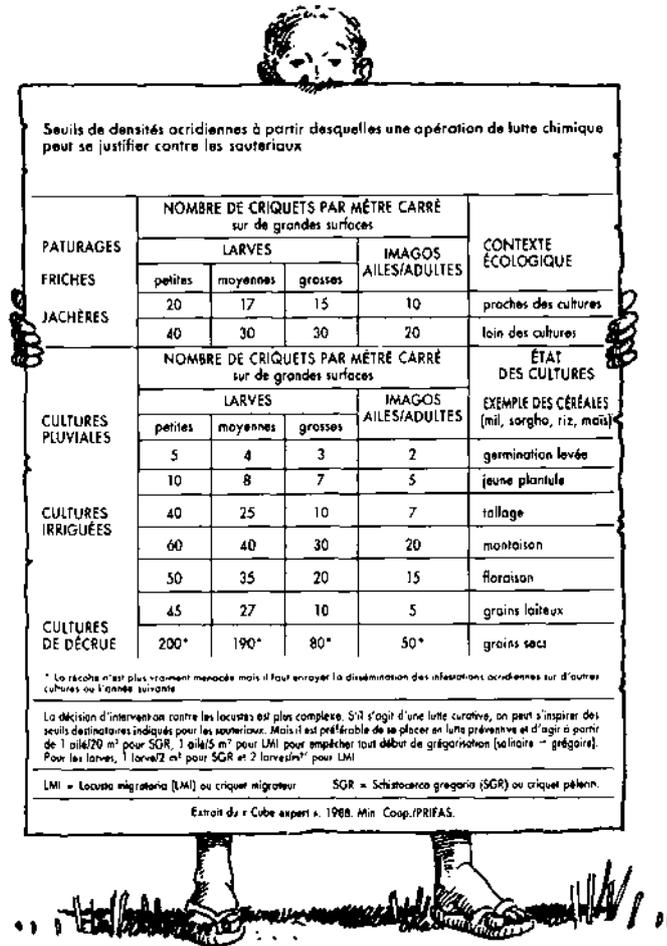
1.3.2. Le niveau d'infestation

Il dépend à la fois des cultures menacées (pluviales, irriguées ou de décrue, vivrières ou de rente), de l'exploitation prévue des friches et des jachères et de leur proximité des cultures, enfin des pâturages selon qu'ils sont intensifs ou extensifs. A ceci, s'ajoute le stade phénologique des plantes (une plantule est toujours plus vulnérable qu'une plante en montaison, un épi avec des grains à l'état laiteux qu'un épi avec des grains durs), les espèces végétales et naturellement le criquet incriminé (consulter le numéro 1 de la collection, "LES CRIQUETS DU SAHEL").

D'une manière générale et lorsque le ravageur du moment satisfait aux trois conditions évoquées plus haut, l'engagement d'une démarche de lutte se justifie à partir des seuils densitaires critiques (nombre d'individus par m²) indiqués dans le tableau II. Le cas des locustes, plus complexe, sera évoqué ailleurs.

Pour les méthodes de prospection, on pourra consulter le numéro 2 de la collection intitulé "LA SURVEILLANCE DES SAUTERIAUX DU SAHEL".

Tableau II : La décision d'intervention.



Seuils de densités acridiennes à partir desquelles une opération de lutte chimique peut se justifier contre les sauteriaux					
PATURAGES	NOMBRE DE CRIQUETS PAR MÈTRE CARRÉ sur de grandes surfaces				CONTEXTE ÉCOLOGIQUE
	LARVES			IMAGOS AILES/ADULTES	
FRICHES	petites	moyennes	grosses	10	proches des cultures
JACHERES	20	17	15	20	loin des cultures
	40	30	30		
CULTURES PLUVIALES	NOMBRE DE CRIQUETS PAR MÈTRE CARRÉ sur de grandes surfaces				ÉTAT DES CULTURES
	LARVES			IMAGOS AILES/ADULTES	
	petites	moyennes	grosses		EXEMPLE DES CÉRÉALES (mil, sorgho, riz, maïs)
	5	4	3	2	germination levée
	10	8	7	5	jeune plantule
CULTURES IRRIGUÉES	40	25	10	7	tallage
	60	40	30	20	montaison
	50	35	20	15	floraison
	45	27	10	5	grains laitieux
CULTURES DE DÉCRUE	200*	190*	80*	50*	grains secs

* La récolte n'est plus vraiment menacée mais il faut empêcher la dissémination des infestations acridiennes sur d'autres cultures ou l'année suivante.

La décision d'intervention contre les locustes est plus complexe. S'il s'agit d'une lutte curative, on peut s'inspirer des seuils destinataires indiqués pour les sauteriaux. Mais il est préférable de se placer en lutte préventive et d'agir à partir de 1 aile/20 m² pour SGR, 1 aile/5 m² pour LMI pour empêcher tout début de grégarisation (solitaire - grégaire). Pour les larves, 1 larve/2 m² pour SGR et 2 larves/m² pour LMI.

LMI = *Locusta migratoria* (LMI) ou criquet migrateur. SGR = *Schistocerca gregaria* (SGR) ou criquet pèlerin.

Extrait du « Cube asper » 1988. Min. Coop./PRIFAS.

1.3.3. Les surfaces envahies

Cette dimension du problème est essentielle mais pas toujours comprise. En effet, il est plus facile de localiser les zones envahies par le nom de la localité que d'évaluer objectivement et quantitativement les aires contaminées. Pourtant cette dernière donnée est indispensable à la conduite rationnelle de la lutte.

Pour estimer les surfaces, il faut arpenter le terrain de long en large, à pied ou en voiture (évaluations exprimées en hectare, 1 ha = 10 000 m², en kilomètre carré, 1 km² = 100 hectares ou en degré-carré, soit environ 1 million d'hectares) et compléter l'évaluation des densités extrêmes par l'estimation d'une densité moyenne.

Pour simplifier, on peut ne tenir compte que de 7 classes :

- Cl. 1 – moins de 1 hectare,
- Cl. 2 – entre 1 et 10 hectares,
- Cl. 3 – entre 10 et 100 hectares,
- Cl. 4 – entre 100 et 1000 hectares,
- Cl. 5 – entre 1 000 et 10 000 hectares,
- Cl. 6 – entre 10 000 et 100 000 hectares,
- Cl. 7 – plus de 100 000 hectares.

Normalement, on est en présence de larves et d'ailés, la détection des œufs étant plus difficile. On ne négligera pas quelques indices supplémentaires comme la présence de cadavres de criquets, d'exuvies (anciennes enveloppes cuticulaires abandonnées à la mue), de nombreuses crottes ou les traces de dégâts sur la végétation.

Avec ces trois éléments de diagnostic : identification du ravageur, densités apparentes des peuplements acridiens et surfaces contaminées, on peut décider de la nature de la lutte à entreprendre, celle-ci pouvant être curative ou préventive car ce choix de départ influera sur la suite des opérations.

1.4. LUTTE PRÉVENTIVE – LUTTE CURATIVE

1.4.1. La lutte préventive

Prévenir, c'est contrarier l'évolution de ce qui est bénin vers ce qui pourrait devenir grave. La lutte préventive peut concerner :

- la réduction des effectifs acridiens avant qu'ils ne soient réellement menaçants, soit sur les aires d'origine des reproducteurs, soit en intervenant à un moment où la nature met déjà en difficulté la survie de l'espèce,
- la suppression des causes de pullulation lorsque la connaissance du déterminisme des explosions démographiques le permet et que les facteurs déterminants sont contrôlables par les hommes.

L'essentiel est d'altérer la tendance évolutive d'une situation avant d'en subir les effets néfastes. Il est évident que la lutte préventive est moins dangereuse, moins polluante, plus efficace et économiquement moins coûteuse que la lutte curative.

1.4.2. La lutte curative

Une fois le fléau acridien déclaré, il n'y a plus d'autre alternative que la lutte curative. Le combat doit être organisé en situation d'urgence soit sur des sites précis, soit plus généralement sur des aires très vastes et discontinues. On intervient à chaud, sans confondre rapidité d'exécution et précipitation, pour sauver ce qui peut encore l'être, sachant qu'à cause des circonstances même de l'intervention, une partie des récoltes ou des pâturages sera perdue.

L'évidence du péril stimule beaucoup les hommes de la lutte mais les moyens à mettre en place en temps opportun sont rarement proportionnés aux effectifs acridiens. La lutte curative devient nécessaire quand la lutte préventive n'a pas été suffisante pour enrayer les pullulations.

1.4.3. Un exemple de stratégie de lutte

- Un criquet : *Aiolopus simulatrix* (WALKER, 1870).
- Un ravageur : spécialement du sorgho.
- Un surnom : "Le Criquet fouisseur", à cause de son habitude de se dissimuler dans les fentes de retrait des sols argileux qu'il fréquente en saison sèche ou de s'ensevelir sous le sable après la saison des pluies.
- Un cycle biologique : 2 générations G1 et G2 pendant la saison des pluies, arrêt de développement imaginal en saison sèche, les ailés reprenant leur activité de reproduction en début de saison des pluies de l'année suivante.

– Deux stratégies de lutte possibles :

A. *Lutte préventive* : intervention sur la population de fin de saison sèche – la moins abondante et en période d’interculture.

B. *Lutte curative* : intervention en fin de saison des pluies sur une population abondante et dévastatrice des cultures.

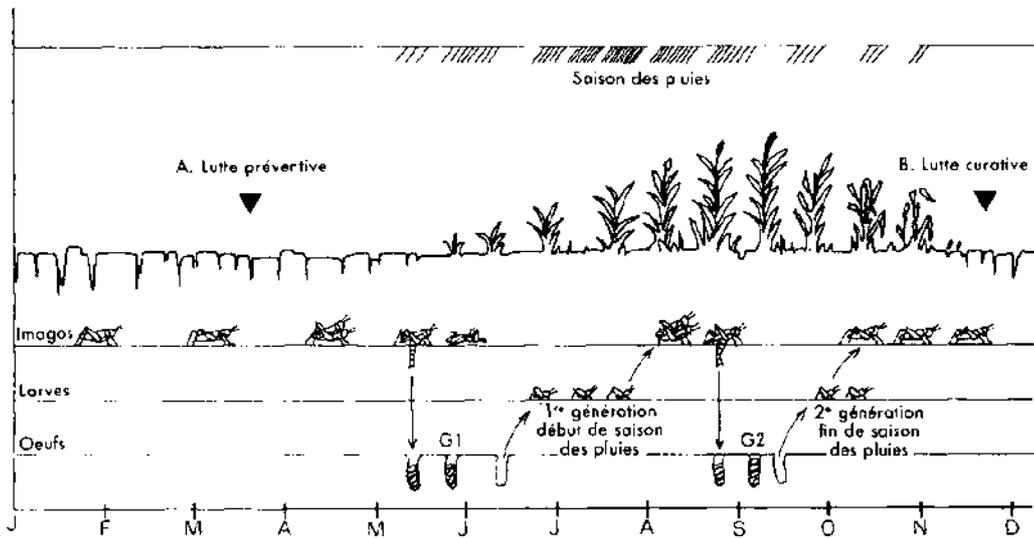


Figure 1. – La succession des événements biologiques.

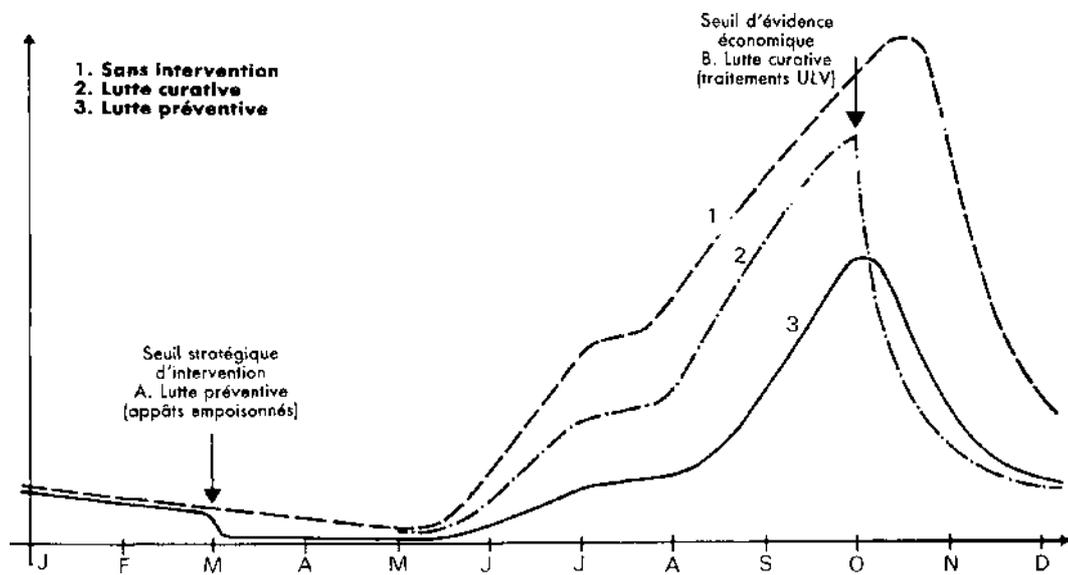


Figure 2. – Évolution des densités d'*Aiolopus simulatrix*.

1.5. STRATÉGIE ET LOGISTIQUE

La stratégie regroupe l'ensemble des actions pensées et coordonnées en vue du contrôle efficace et durable des populations de ravageurs, alors que la logistique est l'art d'utiliser rationnellement tous les moyens matériels, supports des opérations. Stratégie et logistique sont indissociables en lutte anti-acridienne.

1.5.1. La stratégie

Elle est fonction de deux ensembles déterminants :

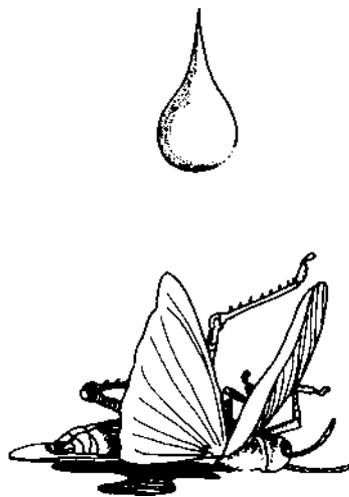
- Une connaissance précise des acridiens ravageurs, de leur mode de vie, du lieu où ils se regroupent, du moment de leur plus grande vulnérabilité. Ces informations sont fournies par les résultats de la recherche et par les systèmes de surveillance (prospection - dépistage et biomodélisation).
- Une évaluation réaliste des moyens en hommes et en matériels pouvant être engagés dans une opération de lutte en tenant compte des distances à parcourir et du temps nécessaire pour l'accomplir.

La résultante permet d'élaborer un scénario d'intervention. Un exemple précis sera donné dans la monographie "*OEDALEUS SENEGALENSIS* (Krauss, 1877) : SAUTERIAU RAVAGEUR DU SAHEL" (n° 4 de la collection).

1.5.2. La logistique

Pour réaliser un plan d'opérations, il faut prévoir tout le support matériel : équipement des hommes, déplacement des stocks d'insecticides, regroupement du matériel de campement, inventaire des appareils d'épandage, vérification du stock de pièces détachées, de carburant et de lubrifiant.

Dans ce document, ne seront traités que les produits chimiques utilisables en lutte anti-acridienne ou des stocks disponibles et des appareils d'épandage par voies terrestre et aérienne. Les aspects du transport en tout terrain ne seront pas évoqués car ils relèvent des activités normales d'un service de protection des végétaux. On peut simplement signaler le grand avantage qu'il y a à créer, en saison sèche, des bases secondaires stratégiques de stocks d'insecticides proches de zones à traiter, quand les pistes sont encore praticables.



2. LES INSECTICIDES UTILISABLES EN LUTTE ANTI-ACRIDIEENNE

2.1. ÉTAPES HISTORIQUES

Les insecticides naturels (pyrèthre, nicotine) sont connus depuis fort longtemps et les hommes en ont fait un usage restreint par décoction des plantes dans l'eau et dans l'alcool.

C'est au début de ce siècle que les insecticides de synthèse ont fait leur apparition : dinitro-orthocrésol, chloropicrine, thiocyanate, phénothiasine et dérivés.

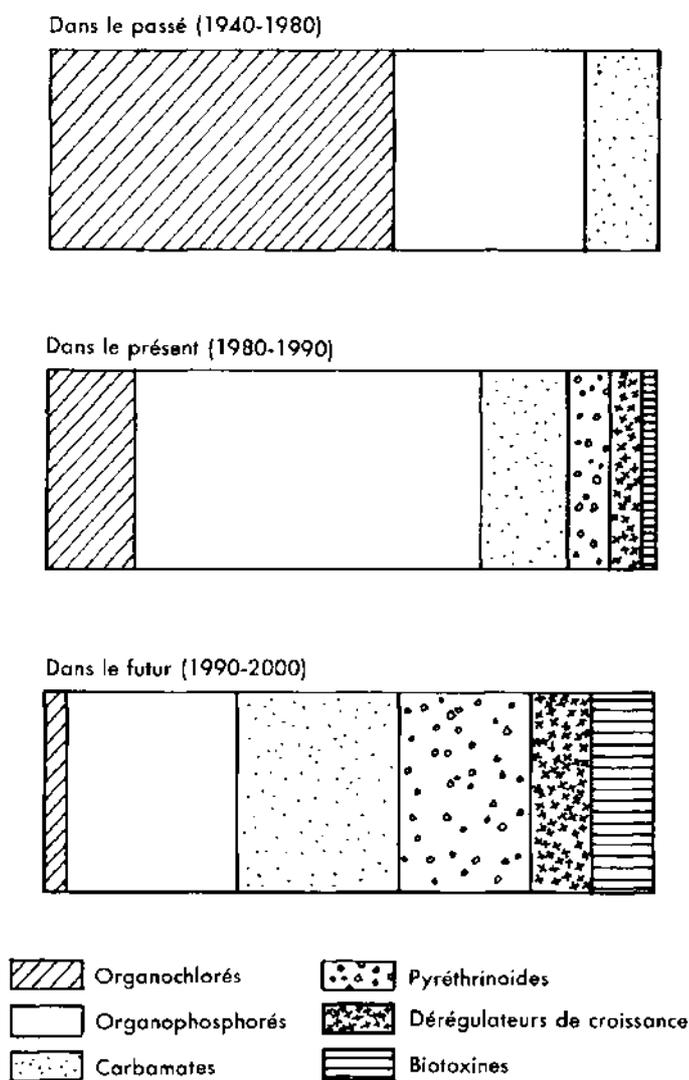


Figure 3. – Familles chimiques utilisées en lutte anti-acridienne au Sahel.

1940

En 1939, découverte du DDT, substance simple de fabrication et active contre de nombreux insectes mais dont l'usage abusif a rapidement provoqué l'apparition de pollutions et de résistances.

Ce fut ensuite l'ère des ORGANOCHLORÉS : HCH, toxaphène, chlordane, aldrine et dieldrine. Tous ces produits ont été utilisés pendant une trentaine d'années avant que leur emploi en agriculture soit réglementé, puis interdit sauf pour l'isomère gamma du HCH, le lindane, qui est biodégradable. Les stocks de dieldrine encore existants sont réservés pour les zones désertiques dans des conditions d'utilisation très précises. Ils ne seront pas renouvelés.

1950

Vers les années 1950, les ORGANOPHOSPHORÉS ont rapidement conquis le marché des pesticides : parathion, malathion, diméthoate, dichlorvos, cyanophos, diazinon, méthylpyrimiphos, fénitrothion, fenthion, pour ne citer que les principaux.

1960

À la décennie suivante, les CARBAMATES ont pris en partie le relais avec : le carbaryl, le bendiocarbe, le propoxur et le méthiocarbe.

1970

Les années 1970 ont révélé les PYRÉTHRINOÏDES : fenvalérate, cyperméthrine, deltaméthrine, lambdacyhalothrine, alphacyperméthrine.

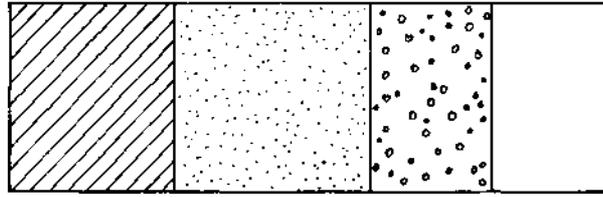
1980

Depuis les années 1980, les RÉGULATEURS DE CROISSANCE (IGR) plus justement qualifiés de dérégulateurs de croissance sont passés dans la panoplie des armes chimiques en agissant sur le mécanisme hormonal ou de synthèse de la cuticule. Les larves des criquets meurent au moment de la mue.

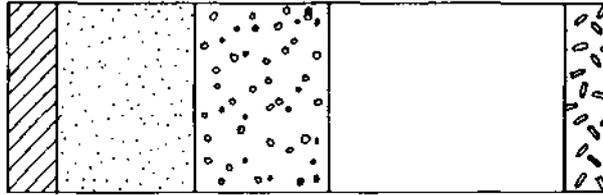
1990

1990 devrait annoncer l'avènement des BIOTOXINES qui auraient une action spécifique sur les insectes phytophages. La production serait assurée par des champignons ou des bactéries génétiquement manipulés. Une voie nouvelle de lutte biochimique est ouverte.

Dans le passé (1940-1970)



Dans le présent (1980-1990)



Dans le futur (1990-2000)



- AP* appât empoisonné ou RB** ready bran
- PP* poudre pour poudrage ou DP** dust powder
- CE* concentré émulsifiable ou EC** emulsifiable concentrate
- UBV* formulation ultra bas volume ou UL** ultra low volume
- SC* suspension de capsules ou CS** capsule suspension

* codification ACTA

** codification ISO

Figure 4. – Types de formulation utilisée en lutte anti-acridienne au Sahel.

2.2. DÉFINITIONS UTILES

FORMULATION

Elle consiste à associer à une matière active un certain nombre de charges inertes (par différents procédés industriels) et d'adjuvants pour obtenir un produit utilisable par l'agriculteur. Les adjuvants varient selon les propriétés physico-chimiques de la matière active et le type de formulation désiré.

MATIÈRE ACTIVE

C'est le constituant d'une formulation auquel est attribué en tout ou en partie son efficacité. Cette matière active peut appartenir à des familles chimiques différentes. On tient compte de ses principales propriétés comme la solubilité dans divers solvants, le caractère acide ou basique, le point de fusion, la volatilité, la stabilité dans divers mélanges.

ADJUVANT

C'est une substance dépourvue d'activité biologique mais qui améliore les qualités physico-chimiques d'une préparation.

SOLVANT

Il s'agit d'une substance liquide capable de dissoudre les matières actives.

DISPERSANT OU ÉMULSIFIANT

Il sert à éviter l'agrégation de matière active et retarde la sédimentation des composants d'une préparation.

CHARGE INERTE

Le kaolin, le talc, la silice colloïdale sont des composés inertes qui facilitent le broyage des matières actives, empêchent la formation d'agrégats et jouent le rôle de diluant pour ajuster la concentration des poudres.

ADDITIFS

Ce sont en général des huiles minérales (les huiles paraffiniques sont les moins phytotoxiques) ou des huiles végétales (huile de coton). Leur intérêt est de permettre une meilleure adhérence du produit au végétal, de favoriser une bonne pénétration intracuticulaire, de limiter la photodécomposition de la matière active et de réduire la dérive erratique des gouttelettes d'insecticides pulvérisées.

2.3. TYPES DE FORMULATION

APPÂTS (RB)

Le principe consiste à mélanger à un support alimentaire appétissant pour les criquets (farine de maïs ou de manioc, son de blé ou de riz, déchets de canne à sucre, sciure de bois), un insecticide (bendiocarbe, propoxur, lindane) sans modifier les propriétés attractives de l'appât. Le mélange se fait à la main ou dans des fûts montés en décentrage sur une broche, puis est conditionné en sacs de 10 à 50 kg, entreposés au sec. L'appâtage exige énormément de manipulations et de résidus de récolte qui sont rarement disponibles pour cet usage. De plus, l'efficacité des appâts empoisonnés dépend beaucoup des caractéristiques de l'environnement (effet de compétition avec la végétation en place).

POUDRE POUR POUDRAGE (DP)

L'insecticide en poudre (bendiocarbe, carbaryl, propoxur, fénitrothion, lindane) est utilisé tel quel ou en mélange avec du sable fin (pour améliorer sa dispersion au vent) ou à une autre poudre inerte à pH neutre comme le talc. Il ne faut pas utiliser les roches alcalines pulvérulentes qui peuvent affaiblir ou annuler l'efficacité des carbamates. En 1986, 4 000 tonnes de poudre pour poudrage (dont 98 % de support inerte) ont été épandues au Sahel mais les résultats ont été décevants car les quantités à transporter sont énormes pour des performances très modestes. Il est prouvé que l'on n'obtient que les $\frac{2}{3}$ des effets des mêmes matières actives utilisées aux mêmes doses en liquide pour pulvérisation ULV. On peut conserver ce moyen de lutte pour les agriculteurs non encore initiés à la pulvérisation d'insecticides liquides concentrés mais il est nécessaire de recourir à d'autres moyens pour les opérations à grande échelle.

SUSPENSION DE MICROCAPSULES (CS)

La matière active est enfermée dans des microcapsules en plastique de 10 à 50 microns de diamètre (1 mm : 1000 μ). Après la pulvérisation, la paroi poreuse de la capsule laisse diffuser lentement le produit. Les microcapsules sont en suspension dans une solution aqueuse enrichie de stabilisants pour disperser les particules et empêcher leur sédimentation par gravité.

Les premiers essais d'enrobage de matière active montrent que le maximum de mortalité est obtenu plus tard que par épandage direct des insecticides et qu'il y aurait une certaine persistance d'effet. L'obligation d'utiliser de l'eau comme support de pulvérisation est une limite importante à la généralisation de cette méthode en zone tropicale sèche. Cet inconvénient est compensé par une réduction des effets

toxiques pour les hommes et les vertébrés phytophages. Les résidus d'encapsulation sont évalués à 20-40 g de matière plastique à l'hectare.

CONCENTRÉS ÉMULSIFIABLES (EC)

La matière active est en solution dans des solvants additionnés d'émulsifiants. Ces formulations sont à diluer dans de l'eau. La teneur en matière active peut être élevée (20 %) mais des produits très toxiques ne doivent pas se présenter sous de trop fortes concentrations.

Au Sahel, les concentrés émulsifiables sont assez mal adaptés à la lutte anti-acridienne à cause du caractère volatil et inflammable des solvants, des effets corrosifs sur les cuves en plastique et des risques de phytotoxicité, sans oublier que l'eau est rarement disponible sur les lieux d'utilisation.

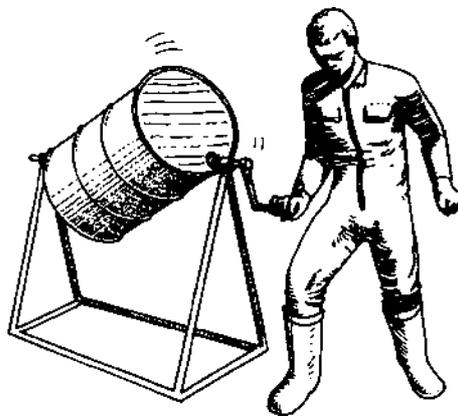
LIQUIDES POUR APPLICATION A ULTRA BAS VOLUME (UL)

Il s'agit de produits huileux, souvent très concentrés en matière active, à utiliser tel quel ou à diluer légèrement. Le choix de l'additif est essentiel car il ne doit pas contrarier ou affaiblir l'action de la matière active.

Les principales qualités à satisfaire par les liquides UL sont les suivantes :

- inaltération pendant 2 ans de stockage sous climat tropical sec,
- volatilité faible, point-éclair égal ou supérieur à 60°C,
- viscosité entre 20 et 40 centipoises,
- mélange non corrosif pour les contenants, les joints des appareils de pulvérisation ou ceux des engins porteurs (camions, aéronefs),
- phytotoxicité aussi faible que possible.

En dépit du danger potentiel lié à la haute concentration de produits, la formulation à ultra bas volume est très économique et peu polluante pour l'environnement lorsqu'elle est bien utilisée. En outre, la logistique est réduite à des normes acceptables : 200 litres de mélange suffisent pour traiter 100 hectares par voie terrestre ou 400 hectares par voie aérienne.



2.4. LES PRINCIPAUX INSECTICIDES UTILISÉS EN LUTTE ANTI-ACRIDIEENNE

Tout classement implique des choix. Pour préserver la liberté de décision de l'utilisateur, les insecticides sont présentés par famille chimique, dans l'ordre de leur apparition historique et, à l'intérieur de chacune d'elle, par ordre alphabétique. Certaines matières actives sont sur le point d'être abandonnées (dieldrine), d'autres ont un bel avenir (téflubenzuron), le marché des insecticides étant très évolutif.

Treize matières actives ayant fait la preuve de leur valeur acridicide ont été retenues. Chacune d'elles fait l'objet d'une fiche individuelle.

DIELDRINE

ORGANOCHLORÉS

- Agit par contact et ingestion. Très large spectre d'action.
- Persistance d'action : 1 mois et plus.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l au max. / ha)	ENDOSIL	200 g/l	5-10	10-20
		50 g/l	5-10	10-20

S : sauteriaux, L : locustes.

- La dieldrine est interdite d'emploi dans de nombreux pays. Son usage n'est pas recommandé contre les sauteriaux. Des produits de remplacement ont été testés dans la lutte contre le Criquet pèlerin, sans beaucoup de succès jusqu'à présent. Les stocks actuellement disponibles en Afrique de l'Ouest pourront être utilisés avec beaucoup de prudence et sous la supervision de personnel qualifié.

- Très toxique pour l'homme et les vertébrés, les abeilles et les poissons.

Pour le rat :

DL50 = 40-87 mg/kg par voie orale ;
90 mg/kg par voie cutanée.

Pas d'antidote spécifique mais traitements symptomatiques.

- Éviter tout contact avec la peau, ne pas inhaler les vapeurs de traitement.
- Port de vêtements protecteurs obligatoire au cours des manipulations.

LINDANE

ORGANOCHLORÉS

- Contient au moins 99 % d'isomère γ de l'HCH. Il ne doit pas être confondu avec cette dernière matière active qui compte un mélange d'isomères actifs (γ) et non actifs.
- Agit par contact, ingestion et inhalation.
- Très faible persistance d'action : 24 h. C'est le moins stable des organochlorés donc le moins dangereux pour l'environnement. Autorisé pour des usages agricoles aux USA, dans les pays de la CE et la plupart des autres pays.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Lindane seul				
Poudrage (8 kg/ha)	LINDAPOUDRE	200 g/kg	160	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	GAMMOPHELE LS 300 UL	300 g/l	150	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	GAMMOPHELE LS 300 UL	300 g/l	150	–
Lindane + Lambdacyhalothrine (Pyréthroïde)				
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	GAMMOPHELE LS 300 UL + KARATE 8 UL	300 g/l + 8 g/l	200/8	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	GAMMOPHELE LS 300 UL + KARATE 8 UL	300 g/l + 8 g/l	225/12	–

S : sauteriaux, L : locustes.

- Au Niger, l'application de lindane en ULV sur des sauteriaux a anéanti 85 % de la population en 24 à 48 h. Associé à la lambdacyhalothrine (200 + 8), le mélange, en épandage terrestre, a élevé la mortalité à 96 % en 24 h.

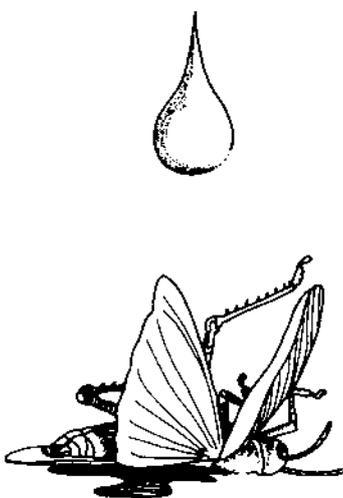
- Toxique pour les abeilles et les poissons.

Pour le rat :

DL 50 = 88 à 125 mg/kg par voie orale,
900 à 1000 mg/kg par voie cutanée.

Pas d'antidote spécifique. Traitement symptomatique par lavage d'estomac et accélération du transit intestinal.

- Très corrosif pour les métaux, se conserve mal sous climat sahélo-saharien. Nécessité de munir les appareils de joints en téflon.



CHLORPYRIPHOS - ÉTHYL**ORGANOPHOSPHORÉS**

- Agit par contact, ingestion et inhalation. Large spectre d'action.
- Persistance d'action : 2 jours.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Poudrage (5 kg/ha) Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	DURSBAN 0,5 % DP DURSBAN 240 UL	5 g/kg 240 g/l	250 150-170	– 250
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	PENNPPOS 240** CS micro encapsulé	240 g/l	150-200	–

S : sauteriaux, L : locustes.

** : la formulation micro encapsulée nécessite des expérimentations supplémentaires avant d'être préconisée.

- Au Tchad, le chlorpyrifos-éthyl en application ULV contre les sauteriaux à la dose de 180 g m.a./ha a tué 98 % de la population.
- Au Mali, à l'aide de sacs poudreux, l'épandage de 250 g m.a./ha a tué 75 % d'une pullulation constituée de *Kraussaria angulifera* (Krauss, 1877) et de *Kraussella amabile* (Krauss, 1877).
- Toxique pour les abeilles et les poissons.
Pour le rat : DL 50 = 97 à 276 mg/kg par voie orale.
Pour le lapin : DL 50 = 2 000 mg/kg par voie cutanée.
Antidote : sulfate d'atropine.
- Ce produit étant volatil, attention aux vapeurs. Éviter tout contact avec la peau et les muqueuses.

DIAZINON**ORGANOPHOSPHORÉS**

- Agit par contact, ingestion, inhalation. Large spectre d'action.
- Persistance d'action : 1 à 2 jours.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	BASUDINE	600-1 000 g/l	450	1 000
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	KNOX OUT micro encapsulé	240 g/l	500-650	–

S : sauteriaux, L : locustes.

- Le diazinon est employé avec succès depuis longtemps sur des essaims de Criquet pèlerin. Par contre, l'action sur les larves se révèle peu efficace.
- Bonne efficacité remarquée en 1986 contre les sauteriaux. Au Mali, des épandages terrestres ont éliminé 80 % d'une population d'*Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877) mais la réinfestation s'est produite au bout de 5 jours.
- Modérément toxique.
Pour le rat DL 50 : 300-850 mg/kg par voie orale.
Pour le lapin DL 50 : 215 mg/kg par voie cutanée.

Antidote : sulfate d'atropine.

- Éviter tout contact avec la peau et les muqueuses et ne pas inhaler le produit. Mêmes précautions d'emploi que pour les organophosphorés (fénitrothion par exemple).
- Nécessité d'ajouter un stabilisant à la formulation, sinon le produit risque de se transformer en une matière très toxique pour les mammifères et les oiseaux.

FÉNITROTHION

ORGANOPHOSPHORÉS

- Agit par contact, ingestion et inhalation. Large spectre d'action. Inhibiteur de la cholinestérase.
- Persistance d'action de 1 à 2 jours en milieu tropical.
- Produit standard de référence de la lutte, par voie terrestre ou aérienne, contre les locustes et les sauteriaux.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Fénitrothion seul				
Poudrage (5 à 10 kg/ha)	SUMITHION 3 à 5 % DP	30 à 50 g/kg	250	–
Pulvérisation TBV ** (5 à 25 l max. / ha)	SUMITHION 500 EC	500 g/l	250	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	SUMITHION 500 UL	500 g/l	250	350-500
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	SUMITHION 500-1000 UL	500-1 000 g/l	250	350-500
Pulvérisation ULV	micro encapsulé	250 g/l	250	–
Fénitrothion + Deltaméthrine (Pyréthroïde)				
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	SUMITHION + DECIS	300 g/l + 5 g/l	–	300/5,5
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	SUMITHION + DECIS	300 g/l + 5 g/l	–	300/5,5
Fénitrothion + Esfenvalérate (Pyréthroïde)				
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	SUMICOMBI α	150 g/l + 5 g/l	–	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	SUMICOMBI α	150 g/l + 5 g/l	–	245/5

S : sauteriaux, L : locustes.

** : très bas volume.

- Au Mali, le fénitrothion utilisé en poudre contre des larves de *Kraussaria angulifera* (Krauss, 1877) et de *Kraussella amabile* (Krauss, 1877) a tué la moitié des effectifs en 24 h.

- Toxique pour les abeilles et les poissons.

Pour le rat DL 50 : 570-740 mg/kg par voie orale,
1 300 mg/kg par voie cutanée.

Antidote : sulfate d'atropine.

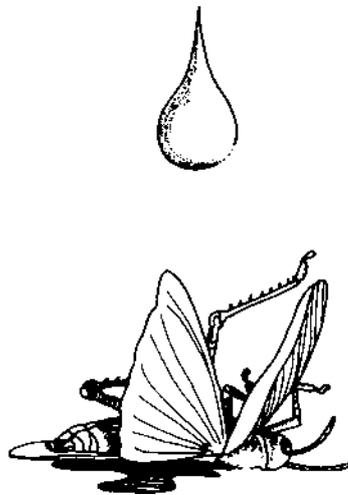
- Facilement absorbé par la peau, éviter tout contact direct particulièrement pour des formulations très concentrées.

- Agit essentiellement par contact, faiblement par ingestion. Large spectre d'action. Effet de choc important sur les sauteriaux mais persistance d'action très fugace (à peine 24 h). Peu efficace sur les locustes.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Pulvérisation TBV (5 à 25 l max. / ha)	MALATHION 500 EC	500 g/l	500	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	MALATHION 500 UL	500 g/l	500	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	MALATHION 500-1000 UL	500-1 000 g/l	560	900-1 000

S : sauteriaux, L : locustes.

- Toxique pour les abeilles et les poissons. Très peu toxique pour les oiseaux et les mammifères.
Pour le rat : DL 50 = 1 378-2 800 mg/kg par voie orale.
Pour le lapin : DL 50 = 4 100 mg/kg par voie cutanée.
Antidote : sulfate d'atropine.
- Très corrosif pour les caoutchoucs naturels, les peintures et certaines matières plastiques. Donc indispensable d'équiper le matériel de traitement de joints de téflon et de tuyauterie en polyéthylène.
- Il serait intéressant de combiner l'effet de choc du malathion avec l'effet acridicide de matières actives plus rémanentes.



BENDIOCARBE**CARBAMATES**

- Agit par contact, ingestion et inhalation. Léger effet de choc. Faible action systémique. Large spectre d'action.
- Durée d'action de 7 jours sous climat tropical. Peut donc être préconisé sur des populations très mobiles ou des générations chevauchantes.
- Bonne conservation des formulations ULV en milieu tropical, sauf pour les poudres pour poudrage.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Appâtage (50 kg / ha)	FICAM 0,05 % DP	0,5 g/kg	25	25
Poudrage (5 kg / ha)	FICAM 1 % DP	10 g/kg	50-100	-
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	UL 20 %	200 g/l	80-100	100-125

S : sauteriaux, L : locustes.

- Au Mali, l'épandage à l'aide de sacs poudreux sur des larves de *Kraussaria angulifera* (Krauss, 1877) et de *Kraussella amabile* (Krauss, 1877) a entraîné la mort de 60 à 80 % de la population en 24 heures.
 - En Érythrée, l'appâtage avec des fanes d'arachide et du bendiocarbe à raison de 25 g de m.a./ha sur des larves et des imagos de Criquet pèlerin s'est révélé très efficace et à action rapide.
 - Toxique pour les abeilles et les poissons.
- Pour le rat DL 50 : 40-156 mg/kg par voie orale,
566-800 mg/kg par voie cutanée.
- Antidote : sulfate d'atropine.
- Éviter tout contact direct avec la peau et les muqueuses en se protégeant avec un masque et des gants.

CARBARYL**CARBAMATES**

- Agit essentiellement par ingestion. Faible action de contact. Large spectre d'action. Inhibe la choline estérase.
 - Persistance d'action d'une semaine sous climat tropical.
 - Contre *Aiolopus simulatrix* (Walker, 1870) et *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877), le carbaryl en poudre pour poudrage à la dose de 700 g de m.a./ha a tué 72 % de la population en 24 h.
 - Au Mali, avec du carbaryl en pulvérisation aérienne à raison de 280 g m.a./ha sur *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877), on a obtenu 90 % de succès.
 - Les meilleurs résultats sont observés sur les jeunes larves.
 - Étant donné la consistance du carbaryl, il faut adapter des formulations peu concentrées pour que la fluidité permette un bon écoulement du produit.
 - Toxique sur les abeilles, assez toxique sur les poissons.
- Pour le rat, DL 50 : 400-800 mg/kg voie orale,
4 000 mg/kg voie cutanée.
- Antidote : sulfate d'atropine.
- Éviter d'inhaler la poudre et le contact avec la peau. Ne pas aspirer les gouttelettes. Stocker loin des aliments et hors de portée des enfants.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Carbaryl seul				
Appâtage (15 kg/ha)	SEVIN APPÂT 2 % RB	20 g/kg	300	–
Poudrage (5 kg / ha)	SEVIN 5 ou 10 % DP	5-100 g/kg	720	–
Pulvérisation TBV (5 à 25 l max. / ha)	SEVIN 4 OIL	480 g/l	240	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	SEVIN ** 4 OIL UL	480 g/l	240	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	SEVIN ** 4 OIL UL	480 g/l	350	–
Carbaryl + Lambdacyhalothrine (Pyréthrinéoïde)				
Pulvérisation TBV (5 à 25 l max. / ha)	SEVIN + KARATE EC	*	200/8	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	SEVIN + KARATE UL 75/3	*	200/8	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	SEVIN + KARATE AVION UL	*	250/12	–

S : sauteriaux, L : locustes.

* : teneur en cours de définition.

** : sous réserve de formulation plus liquide.

PROPOXUR

CARBAMATES

- Excellente action de choc par contact sur tous les criquets. Peu d'effet par ingestion. Répulsif sur les oiseaux ce qui le rend intéressant en traitement sur les épis.
- Bon remplaçant de l'HCH.
- Persistance d'action 2 à 3 jours.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Poudrage (5 kg / ha)	UNDENE	1 à 5 %	100	–

S : sauteriaux, L : locustes.

- Au Mali, on a obtenu 46 à 49 % de mortalité sur les larves de *Kraussaria angulifera* (Krauss, 1877) et de *Kraussella amabile* (Krauss, 1877) avec du propoxur en poudre pour poudrage.
 - En 1986, c'est ce produit qui a été utilisé au Sahel. Toutefois, il n'est plus homologué dans tous les pays des régions tempérées.
 - Toxique pour les abeilles, poissons et oiseaux.
Pour le rat, DL 50 : 100 mg/kg par voie orale,
800-100 mg/kg par voie cutanée.
- Antidote : sulfate d'atropine.
- Éviter tout contact avec la peau et porter un masque protecteur.

ALPHACYPERMÉTHRINE**PYRÉTHRINOÏDES**

- Agit par contact et ingestion en provoquant un effet de choc. Persistance d'action encore inconnue sur les acridiens.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Pulvérisation ULV	FASTAC 4 % UL	40 g/l	20	–

S : sauteriaux, L : locustes.

- Une application terrestre de 20 g de m.a./ha d'alphacyperméthrine par micronair terrestre contre *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877) au Mali a provoqué un effet de choc rapide suivi d'une réinfestation au bout de 4 jours. Cette dose pourrait être supérieure au seuil minimal.
- Contre un locuste d'Afrique du Sud, *Locustana pardalina* (Walker, 1870), 5 g de m.a./ha suffiraient pour détruire 95 % de la population. Des essais sont prévus pour tester ce produit sur le Criquet pèlerin et définir la dose minimale utile, en accord avec celle appliquée contre les sauteriaux, généralement plus sensibles que les locustes.
- L'alphacyperméthrine est peu toxique ; pas d'antidote spécifique. Il est pourtant recommandé d'éviter tout contact avec la peau et les muqueuses.
- D'une façon générale, les acridiens semblent pouvoir métaboliser assez rapidement les pyréthrinoides, surtout si la température s'élève après le traitement, aussi est-il préférable de traiter plutôt le soir. L'apparent effet de choc important et rapide risque de tromper l'utilisateur sur l'efficacité réelle du traitement.

DELTAMÉTHRINE**PYRÉTHRINOÏDES**

- Agit par contact et ingestion. Effet de choc. La persistance d'action serait de 8 jours en milieu tropical.
- La deltaméthrine présente un caractère répulsif sur les acridiens qu'il serait très intéressant d'exploiter en défense rapprochée des cultures.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Deltaméthrine seule				
Pulvérisation ULV	DECIS UL	15-25 g/l	12,5	12,5-15
Deltaméthrine + Féntrothion (Organophosphoré)				
Pulvérisation ULV	SUMITHION + DECIS	300 g/l + 5 g/l	–	330/5,5

S : sauteriaux, L : locustes.

- 10 à 12 g de m.a./ha seraient efficaces en 24 h contre des larves et des imagos de Criquet pèlerin en Arabie Saoudite et contre le Criquet brun au Bostwana. Par contre, même avec 20 g de m.a./ha, de nombreux cas de récupération ont été observés sur *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) sur les

côtes de la mer Rouge. Ces résultats non cohérents démontrent la nécessité de procéder à des tests comparables et complémentaires pour définir la dose utile du défit contre les Locustes.

- Associée à du fénitrothion (330 + 5,5), la deltaméthrine provoque un effet de choc rapide et complet sans récupération sur le Criquet brun, *Locustana pardalina* (Walker, 1870), action prolongée au-delà de 9 jours.

- La deltaméthrine est modérément toxique pour les mammifères ; répulsive pour les abeilles et très toxique pour toute la faune aquatique.

Pour le rat DL 50 : 128 mg/kg par voie orale,

200 mg/kg par voie cutanée.

Pas d'antidote spécifique, traitements symptomatiques. Il est conseillé d'éviter tout contact avec la peau et les muqueuses et de manipuler à proximité de plan d'eau.

LAMBACYHALOTHRINE

PYRÉTHRINOÏDES

- Agit par contact et ingestion en provoquant un effet de choc. Persistance d'action de plusieurs jours en conditions sahéliennes.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Lambdacyhalothrine seule				
Pulvérisation TBV (5 à 25 l max. / ha)	KARATE 50 EC	50 g/l	20	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	KARATE 40 UL	40 g/l	20	20
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	KARATE 40 UL	40 g/l	25	–
Lambdacyhalothrine + Carbaryl (carbamate)				
Pulvérisation TBV (5 à 25 l max. / ha)	SEVIN + KARATE EC	*	200/8	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	SEVIN + KARATE 75/3 UL	*	200/8	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	SEVIN + KARATE Avion UL	*	250/12	–
Lambdacyhalothrine + Lindane (organochloré)				
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	KARATE 8 UL + GAMMOPHELE LS 300 UL	300 g/l + 8 g/l	200/8	–

S : sauteriaux, L : locustes.

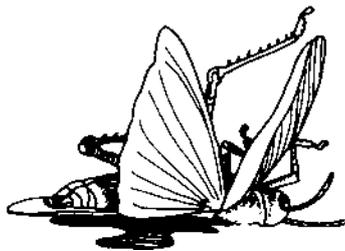
* : teneur en cours de définition.

- Au Mali, les pulvérisations ULV de 20 g de m.a./ha contre *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877) ont entraîné la mort de 85 à 98 % de la population.

- Au Tchad, les résultats sont très spectaculaires dès 15 à 20 g m.a./ha : bonne mortalité de l'acridofaune avec une recolonisation différée à 5-7 jours, probablement due à un effet répulsif de la lambdacyhalothrine.

Associée au carbaryl ou au lindane, la lambdacyhalothrine se révèle très performante : 95 à 98 % de mortalité, pour un coût de revient moindre puisque la dose de pyréthrianoïde est environ 2 fois moins élevée.

- Toxique pour les poissons donc éviter impérativement de l'utiliser à proximité des points d'eau.
Modérément toxique pour les abeilles.
Pour le rat (en concentré émulsionnable de 25 g/l) :
DL 50 : 923-1 930 mg/kg par voie orale
1 780 mg/kg en voie cutanée.
Pas d'antidote spécifique, traitements symptomatiques.

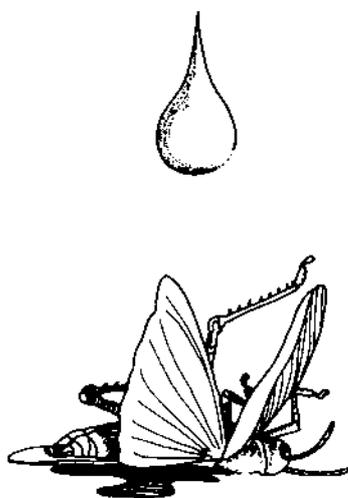


- Agit par ingestion. Action concrétisée au moment de la mue par perturbation de la formation de la cuticule, d'où le terme de dérégulateur de croissance (en anglais *Insect Growth Regulator*). Spectre d'action réduit aux arthropodes phytophages.
- L'effet acridicide du téflubenzuron est intéressant à exploiter sur les larves qui doivent obligatoirement muer. L'impact sur les imagos porte sur d'autres aspects physiologiques encore peu connus en conditions de terrain.

Mode d'application quantité ou volume à épandre	Produits commerciaux formulés	Teneur en matière active	Doses préconisées g m.a. / ha	
			S	L
Pulvérisation TBV (5 à 25 l max. / ha)	NOMOLT 10 EC	100 g/l	50-75	–
Pulvérisation ULV terrestre (3 à 5 l max. / ha)	NOMOLT 50 OF	50 g/l	50-75	–
Pulvérisation ULV aérienne (0,5 à 3 l max. / ha)	NOMOLT 50	50 g/l	50-75	–

S : sauteriaux, L : locustes.

- Au Tchad, des épandages de téflubenzuron sur *Aiolopus simulatrix* (Walker, 1870) à 50 ou 75 g de m.a./ha ont tué 41 % de larves en 24 h, pourcentage s'élevant progressivement à 98 % au bout de 11 jours, au moment de l'exuviation de la majorité des larves.
 - Persistance d'action non encore précisée mais supérieure à celle des carbamates et des organophosphorés en conditions sahéliennes.
 - Non toxique pour les animaux à sang chaud ni pour les abeilles et les poissons.
- Pour le rat DL 50 : 5000 mg/kg par voie orale,
2 000 mg/kg par voie cutanée.
- Pas d'antidote particulier.
- Nouveau produit parmi les acridicides qui mérite une attention particulière par sa rémanence et son mode d'action non polluant pour l'environnement. Des essais complémentaires sont nécessaires pour préciser son action sur les locustes et les sauteriaux adultes.



Recommandations générales dans l'emploi des insecticides

1. Lire attentivement les instructions concernant le mode d'emploi et les précautions.
2. Durant les manipulations, les réparations ou les applications, utiliser des vêtements imperméables aux solvants.
3. Éloigner des produits, les enfants et les animaux domestiques.
4. Éviter de manger, de boire et de fumer durant les manipulations et les applications des produits.
5. Maintenir les produits loin des aliments pour les hommes et le bétail.
6. Ne pas contaminer les eaux de surface ou profondes lors du lavage des emballages, des appareils d'application et de la décharge des produits non utilisés.
7. Conserver l'emballage d'origine fermé dans un lieu sec et aéré.
8. Enterrer profondément les emballages vides.
9. Éloigner des aires de traitement, les enfants, les animaux domestiques et les personnes non protégées pendant une période de 7 jours après l'application des produits.
10. Ne pas utiliser les équipements de pulvérisation pour d'autres usages.
11. Ne pas déboucher les valves et les tubulures avec la bouche.
12. Ne pas les utiliser à un usage autre que celui auquel ils sont destinés.
13. Après l'utilisation des produits, changer de vêtements, les laver et prendre un bain.
14. Distribuer les produits dans leur emballage d'origine, sans contact avec les mains.
15. Appliquer les produits aux doses recommandées. Ne pas sous-doser, ni les dépasser.
16. Ne pas manipuler les produits avec les mains nues, utiliser des gants imperméables.
17. Protéger les emballages des risques de feu.
18. Ne pas faire de traitement en cas de vent fort ou aux heures les plus chaudes.
19. Éviter les contacts avec la peau. Sinon, laver abondamment les parties du corps atteintes avec de l'eau et du savon, et, en cas d'irritation, demander immédiatement une assistance médicale.
20. Éviter les contacts avec les yeux. Sinon, les laver immédiatement avec de l'eau courante pendant 15 minutes. En cas d'irritation, consulter un médecin en lui montrant l'emballage du produit ou le mode d'emploi.
21. Requérir une assistance médicale immédiate en cas de signes d'empoisonnement.
22. Ne rien donner par voie orale à une personne intoxiquée inconsciente.

2.5. ASSOCIATION D'INSECTICIDES

Certaines matières actives ont un effet de choc, d'autres présentent un effet différé sur la mortalité des criquets. Il peut être intéressant de les associer surtout si, à une matière active bon marché et d'efficacité moyenne, on ajoute un peu d'une autre, peut-être plus onéreuse mais très efficace et dont l'effet résultant serait performant. On cherche donc des associations à effet cumulatif ou complémentaire, d'un prix de revient raisonnable, satisfaisant aux contraintes de l'environnement et aussi efficaces que possible sur les acridiens-cibles.

Selon les composantes, les effets peuvent être :

- **additifs** : l'efficacité du mélange est égale à la somme des effets des produits utilisés séparément. Un produit à effet de choc peut être associé avec profit à un produit rémanent à cause des complémentarités d'action ;
- **synergiques** : l'efficacité du mélange est supérieure à la somme des effets des produits utilisés séparément. Les synergies vraies sont très rares et dépendent de multiples facteurs intrinsèques (conditions d'application) ;

– **antagonistes** : l'efficacité du mélange est inférieure à la somme des effets des produits utilisés séparément. L'association est donc à proscrire. Aucun amateur ne peut tenter sans grand risque des opérations d'association car le problème des compatibilités est complexe et n'est pas toujours prévisible. La plus grande prudence s'impose et oblige à vérifier les effets des mélanges.

COMPATIBILITÉ PHYSIQUE : le mélange des deux produits incompatibles sur le plan physique se traduit par la floculation, l'agglomération, la sédimentation des particules, l'augmentation de la viscosité, jusqu'à la formation d'un gel rappelant la mayonnaise. Le test de l'éprouvette permet des essais en quantité très limitée. La simple dilution dans du gasoil (très utilisé au Sahel) ou de l'huile végétale peut déclencher des réactions imprévisibles de changements de consistance.

COMPATIBILITÉ CHIMIQUE : des réactions chimiques peuvent avoir lieu dans les mélanges sans que l'on puisse le déceler à l'oeil et nuire à leur efficacité. Ces produits dérivés peuvent parfois être la cause d'une nocivité biologique étendue de l'association qui devient agressive pour la végétation ou les animaux.

3. LES MOYENS D'ÉPANDAGE

3.1. LES ÉPANDAGES TERRESTRES

Un insecticide ne se choisit pas selon ses seules propriétés mais aussi selon les modalités d'application et particulièrement les moyens d'épandage. On distingue 4 types fondamentaux : l'appâtage, le poudrage, la pulvérisation, la nébulisation.

3.1.1. L'appâtage

On mélange l'insecticide avec un support alimentaire bon marché et attrayant pour les criquets. L'appât empoisonné est répandu à la volée, en bandes ou en petits tas selon le comportement des acridiens. En saison sèche, le fait de mouiller l'appât le rend plus appétissant pour l'insecte assoiffé. Cette technique, très utilisée dans le passé, fait appel à beaucoup de personnel et de véhicules porteurs. Les résultats, spectaculaires quand les criquets ont faim, sont décevants si l'appât manque d'attractivité. L'appâtage n'est plus retenu que dans quelques cas précis au niveau des paysans. Le peu d'insecticide répandu par ce procédé écarte tout danger pour l'homme et les animaux domestiques, sauf pour la volaille qu'il faut éloigner momentanément. D'excellents résultats ont été obtenus sur le Criquet puant avec du son de blé en mélange avec 2 % de carbaryl.

3.1.2. Le poudrage

LES SACS POUFREURS

Le poudrage présente l'avantage de pouvoir être pratiqué avec peu de moyens et par les agriculteurs eux-mêmes. Ils épandent les poudres prêtes à l'emploi ou mêlées à un peu de sable, à la main ou avec des sacs poudreurs en toile de jute à larges mailles, suspendus à l'extrémité d'un bâton de 50 cm et qu'ils frappent en avançant. On peut garnir chaque sac de quelques kilogrammes de poudre de 1 à 5 % de matière active pour le propoxur, 5 à 10 % pour le carbaryl, 1 % pour le bendiocarbe, 2 % pour le lindane et 3 à 5 % pour le fénitrothion par exemple. (Les produits pour poudrage vendus dans le commerce sont déjà dosés à ces valeurs).



Figure 5. – Épandage avec un sac poudreur.

Les paysans apprécient de ne pas avoir à y consacrer des déchets alimentaires, plutôt réservés au petit bétail ou à l'entretien du feu, comme ce serait le cas pour l'appâtage. Toutefois, on retrouve le problème du poids et du volume à transporter du lieu de fabrication au champ. En outre et c'est le point le plus important, la qualité de l'épandage est toujours médiocre ce qui affaiblit considérablement les effets biocides des matières actives indépendamment de leur nature. Aussi, ce moyen si simple d'apparence est-il bien délicat à utiliser correctement et s'il présente peu de risques pour l'utilisateur, il est polluant pour l'environnement puisque 2 à 3 fois plus d'insecticide sont nécessaires pour arriver aux mêmes résultats qu'avec les formulations huileuses en ULV.

LA POUDREUSE MANUELLE

Il en existe des modèles manufacturés et d'autres de fabrication artisanale. Pour un modèle de poudreuse manuelle utilisé au Niger, le corps central est composé d'une grosse boîte de conserve contenant la poudre à épandre, équipé d'un soufflet en cuir à une extrémité et d'un tube d'éjection de l'autre. La compression de l'air par le soufflet provoque la formation d'un nuage assez régulier de poudre. La position des poignées est à améliorer pour éviter fatigue et crampes.

Le domaine d'application de cet appareil est restreint au traitement de petites surfaces.

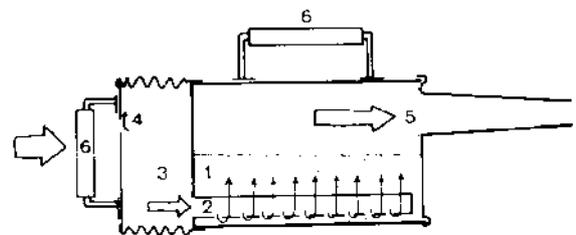


Figure 6. – Poudreuse à soufflet.
 1 : soute 4 : clapet
 2 : agitateur 5 : tamis
 3 : soufflet 6 : poignée



Figure 7. – Poudreuse manuelle dorsale ou ventrale.

LA POUFREUSE MÉCANIQUE

Il en existe de nombreux types dont certains sont portables en position dorsale ou ventrale. Le courant d'air est produit par une turbine entraînée par une manivelle. Des modèles de poudreuses mécanisées plus élaborés sont équipés de moteurs thermiques portables à dos d'homme ou sur un véhicule. En règle générale, plus un appareil est élaboré et plus les risques de panne sont grands.

On en distingue deux grandes catégories :

– Appareils motorisés à dos :

Ce sont souvent des moteurs à deux temps assurant poudrage et pulvérisation qui comportent pour les pulvérisateurs pneumatiques :

- un réservoir en plastique pour la poudre ou le liquide,
- un ventilateur entraîné par le moteur à une vitesse de 4 000 à 8 000 t/mn,
- une tuyère canalisant un courant d'air à grande vitesse et qui pulvérise la poudre ou le liquide parvenus par un tuyau en plastique souple.

– Appareils portés :

Ces engins polyvalents (poudrage ou pulvérisation) à pression pneumatique (à jet porté) ou à pression hydraulique (à jet projeté) sont entraînés par un moteur et de par leur poids doivent être fixés sur le plateau d'un véhicule à quatre roues motrices. Un canon de pulvérisation à oscillation mécanique ou hydraulique débrayable permet la diffusion de l'insecticide dans la direction du vent. La ventilation du moteur thermique est assurée par une turbine qui est la source du flux d'air.

3.1.3. La pulvérisation

Il existe deux types de pulvérisation : aqueuse ou huileuse selon que la matière active est diluée dans de l'eau ou de l'huile.

LA PULVÉRISATION AQUEUSE

Les appareils d'épandage des concentrés émulsifiables reposent sur des principes différents selon qu'ils sont mécaniques, à pression de liquide ou pneumatiques.

– Le **pulvérisateur mécanique** à pression de liquide est le pulvérisateur classique portable à dos d'homme. Le fractionnement de l'insecticide liquide en gouttelettes est obtenu par une pompe



Figure 8. – Pulvérisateur pneumatique à dos.

actionnée par un moteur thermique ou plus rarement à la main. Leur utilisation est très limitée en lutte anti-acridienne car il faut plus de 100 litres par hectare pour obtenir un effet sérieux. De nombreux pesticides sont formulés pour être utilisés avec de l'eau 'comme support.

– Le **pulvérisateur pneumatique** monté sur un véhicule tout terrain est caractérisé par la présence de deux circuits séparés. Dans l'un, le liquide est acheminé vers la tuyère par gravité ou à l'aide d'une pompe auxiliaire et le réglage s'effectue par un gicleur, une pastille ou un robinet ; dans l'autre, le courant d'air est produit par une turbine entraînée par le moteur et la pulvérisation se fait à la rencontre liquide-air sous pression. Ces engins ont un bon rendement s'ils sont bien entretenus mais ils consomment beaucoup d'énergie, occupent de la place sur le plateau de chargement ce qui implique un second véhicule pour assurer la logistique (carburant, lubrifiant, insecticide, vêtements de protection, équipement de balisage). De plus, la maintenance est délicate car même un véhicule 4x4 ne peut progresser facilement sur les pistes en saison des pluies.

Hormis en défense rapprochée des cultures et à proximité des villes, on utilise peu ce matériel en brousse à cause de sa sophistication qui complique les réparations et de la difficulté de trouver de l'eau sur les lieux d'utilisation.

LA PULVÉRISATION HUILEUSE

La matière active diluée dans un solvant huileux est utilisée par les techniques de pulvérisation en ultra bas volume (UBV = ULV). L'expression UBV qualifie des volumes d'insecticides épandus inférieurs ou au plus égaux à 5 litres par hectare avec des gouttelettes fines et régulières de 50 à 150 μ de diamètre. Le traitement en dérive grâce au vent latéral permet de récupérer 20 à 50 gouttelettes au cm^2 .

Par voie terrestre, on dispose de deux moyens d'épandage d'insecticide UBV en solution huileuse le pulvérisateur centrifuge à piles et le pulvérisateur monté sur pot d'échappement.

– Le pulvérisateur centrifuge à piles a été introduit au Sahel en 1975 pour traiter les insectes du coton. Dix ans après, il a aussi servi à tuer les criquets dans certains pays, dont le Niger et le Tchad.

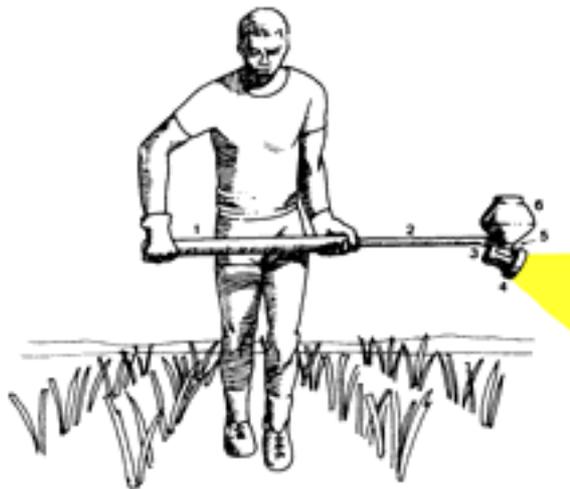


Figure 9. – Pulvérisateur centrifuge à piles.

1 : manche et logement des piles ; 2 : tube télescopique ; 3 : moteur ; 4 : disque rotatif avec son couvercle ; 5 : buse ; 6 : réservoir à insecticide (1 litre).

Le principe du fonctionnement est simple : le produit contenu dans le réservoir descend par gravité au centre d'un disque après avoir traversé une buse régulatrice interchangeable pour régler le débit. Le disque, entraîné par un moteur électrique à piles de petite taille, tourne à 7 000-15 000 t/mn d'où la formation par force centrifuge de gouttelettes très fines (gouttelettes projetées). Leur transport vers la cible est

essentiellement passif par gravité et par le vent, porteur indispensable. Le volume à épandre par hectare est de 2 à 5 litres, l'optimum serait de 3 litres pour tenir compte de la vitesse normale de marche d'un homme portant cet équipement.

Modalités d'application d'un pulvérisateur centrifuge à piles :

Avant de commencer le traitement, régler l'appareil en fonction des variables suivantes :

V = volume à appliquer par hectare,

d = débit de la buse en litre par minute,

v = vitesse de marche en km/heure,

L = largeur de l'andain* en mètres, pour appliquer la formule :

$$V = 600 \times d / L \times v$$

Ne pas oublier que :

- Le débit d'une buse varie avec la viscosité des formulations. Avec un même produit, on peut faire varier le débit en changeant de buse.
- La largeur de l'andain doit être de 2 à 5 mètres, soit 3 à 6 pas.
- La vitesse de marche est d'environ 3 km/h. Il est déconseillé d'aller plus vite.
- Ne pas traiter quand la vitesse du vent agite fortement la végétation (plus de 10 km/h).

* andain : distance entre deux passages.

- Le pulvérisateur monté sur pot d'échappement est un appareil robuste, simple, utilisé depuis plus de trente ans en lutte anti-acridienne. C'est l'ENS ou Exhaust Nozzle Sprayer.



Figure 10. – Pulvérisateur monté sur pot d'échappement d'un véhicule tout terrain ENS ou "Exhaust nozzle sprayer" pour traiter en dérive contrôlée.

Les gaz d'échappement sont dirigés vers une tuyauterie verticale pour passer par une buse, rétrécie à l'extrémité, où ils sont évacués sous forte pression. Au centre de la buse, se trouve un gicleur dont le diamètre est fonction du débit désiré. Un branchement de tuyau latéralement à l'axe central assure une contre-pression dans la cuve contenant l'insecticide, ce qui l'oblige à s'évacuer vers le gicleur. L'effet de vaporisation qui résulte de la rencontre du gaz et du liquide permet d'obtenir de fines gouttelettes de 70 à 90 μ de diamètre. Le véhicule porteur doit être équipé d'une boîte de vitesses à réduction et d'une cabine fermée pour abriter le conducteur du nuage d'insecticide, surtout lors des retours en fin de passe. Les cibles de choix sont les larves sur végétation basse ou les ailés posés au sol tôt le matin ou tard le soir.

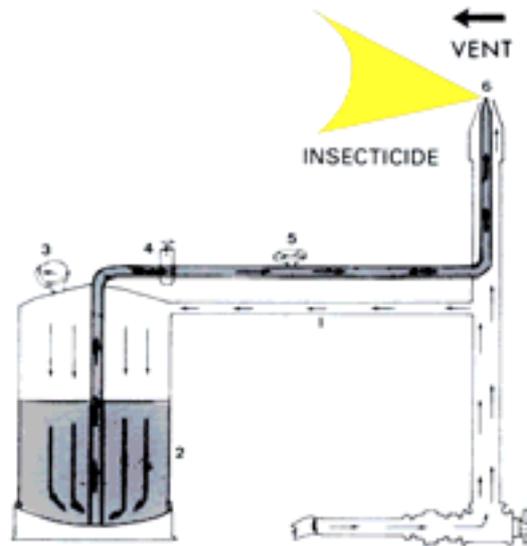


Figure 11. – Schéma du pulvérisateur monté sur pot d'échappement.

Modalités d'application d'un pulvérisateur monté sur pot d'échappement :

Étapes de mise en marche :

- Lire attentivement la notice d'utilisation et effectuer des réglages de pulvérisation nécessaires.
- Remplir le réservoir d'insecticide.
- Fermer l'échappement et régler la buse de pulvérisation.
- Mettre la voiture en marche
- Passer la première vitesse en position démultipliée et embrayer.
- Ouvrir le robinet d'arrêt quand la pression figurée sur le manomètre placé dans la cabine atteint 0,2 kg/cm².
- Au cours du traitement, on peut ralentir ou accélérer mais sans toucher au levier de vitesse et en maintenant la pression entre 0,21 et 0,35 bar (moyenne conseillée : 0,3 bar).
- Une soupape de sécurité se déclenche quand la pression atteint 0,5 kg/cm² pour éviter une contre-pression préjudiciable au fonctionnement du moteur.

Principes à respecter :

- Les passages du pulvérisateur et donc de l'engin porteur, doivent être si possible perpendiculaires à la direction du vent au sol.
- Largeur de l'andain entre 50 et 300 mètres en couverture totale, 300 à 1 000 mètres en traitement en barrière, le vent influençant largement sur ces valeurs extrêmes.
- On commence la pulvérisation de la périphérie des concentrations larvaires, en se plaçant sous le vent pour aller vers le centre.
- À la fin de chaque passage, tourner le véhicule dans le sens du vent pour éviter de recevoir l'insecticide.
- Les passages successifs se font en remontant dans le sens du vent.
- Ne pas traiter aux heures les plus chaudes de la journée car les courants ascendants empêchent les gouttelettes de se déposer sur les criquets et la végétation.
- Ne pas traiter s'il n'y a pas de végétation, sauf en milieu saharien contre des bandes larvaires de locustes.

3.1.4. La nébulisation

La nébulisation d'insecticides thermostables forme des brouillards toxiques aux acridiens même s'ils sont cachés sous les feuilles. Ce procédé est réservé aux espèces forestières ou pré-forestières qui pullulent dans une biomasse végétale importante comme certaines concentrations de Criquet puant.

Il faut utiliser des matières actives résistantes à la chaleur comme le lindane et des appareils sophistiqués, puissants mais relativement fragiles. La nébulisation est peu appropriée en lutte anti-acridienne au Sahel.

3.2. LES ÉPANDAGES AÉRIENS

3.2.1. Les types d'aéronefs

Depuis l'avènement de l'aviation agricole, les pullulations d'acridiens sur de grandes étendues sont de préférence traitées par voie aérienne. Au Sahel, en 1986, plus de 90 % des épandages d'insecticide ont été réalisés par avion et par hélicoptère.

Les AVIONS ULTRA LÉGERS (AUL) apparus en 1981, rappellent par leur forme les machines volantes du début du siècle. Ils sont classés parmi les engins ultra légers motorisés (ULM). Bien que fabriqués avec des

matériaux modernes, les AUL sont de conception rustique. Ils ne nécessitent pas d'infrastructure spéciale, atterrissent et décollent sur des pistes de moins de 100 mètres avec une charge utile de 150 à 200 kg. Par épandage en ULV, ils peuvent traiter 1 500 à 2 000 ha par jour. Pour changer de théâtre d'opération, on peut les démonter et les transporter sur camion. Ils pourraient être intégrés à l'avenir à des équipes itinérantes de prospection – dépistage – traitement. Les premiers essais ont eu lieu au Sahel en 1987 et sont encourageants.

Les HÉLICOPTÈRES sont bien adaptés pour traiter de petites surfaces dispersées et d'accès difficiles (flots, taches de végétation, zone à relief tourmenté). La productivité d'un Bell 47 G2 peut atteindre 2 000 ha par jour. L'Alouette II, qui a une charge utile et un rayon d'action plus important, présente l'inconvénient de fonctionner avec du kérosène qui n'est pas toujours disponible en brousse. Bien que d'un prix d'exploitation plus élevé que celui d'un avion léger, les services rendus par un hélicoptère sont remarquables. On s'en sert aussi pour baliser en vol les concentrations d'acridiens à traiter par avion.



Figure 12. – Utilisation de l'hélicoptère pour la surveillance et le traitement.

Les AVIONS LÉGERS les plus courants sont le Piper PA 18 et PA 25 (USA) et le Cessna Ag Wagon et Ag Truck (USA) pour leur maniabilité et leur coût d'exploitation raisonnable mais on a aussi utilisé l'Antonov AN2 (URSS), le Britten Norman type Islander (GB), le Grunman Ag Cat et Super Ag Cat (USA).

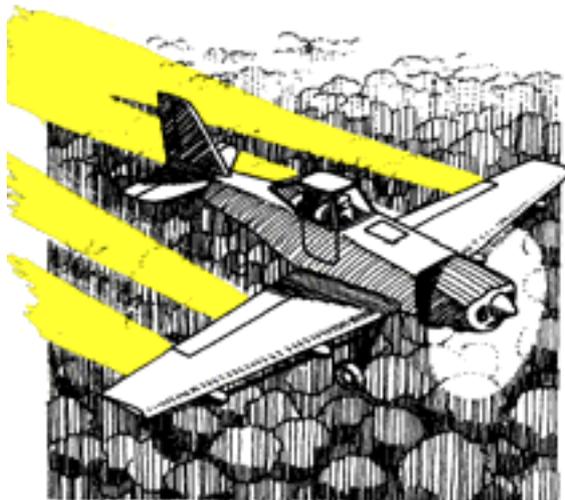


Figure 13. – Épandage aérien d'insecticide par un avion léger.

Les AVIONS GROS PORTEURS. En 1986, l'assistance bilatérale des États Unis d'Amérique a utilisé des avions gros porteurs quadrimoteurs type DC7 pour traiter plusieurs centaines de milliers d'hectares d'un seul tenant, loin des pistes principales. La grande autonomie de ces appareils, l'importance des réserves en insecticides que l'on peut transporter et l'adaptation d'appareils de pulvérisation en ULV sans problème particulier présentent bien des avantages mais il faut pourtant rappeler le coût prohibitif d'exploitation et la nécessité de traiter en couverture totale sur d'immenses étendues qui ne sont pas toutes également infestées d'acridiens, ce qui pose des problèmes considérables pour le maintien d'une entomofaune utile à l'homme et au milieu.

3.2.2. Équipement général de pulvérisation aérienne

L'équipement général de pulvérisation aérienne comprend :

- Une cuve, le plus souvent en polyester stratifié, de 200 à 600 litres pour les avions légers.
- Une pompe, entraînée par un moteur électrique ou une éolienne et qui aspire l'insecticide contenu dans la cuve pour le refouler vers une vanne à trois voies alimentant la rampe et le retour vers la cuve. Ce circuit retour permet d'agiter en permanence l'insecticide et d'éviter tout dépôt par sédimentation.
- Une rampe, en matériau inaltérable (acier ou alliage), haubanée vers l'arrière de l'appareil. La rampe est équipée soit de buses à pression hydraulique (jet projeté), soit d'atomiseurs rotatifs.

Exigences relatives à la manipulation des insecticides

– Les opérateurs doivent porter des vêtements de protection adaptés, efficaces et légers. Le stand de chargement est équipé d'une motopompe auto-amorçante débitant 400 l/mn. Les accessoires indispensables sont un bac de décantation, un grillage en bout d'aspiration, des filtres métalliques en bout de refoulement et des pompes manuelles de secours. Le stand de ravitaillement en carburant et en insecticide doit être placé latéralement ou à une extrémité de la piste d'envol pour que le roulage à pleine charge soit aussi court que possible.

– En fin de journée, il ne doit pas rester d'insecticide dans le circuit de pulvérisation, ni dans les cuves qui doivent être rincées au gasoil.

– Les cages rotatives seront soigneusement nettoyées sans être démontées.

– L'avion lui-même est à laver à l'eau savonneuse pour éliminer les dépôts d'insecticide.

Le responsable de l'unité d'intervention aérienne doit :

– Connaître les caractéristiques physico-chimiques des matières actives, des formulations ainsi que les doses à appliquer avec les précautions d'usage.

– Régler les appareils d'épandage, rampes ou cages rotatives, en fonction de la quantité d'insecticide à épandre et des conditions atmosphériques.

– Veiller, en collaboration avec le pilote, au bon déroulement des opérations en conformité avec la réglementation aérienne (révision périodique des 25 et 100 heures, balisage des pistes, plan de vol, charge maximale de l'aéronef..).

– Coordonner et contrôler les activités des différents groupes de travail de prospection-balisage et des pistes.

– Effectuer régulièrement des contrôles d'efficacité biologique après les traitements.

– Rendre compte aux autorités de tutelle du déroulement des opérations et de la situation relative aux acridiens.

LA RAMPE A JETS PROJÉTÉS

La rampe, plus courte que l'envergure de l'avion, est équipée de buses à pression hydraulique, du type à turbulence et anti-gouttes. La dimension des gouttelettes est fonction du diamètre des pastilles placées dans les buses et inversement proportionnelle à la pression. L'angle des buses par rapport à la direction du vol a aussi une importance déterminante. Ce type d'équipement convient très bien à la pratique du très bas volume TBV (5 à 25 l/ha), il est moins fiable pour l'ultra bas volume ULV (moins de 5 l/ha).

LA RAMPE À ATOMISEURS ROTATIFS

La cage MICRONAIR[®], de fabrication britannique, existe en plusieurs versions : AU 3000, AU 5000, AU 7000 et a une diffusion considérable. La rotation de la cage est assurée par un moteur muni d'un système hydraulique ou par des hélices mises en mouvement par le vent relatif. L'insecticide arrive dans le micronair par l'axe central et subit un premier fractionnement en traversant une grille à gros trous. Les gouttes formées éclatent ensuite sur des déflecteurs en franchissant une grille à petits trous. La vitesse de rotation est ajustable en modifiant l'angle d'attaque du ventilateur qui peut atteindre 13 000 t/mn. Le débit du micronair varie avec la viscosité de l'insecticide, la pression du liquide et le diamètre de l'orifice des pastilles placées après le filtre. Chaque rampe peut porter 2 à 8 micronairs.

La cage BEECOMIST[®], de fabrication américaine, est actionnée par un moteur électrique indépendant, fonctionnant sur 12 ou 24 volts. Elle est très répandue en usage agricole aux USA. La cage elle-même est en acier inoxydable perforée, dotée d'un dispositif anti-goutte et faisant un angle de 5 à 10° par rapport au sens de progression de l'appareil. La vitesse de rotation est de 11 000 à 12 000 tours par minute.

Tableau III : Le choix des techniques d'épandage.

Extrait du « Cube expert », 1988, Min.Coop./PRIFAS

SURFACES INFESTÉES d'un seul tenant	PERSONNEL DISPONIBLE	
	AGRICULTEURS ENCADRÉS	PERSONNEL SPÉCIALISÉ Service de la Protection des Végétaux
- de 1 ha	sac poudreur pulvérisateur centrifuge à piles appâts empoisonnés	pulvérisateur centrifuge à piles sac poudreur appâts empoisonnés
1 ha - 10 ha	pulvérisateur centrifuge à piles sac poudreur	pulvérisateur à très bas volume motorisé fixé sur un véhicule tout-terrain
10 ha - 100 ha	pulvérisateur centrifuge à piles sac poudreur pulvérisateur pneumatique à dos	pulvérisateur à très bas volume à moteur fixé sur un véhicule tout-terrain
100 ha - 1 000 ha	pulvérisateur centrifuge à piles pulvérisateur pneumatique à dos	pulvérisateur à ultra bas volume branché sur pot d'échappement d'un véhicule tout-terrain
1 000 ha - 10 000 ha		avion ultra léger (AUL) hélicoptère léger avec appui logistique au sol
10 000 ha - 100 000 ha		avion léger monomoteur avion ultra léger (AUL) plusieurs hélicoptères légers
+ de 100 000 ha		avion moyen porteur bimoteur plusieurs avions légers avion gros porteur quadrimo- teur en zone peu habitée sans appui logistique au sol à moins de 500 km



La cage AIRBI® , de fabrication française, tourne grâce à un moteur électrique fonctionnant sur 12 ou 24 volts. Sa vitesse de rotation, réglable par rhéostat, varie de 2 000 à 11 000 t/mn. La tête rotative a un diamètre de 70 mm et est équipée de palettes ou de poils ondulés de 10 mm de long. Les utilisateurs apprécient la simplicité de fonctionnement et d'entretien de cet appareil et son poids plus léger.

Tous ces atomiseurs rotatifs permettent d'obtenir une qualité de pulvérisation (nombre de gouttelettes par cm² très élevé, grande régularité du diamètre moyen) qui convient aux exigences du traitement en ULV. On peut réduire jusqu'à 0,5 l d'insecticide concentré par hectare dans les conditions optimales de pulvérisation. En dessous de cette limite, les gouttelettes trop fines risquent de ne plus atteindre les criquets et la végétation mais d'être emportées par les vents latéraux hors de la surface à traiter ou par les courants ascendants.

3.2.3. La logistique au sol

Un aéronef, quelqu'il soit, ne peut se passer d'un appui logistique au sol pour :

- localiser et évaluer les pullulations acridiennes,
- baliser l'aire de travail,
- créer ou entretenir les pistes d'atterrissage,
- assurer le ravitaillement en carburant et en insecticide,
- entretenir le matériel impliqué dans l'opération,
- assurer les liaisons radio et la circulation des informations,
- pourvoir à l'hébergement et à la subsistance du personnel,
- coordonner les opérations de lutte.

Pour localiser et évaluer la gravité des pullulations acridiennes, on se reportera aux deux premiers numéros de cette collection : **"LES CRIQUETS DU SAHEL"** et **"LA SURVEILLANCE DES SAUTERIAUX DU SAHEL"**.

Le balisage de l'aire de travail après identification sur le terrain et sur cartes des lieux de traitement, se fait soit à l'aide de toiles de couleur vive (jaune ou orangé) disposées au sol et retenues par des pierres, soit en brûlant des carcasses de pneus pour obtenir une fumée abondante ou encore avec des miroirs semi-sphériques scintillants souvent utilisés comme miroir de détresse.

4. BILAN DES INTERVENTIONS

Toute opération de lutte chimique doit être relatée dans un document technique qui contient les informations minimales suivantes :

Identification de l'opération :

- Localisation géographique
- Dates d'intervention
- Surfaces concernées
- Espèces acridiennes cibles
- Densités acridiennes moyennes
- Cartes de référence
- Nom du responsable de l'opération

Caractéristiques techniques de l'opération :

- Insecticides utilisés
- Moyens d'épandage
- Réglages retenus
- Quantité de matière active par hectare
- Quantité d'insecticide épandue par hectare
- Solvant ou adjuvant utilisés
- Qualités physiques des pulvérisations
- Contrôle au sol :
 - régularité d'impact des gouttelettes
 - nombre de gouttelettes par cm²
 - diamètre moyen des gouttelettes
- Conditions météorologiques au moment du traitement
- Types de temps

Contrôle de l'effet biocide :

- Densité de référence avant traitement
- Densité 1, 2 et 3 jours après le traitement
- Nombre de cadavres de criquets au m² juste après le traitement
- Effets sur les larves et les imagos
- Effets sur les espèces non cibles

Bilan de l'opération :

- Quantité totale d'insecticides utilisée
- Quantité de carburant et de lubrifiant pour les véhicules support
- Durée du traitement
- Nombre d'intervenants impliqués
- Difficultés rencontrées et solutions préconisées
- Dépenses engagées
- Comparaison des résultats escomptés aux résultats obtenus

MAQUETTE DE COUVERTURE ET DESSINS :

T.M. LUONG

IMPRESSION :

Imprimerie DÉHAN – Montpellier

Dépôt légal : 3^e trimestre 1988