



# Précautions d'emploi des insecticides dans l'agriculture

Louis E. N. Jackai



Guide de recherche de l'IITA n° 15

## **Précautions d'emploi des insecticides dans l'agriculture**

Louis E. N. Jackai

Décembre 1996

Produit en collaboration avec Isaac Oyediran, précédemment  
Assistant de recherche à l'IITA.

---

Institut international d'agriculture tropicale (IITA)

Programme de formation

PMB 5320

Ibadan

Nigéria

Télécopie : (234-2) 241 2221

Téléphone : (234-2) 241 2626

Télex : 31417 ou 31159 TROPIC NG

Email : Internet IITA@CGNET.COM

---

## **Guides de recherche de l'IITA**

Les guides de recherche de l'IITA ont pour objectif d'informer et d'orienter les chercheurs, techniciens, vulgarisateurs, éducateurs et étudiants engagés dans des activités de recherche et de formation ayant trait à l'agriculture. Ils sont périodiquement mis à jour afin de refléter l'évolution des connaissances scientifiques.

L'IITA autorise la reproduction de ce guide de recherche à des fins non lucratives. Pour toute reproduction de nature commerciale, contacter le Service des publications de l'IITA.

Dessins  
Mise en page  
Traduction de l'anglais  
Coordination

Chiweta Onianwa  
Nancy Ibikunle  
Oscar Hounvou  
Rainer Zachmann

---

Jackai, L.E.N. 1996. Précautions d'emploi des insecticides dans l'agriculture. Guide de recherche de l'IITA n° 15. Programme de formation, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigeria. 40 p.

---

## **Précautions d'emploi des insecticides dans l'agriculture**

**Objectif.** Ce guide a pour objectif de vous permettre :

- d'expliquer la toxicologie des insecticides;
- d'utiliser les insecticides en toute sécurité;
- de décrire l'effet des insecticides sur l'environnement;
- de classer les insecticides;
- de décrire et de calibrer différents types de pulvérisateurs;
- d'effectuer des dilutions d'insecticides;
- de manipuler les pulvérisateurs.

### **Matériel nécessaire**

- Étiquettes de récipients d'insecticides.
- Trousse de premiers secours.
- Pulvérisateurs.
- Différentes formulations d'insecticides.

### **Travaux pratiques**

- Étudier et mener une discussion sur les étiquettes de récipients de pesticides.
- Faire une démonstration sur les soins d'urgence en cas d'intoxication à l'insecticide.
- Inspecter des entrepôts de pesticides.
- Faire fonctionner des pulvérisateurs.
- Calibrer des pulvérisateurs.

---

## Questions

- 1 Pouvez-vous mentionner quelques catégories de pesticides ?
- 2 Pour quelle classe d'organismes les insecticides sont-ils toxiques ?
- 3 Comment apprécie-t-on la toxicité aiguë ?
- 4 Quels pesticides ne doit-on pas utiliser dans les petites exploitations ?
- 5 Que doit-on faire des étiquettes sur les récipients d'insecticide ?
- 6 Pourquoi ne doit-on pas pulvériser lorsque le vent souffle ?
- 7 Quels sont les symptômes d'empoisonnement ?
- 8 Quelle est la rémanence des résidus d'insecticides dans le sol ?
- 9 Comment exprime t-on la rémanence des insecticides ?
- 10 Comment les insecticides affectent-ils la relation prédateur/proie ?
- 11 Comment les insectes développent-ils l'immunité face aux insecticides ?
- 12 Quel genre de poison trouve t-on dans la plupart des insecticides d'usage courant ?
- 13 Quels sont les trois types de pulvérisateurs souvent employés dans les petites exploitations ?
- 14 Quel est l'avantage des petites gouttelettes ? Quel est leur inconvénient ?
- 15 Quel est le rôle des pulvérisateurs Electro-dynamiques ?
- 16 Pourquoi toutes les formulations de pulvérisateur à dos doivent-elles être à base d'eau ?
- 17 Qu'est-ce qu'un concentré émulsifiable ?
- 18 Comment calibre t-on un pulvérisateur à dos pour obtenir des doses exactes ?

## Précautions d'emploi des insecticides dans l'agriculture

- 1 Toxicologie des insecticides
- 2 Mesures de précaution
- 3 Effets sur l'environnement
- 4 Classification des insecticides
- 5 Types et calibrage des pulvérisateurs
- 6 Formulation des insecticides
- 7 Principes du fonctionnement d'un pulvérisateur
- 8 Bibliographie
- 9 Conseils aux formateurs

**Résumé.** Les insecticides peuvent servir à combattre les insectes nuisibles mais sont généralement toxiques pour tous les animaux. Les insecticides d'une valeur DL<sub>50</sub> aiguë orale inférieure à 200 mg/kg ne devraient pas être utilisés dans les petites exploitations. Par mesure de précaution, l'emploi d'insecticides est soumis à certaines règles. En outre, les insecticides constituent un danger pour l'environnement : sol, eau, air et systèmes biotiques. La plupart des insecticides courants sont des poisons neurotropes appartenant aux groupes des organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyrétrinoïdes. Ils affectent une large gamme d'insectes.

Trois types de pulvérisateurs sont couramment utilisés par les petits exploitants, à savoir le pulvérisateur à dos, le pulvérisateur de UBV et le pulvérisateur dit "Electrodyn". A chaque type de pulvérisateur correspond une formulation distincte. Les principes régissant leur fonctionnement et étalonnage sont également différents.

---

## 1 Toxicologie des insecticides

---

Les pesticides sont des produits chimiques utilisés contre les ennemis des cultures. En voici quelques catégories :

- insecticides pour combattre les insectes,
- fongicides pour combattre les champignons,
- herbicides pour combattre les adventices.

En général, les insecticides sont des poisons neurotropes toxiques pour tous les animaux. On distingue deux types de toxicité :

- toxicité chronique,
- toxicité aiguë.

La *toxicité chronique* est l'effet produit par de petites doses non létales accumulées sur une longue période et causant le cancer ou des lésions au niveau du cerveau, du foie ou des reins. Il n'est guère aisé d'en évaluer les dangers potentiels. Certains tests tels que le test d'Ames permettent de déterminer la toxicité.

La *toxicité aiguë* est l'effet toxique immédiat d'une dose unique, entraînant la nausée, des symptômes nerveux et éventuellement la mort. D'une manière générale, on évalue la toxicité aiguë en mesurant la DL<sub>50</sub> qui équivaut à la quantité d'insecticide (en mg par kg de poids corporel) capable de tuer la moitié d'une population d'animaux témoins choisis au hasard, à savoir, rats, lapins et oiseaux.

L'ampleur d'un effet toxique aigu dépend de la manière dont le produit est appliqué. Souvent, on se réfère à deux valeurs DL<sub>50</sub> :

- orale = pénétration par la bouche;
- dermique = pénétration par la peau.

---

---

Il peut exister d'énormes différences entre les valeurs DL<sub>50</sub> orales et dermales selon les propriétés physico-chimiques de l'insecticide. Les valeurs DL<sub>50</sub> aiguës orales peuvent être classées comme au tableau 1. Le tableau 2 donne des exemples de DL<sub>50</sub> pour quelques insecticides couramment utilisés en Afrique.

Selon la Banque mondiale qui a élaboré une liste de contrôle des pesticides déconseillés dans l'agriculture ou uniquement adaptés à un usage restreint, les insecticides dotés d'une DL<sub>50</sub> aiguë orale inférieure à 200 mg/kg ne doivent pas être utilisés dans les petites exploitations.



Classe	DL <sub>50</sub> (mg/kg)	Toxicité
A	< 1	extrêmement toxique
B	1 - 50	hautement toxique
C	50 - 500	modérément toxique
D	500 - 5000	légèrement toxique

**Tableau 1.** Classification de la toxicité orale.

**Tableau 2.** Valeurs DL<sub>50</sub> pour quelques insecticides d'usage courant en Afrique (mg/kg).

Produits chimiques	Aiguë orale	Aiguë dermale
<b>Hautement toxique</b>		
Carbofuran	11	10 500
Monocrotophos	20	342
Endosulfan	30	110
<b>Modérément toxique</b>		
g-BHC (Gammalin)	88	1 000
Pirimicarb	147	> 500
Diméthoate	320	650
<b>Légèrement toxique</b>		
Pirimiphos-méthyl	2050	> 2 000
Cyperméthrine	4030	> 4 800

---

## 2 Mesures de précaution

---

L'emploi des insecticides à l'IITA est régi par les règles de sécurité suivantes, basées sur des normes bien établies.

- 1 Garder les insecticides dans des magasins ou des placards qui peuvent être fermés à clé, loin des habitations et des autres matériels et équipements.
- 2 Inscrire clairement le nom du produit sur une étiquette à coller sur le récipient.
- 3 **Ne jamais** stocker des insecticides dans des bouteilles de boissons. **Ne jamais** se servir de récipients d'insecticide pour boire ou manger.
- 4 Avant d'utiliser un insecticide, s'assurer que l'on connaît le mode d'emploi et la dose recommandée. Lire l'étiquette sur le récipient ou demander des instructions précises à l'encadreur.
- 5 Porter des gants en caoutchouc et des lunettes de protection pour transférer ou mélanger des concentrés.
- 6 Avant l'application au champ, se vêtir d'une blouse à manches longues, de bottes en caoutchouc, de gants et porter des lunettes de protection. Laver la blouse après le traitement. Dans la mesure du possible, laisser sécher les vêtements au soleil avant le lavage car les rayons solaires facilitent la dégradation des produits insecticides.
- 7 Porter un respirateur ou masque à gaz et des lunettes de protection lors de l'utilisation au champ de pulvérisateurs d'insecticides ultra bas volume (UBV).

- 
- 
- 8 **Maintenir les appareils de pulvérisation en bon état. Ne pas utiliser du matériel abîmé ou présentant des fuites.**
  - 9 **Ne pas pulvériser lorsque le vent souffle à moins d'utiliser un pulvérisateur de UBV qui fait appel au vent; les insecticides en dérive sont dangereux car ils peuvent endommager les autres cultures. Avec un pulvérisateur de UBV, s'assurer que la vitesse et la direction du vent sont convenables.**
  - 10 **Ne jamais pulvériser suivant la direction du vent.**
  - 11 **Éviter de marcher entre les cultures ou les mauvaises herbes déjà traitées.**
  - 12 **Ne jamais manger, boire ou fumer pendant le traitement.**
  - 13 **A la fin du traitement, diluer à l'eau le produit restant dans le pulvérisateur à dos. Verser le produit dilué par terre en bordure du champ, bien loin de tout point d'eau ou égout.**
  - 14 **Après le traitement, bien nettoyer le matériel de pulvérisation à l'eau propre.**
  - 15 **En cas de contamination pendant le traitement, ôter immédiatement les vêtements contaminés et se laver soigneusement à l'eau et au savon. En cas de malaise, se rendre sans tarder à un centre médical. Donner au médecin ou à l'infirmière le nom du produit que l'on utilisait.**
  - 16 **Après l'opération, se laver les mains et le visage à l'eau propre.**
  - 17 **Retourner les concentrés à l'entrepôt aussitôt après l'emploi.**
-

---

18 Jeter les insecticides qui ne sont plus utiles dans des fosses creusées à cet effet.

19 Percer ou écraser tous les récipients vides avant de s'en débarrasser.

**Symptômes d'empoisonnement.** De manière générale, les symptômes d'une intoxication chronique ou aiguë sont : maux de tête, fatigue, faiblesse, vertige, anxiété, transpiration, nausée, vomissement, diarrhée et perte d'appétit. L'aggravation des symptômes entraîne une salivation et une transpiration excessives, des crampes d'estomac, des frissons, une mauvaise coordination musculaire, des contractions, des troubles de la vue, des palpitations et des difficultés respiratoires. Une intoxication grave entraîne des convulsions, la contraction des pupilles, la suffocation et la perte de connaissance.

**Dermites (Eczéma).** Les insecticides peuvent provoquer des dermites, notamment au niveau des mains. Les dermites peuvent intervenir par suite de :

- contamination de l'intérieur des gants par l'insecticide.
- contact avec le solvant,
- port de gants en caoutchouc.

**Soins de premiers secours.** Contactez d'urgence un médecin lorsqu'une personne procédant à un traitement insecticide est prise de malaise.

Prodiguez-lui les premiers soins avant l'arrivée chez un médecin :

- Maintenez-la tranquille, au chaud et à l'ombre, loin de la zone traitée.
- Débarrassez-la de tout vêtement de protection contaminé.

- 
- Desserrez tout autre vêtement qu'elle porte.
  - Évitez que le produit n'entre en contact avec votre propre peau ou vos vêtements.
  - Lavez-lui soigneusement la partie du corps affectée, au savon et à grande eau.
  - Si la personne a avalé le produit, provoquez le vomissement en lui faisant prendre une solution saline (deux cuillerées à soupe de sel dans un verre ou une tasse d'eau - 250 ml), ou en lui chatouillant le fond de la gorge à l'aide d'un doigt propre ou du bout émoussé d'une cuillère. Mais avant le vomissement, faites-lui avaler, si possible, du lait frais ou à défaut de l'eau plate.
  - **Ne** provoquez **pas** le vomissement si l'individu a avalé de l'acide ou un produit à base de pétrole à moins que celui-ci n'ait été dilué dans de l'eau.
  - Si le produit lui entre dans les yeux, nettoyez-lui plusieurs fois les yeux à grande eau pendant au moins 15 minutes.
  - Si sa respiration s'arrête ou s'affaiblit, pratiquez la respiration artificielle en vous assurant au préalable que les voies respiratoires sont toutes dégagées.
  - En cas de convulsions, placez-lui un morceau de bois solide ou un mouchoir plié entre les dents pour l'empêcher de se mordre la langue.

**Antidotes.** Communiquez au personnel médical le nom de la matière active et si possible, montrez-lui une brochure ou étiquette contenant des informations sur le produit. L'efficacité du traitement dépend du type d'empoisonnement :

- 
- aux organophosphorés : utilisez l'atropine ou l'antidote spécifique 2-PAM (pyridime aldoxime méthiodide pralidoxime). L'atropine combinée avec 2-PAM permet d'inhiber l'action de certains organophosphorés (à l'exception du diazinon);
  - aux carbamates : utilisez 2-PAM;
  - au paraquat : aucun antidote approprié n'est disponible. Administrez immédiatement une dose de terre savonneuse pour absorber le paraquat avant son assimilation par l'estomac.

**Ne donnez pas de la morphine aux personnes intoxiquées par un insecticide.** Dans des endroits éloignés, confiez aux opérateurs dignes de confiance quelques comprimés d'atropine 0,6 mg et demandez-leur de prendre 2 comprimés en cas d'apparition de symptômes d'empoisonnement.

**Autres précautions à prendre.** Toujours avoir une trousse de premiers soins contenant des antidotes ainsi que de l'eau potable à portée de main.

Les personnes qui manipulent des insecticides doivent souvent faire vérifier leur taux de cholinestérase.

Les petits exploitants qui utilisent des insecticides peuvent ne pas avoir accès à une trousse de premiers soins. Il se peut même qu'il n'y ait pas d'eau dans leurs champs. Les chercheurs qui recommandent des insecticides dans ces conditions doivent donc choisir, au besoin, les produits les moins toxiques, c'est-à-dire ceux dont les valeurs DL<sub>50</sub> aiguë sont les plus élevées (tableau 2).

### 3 Effets de l'environnement

Les insecticides représentent un danger pour l'environnement. Lors des traitements, l'insecticide est recueilli par les feuilles mais des quantités non négligeables tombent par terre soit :

- en manquant les feuilles,
- en dégoulinant des feuilles,
- sous l'effet de la pluie.

A la surface du sol, les insecticides sont transformés en "résidus" par les organismes, la chaleur, la lumière et l'eau. Les résidus d'insecticides peuvent persister jusqu'à quinze ans et même au-delà selon le type d'insecticide, le sol, la plante et le climat.

Les dégâts à l'environnement sont occasionnés par la fraction toxique des résidus d'insecticides. D'habitude, les résidus demeurent actifs sur les feuilles pendant moins de deux ou trois semaines. Néanmoins, les insecticides à base de produits systémiques et stables gardent leur toxicité pendant une plus longue période :

- Les produits phytosanitaires systémiques (hormones, herbicides et insecticides systémiques) agissent à retardement.
- Les produits phytosanitaires stables (insecticides et rodenticides à base d'hydrate de carbone chloré) perdent leur structure primaire très lentement et demeurent actifs pendant longtemps.

L'effet destructeur des résidus d'insecticide sur l'environnement dépend surtout de leur rémanence ou durée de survie. La rémanence s'exprime de deux manières :

- le pourcentage de perte ou de "disparition" dans le temps,
- la "demi-vie" résiduelle, qui équivaut au temps requis pour la disparition de la moitié des résidus.

---

Plusieurs facteurs affectent la rémanence et le sort des insecticides dans le sol :

- **La structure chimique des insecticides.** Les insecticides volatils persistent moins que les insecticides non volatils.
- **La quantité d'insecticide appliquée.** Les quantités plus importantes ont une rémanence plus longue que celle des quantités plus réduites.
- **La formulation de l'insecticide.** Les granules persistent plus longtemps que les émulsions qui, quant à elles, possèdent une rémanence plus longue que celle des liquides miscibles. Les poudres et poussières mouillables disparaissent plus rapidement.
- **Le type de sol.** Les sols argileux lourds retiennent les insecticides plus longtemps que les sols légers et sableux.
- **Le climat.** Des températures plus fortes accélèrent la transformation des insecticides en d'autres composés.

Les insecticides affectent :

- le sol,
- l'eau,
- l'air,
- les systèmes biotiques.

**Le sol.** Le danger que renferme l'insecticide pour l'environnement est fonction de sa rémanence. Les insecticides qui ont une plus longue durée ont plus tendance à contaminer l'environnement. En milieu tropical, les insecticides recueillis par le sol s'évaporent facilement dans l'atmosphère parce que le climat y est chaud et humide.



---

Les insecticides, nématicides, molluscicides et fongicides ont le plus fort effet sur les microbes telluriques. Dans le sol, les insecticides peuvent affecter les animaux non nuisibles. Bon nombre de ces animaux sont des invertébrés saprophytes tels que les acariens, les vers de terre dont l'activité est essentielle dans la décomposition de la litière foliaire et l'incorporation des nutriments dans le sol. Les insecticides affectent les acariens et les vers de terre de la manière suivante :

- Les acariens. Ils sont affectés par des doses excessives d'organophosphorés. Le DDT affecte les acariens prédateurs entraînant une augmentation des populations d'espèces saprophages. Le parathion, le thiozan et le diazinon ont des effets semblables, mais moins prononcés.
- Les vers de terre. Les composés organophosphorés, par exemple, le phorate, diminuent les populations de vers de terre. Les nématicides sont également toxiques pour les vers de terre.

**Relations prédateur/proie.** Par suite de la destruction des prédateurs par les insecticides, les espèces saprophytes deviennent plus nombreuses et causent des dégâts (voir système biotique).

**L'eau.** Très souvent, les insecticides contaminent l'eau. Cette contamination intervient à travers l'application directe, la dérive, la pulvérisation aérienne, la pluie, l'érosion et le ruissellement des eaux venant des surfaces agricoles, les déchets industriels et les vidanges. Les terres agricoles semblent constituer la principale source de contamination des eaux.

---

Les facteurs qui influencent la rémanence des insecticides dans l'eau sont :

- la solubilité,
- les propriétés physico-chimiques de l'eau telles que la boue résiduaire, la matière organique, la température et le pH.

D'habitude, la diffusion des insecticides n'est pas uniforme dans l'eau. Tôt après le traitement, une forte concentration d'insecticide s'installe près de la surface et peut ainsi tuer les poissons. Plus tard, l'insecticide s'adsorbe sur les particules flottantes ou les organismes morts et se transporte vers le fond.

La bioconcentration des insecticides par le truchement des chaînes alimentaires aquatiques est un phénomène courant. Les populations aquatiques se composent essentiellement de la microfaune flottante ou plancton, et de la microfaune de fond ou sédiment. Les populations d'invertébrés aquatiques varient selon l'habitat qui est soumis à l'influence du débit et de l'aération. Parfois, les invertébrés absorbent de l'insecticide sans être détruits. Les poissons se nourrissent ensuite de ces invertébrés contaminés.

**L'air.** Plusieurs facteurs physico-chimiques, tels que les rayons solaires et la température, influencent la persistance des insecticides dans l'air. Il s'agit d'un phénomène complexe qui varie d'une région à l'autre. L'air peut être pollué par des produits chimiques volatilisés, la dérive ou l'érosion éolienne des particules de sol contaminées par des insecticides.

**Les systèmes biotiques.** Les insecticides dérangent l'équilibre entre les insectes et leurs parasites et prédateurs. Les populations de la plupart des organismes sont plus ou moins stabilisées par des facteurs de l'environnement tels que le climat, l'air, le sol, l'eau et la

---

---

---

lumière. Chaque organisme se module autour d'un équilibre propre à un écosystème et un environnement donnés.

Le rôle des ennemis naturels dans la maîtrise des organismes nuisibles ne peut être sous-estimé. Malheureusement, les parasites et prédateurs sont souvent plus sensibles aux insecticides que les insectes. Très peu d'insecticides sont suffisamment sélectifs pour éliminer un insecte précis sans affecter ses prédateurs.

Certains insectes développent une tolérance par suite de traitements continus au même insecticide. Ceci est dû à la sélection d'individus et de souches résistants sur plusieurs générations successives. Souvent, il devient nécessaire d'augmenter la dose d'insecticide. A la longue, les insectes deviennent immuns et ne succombent plus à des doses plus fortes.

## 4 Classification des insecticides

Le tableau 3 énumère les principaux groupes d'insecticides actuellement utilisés dans l'agriculture contre les insectes nuisibles. Les insecticides du même groupe (par exemple, les pyréthrinoïdes) renferment la même matière active et, par conséquent, possèdent des modes d'action similaires.

La plupart des insecticides d'usage courant contiennent des poisons neurotoxiques des groupes d'organochlorés, d'organophosphorés, de carbamates et de pyréthrinoïdes. Ces produits affectent un large éventail d'insectes. Ces dernières années, des pyréthrinoïdes hautement actifs ont remplacé les organochlorés, organophosphorés et carbamates qui sont des produits plus toxiques.

Certains nouveaux insecticides n'agissent pas comme les poisons neurotoxiques classiques. Ces insecticides n'affectent souvent qu'une gamme restreinte d'insectes. Ceci peut être un avantage là où le traitement insecticide intervient comme une composante du programme de lutte intégrée contre les ravageurs. Seulement, un nombre limité de ces insecticides est produit commercialement.

De manière générale, on classe les insecticides en fonction de leur mode d'absorption par les insectes. Cette classification est en grande partie déterminée par les propriétés physico-chimiques des insecticides :

- *Par ingestion.* L'insecte consomme l'insecticide qui recouvre les surfaces du végétal ou qui est systématiquement transporté par la sève végétale.
- *Par contact direct.* L'insecte s'empoisonne par contact direct avec le produit déposé sur la surface de la plante.
- *Inhalation.* L'insecte absorbe directement les vapeurs du fumigant qui s'échappent dans l'air à partir des dépôts sur la plante.

**Tableau 3. Groupes chimiques des insecticides.**

Groupe chimique	Action et effets	Exemples (nom commercial)	Dose (g m.a./ha)	Activité
Organo-chlorés	Poison neurotoxique. Endommage la couche de graisse autour de la fibre nerveuse. Convulsions; perturbation des fonctions des organes internes.	Endosulfan (Thiodan, Thionex) g BHC (Gammalin)	750 1 000	Estomac, contact; large spectre d'action. Estomac, contact; large spectre d'action, rémanent.
Organo-phosphorés	Poison neurotoxique. Anticholinestérase. Convulsions; perturbation des fonctions des organes internes.	Monocrotophos (Nuvacon, Azodrine) Pirimiphosméthyle (Actellic) Diméthate (Rogor, Perfectionthion)	500 500 10 ppm (semence) 400	Contact, systémique; large spectre d'action. Idem. Idem.
Carbamates	Poison neurotoxique. Anticholinestérase. Convulsions des muscles; perturbation des fonctions des organes internes.	Carbofuran (Furadan) Pirimicarb (Pirimor)	500 200	Contact, systémique; large spectre d'action. Contact, fumigant; aphicide spécifique.

<p>Pyréthri- noïdes</p>	<p>Poison neurotoxique. Endommage la couche de graisse autour de la fibre nerveuse. Convulsions; perturbation des fonctions des organes internes.</p>	<p>Cyperméthrine (Cymbush, Sherpa)  Fenvalérate (Sumicidline)  Deltaméthrine (Decis)</p>	<p>50  100  12,5</p>	<p>Estomac, contact; large spectre d'action.  Idem.  Idem.</p>
<p>Autres :  Forma- midines  Urées Benzoyl- phényl  Hormones juvéniles  Précocènes  Bactéries</p>	<p>Affecte le comportement de l'insecte; par exemple, les insectes tombent des plantes.  Inhibe la synthèse de la chitine et perturbe la formation de la cuticule.  Inhibe la métamorphose et empêche le développe- ment des jeunes stades.  Précipitent la métamorphose et tuent les insectes dont le développement n'est pas achevé.  La protéine produite par les attaques bactériennes à l'intérieur de la larve entraîne l'arrêt de l'alimentation</p>	<p>Chlordiméforme (Galecron)  Diflubenzuron (Dimilin)  Méthoprène (Apex)  -  -  <i>Bacillus thuringiensis</i> (Dipel)</p>	<p>50  10  -  -  1 000</p>	<p>Contact contre acariens, oeufs et premiers stades de développement des lépidoptères.  Estomac, contact; n'agit pas sur les insectes suceurs.  Contact; assez spécifique.  Contact; assez spécifique.  Agit sur l'estomac des larves des lépidoptères et des diptères. Nouvelles formu- lations à plus large spectre d'action.</p>

---

---

Les insecticides systémiques doivent être suffisamment solubles dans l'eau pour se dissoudre dans la sève de la plante. Ils sont surtout efficaces contre les insectes suceurs (Hémiptères et Homoptères).

Les fumigants ont besoin d'une forte pression de vaporisation pour s'évaporer rapidement. Toutefois, une évaporation rapide entraîne une rémanence plus réduite.

## 5 Types et calibrage des pulvérisateurs

Les traitements par pulvérisation peuvent être classés selon le volume total de liquide appliqué à la culture (en l/ha) :

- volume élevé > 600
- volume moyen 200 - 600
- bas volume 50 - 200
- ultra bas volume < 5

Les trois types de pulvérisateurs couramment utilisés dans les petites exploitations sont (Tableau 4) :

- Pulvérisateur à dos,
- Pulvérisateur de UBV,
- Pulvérisateur Electrodyn.

Pour chaque type de pulvérisateur, il faut une formulation différente. Avec le pulvérisateur à dos, utilisez des insecticides dilués. Cependant, les concentrés insecticides doivent être appliqués sans être dilués, à l'aide de pulvérisateurs de UBV et Electrodyn.

Le diamètre volume moyen (DVM) et le diamètre nombre moyen (DNM) représentent des mesures moyennes respectives du volume de chaque gouttelette et du nombre de gouttelettes dans une distribution. La différence équivaut à l'intervalle des tailles dans le nuage de pulvérisation.

La taille de la gouttelette produite par l'appareil est fonction du type de buse. Plus cette taille est réduite, plus élevée est l'efficacité des insecticides. Les pulvérisateurs de UBV et Electrodyn émettent des gouttelettes beaucoup plus fines (mesurées en DVM) que celles émises par les pulvérisateurs à dos. Ainsi, les débits sont d'habitude plus faibles.



**Tableau 4.** Caractéristiques de différents types de pulvérisateur.

Caractéristique	Pulvérisateur à dos	UBV	Electrodyn
Volume	bas (200 l/ha)	ultra bas (2,5 l/ha)	ultra bas (0,5 l/ha)
Type de buse	buse conique (hydraulique)	disque tournant (centrifuge)	'buseille' (Electro- hydrodynamique)
Taille des gouttellettes ( $\mu$ ) : (DVM) (DNM)	200 50	100 65	70 60
Placement	direct	dérive	direct
Autres caractéristiques	200 l/h requiert l'eau	pas d'eau	pas d'eau
	manuel (pénible)	alimentation à piles (10h d'utili- sation continue)	alimentation à piles (60h d'utili- sation continue)
	meilleure péné- tration dans les cultures très denses	rythme de travail plus rapide	L'insecticide n'est ni mélangé, ni transvasé

---

Avec des gouttelettes de taille plus réduite, il faut moins de liquide pour obtenir la même densité de gouttelette sur la culture.

Par exemple, pour 20 gouttelettes par  $\text{cm}^2$ , il faut 0,5 l/ha si la taille de la gouttelette est de  $50 \mu$  ( $1\mu = 0,001 \text{ mm}$ ), et 4 l/ha si la taille est de  $100 \mu$ .

En revanche, les petites gouttelettes sont sujettes à la dérive. Par un vent de  $1\text{m/s}$  (brise légère) une goutte de  $100\mu$  lâchée sur la culture à une hauteur de 1 mètre connaît une dérive de 3,6 m; une gouttelette de  $50\mu$  est déportée sur 13 m.

Avec le pulvérisateur de UBV, cette dérive due au vent est capitale pour diriger le produit sur la culture. Ainsi le pulvérisateur de UBV est appelé pulvérisateur à "embruns".

Le pulvérisateur Electrodyn produit des gouttelettes à charge électrique qui sont attirées par la culture, ce qui empêche la dérive. Ainsi, l'Electrodyn, tout comme le pulvérisateur à dos, est un applicateur à "placement direct". En d'autres termes, le produit vaporisé se dépose sur la culture directement sous la buse.

Pour le calibrage des pulvérisateurs, on utilise les unités suivantes :

dose	D	g.m.a./ha
volume d'application	VA	l/ha
concentration	C	g/l
débit	d	ml/s
largeur de travail	LT	m
volume du concentré	VC	l
volume d'eau	VE	l
vitesse de marche	VM	m/s

---

**Volume d'application (VA) :** l'équation suivante s'applique à tous les pulvérisateurs :

**Équation 1 :**

$$VA = \frac{10 \times d}{LT \times VM}$$

**Dose (D) :** Pour les pulvérisateurs à dos, lorsque la concentration est diluée, la dose en gramme de matière active/hectare (g m.a./ha) se calcule comme suit :

**Équation 2 :**

$$D = VA \times C \times \frac{VC}{VE}$$

Cette équation peut être reformulée comme suit pour trouver le volume du concentré (VC) en vue d'une dilution précise :

**Équation 3 :**

$$VC = \frac{D \times VE}{VA \times C}$$

Pour les pulvérisateurs de UBV et Electrobyn sans dilution, la dose (D) (g m.a./ha) se calcule par la formule :

volume d'application (VA) x concentration (C).

La méthode de correction de la dose dépend du type d'appareil utilisé. Voici quelques exemples :

---

---

**Pulvérisateur à dos.** Afin d'obtenir la dose requise, variez la quantité de concentré ajouté à l'eau.

Hypothèses :

application	Cymbush 10 CE (100 g m.a./ha)
dose	50 g m.a./ha (soit 0,5 l/ha de concentré)
débit	15 m l/s
largeur de travail	0,75 m
vitesse de marche	1 m/s
volume d'eau	10 l

D'abord calculez le volume d'application à l'aide de l'équation 1 :

$$VA = \frac{10 \times d}{LT \times VM} = \frac{10 \times 15}{0,75 \times 1} = 200 \text{ l/ha}$$

A présent, déterminez le volume du concentré sur la base de l'équation 3 :

$$VC = \frac{d \times VE}{VA \times C} = \frac{50 \times 10}{200 \times 100} = 0,025 \text{ l (25 ml)}$$

Ceci suppose une vitesse de marche normale de 1 m/s, soit en principe un volume d'application d'environ 200 l/ha. Si pour un essai donné, un volume d'application exact est requis (ex 150 l/ha), il peut être au mieux obtenu en variant la vitesse de marche (équation 1).

---

**Pulvérisateur de UBV.** Afin de réaliser le volume d'application visé, variez la largeur de travail.

Hypothèses :

volume d'application visé		2,5	l/ha
débit		0,6	m l/s
vitesse de marche		1	m/s
écartement :	1 ligne	0,75	m
	2 lignes	1,5	m
	3 lignes	2,25	m
	4 lignes	3	m

Calculez le volume d'application à l'aide de l'équation 1 :

$$2 \text{ lignes : } \quad VA = \frac{10 \times 0.6}{1,5 \times 1} = 4.0 \text{ l}$$

$$3 \text{ lignes : } \quad VA = \frac{10 \times 0.6}{2,25 \times 1} = 2.7 \text{ l}$$

$$4 \text{ lignes : } \quad VA = \frac{10 \times 0.6}{3 \times 1} = 2.0 \text{ l}$$

Par conséquent, en vue d'obtenir le volume d'application de 2,5 l/ha, traitez 3 lignes par passage. Une fois encore, pour obtenir une dose et un volume exacts, variez la vitesse de marche.

---

---

**Pulvérisateur Electrodyn.** Avec le pulvérisateur Electrodyn, le nombre de lignes traitées ne varie pas (d'habitude 2). Le débit est réglé d'avance par le fabricant sur la dose qui convient à une vitesse de marche de 1 m/s. La seule manière de modifier la dose consiste à varier la vitesse de marche.

Hypothèses :

application	Cymbush Super ED
dose	0,5 l/ha
débit	réglé d'avance sur 0, 1 m l/s
largeur de travail	deux lignes = 1,5 m

Volume d'application suivant l'équation 1 :

$$VA = \frac{10 \times 0,1}{1,5 \times VM}$$

Par substitution, calculez la vitesse de marche :

$$VM = \frac{10 \times 0,1}{1,5 \times 0,5} = 1,33 \text{ m/s}$$

La formulation d'un insecticide dépend des :

- propriétés physico-chimiques de la matière active (en particulier sa solubilité);
- conditions d'utilisation spécifiques du pulvérisateur. Des formulations huileuses sont conseillées pour les pulvérisateurs qui produisent des gouttelettes de moins de 150  $\mu$  (UBV et Electrodyn), étant donné que dans les régions chaudes, les petites gouttes d'eau peuvent s'évaporer avant d'avoir atteint la culture.

**Formulation pour pulvérisateur à dos.** Les pulvérisateurs à dos utilisent d'énormes quantités de liquide par hectare. Par conséquent, toutes les formulations doivent être à base d'eau. Les insecticides destinés aux pulvérisateurs à dos peuvent être formulés de trois manières différentes, suivant le degré de solubilité de la matière active :

- concentré soluble dans l'eau (CSE);
- concentré émulsifiable (CE);
- poudre mouillable (PM).

*Concentré soluble dans l'eau (CSE).* De bonnes solutions aqueuses ne peuvent être obtenues qu'en présence de matière active très soluble. En guise d'exemples, on peut citer les herbicides paraquat et glyphosate et l'insecticide monocrotophos.

*Concentré émulsifiable (CE).* Un concentré émulsifiable est une solution de matière active dissoute dans l'huile et mélangée ensuite à de l'eau. La matière active doit être fortement soluble dans l'huile. Une émulsion comprend de fines gouttelettes d'huile en suspension dans l'eau (par exemple le lait). Il faut des surfactifs (détergents) pour stabiliser les émulsions. D'habitude, on utilise un mélange de surfactifs.

---

Un CE type comprend :

- 25 % de matière active,
- 70 % de solvant huileux,
- 2,5 % de surfactif non ionique,
- 2,5 % de surfactif ionique.

La plupart des CE peuvent être mélangés à d'autres CE dans le réservoir du pulvérisateur.

*Poudres mouillables (PM).* Les particules solides forment une suspension lorsqu'elles sont additionnées à l'eau. On utilise les agents surfactifs et dispersants pour stabiliser la suspension. Cependant, même les suspensions de bonne qualité doivent être fréquemment mélangées afin d'empêcher les particules solides de se déposer. Les poudres mouillables sont une formulation qui ne se prépare que lorsque la matière active n'est pas suffisamment soluble dans un solvant pour donner un CSE ou un CE. Une formulation type de PM comprend :

- 10 - 88 % de matière active,
- 1 % de surfactif,
- 5 % d'agent dispersant,
- un filtre inerte (silice synthétique, argile).

**Remarque.** Ne mélangez pas les poudres mouillables avec les CE ou d'autres PM; ces mélanges déstabilisent la suspension.

**Formulations UBV.** Utilisez toujours des solutions à base d'huile afin de limiter l'évaporation du solvant. Le volume d'application typique est de 2,5 l/ha. Souvent, on utilise des huiles végétales. D'une manière générale, les formulations sont dotées d'une viscosité liquide relativement élevée. Sous un contrôle précis, elles donnent un débit correct en présence d'une buse adéquate et à une température standard précise (30 °C). Toutefois, la viscosité liquide (et donc le débit) varie considérablement



---

en fonction de la température. Par conséquent, les appareils doivent être calibrés en conditions de champ.

**Formulations Electrodyn.** Se servir de solutions à base d'huile pour atténuer l'évaporation du solvant et assurer des propriétés électriques correctes. Une bonne atomisation dépend de la conductivité. Celle-ci est soigneusement contrôlée par les fabricants à l'aide de mélanges de solvants.

Les formulations sont fortement concentrées étant donné un volume type d'application de 0,5 l/ha. La buseille d'Electrodyn est munie d'un régulateur de débit incorporé qui permet d'amortir l'effet sur le débit des fluctuations de la viscosité liquide dues à la température.

**Pulvérisateur à dos.** Utilisez une buse de forme conique pour l'application des insecticides. Le liquide s'atomise lorsqu'il sort par pression à travers le petit orifice dans la buse. Réglez la pression en ajustant le clapet de refoulement. Ce dernier maintient une pression maximale (souvent  $30 \text{ kg/cm}^3$ ) en permettant l'évacuation de l'excès d'air de la bouteille de pression.

La buse conique offre une largeur de travail de 0,5-0,75 m selon la distance entre la buse et la culture. On ne peut traiter qu'une seule ligne par passage à moins que l'opérateur n'imprime à la buse un mouvement de balayage. Ceci est toutefois déconseillé en raison des risques de contamination pour l'opérateur.

Afin d'obtenir des doses précises, calibrez le pulvérisateur avant l'emploi. Cette opération s'effectue en mesurant le débit de l'eau sortant de la buse, soit directement à l'aide d'un cylindre gradué ou en mesurant le temps pris pour vider le pulvérisateur après l'avoir rempli d'une quantité précise d'eau (ex : 5 l). Pour conserver un débit constant, pompez le pulvérisateur régulièrement afin de maintenir la pression à  $30 \text{ kg/cm}^3$  ou autour de cette valeur. Le débit baisse au fur et à mesure que la pression diminue.

Diluez le concentré d'insecticide en ajoutant de l'eau au liquide contenu dans le réservoir du pulvérisateur. Versez l'eau à travers le filtre (fourni d'habitude) afin d'empêcher toute obstruction par la saleté. La lance, sur la plupart des pulvérisateurs, renferme un second filtre plus petit qui empêche l'obstruction de la buse par la saleté. Nettoyez ce filtre régulièrement.

**Pulvérisateur de UBV.** Avec le pulvérisateur de UBV, l'action du vent est nécessaire pour entraîner le brouillard formé par les fines gouttelettes loin de l'opérateur et l'étaler sur la culture. Le produit se dépose sous le vent sur une distance atteignant 20 m selon la vitesse du vent. Ne jamais utiliser ce type de pulvérisateur en l'absence

---

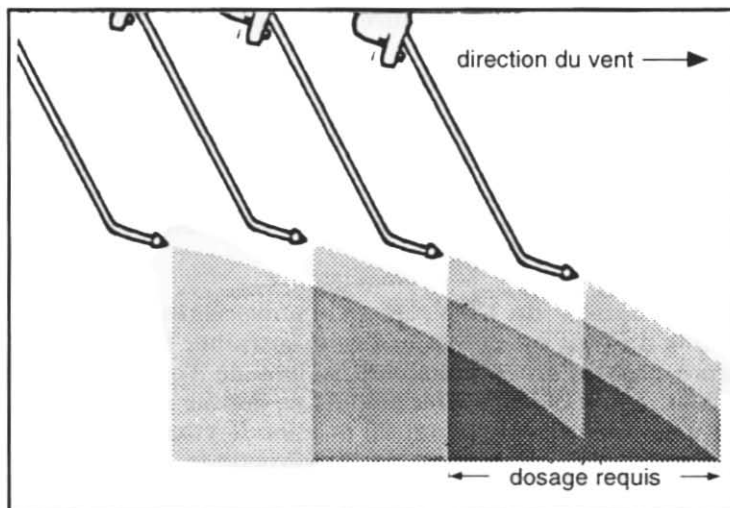
---

de courant d'air à cause des risques de contamination que court l'opérateur.

Le liquide est atomisé par un disque tournant sous l'effet d'une force centrifuge. Les gouttelettes se forment dès que le liquide atteint le rebord du disque. Plus vite ce disque tourne, plus fines seront les gouttelettes. Le moteur électrique qui actionne le disque est alimenté par des piles. Lorsque celles-ci s'affaiblissent, le disque tourne plus lentement et la taille des gouttelettes augmente. Remplacez les piles dès que les gouttelettes deviennent plus grosses et bien avant que le disque n'arrête de tourner.

La largeur de travail du pulvérisateur de UBV dépend de la vitesse du vent mais on suppose qu'elle est de 3 m au moins. Faites toujours chevaucher les largeurs de travail afin d'obtenir la dose requise (figure 1). La dose est fonction de la largeur de travail adoptée et du débit.

**Figure 1.** Chevauchement des largeurs de travail.



---

Mesurez le débit à l'aide d'un cylindre gradué ou en chronométrant le temps pris pour pulvériser un volume donné (ex : 250 ml) de la formulation UBV concernée.

Remplacez les disques abîmés. Les disques aux rebords abîmés affectent considérablement la qualité de l'atomisation. Nettoyez régulièrement la tête de pulvérisation à l'essence, au pétrole lampant ou à toute autre solution détergente. Elle est souvent encrassée par l'insecticide concentré et la saleté.

**Pulvérisateur Electrodyn.** Le pesticide destiné au pulvérisateur Electrodyn est livré dans un paquet appelé 'buseille'. La buse en fait partie. Le liquide sort de la buse par gravité lorsque la buseille est renversée. Le liquide s'atomise à l'extrémité de la buse grâce à un procédé électrostatique. Les gouttelettes produites possèdent une charge électrique qui les expose à une forte attraction de l'objet à la masse le plus proche, à savoir, la culture.

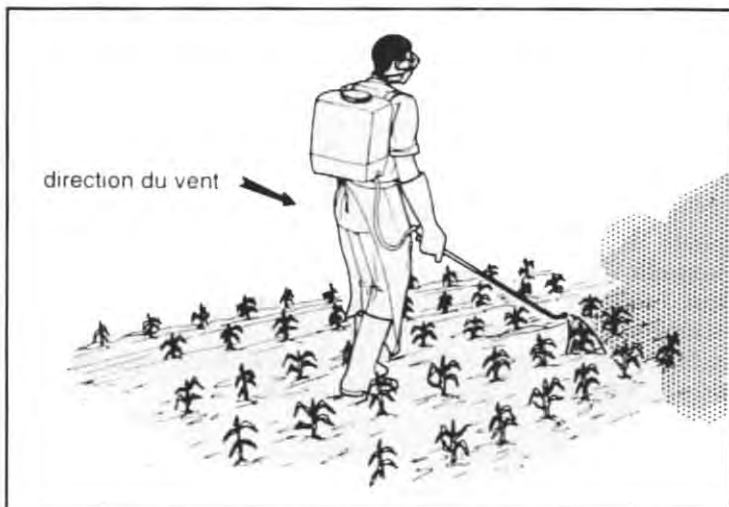
Si l'opérateur tient la buse à une hauteur de 40 cm au-dessus de la culture, la largeur de travail sera à peu près de 1,25 m; ce qui suffit pour couvrir 2 lignes de culture distantes de 75 cm (ex : le niébé) (figure 2). Le débit de la buse est réglé d'avance par le fabricant; ceci permet d'avoir une dose correcte du produit pour la culture concernée. Le calibrage n'est pas nécessaire si l'on observe le mode d'application conseillé.

Afin d'obtenir une atomisation de bonne qualité, il importe de toujours nettoyer la tête de pulvérisation à laquelle la buseille est vissée. Utilisez des solvants tels que l'essence et le pétrole (et non l'eau). La qualité du traitement n'est pas affectée par l'affaiblissement des piles, sauf lorsque celles-ci sont totalement épuisées et que le pulvérisateur ne fonctionne plus.



**Figure 2.** Traitement du niébé au pulvérisateur Electrodyn.

**Figure 3.** Tenir le pulvérisateur du côté sous le vent.



---

---

Quel que soit le type de pulvérisateur utilisé au champ, observez les principes suivants :

- Tenez l'appareil sous le vent afin que le produit emporté par le vent **s'éloigne** de vous (figure 3).
- Commencez à traiter le champ par le côté sous le vent, puis avancez contre le vent après chaque passage. Si vous tenez correctement le pulvérisateur sous le vent, vous marcherez toujours dans une partie non traitée du champ.
- Portez toujours un vêtement de protection.

Claassen, S.L. 1992. Les pulvérisateurs en station de recherche agronomique. Guide de recherche de l'IITA n° 16. Programme de formation, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria. 48 p.

Claassen, S.L. 1992. Produits agrochimiques en station de recherche. Guide de recherche de l'IITA n° 17. Programme de formation, Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Ibadan, Nigéria. 13 p.

Matthews, G.A. 1982. Pesticide application methods. Longman, London. 336 p.

Worthing, C.R. (ed.). 1987. The pesticide manual. British Crop Protection Council. 1081 p.

Si vous choisissez d'utiliser ce guide pour la formation, voici ...

### quelques conseils généraux :

- Distribuez les photocopiés (y compris ce Guide de recherche) aux stagiaires, un ou plusieurs jours **avant** votre cours, ou à la **fin** de celui-ci.
- **Ne** distribuez **pas** de photocopiés au début d'un cours. Autrement, les stagiaires se mettront à lire au lieu de vous écouter.
- Demandez aux stagiaires de **ne pas** prendre des notes, mais de concentrer toute leur attention sur le cours. Expliquez-leur que vos photocopiés (y compris ce Guide de recherche) contiennent toutes les informations dont ils ont besoin.
- Veillez à ce que les activités de formation soient pratiques. Limitez la théorie au minimum nécessaire à la compréhension des exercices pratiques.
- Utilisez toutes (ou une partie) des questions proposées à la page 4 pour les tests (interrogation rapide, contrôle périodique des connaissances, etc.). Lors de ces tests, permettez aux stagiaires de consulter les photocopiés et autres documents.
- Encouragez les échanges entre les stagiaires. Acceptez qu'ils vous posent des questions, mais ne vous écartez pas du sujet.
- Respectez le temps imparti.

### quelques conseils spécifiques :

- Demandez aux stagiaires de vous faire part de leurs expériences et de leurs points de vue concernant le contenu de ce guide de recherche tel que présenté à la page 5 (10 minutes).



- 
- 
- **Présentez le contenu de ce guide de recherche, en vous servant du matériel d'étude proposé à la page 3 (45 minutes). Impliquez les stagiaires dans les exercices de calcul. Engagez une discussion sur les tableaux et illustrations à l'aide de transparents.**
  - **Effectuez les travaux pratiques recommandés à la page 3 en groupes, de façon simultanée (2 heures). Le cas échéant, utilisez l'eau à la place du produit insecticide. Assurez-vous que chaque stagiaire a l'occasion de pratiquer. Mettez des personnes ressources à la disposition de chaque groupe et pour chaque séance pratique.**



International Institute of Tropical Agriculture (IITA)  
Institut international d'agriculture tropicale (IITA)  
Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA)

*The International Institute of Tropical Agriculture (IITA) is an international agricultural research center in the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), which is an association of about 50 countries, international and regional organizations, and private foundations. IITA seeks to increase agricultural production in a sustainable way, in order to improve the nutritional status and well-being of people in tropical sub-Saharan Africa. To achieve this goal, IITA conducts research and training, provides information, collects and exchanges germplasm, and encourages transfer of technology, in partnership with African national agricultural research and development programs.*

*L'Institut international d'agriculture tropicale (IITA) est un centre international de recherche agricole, membre du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI), une association regroupant quelque 50 pays, organisations internationales et régionales et fondations privées. L'IITA a pour objectif d'accroître durablement la production agricole, afin d'améliorer l'alimentation et le bien-être des populations de l'Afrique tropicale subsaharienne. Pour atteindre cet objectif, l'IITA mène des activités de recherche et de formation, divulgue des informations, réunit et échange du matériel génétique et encourage le transfert de technologies en collaboration avec les programmes nationaux africains de recherche et développement.*

*O Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) é um centro internacional de investigação agrícola pertencendo ao Grupo Consultivo para Investigação Agrícola Internacional (GCIAI), uma associação de cerca de 50 países, organizações internacionais e regionais e fundações privadas. O IITA procura aumentar duravelmente a produção agrícola para melhorar a alimentação e o bem-estar das populações da África tropical ao sul do Sahara. Para alcançar esse objetivo, o IITA conduz actividades de investigação e treinamento, fornece informações, reúne e troca material genético e favorece a transferência de tecnologias em colaboração com os programas nacionais africanos de investigação e desenvolvimento.*