

Utilisation des herbicides en culture bananière

Etude bibliographique

A. LASSOUDIÈRE *

*UTILISATION DES HERBICIDES EN CULTURE BANANIÈRE
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE*

A. LASSOUDIÈRE (IFAC)

Fruits, Feb. 1972, vol. 27, n° 2, p. 87-105.

RESUME - Les désherbants chimiques sont de plus en plus utilisés en culture bananière intensive. Cette étude bibliographique comportant 56 références examine les points suivants :

- avantages et inconvénients du sol nu, variations de l'enherbement en cours de culture selon les techniques culturales et le microclimat ;
- méthodes de lutte actuellement utilisées contre les adventices (avantages et inconvénients) ;
- produits herbicides testés en culture bananière, avec un tableau récapitulatif ;
- associations d'herbicides ;
- discussion sur les divergences entre auteurs et sur les caractéristiques des herbicides testés ;
- application en bananeraie intensive : trois techniques discutées (pré-plantation, prélevée, post-levée) ;
- moyens de traitement avec un accent mis particulièrement sur les buses utilisées (à fente ou à miroir) ;
- exemple d'un programme de désherbage chimique ;
- conditions générales pour la réussite d'un désherbage chimique ;
- principaux points à analyser pour la réalisation d'un programme de lutte chimique contre les adventices en culture bananière.

La lutte contre la flore adventice dans les plantations bananières prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure de l'intensification de la production. Les avantages et inconvénients du sol nu en bananeraie ont été souvent exposés (5, 6, 7, 8, 12, 25, 29, 33, 34, 36, etc.).

Avantages du sol nu :

Élimination de la compétition des adventices et du bananier en particulier pour l'alimentation hydrique et la nutrition minérale ; les Graminées étant les plus nuisibles.

Suppression des adventices pouvant abriter des vecteurs de la mosaïque du bananier ainsi que des insectes pouvant transmettre diverses maladies ou causer une dépréciation de la qualité de la banane.

Facilité de circulation à l'intérieur des parcelles.

Inconvénients du sol nu :

Augmentation de l'érosion dans les terrains en pente.

Tassement dû aux pluies ou aux passages répétés des ouvriers.

Possibilités de dégradation superficielle des sols.

En bananeraie, l'enherbement varie considérablement selon les techniques mises en oeuvre, les conditions climatiques et le stade de la culture.

Techniques culturales :

Ce sont principalement les facteurs suivants : les densités de plantation, le matériel végétal utilisé lors des réfections des parcelles et l'irrigation.

Dans les plantations intensives, la densité est voisine de 2000 bananiers par hectare, ce qui permet l'obtention d'un ombrage correct du sol quatre mois après la plantation avec des souches (25). Il faut compter un ou deux mois supplémentaires avec des rejets.

* - IFAC, B.P. 1740 - ABIDJAN (République de Côte d'Ivoire)

En saison sèche, le développement des mauvaises herbes est peu ralenti si les bananiers sont irrigués. Ainsi avons-nous un développement des adventices quasi constant au cours de l'année.

Conditions climatiques :

Par exemple en Côte d'Ivoire, la croissance des adventices devient très importante à partir du début des saisons pluvieuses. L'irrigation peut jouer le même rôle en saison sèche.

Stades de la culture :

L'exemple de la culture bananière en Côte d'Ivoire est assez représentatif (25).

A certains stades, le sol nu n'est pas ou est peu ombragé et l'herbe y pousse d'autant plus rapidement qu'il est humide et fertilisé :

- de la plantation jusqu'à un stade où le feuillage des bananiers couvre convenablement le sol, soit vers 4 mois pour des réfections avec des souches, 5-6 mois si elles sont faites avec des rejets ;

- au moment des récoltes des deux ou trois premiers fruits. Selon l'homogénéité cette période peut s'étendre sur 3 à 6 mois et même plus dans certains cas (de la récolte jusqu'au moment où les rejets ont atteint un développement permettant l'ombrage du sol) ;

- lors de chutes nombreuses par coup de vent ou tornades légères entraînant la formation de clairières.

MÉTHODE DE LUTTE CONTRE LA FLORE ADVENTICE

Le contrôle de l'enherbement peut être réalisé de plusieurs façon :

- par coupes répétées de l'herbe à l'aide de faux, machettes ou autres instruments tranchants. Cette technique manuelle utilisée dans la plupart des pays producteurs de bananes, demande une main-d'oeuvre abondante.

SEYAVE et PHILLIPS (34) ont étudié l'influence des mauvaises herbes sur la croissance, la récolte et la qualité des fruits chez le bananier à la ferme expérimentale de Roseau (Sainte Lucie).

Dans l'essai, planté en saison des pluies, les résultats exprimés par rapport au «clean weeding» sont portés au tableau 1.

Le traitement A (clean weeding) a donné les meilleurs résultats mais en pratique il peut être difficile à obtenir.

L'enherbement entraîne un retard de croissance des bananiers et une diminution sensible de récolte.

- par couverture du sol avec des branches ou autres tiges coupées. C'est une technique qui fut très utilisée (6, 7, 8, 25) car le paillage épais et bien fait évite le développement des adventices, limite l'érosion et le lessivage ainsi que le tassement du sol, diminue l'évaporation de l'eau (particulièrement intéressant en saison sèche) et apporte des éléments fertilisants ainsi que de la matière organique au sol.

L'inconvénient essentiel est son coût élevé (main-d'oeuvre importante) et la raréfaction des lieux de prélèvement,

- par binages ou labours légers, qui ne peuvent assurer qu'un contrôle médiocre en saison des pluies.

L'intérêt économique de ces diverses techniques est variable selon les pays. Par exemple en Guadeloupe (12), la main-d'oeuvre étant onéreuse et assez souvent rare aux moments où elle est indispensable pour d'autres travaux, le paillage et la coupe à la machette ne sont pas rentables. En Côte d'Ivoire, selon les enquêtes agronomiques non publiées réalisées en 1970 par l'IFAC, il est possible de comparer les trois méthodes courantes : coupe à la machette, paillage et désherbage chimique. Pour une année et pour un hectare de bananes, à partir de la replantation, le prix de revient est le suivant :

désherbage manuel (6 coupes/an)	25.000 F CFA
paillage (un apport/an)	40.000 F CFA
herbicide de post-levée des adventices (5 traitements/an)	15.000 F CFA

Le coût plus élevé du paillage ne tient pas compte d'avantages qui ne sont pas chiffrés (apports d'éléments minéraux, limitation du lessivage et de l'évaporation, etc.).

L'utilisation des herbicides devient une technique économiquement valable et justifie les recherches qui sont faites pour la mise au point aussi bien de nouveaux produits que des modes d'application.

De façon à n'utiliser que des produits efficaces, il importe de connaître d'une manière précise la flore adventive des bananeraies.

TABLEAU 1 - Comparaison de différents traitements manuels.

Traitements	à 10 mois		à 18 mois récolte
	circonfér.	hauteur	
A - «clean weeding» chaque mois (binage)	100,0	100,0	100,0
B - Coupe des herbes en juin (une fois/an)	83,5	75,1	65,7
C - Coupe chaque mois de juin à décembre (saison des pluies)	89,6	84,1	66,1
D - Coupe tous les trois mois (juin-sept.-déc. et mars)	81,7	76,3	57,1
E - Coupe une fois/an en décembre	86,1	79,7	67,4
F - Coupe chaque mois de décembre à mai (saison sèche)	83,5	78,9	53,5
G - Coupe chaque mois tout au long de l'année	93,9	98,6	74,0

FLORE DES BANANERAIES

Les renseignements sur cette flore, dans les publications sur les herbicides en bananeraie, sont peu nombreux et souvent incomplets.

CHAMPION et MONNET (6) indiquent qu'en Guinée la flore était composée de Graminées, Cypéracées et d'espèces à feuilles larges, déterminées par J. BRUN.

Graminées : *Cynodon dactylon*

Digitaria sp. en particulier *D. velutina* (abondante)

Axonopus compressus

Paspalum sp. en particulier *P. scrobiculatum* et *P. conjugatum*

Eleusine indica.

Cypéracées : *Cyperus rotundus* (abondante)

Mariscus umbellatus

diverses autres Cypéracées.

Malvacées : *Sida carpinifolia* (très abondante)

Hibiscus divers (abondantes)

Ces auteurs ont également répertorié :

Commelina sp.

Boerhaavia diffusa (très abondante)

Portulaca oleracea

Quamoclit pennata

Amaranthus caudatus

Spillanthus acmella

Physalis quadrangularis

Oldenlandia herbacea

Ageratum conyzoides

Panicum afzelii

Borreria verticillata

Jussiaea linifolia

Polygonum sp.

LEIGH (26) en New South Wales signale :

Eleusine indica

Digitaria sanguinalis

Paspalum dilatatum

Cyperus rotundus

Stellaria media

Gnaphallium sp.

Bidens pilosa

Galinsoga parviflora

Amaranthus sp.

Chenopodium album

Erigeron sp.

ROMANOWSKI (33) à Hawaii indique les espèces suivantes :

Digitaria sanguinalis

Setaria verticillata

Eragrostis pectinacea

Echinochloa colonum

Cyperus rotundus

Cenchrus echinatus

Eleusine indica

Borreria laevis

Emilia sonchifolia

Apium tenuifolium

Stachytarpheta jamaicensis

Solanum nodiflorum

Portulaca oleracea

Bidens pilosa

Coronapsus didymus

BARBA (1) donne comme principales espèces en Martinique :

Digitaria (20 p. cent)

Echinochloa (20 p. cent)

Setaria barbata (10 p. cent)

Setaria pallidifusca

(10 p. cent)

Mormodica (40 p. cent)

Il existe aussi d'autres Graminées, Cypéracées, ainsi que des *Commelina* (46).

CHAMBERS (5) fournit quelques indications sur les espèces rencontrées dans diverses régions du monde :

Afrique du Sud :

Bidens pilosa

Chloris sp.

Cyperus sp.

Digitaria sanguinalis

Panicum maximum } quantité moins

Cynodon dactylon } importante

Amérique centrale et du sud, Caraïbes

Panicum maximum

Paspalum sp.

Pennisetum sp.

Cynodon dactylon

Sorghum halepense

Ipomea sp.

Convolvulus sp.

Pacifique :

Paspalum conjugatum *Ageratum conyzoides*

Panicum maximum *Tridax procumbens* } en plus petite

Digitaria microbachne *Mimosa invisa* } quantité

Digitaria sanguinalis

Rhynchelytrum repens

En Équateur (46) il est signalé la présence de nombreuses plantes grimpances, peu de Graminées, nette dominance des plantes à feuilles larges (Mélastomacées, Commelinacées, Labiacées, Cypéracées).

MOREAU (29) à Madagascar signale :

Eleusine indica

Echinochloa sp.

Digitaria ascendens

Paspalum conjugatum

Cynodon dactylon

Setaria barbata

Commelina sp.

Asystasia coromandeliana

Au Cameroun, COMMUN (10) indique que les principales espèces sont :

Paspalum conjugatum

Digitaria sp.

Pennisetum purpureum

Cyperus rotundus

BEUGNON (4) en Côte d'Ivoire a trouvé dans un essai herbicide :

Panicum laxum

Eleusine indica

Paspalum conjugatum

Ageratum conyzoides

Kyllinga erecta

Mariscus umbellatus

Bidens bipinnata

Phyllanthus niruri

Cyperus sphaclatus

Commelina condensia

Asystasia coromandeliana

Physalis angulata

Erigeron naudii

Spigelia anthelmis

Dans ce même pays, en zone tourbeuse, nous avons également observé en plus : *Glinus opositifolius*, *Emilia coccinea*.

Dans la littérature, nous ne trouvons en fait que très peu d'indications sur la distribution des espèces selon l'âge des bananiers, c'est-à-dire en fonction de l'ombrage. Une étude récente réalisée en Côte d'Ivoire permet de donner quelques autres renseignements (25).

Espèces indifférentes à l'ombrage :

<i>Digitaria ascendens</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>
<i>Kyllanga erecta</i>	<i>Commelina aspera</i>
<i>Cyperus</i> sp.	<i>Peperomia pellucida</i>
	<i>Solenostemon</i> sp.

Espèces se développant principalement dans les zones éclairées ou légèrement ombragées :

<i>Phyllanthus</i> sp.	<i>Sporobolus pyramidalis</i>
<i>Eleusine indica</i>	<i>Oldenlandia</i> sp.
<i>Diodia rubricosa</i>	<i>Talinum vulgare</i>

Espèces se développant principalement dans les zones d'ombrage :

<i>Paspalum scrobiculatum</i>	<i>Alternanthera sessilis</i>
<i>Isachnea buettneri</i>	<i>Fleurya aestuans</i>
<i>Cyathula prostrata</i>	<i>Portulaca oleracea</i>
<i>Dissotis rotundifolia</i>	<i>Tristemma coronatum</i>
<i>Asystasia gangetica</i>	<i>Centrosema plumieri</i>
<i>Jussiaea linifolia</i>	<i>Cleome ciliata</i>

Dans la plupart des bananeraies, Graminées et Cypéracées sont signalées en abondance.

Ces listes de mauvaises herbes n'indiquent pas la sélection qui a pu se faire par les désherbages manuels. En Côte d'Ivoire par exemple, toutes les plantes ayant des noeuds pouvant s'enraciner facilement se sont multipliées (*Commelina*, *Oldenlandia*) si bien que la flore est modifiée et est maintenant à base de Graminées et d'espèces à multiplication végétative très facile.

Il sera donc utile, dans le choix des herbicides à utiliser, de bien veiller à leur sélectivité de façon à ne pas sélectionner certaines espèces.

RECHERCHES SUR LES HERBICIDES

En culture bananière, localisée essentiellement dans les pays tropicaux ou subtropicaux où la main-d'oeuvre était abondante et relativement peu onéreuse pendant de nombreuses années, l'utilisation des herbicides n'est intervenue qu'assez récemment, surtout à partir de 1960.

La pratique du désherbage chimique deviendra de plus en plus importante au fur et à mesure de l'évolution économique des pays producteurs de bananes.

Les recherches de nouveaux herbicides se sont accélérées depuis 1940. LHOSTE (27) décrivait 60 produits dans l'édition 1958 de son livre sur les désherbants chimiques, en 1965 il en présente 150. Ces études se sont poursuivies tant au point de vue nombre de produits que qualité de ceux-ci ; les deux voies essentielles d'amélioration de la qualité étant la sélectivité et la persistance de ces produits.

De nombreux désherbants ont été et sont testés en culture bananière de façon à obtenir une technique de culture de plus en plus intensive. L'objectif recherché est l'obtention d'une gamme de produits efficaces contre l'ensemble de la flore adventice mais sans action sur le bananier. La littérature ap-

porte assez peu de précisions sur la sélectivité de chaque herbicide et ce n'est que récemment que nous notons des publications fournissant des détails précis sur la sélectivité et la phytotoxicité.

Principaux produits utilisés ou testés :

Les désherbants chimiques sont à considérer sous trois angles différents :

Étendue d'action

- désherbage total qui s'adresse à toute la flore présente,
- désherbage sélectif lorsqu'il s'agit de détruire ou ralentir l'action des adventices sans nuire à la culture elle-même.

Période d'application :

- en prélevée des adventices et de la culture,
- en post-levée de la culture et prélevée des adventices,
- en post-levée de la culture et des adventices.

Mode d'action :

- herbicides de contact provoquant des brûlures sur les végétaux traités,
- herbicides physiologiques absorbés par les feuilles et entraînant des perturbations du fonctionnement des méristèmes,
- herbicides stérilisants agissant non seulement par contact ou translocation mais aussi dans le sol (rémanence).

En culture bananière intensive, les herbicides utilisables sont caractérisés par leur sélectivité et leur action par contact ou par perturbation du fonctionnement des méristèmes.

Pour l'exposé des divers résultats obtenus sur plantation bananière, nous avons adopté la classification par grandes familles chimiques donnée par LHOSTE (27). Les associations de produits seront traitées dans le chapitre suivant.

● Herbicides inorganiques ou minéraux.

A notre connaissance, aucun herbicide de cette catégorie n'est utilisé régulièrement en culture bananière, seuls les produits du type ANSAR sont employés en mélange avec d'autres herbicides :

- ANSAR 138 (acide cacodylique - acide diméthylarsénique)
- ANSAR 157 = méthane arsonate monoammonium = MAMA
- ANSAR 184 = monométhylarsonate disodique hexa hydraté = DSMA
- ANSAR 170 = méthane arsonate monosodique = MSMA.

En Côte d'Ivoire le MSMA (25) a présenté peu d'efficacité sur les plantes adventices en traitement de post-levée. ROMANOWSKI (33) signale que le MSMA détruit *Setaria* et *Cenchrus* mais est peu efficace contre *Echinochloa*, *Cyperus* et *Eleusine*. KASASIAN (23) indique que le MSMA est phytotoxique mais probablement par application directe sur les feuilles du bananier.

L'ANSAR 157 fut testé par KASASIAN (23), l'ANSAR 170 par CHAMBERS (5).

Rappelons pour mémoire, l'utilisation ancienne des herbicides à base d'acide arsénique (10, 11, 26). Ces produits toxi-

ques pour l'homme et s'accumulant dans le sol ne sont plus utilisés.

● Herbicides pétroliers.

GUYOT et OLIVIER (15) ont montré que l'huile légère renforçait l'action du PCP et permettait des traitements à débit réduit (atomisation).

ROMANOWSKI (33) a testé une huile aromatique 55 AR à raison de 45 à 110 l/ha, sur les petites herbes. Les bananes deviendraient blanchâtres (vapeurs).

Ces huiles utilisées entre 1950 et 1960 sont maintenant pratiquement rejetées pour les traitements herbicides excepté comme support pour les traitements par atomisation.

● Herbicides organiques de synthèse.

- Acides organiques halogénés de la série aliphatique.

Comme l'indique LHOSTE (27), les produits de cette catégorie ont des modes d'action assez différents. D'une façon générale, sous la forme de sel de sodium, ils sont parfaitement solubles et peuvent être absorbés aussi bien par le feuillage que par les racines.

. Acide trichloroacétique = TCA. Il est signalé par CHAMBERS (5) et KASASIAN (19, 23). Ce dernier (19) préconise une dose de 24 à 45 kg/ha, il n'a noté aucun effet sur la récolte. En Martinique (46), à la dose de 10-12 kg/ha il est peu efficace et non phytotoxique ; à 25 kg/ha il est efficace mais phytotoxique. A la Dominique et à Montserrat (42) il fut essayé aux doses de 11 et 22,5 kg en pré et post-levée des adventices.

LHOSTE (27) indique des doses d'emploi variant de 45 à 225 kg/ha selon les espèces à détruire. Le TCA agit principalement sur les Graminées et il est absorbé par les feuilles et les racines. La flore bactérienne du sol le détruisant en 8-10 se-

maines, il pourrait être utilisé dans certains cas trois mois avant une plantation de bananier par exemple pour éliminer : *Cynodon dactylon*, *Panicum*, *Setaria*, *Echinochloa* qui sont des espèces difficiles à détruire.

. Dalapon = acide 2,2 dichloropropionique. C'est une poudre blanche soluble dans l'eau, commercialisée sous plusieurs marques : DOWPON, ALATEX, BASFAPON. Le Dalapon absorbé par le feuillage semble agir sur les équilibres enzymatiques. Son action est lente.

Il doit être appliqué lorsque les herbes sont en pleine croissance et jamais avec un herbicide de contact qui limiterait sa pénétration dans le parenchyme des feuilles.

Plusieurs auteurs ont donné des résultats d'essais : (voir tableau 2 ci-dessous)

Le Dalapon est également signalé par d'autres auteurs (20, 22, 26, 43) pour les Caraïbes, New South Wales, Equateur, Honduras, Panama, Costa Rica, Hawaï, Australie, etc. C'est un produit efficace contre les Graminées et qui doit de préférence être utilisé avec un herbicide efficace contre les espèces à feuilles larges mais n'agissant pas par contact.

- Urées substituées.

LHOSTE (27) donne les indications suivantes : « Les urées substituées pénètrent très rapidement dans les racines et sont entraînées par la sève vers les feuilles où le produit s'accumule. On n'a pas observé de mouvement de ces substances des parties élevées des végétaux vers les parties basales ».

La plante réagit par perte de turgescence, chlorose et chute des feuilles. Les urées agiraient sur les chloroplastes et détermineraient ainsi l'inhibition de la photosynthèse.

. Monuron = 3-(p-chlorophényl)-1,1'-diméthylurée = CMU.

TABLEAU 2 - Essais de Dalapon.

Doses conseillées	Modalités, observations	Références
3-5 kg/ha	Post-levée	WALKER (39)
3 kg	Graminées et plantes à feuilles larges	SESSING (35)
10-30 kg/ha	Aucun effet sur la récolte, peu de repousses de <i>Setaria</i> 4 mois après le traitement à 30 kg, destruction de <i>Cyperus</i> et <i>Paspalum</i>	KASASIAN (49)
5,5 et 11 kg	Traitements prometteurs	(42)
9-16 kg	Sur Graminées en pleine croissance 900 à 1000 l d'eau - pas plus de 40 kg par ha et par an - très efficace - résultats variables sur <i>Setaria</i> , <i>Echinochloa</i> , <i>Eleusine</i>	ROMANOWSKI (19)
5 kg	2ème traitement pour les taches 3-6 semaines après - détruit les herbes pérennes - faire attention à ne pas toucher les bananiers	KASASIAN (18)
2,7 à 5,5 kg	Très utilisé	CHAMBERS (5)
5 kg	Aucun effet significatif sur la récolte	KASASIAN (23)

Absorbé par les racines, le monuron provoque le jaunissement des feuilles. Son action est lente et les plantes à enracinement superficiel sont plus rapidement détruites que celles à enracinement profond.

C'est une poudre mouillable contenant 80 p. cent de matière active. Il est lentement détruit par la flore bactérienne du sol. Un an après un apport, il resterait 10 à 15 p. cent de la quantité appliquée.

Le monuron est relativement peu utilisé. CULL (11) le signale au Queensland en 1965 ainsi que LEIGH (26) en New South Wales en 1969.

CHAMPION et MONNET (6) ainsi que CHAMPION (7) l'ont étudiée en Guinée en 1956-57 comme herbicide de prélevée des adventices. Les effets sur la végétation adventice furent extrêmement visibles lors du premier essai réalisé en saison sèche : Témoin - 58,5 t/ha d'herbes vertes (récoltées 10 mois après le traitement par coupes à 3, 6, 8, 10 mois).

Monuron 5 kg/ha - 37,7 t/ha (idem)

Monuron 10 kg/ha - 20,2 t/ha (idem)

La pulvérisation de monuron ne fut pas défavorable à la culture. Dans un second essai réalisé pendant l'hivernage l'effet du meilleur traitement a duré seulement 2 mois.

D'autres essais (46) ont au contraire montré que ce produit est légèrement phytotoxique ; dans certains cas, en Guinée et en Martinique, les dégâts sont très accentués même à faible dose. Finalement, ce produit n'est pas utilisé.

. Diuron = 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1'-diméthylurée. C'est

une poudre mouillable utilisée en traitement de prélevée des plantes adventices, commercialisée sous le nom de KARMEX.

KASASIAN (23) a observé des symptômes de phytotoxicité en sol léger mais qui n'affectent pas la récolte. ROMANOWSKI (33) signale les mêmes inconvénients. Le Diuron, qui serait fixé sur la matière organique du sol a une phytotoxicité variable selon le type de terrain. En Martinique le seuil de tolérance serait de 4 kg/ha (46). Pour la Guadeloupe, le seuil conseillé est le même mais la phytotoxicité est variable selon les sols. Il persiste très longtemps dans le sol (51) particulièrement en terre légère.

Son utilisation est signalée par divers auteurs (4, 5, 11, 12, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 33, 40, 42). Les doses et modalités d'emploi les plus fréquemment conseillées sont les suivantes : (voir tableau 3 ci-dessous).

. Neburon = 1-n-butyl-3-(3,4-dichlorophenyl)-1-méthylurée. Commercialisé sous le nom de KLOBEN C, il est très peu mentionné en culture bananière.

HOROWITZ (52) indique qu'il serait efficace principalement sur les Dicotylédones. Fixé sur la matière organique du sol, le neburon est très peu lessivé et persiste très longtemps. Son efficacité herbicide est parfois faible dans les sols lourds et riches en humus.

LIFSHITZ (28) préconise 2 à 4 kg/ha pour une efficacité de durée relativement courte.

. Monolinuron = 1-(p-chlorophenyl)-1-méthoxy-3-méthyl-3-

TABLEAU 3 - Essais de Diuron.

Doses/ha	Modalités, observations	Références
4,5-5,5, kg	Attention aux sols légers ou riches en matières organiques - prélevée 450 l eau/ha - post-levée 900 à 1000 l eau (avec un mouillant ex type X77 - 200-400 g/100 l eau) - pas plus de 5,5 kg de KARMEX/an, efficace sur beaucoup de plantes	ROMANOWSKI (33)
2-3 kg	Pré ou post-levée	WALKER (39)
1 à 2 kg	Pas de dégâts sur bananiers	LIFSHITZ (28)
3,5 kg	Chlorose marginale des feuilles du bananier	(42)
3 kg	Résultats excellents en fin de saison des pluies, bien supporté par le bananier si le produit n'a pas été mis dans la zone des racines de celui-ci	(40)
2,5-3 kg	100 l eau/ha - sur sol bien propre, en saison pluvieuse ou quand le sol est humide - 2 traitements par an sont suffisants	KRAMER (24)
3,5 à 7 kg	Bons résultats, peu de phytotoxicité, longue rémanence	LEIGH (26)
2,5 kg	Dans 50-60 l huile, atomisation moyennement phytotoxique	BEUGNON (4)
2 kg	Résultats très satisfaisants (3 mois et parfois plus)	ESTANOVE (12)
3,5-4,5 kg	Phytotoxique particulièrement dans les sols à lessivage rapide	KASASIAN (18)

urée. Commercialisé sous le nom d'ARESIN, le monolinuron est une poudre cristalline. Il est absorbé par les racines et véhiculé par la sève dans toute la plante mais, absorbé par une feuille, il reste dans cette dernière. Il est détruit dans le sol en quelques mois et est assez facilement entraîné par les pluies.

En Côte d'Ivoire, l'ARESIN appliqué en prélevée des adventices à la dose de 3 kg/ha a eu une efficacité moyenne de l'ordre de 2-3 mois. Il a sélectionné les *Commelina*.

. Linuron = 3-(3-4-dichlorophenyl)-1-méthoxy-1-méthylurée. Étant absorbé aussi bien par les racines que par les feuilles, il peut être utilisé en pré et post-levée des adventices.

Commercialisé sous divers noms (AFALON, SARCLEX, CAROX, LOROX) il serait efficace sur *Setaria*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Portulaca*, etc. (27).

Signalé par KASASIAN (23) pour l'utilisation en prélevée sur sols légers et à Montserrat (48) à la dose de 3,5 kg/ha, il permettrait de conserver le sol propre pendant 6 semaines au moins. Sa persistance dans le sol est de l'ordre de 4 à 6 mois.

● Phénols et crésols.

Ce sont les premiers désherbants organiques utilisés à grande échelle. En règle générale, ils agissent par accélération des échanges respiratoires, inhibition des substances de croissance et perturbation de la physiologie cellulaire par destruction des phospholipides. Il est nécessaire de les manipuler avec précautions.

. Pentachlorophénol = PCP. Il fut utilisé vers 1957 sous la forme de pentachlorophénate de sodium (DOWOCIDE G) dans divers pays. Il fut préconisé par divers auteurs (7, 8, 12, 15, 33, 40) comme herbicide de contact.

L'IFAC, tout d'abord en Martinique puis dans d'autres pays, avait étudié les modalités d'application (15) :

PCP (6 l. à 15 p. cent) + eau (400 l), enherbement de 100 p. cent à 90 jours.

PCP (6 l. à 15 p. cent) + eau épaissie (60 l/ha), enherbement de 50 p. cent à 90 jours.

PCP (6 l. à 15 p. cent) + huile minérale (60 l/ha), enherbement de 20 p. cent à 90 jours.

Des apports en association avec le diuron et l'huile ont donné les résultats suivants :

PCP (6 l. à 15 p. cent) + gasoil (12 l) + 3 kg diuron/400 l eau, 65 p. cent d'enherbement à 70 jours.

PCP (6 l. à 15 p. cent) + gasoil (12 l) + 3 kg diuron/60 l eau épaissie, 40 p. cent d'enherbement à 70 jours.

PCP (6 l. à 15 p. cent) + gasoil (12 l) + 3 kg diuron/52 l huile de plantation, 15 p. cent d'enherbement à 70 jours.

De toutes les tentatives d'application réalisées, il semble que dans la pratique, seul l'emploi du PCP en solution huileuse et associé à d'autres herbicides soit intéressant. ROMANOWSKI (33) a montré que le PCP était assez peu efficace (3 semaines à 1 mois).

ESTANOVE (12) signale qu'après avoir été largement utilisé en Guadeloupe il est maintenant pratiquement abandonné

(action relativement faible sur un grand nombre d'espèces). En effet, les Graminées ne sont détruites que si elles sont atteintes au stade des premières feuilles, les Cypéracées n'étant que partiellement détruites et les Commelinacées seulement si elles ont un faible développement (46).

. Dinosèbe = (méthyl-1-propyl)-2 dinitro-4,6 phénol = dinitrobutylphénol. Commercialisé principalement sous l'appellation ARETIT, il fut testé en particulier en Côte d'Ivoire où il n'a pas donné de résultats très satisfaisants en traitement de post-levée des mauvaises herbes.

● Acide phenylacétique et dérivés.

. Fenac = acide 2,3,6-trichlorophenylacétique. Le fenac est un produit à faible sélectivité agissant surtout sur les plantes pérennes (*Convolvulus*, *Centaurea*, *Euphorbia*). Il contrôlerait correctement *Cyperus rotundus*, *Amaranthus* sp., *Digitaria* sp. KASASIAN (23) signale son emploi en prélevée à la dose de 3,5 kg/ha mais d'une réduction sensible de la récolte.

● Aryloxyacides et dérivés.

Les produits de ce groupe agissent comme les auxines naturelles, sur les méristèmes, perturbant ainsi la croissance des plantes. Les principales manifestations externes sont la torsion des tiges, les proliférations abondantes abortives de racines, des réductions du parenchyme foliaire.

Certaines de ces auxines de synthèse ont des propriétés sélectives et peuvent ainsi être utilisées en post-levée de la culture. Elles doivent être utilisées avec beaucoup de précautions.

- Aryloxyacétiques.

. 2,4 D = acide 2,4 dichlorophenoxyacétique. Ce produit agit en perturbant le fonctionnement des assises génératrices. Le bananier est sensible au 2,4 D si celui-ci est projeté sur le faux-tronc ou les rejets. Son utilisation doit donc être faite avec beaucoup de précautions et de préférence avant la plantation des bananiers.

KASASIAN (23) signale son utilisation en post-levée des mauvaises herbes sous forme d'amine à la dose de 2 kg/ha sans perturbation pour le bananier. Utilisé également à Montserrat (42), aux Iles du Vent (43) où il n'est pas efficace contre les *Commelina*.

En Guadeloupe, il a été abandonné car dangereux par suite de confusions ou négligence (ESTANOVE, 12). Il peut être utilisé en préplantation mais en faisant attention au transport possible du nuage de traitement ou même des vapeurs - s'il s'agit d'un ester volatil - par le vent, sur les cultures avoisinantes (12).

C'est un produit trop dangereux pour être recommandé en culture bananière pour la destruction des adventices. Il est par contre utilisé pour inhiber la croissance des rejets supplémentaires (pâte à oieillonner) (GUYOT).

. MCPA = acide 2-méthyl-4-chlorophenoxyacétique. Des tests

réalisés en Côte d'Ivoire ont montré qu'un mélange MCPA (2,5 litres) + GRAMOXONE (1,5 litre) avait une très bonne efficacité sur les mauvaises herbes. La rémanence dans le sol est de très courte durée. Malheureusement, à cette dose, on observe des déformations des bulbes des jeunes rejets. Aucun symptôme visible n'est apparu sur le pied-mère ou sur les rejets de plus de 30 cm de hauteur.

- Aryloxypropioniques.

. Mercoprop = acide 2-(2-méthyl-4-chlorophenoxy)-propionique = 2-MCPP = CMPP. En mélange avec ioxynil (3,5-diiodo-4-hydroxybenzotrile), il est commercialisé sous les noms d'ACTRIL D et CERTROL.

L'ACTRIL contient 150 g/l d'ioxynil et 375 g/l de mecoprop. Un test réalisé en Côte d'Ivoire à la dose de 2,5 l d'ACTRIL, en post-levée des mauvaises herbes en période de croissance au stade 10-15 cm, a permis de constater une bonne efficacité sur les adventices. Par contre, une forte phytotoxicité pour le bananier se manifeste par éclatement de la souche du pied-mère et des rejets et le rend inutilisable en culture bananière.

- Arylosulfuriques.

. 2,4 DES-Na = 2,4-dichlorophenoxyéthyl sulfate de sodium = Sesone. En Guadeloupe (12) à la dose de 8 kg/ha, sur terre propre, il est efficace pendant 5 à 6 semaines. Les bananiers adultes et les rejets bien développés sont tolérants.

Le 2,4 DES à 12 kg ou à 6 kg avec 2 kg de diuron est très efficace, mais entraîne des torsions de rejets qui se redresseraient en 4 mois (46).

● Diazines.

Les propriétés herbicides de ces produits sont très variées car ils appartiennent à des familles chimiques assez différentes.

- Uraciles.

. Bromacil = 5, bromo-3-sec butyl-6- méthyluracite (HYVAR X). L'action herbicide de l'HYVAR X se manifeste surtout après absorption racinaire (27). Un essai mené en Côte d'Ivoire (25) a montré que ce produit est très phytotoxique pour le bananier et possède une longue rémanence dans le sol. Dix mois après le traitement, des bananiers replantés meurent. Ces faits sont confirmés par ROMANOWSKI (33), HOROWITZ (51) indique par contre qu'il est moyennement persistant.

- Divers.

. amitrole = 3, amino-1,2,4-triazole. L'amitrole est véhiculé dans les tissus végétaux et à tendance à s'accumuler dans les zones méristématiques. Il intervient dans l'élaboration de la chlorophylle, la réduction des sucres, sur les enzymes et sur l'élaboration des protéines.

Du fait de ces propriétés non sélectives, l'amitrole est recommandé principalement en désherbage de prélevée de la plante cultivée ou en désherbage total (27).

CULL (11) indique qu'il est actif sur les plantes annuelles.

. amitrole T = 3 amino-1,2,4-triazole + thiocyanate d'ammonium. L'amitrole T contient environ 1 kg d'amitrole et 1 kg de thiocyanate pour 3.750 cm³ de formulation.

En Europe, il est commercialisé sous diverses marques : WEEDAZOL TL, CIDAX TL, AMITRIL TL, PHRAGMITOX TL, RADOXONE TL.

Les tests réalisés en Côte d'Ivoire ont montré que l'amitrole T est un bon herbicide de post-levée des adventices, mais qu'il entraîne souvent des chloroses marginales sur les feuilles basses du bananier. ROMANOWSKI (33) précise qu'il réduit la récolte du premier cycle. L'amitrole T serait efficace contre *Setaria*, *Echinochloa* et *Eleusine*.

● Triazines.

Le mode d'action des triazines est complexe. Ces produits agissent surtout par absorption racinaire. Les triazines réduiraient la photosynthèse, affectant ainsi la division cellulaire. La faune bactérienne les détruit plus ou moins rapidement selon leur nature.

. Simazine = 2, chloro-4,6-bis-(éthylamino)-S-triazine = GESATOPE. La simazine, utilisée en prélevée des adventices, n'agit que lorsque les racines deviennent absorbantes et entraîne un jaunissement puis un dessèchement des feuilles.

C'est un produit fortement fixé par le sol, rarement à une profondeur supérieure à 15 cm, et donc très persistant. Six mois après l'application, il en resterait 5 p. cent dans les sols lourds et riches en matière organique et 25 p. cent en sol léger. Ceci est confirmé par HOROWITZ (51) en Israël. Cet auteur indique d'autre part que les composés les plus persistants (simazine, diuron) présentent une longue période de lente dégradation suivie d'une dégradation rapide. MANORIK (53) en URSS a montré que l'inactivation de la simazine s'effectue plus rapidement dans les chernozem que dans les sols podzolisés. De même KASASIAN (23) indique que la simazine est plus ou moins satisfaisante dans les sols légers, médiocre sur sol argileux surtout si la pluviométrie est abondante.

KULINSKA (53) en Pologne signale la stimulation de la nitrification par un apport de simazine de l'ordre de 4 kg/ha.

Les principales prescriptions d'utilisation sont données dans le tableau 4.

KASASIAN (23) a montré qu'il n'y a pas d'influence sur la récolte. LEIGH (26) indique que la simazine est efficace principalement pendant l'hiver. *Paspalum dilatatum* et *Cyperus rotundus* sont résistants.

MOREAU (29) à Madagascar, en utilisant 3 kg de GESATOPE 80/ha a obtenu les résultats suivants : (tableau 5).

. Atrazine = 2-chloro-4-éthylamino-6-isopropylamino-S-triazine = GESAPRIME. L'atrazine est utilisable pour les mêmes usages que la simazine avec la différence qu'elle peut être appliquée en post-levée des adventices (absorption principalement par le feuillage). Son inactivation ne serait pas influen-

TABLEAU 4 - Essais de Simazine.

Doses	Modalités, observations	Références
1,7 kg	Prélevée, bonne efficacité	(42)
3,4 kg	Destruction complète des adventices pendant 6 semaines	(42)
0,5-1,5 kg	idem	LIFSHITZ (28)
3-5 kg	Prélevée	WALKER (39)
3,5 kg	Prélevée - bananiers tolérants	KASASIAN (18)
2 à 4 kg	Pas de phytotoxicité	CHARPENTIER (9)
3 kg	400 l eau - action notable 70 jours après traitement <i>Crotalaria</i> et <i>Setaria</i> peu sensibles	MOREAU (29)
5 kg	Légèrement moins efficace que le monuron	(46)
5 kg	Bonne efficacité aussi bien en pulvérisation qu'en atomisation	(46)

TABLEAU 5 - Essai de GESATOPE 80.

Traitements	Coupe d'herbe (quantité pour 336 m ²)			Hauteur des bananiers à 120 jours
	à 33 jours	à 69 jours	à 123 jours	
Témoin Simazine	174 kg 34	331 kg 153	510 kg 158	133 cm 158

cée par le type de sol (53), elle serait moins persistante dans le sol que la simazine (51).

CULL (11) indique de bons résultats au Queensland. KASASIAN (23) a obtenu un bon contrôle de l'enherbement sans effet sur la récolte et valable sur sols argileux.

ROMANOWSKI (33) mentionne l'apparition de chloroses marginales sur les feuilles, variables selon le type de sol :

- en sol argilo-limono-graveleux, fortement désaturé, 8 p. cent de matière organique : apparition d'une chlorose modeste

- en latosol peu humifère (2 p. cent de m.o.) à argile kaolinique et oxydes en fer : apparition d'une forte chlorose

- en sol argilo-limoneux foncé à 4-5 p. cent de matière organique : pas d'apparition de chlorose.

Ce même auteur indique que l'atrazine est efficace contre les herbes à feuilles larges (*Portulaca*, *Amaranthus*, *Bidens*, *Coronapsus*) ainsi que sur *Eleusine*, *Cenchrus*, *Eragrostis*. L'action sur *Digitaria*, *Setaria*, *Echinochloa* et *Cyperus* est variable ou nulle.

Les doses conseillées par divers auteurs sont les suivantes :

TABLEAU 6 - Utilisation de l'Atrazine.

Doses	Modalités observations	Références
3-5 kg	Prélevée	WALKER (39)
3,5 kg	Prélevée - chlorose marginale	(42)
3,5 kg	Bananier plus ou moins sensible	KASASIAN (18)
2,5 kg	En atomisation, 50-60 l huile - à retenir	BEUGNON (4)

BEUGNON (4) a étudié l'efficacité du GESAPRIME selon la dose en même temps que la phytotoxicité pour le bananier. Le traitement est fait en prélevée de la flore adventice en atomisation huileuse (50 l/ha). (tableau 7)

Cet auteur a noté des brûlures foliaires marginales apparaissant dans les 48 heures suivant le traitement et s'estompant après 30 à 40 jours. L'efficacité est de l'ordre de trois mois.

. Ametryne = 2-méthylmercapto-4-éthylamino-6-isopropylamino-S-triazine = GESAPAX. L'ametryne, utilisée seule en traitement de post-lévéé des adventices, serait peu persistante dans le sol (51).

ROMANOWSKI (33) indique que l'ametryne est efficace contre *Digitaria*, *Cenchrus*, *Eleusine*, *Portulaca*, *Amaranthus*, *Bidens* et *Coronapsus*. L'efficacité est variable pour *Setaria*, *Echinochloa*, *Eragrostis*, *Emilia* et faible ou nulle pour *Cyperus*, *Borreria*, *Apium*. (tableau 8)

Dans le groupe des triazines, divers autres herbicides sont à l'étude, signalons :

. A18-65 (GEIGY) qui est une méthylthiotriazine voisine de l'ametryne et maintenant commercialisé sous la marque CARAGARD.

Utilisé à la dose de 2,5 kg en prélevée des mauvaises herbes, il s'est montré très efficace contre la flore adventice sauf sur les *Cyperus* et *Kyllanga* (25). A la dose de 20 kg/ha le CARAGARD est phytotoxique pour le bananier (chlorose marginale des feuilles).

. A18-62 (GEIGY) = chlorotriazine. En Côte d'Ivoire (25), à la dose de 3 kg de A18-62 + 1 kg de GESAPAX (ametryne), en prélevée, il fut très efficace sauf sur *Digitaria*, *Eleusine*, *Paspalum*, *Ageratum*, ainsi que *Diodia* et *Cyperus*.

- A18-65 + IGRANE 50 (terbutryne) a donné de bons résultats (25).

● Ammonium quaternaires.

Leur action est rapide mais peu persistante.

. diquat = 1,1'-éthylène-2,2'-dipyridilium cation = REGLEX, REGLONE. Présenté sous forme de dibromure monohydraté le diquat agit très rapidement et d'autant plus vite que les plantes sont plus éclairées.

LHOSTE (23) indique que l'action du diquat serait due à sa réduction en un radical par des processus naturels de respiration et de photosynthèse. Il serait absorbé par les tissus végétaux, véhiculé par la sève mais d'une façon imparfaite, il n'est pas rémanent.

- paraquat = 1,1'-diméthyl-4,4'-dipyridilium cation = GRAMOXONE. C'est probablement l'herbicide le plus utilisé en bananeraie. Il ne doit pas être associé à des mouillants anioniques. Sa toxicité aux doses habituelles d'utilisation est faible (49).

Le paraquat, absorbé rapidement par la plante (1 heure) doit être appliqué par temps couvert pour permettre sa diffusion dans l'ensemble de la plante avant sa transformation. En effet, le paraquat non phytotoxique par lui-même, se transforme rapidement sous l'action de la lumière en un pro-

duit herbicide. Il est inactivé très rapidement au contact du sol par absorption sur les substances colloïdales. Au-delà d'une durée d'environ 96 heures la lente migration vers les composants minéraux du sol le met à l'abri de la dégradation microbienne (47). (tableau 9)

ROMANOWSKI (33) indique que le paraquat avec mouillant (X77) est efficace contre *Digitaria*, *Setaria*, *Cenchrus*, *Eleusine*, *Apium*, *Portulaca* et *Amaranthus*. L'action est nulle sur *Cyperus*, *Echinochloa* et *Coronapsus*. Le contrôle est assuré pour une période d'environ 8 semaines.

Dans tous les cas, il est indispensable d'éviter les projections sur le faux-tronc et les feuilles du bananier (brûlures localisées au point d'impact des gouttelettes).

● Autres herbicides.

Signalons quelques autres herbicides testés en culture bananière :

. Dichlorobenzil = 2,6-dichlorobenzonitrile.

Il agit sur les graines en cours de germination, les rhizomes et les jeunes plantules. Il n'est pas sélectif. Etant volatil, il agit d'autant mieux qu'il sera plus soigneusement incorporé à la couche superficielle du sol (27).

HOROWITZ (17) signale qu'à moins de 5 kg de matière active/ha, un mois après la plantation de printemps, sur sol nu, il est le meilleur herbicide contre les adventices des bananeraies irriguées dans la vallée du Jourdain en particulier pour *Echinochloa*, *Malva* et *Portulaca*.

. Piclorame = acide 4-amino-3,5,6-trichloropicolinique = TORDON.

Il est signalé par ROMANOWSKI (33) comme phytotoxique pour le bananier.

. Norea = 1(hexahydro-4,7-méthanoindanyl)-3,3-diméthylurée = HERBAN.

Le norea aurait une action semblable à celle du monuron. Il est signalé par KASASIAN (23) et ROMANOWSKI (33) comme n'ayant aucun effet dépressif sur la récolte. Les doses utilisées varient de 3,5 à 4,5 kg/ha. Peu de renseignements sur son efficacité et sa phytotoxicité pour le bananier.

. 2,4,5 T = acide 2,4,5 trichlorophenoxyacétique.

Il fut utilisé par ESTANOVE (12) en préplantation des bananiers pour l'éradication des plantes ligneuses. Étant plus rémanent et plus phytotoxique que 2,4 D et MCPA, il est à prescrire en culture bananière proprement dite.

. Eptam = EPTC = ethyl-di-propylthiolcarbamate.

L'eptam réduit la croissance des bananiers. Efficace contre les Graminées et les Cypéacées (51) à la dose de 7 kg/ha, il doit être incorporé au sol à une profondeur de 5-10 cm (33).

. Clober = cypromid = N-(3,4-dichlorophenyl) cyclopropane-carboxamide.

Signalé par ROMANOWSKI (33) pour une utilisation à la dose de 2,5 kg/ha, il serait efficace contre *Setaria* et plus ou moins sur *Eleusine* et *Echinochloa*. (tableau 10).

TABLEAU 7 - Utilisation du GESAPRIME.

Doses	Poids d'herbe coupée		Plantes résistantes
	à 55 jours	à 105 jours	
10 kg GESAPRIME	3 g/m ²	8,2 g/m ²	<i>Panicum, Digitaria</i>
5 kg GESAPRIME	87	58	<i>Panicum, Digitaria, Paspalum, Eleusine, Kyllanga</i>
2,5 kg GESAPRIME	114	76	<i>Paspalum, Digitaria, Panicum, Eleusine, Kyllanga</i>
Huile seule	780	340	<i>Ageratum</i>
Témoin	928	349	

TABLEAU 8 - Utilisation de l'Ametryne.

Doses	Modalités, observations	Références
2-3 kg m.a.	Aucun effet sur la végétation	KASASIAN (23)
3,2-6,4 kg	Phytotoxique	CHARPENTIER (9)
5,5-11 kg	Immédiatement après la mise en place des plantes - en prélevée de la flore 450 l/ha - en post-levée 900 à 1000 l/ha - Efficace trois à quatre mois	ROMANOWSKI (33)

TABLEAU 9 - Utilisation du Paraquat.

Doses	Modalités, observations	Références
0,85 à 1,2 kg m.a/ha/an	3 à 8 traitements par an	CHAMBERS (5)
2-3 l/ha	bonne efficacité	WALKER (39)
0,5 kg m.a/ha	post-levée	(42)
1,5 à 11,5 l/ha	efficace sur les Graminées et la plupart des plantes à feuilles larges (ajouter un mouillant non ionique ou cationique 0,1 p. cent)	KASASIAN (18)
2,3 l/ha	efficacité de 3 à 6 semaines	CHARPENTIER (9)
1,5-2 l/ha	4 traitements par an	
	soit en atomisation (70 l eau) soit en pulvérisation (400 l eau). Efficace 4-6 semaines	MOREAU (29)
2-3 l/ha	4 applications par an - 400 l eau peu efficace contre <i>Commelina, Digitaria, Eleusine, Diodia, Ageratum, Borreria, Oldenlandia</i> (ajouter un mouillant pour augmenter l'efficacité)	LASSOUDIÈRE (25)

TABLEAU 10 - Classification des principaux herbicides utilisés en culture bananière.

Familles chimiques	Matière active	Noms commerciaux	Voie d'absorption	Modalités d'action
Herbicides inorganiques ou minéraux	MSMA			
Acides organiques halogénés de la série aliphatique	TCA Dalapon	BASOTOX, GRAMINOX DOWPON, ALATEX, BASFAPON	R - F R - F	action fugace, télétoxicité, post-levée idem
Urées substituées	Diuron Monolinuron Linuron	KARMEX ARESIN AFALON, SARCLEX	R R R	action persistante, télétoxicité, pré ou post-levée (avec réserve) action persistante, contact et télétoxicité prélevée
Phénols et crésols	PCP Dinosèbe	DOWOCIDE G ARETTIT ...		action fugace, pré et post-levée contact, post-levée
Aryloxyacides et dérivés - Aryloxyacétique - Aryloxypropionique	2,4 D MCPA Mercoprop + (ioxynil)	très nombreux noms idem CERTROL, ACTRIL		action de télétoxicité, post-levée idem contact et télétoxicité, post-levée
Diazines	Amitrole Amitrol T			
Triazines	Simazine Atrazine Ametryne	RADOXONE, AMITRIL TL, WEEDAZOL TL ... GESATOPE 80 GESAPRIME 50 GESAPAX 80	R - F R	action fugace, télétoxicité, post-levée action persistante, télétoxicité prélevée idem + post-levée action fugace, télétoxicité pré et post-levée
Ammonium quaternaires	Paraquat Diquat	GRAMOXONE REGNONE, REGLEX	F F	action fugace, télétoxicité, post-levée idem

R = absorption par les racines

F = absorption par les feuilles.

LES ASSOCIATIONS D'HERBICIDES

Elles sont de plus en plus utilisées car elles peuvent accroître la gamme des espèces détruites. Certains herbicides en mélange présentent également des phénomènes de synergie augmentant l'efficacité de chacun. Mais dans tous les cas, il est nécessaire d'assurer des essais préliminaires étant donné que la sélectivité peut être largement diminuée.

En culture bananière de nombreuses associations ont été testées, nous ne citerons que les principales :

avec le MSMA. Des mélanges avec paraquat, diquat, pyriclor, 2,4 D et ametryne ont été utilisés.

MSMA (2,0 kg) + paraquat (0,23 l)

MSMA (2,0 kg) + 2,4 D (2,0) phytotoxicité importante

MSMA (3,0 kg) + ametryne (1,5 kg)

avec le TCA

TCA + simazine ou linuron en prélevée (42)

TCA (3,5 kg) + simazine (3,5 kg) utilisé en prélevée (18)

TCA (5-10 kg) + paraquat (0,25 l)

avec le dalapon

dalapon (5,5 kg) + diuron (3,5 kg) très bon (20)

dalapon (5-10 kg) + amitrole permettant de contrôler le

Paspalum jeune (26).

dalapon + paraquat, efficace (42)

avec le diuron

diuron (2 kg) + monolinuron (1 kg) dans 50 l huile de plantation (4)

diuron (3,5 kg) + diquat ou paraquat (0,6 l), bons résultats, économiquement intéressant (26)

avec le monolinuron et le linuron

linuron (2 kg) + monolinuron (1 kg), bonne efficacité (4), pas de brûlures

linuron (3 kg) + paraquat (0,5 l) (23)

linuron (3 kg) + 2,4 D amine (2 kg) (23)

linuron + simazine + paraquat ou 2,4 D en post-lévé (42).

avec le dinosèbe

dinosèbe (8 l) + paraquat (2 l) assurerait un bon contrôle de l'enherbement avec toutefois un effet assez fugace sur les Rubiacées (*Borreria*, *Diodia*) ainsi que sur *Digitaria*, *Ageratum* et *Peperomia* (25).

avec la simazine

simazine (2 kg) + paraquat (2 kg). Quatre mois après traitement il y a peu de repousses de *Setaria* (19).

MOREAU (29) utilisant 2 kg de GESATOPE (simazine) + 1,5 l de GRAMOXONE (paraquat) indique que trois mois après le traitement il a coupé 1.400 kg d'herbe dans la parcelle témoin et seulement 700 kg dans la parcelle simazine + paraquat.

simazine (3,2 kg) + aminotriazole (3,4 kg), très bon sur *Digitaria*, *Echinochloa*, *Setaria*, *Mormodica* (1).

simazine + ametryne. De nombreuses expérimentations ont été réalisées avec cette association notamment par l'IFAC. En Côte d'Ivoire (25), GESATOPE (2 kg) + GESAPAX (1 kg) appliqués en prélevée de la flore adventice, ont donné de très bons résultats.

Certaines espèces sont assez résistantes : *Digitaria*, *Ageratum*, *Diodia*, *Oldenlandia*, *Eleusine* et *Commelina*.

A Madagascar (29), le mélange GESATOPE (1,1 kg) + GESAPAX (2 kg) a donné également un très bon résultat. La hauteur des bananiers témoins (180 cm) était largement inférieure à celle des bananiers traités (217 cm).

Un produit commercialisé sous le nom de KARTRIL a été testé en Guadeloupe (46). Il est composé de 36 p. cent de diuron + 21 p. cent d'amitrole + 17,9 p. cent de thiocyanate de sodium. A la dose de 5 kg/ha, le KARTRIL appliqué sur une bananeraie envahie par les adventices a eu une bonne efficacité pendant au moins 3 mois 1/2. A la dose de 7,5 kg, il est phytotoxique pour le bananier.

D'autres associations sont réalisées, mais elles ne présentent pas toutes un intérêt économique important.

DISCUSSION

Les produits herbicides doivent répondre à trois conditions essentielles pour leur utilisation en culture bananière :

- . inocuité pour le bananier
- . efficacité sur la flore adventice
- . rentabilité par rapport aux méthodes anciennes.

L'inocuité vis-à-vis du bananier est le plus souvent obtenue artificiellement en évitant d'apporter l'herbicide sur les organes végétatifs de celui-ci.

Pour les produits agissant principalement après absorption par les racines, deux hypothèses peuvent être avancées :

- . différence de physiologie entre le bananier et les plantes adventices,
- . masse du bananier très élevée comparée à la masse des mauvaises herbes (phénomène de dilution).

Les divers avis recueillis dans la littérature prouvent que les résultats d'expérimentation d'herbicides sont assez variables. Les causes de variation nous semblent les suivantes :

- flore adventice différente d'une région à l'autre,
- climatologie non comparable ou conditions micro-climatiques différentes lors des applications et pendant la période d'action des herbicides,
- type de sol variant de sableux à argileux avec des porosités et des taux de matière organique sensiblement différents,
- faune bactérienne pouvant être différente ce qui entraîne des vitesses de dégradation diverses,
- évolution de la bananeraie en particulier par ombrage du sol par les plantes,
- conditions de réalisation des essais : propreté du sol, hauteur de l'enherbement, etc.
- techniques culturales (fertilisation, irrigation, etc.).

ROMANOWSKI (33) ainsi que BARBA (1) ont bien montré l'influence du type de sol sur la rémanence des herbicides et leur phytotoxicité pour le bananier. SUSS (38) a étudié particulièrement la destruction du monolinuron, du pyrazone et de la triazine lorsque ces produits étaient utilisés plusieurs fois ou associés entre eux, en fonction des types de sols. Il a démontré que la nature du sol joue un rôle important vis-à-

vis de la disparition de ces herbicides (en particulier la teneur en eau et la température). L'apport répété du même désherbant a pour conséquence un accroissement de sa vitesse de dégradation ce qui serait probablement dû à la prolifération de micro-organismes favorisant sa destruction (particulièrement pour la pyrazone et la triazine). SUSS indique aussi qu'un accroissement de température (15 à 30 °C) active la décomposition du monolinuron et de la triazine alors que celle de la pyrazone est maximale à 15 °C. D'après cet auteur, il semble qu'un nombre restreint de micro-organismes serait capable d'agir sur le monolinuron. L'activité microbienne est dans tous les cas liée aux modalités d'absorption des produits par l'argile ou les colloïdes humiques.

DAY, JORDAN et RUSSELL (48) indiquent que le taux de décomposition du dalapon varie grandement parmi les 43 types de sol qu'ils ont étudiés. Ceci serait apparemment dû aux différences dans les populations bactériennes du sol capables de décomposer le dalapon.

Il est indéniable qu'une bonne connaissance de chaque produit est nécessaire avant d'envisager son utilisation à grande échelle. Les expérimentations réalisées devraient être conformes aux indications fournies par BAYON (3) et en particulier :

- de longue durée (avec des applications répétées du produit) de façon à connaître la rémanence et les accumulations possibles dans le sol,
- réalisation sur divers types de sol,
- utilisation de plusieurs doses (1-2-4-8 par exemple),
- contrôle précis par des relevés d'enherbement par exemple selon la méthode appliquée en Côte d'Ivoire (25) et aussi par des observations qualitatives et quantitatives sur les bananiers.

La poursuite de telles études est longue mais permettra seule d'assurer aux agriculteurs la validité des produits proposés sur le marché. D'après notre recherche bibliographique, en culture bananière de telles expérimentations sont peu fréquentes, ce qui peut entraîner des déconvenues pour les producteurs.

Les progrès réalisés sont dominés par divers faits (46) en particulier l'amplification des traitements de pré-lévée des adventices, la mise au point de nouvelles techniques d'application, la découverte du rôle joué par la plante dans la modification de la structure, de l'activité et de la sélectivité des herbicides ainsi que par la découverte des effets des mouillants, solvants et autres additifs sur la sélectivité, la rémanence et le devenir des herbicides.

La tendance actuelle est d'utiliser une large gamme d'herbicides spécifiques pour la lutte contre des adventices bien déterminées pour chaque culture et pour des régions précises. L'utilisation d'associations d'herbicides ainsi que la permutation de ceux-ci au cours des cultures sont largement préconisées de façon à prévenir toute modification indésirable de la flore adventice et d'éviter l'accumulation de résidus chimiques dans le sol.

Les travaux en cours permettent et permettront de donner d'utiles précisions pour chaque produit (pénétration, absorption, translocation, mécanisme de sélectivité, devenir dans le

sol et dans les plantes). Diverses études ont montré que les herbicides modifient et contrôlent la croissance des végétaux soit en inhibant des processus physiologiques essentiels soit en empêchant la biosynthèse de certains métabolites.

Pour la recherche de nouveaux désherbants, il est de plus en plus primordial de connaître les cycles vitaux tant des adventices que de la culture afin d'accroître leur efficacité et leur sélectivité.

APPLICATION EN BANANERAIE INTENSIVE

Comme l'indique COMMUN (10), «la lutte chimique contre les mauvaises herbes ne dispense pas des travaux agricoles fondamentaux».

La technique la plus couramment utilisée jusqu'ici en culture bananière consistait en des traitements de post-lévée de la flore adventice avec des désherbants agissant par contact. Constatant une sorte de sélection des espèces en fonction du milieu (ombrage, type de sol ...) et des méthodes culturales (sarclage, herbicides de contact) la tendance est de mettre au point une lutte préventive. L'éradication des adventices ayant échappé aux traitements préventifs ne serait plus qu'une opération occasionnelle entraînée par des causes indépendantes du planteur (coup de vent, récolte très groupée) qui, du fait de la suppression d'une partie fort importante du couvert végétal, permettent l'apparition de mauvaises herbes issues de graines germant dans des conditions devenues très favorables.

En culture bananière, l'élimination des adventices est particulièrement difficile du fait que certaines sont très résistantes ou très vivaces (Graminées, Cypéacées) et que le bananier est sensible à certains herbicides.

Trois techniques principales sont utilisables :

Traitement de préplantation.

Le premier moyen de lutte est d'assurer une préparation du terrain de plantation la meilleure possible (labours profonds, arrachage des touffes ...) aux périodes les plus propices pour l'élimination des adventices (temps sec). Ces conditions ne sont que rarement réunies puisque les meilleures périodes de plantation correspondent en règle générale à la fin des saisons sèches ou des saisons pluvieuses (Côte d'Ivoire).

Le désherbage chimique en préplantation est une technique encore peu utilisée. Pourtant dans ces cas précis (envahissement par les Graminées et Cypéacées par exemple) il y aurait tout intérêt à assurer une éradication complète des adventices.

Les produits employés doivent être choisis en tenant compte de leur efficacité contre les adventices présentes (d'où l'intérêt d'un inventaire botanique précis), de leur efficacité non seulement sur la végétation mais aussi sur les parties souterraines (utiliser un herbicide systémique) et aussi de l'absence de toxicité pour la culture qui sera mise en place (nécessité de prendre des herbicides peu ou pas rémanents).

ESTANOVE (12) propose pour la Guadeloupe les produits suivants :

- contre les Graminées : dalapon. Cet herbicide agissant sur la végétation en pleine croissance, il serait utile de provoquer l'apparition de jeunes pousses par application d'un herbicide de contact ou par un labour, ou encore en attendant une reprise de végétation après une courte période pluvieuse. Deux applications, à une dizaine de jours d'intervalle, d'une solution aqueuse à 2 p. cent de dalapon ont donné de bons résultats.
- contre les plantes ligneuses : 2-4-5 T ou sulfanate d'ammonium.
- contre les plantes à feuilles larges : 2-4 D et PCP étant pratiquement abandonnés, l'utilisation du paraquat à la dose de 200 à 600 g de matière active/ha, donne des résultats satisfaisants en particulier s'il est appliqué en fin de journée ou par temps couvert.

Traitement de prélevée des adventices, après plantation.

Réalisé sur sol très propre sans adventices. Les graines présentes dans le sol constituent la seule possibilité d'enherbement excepté le transport éventuel par le vent. Le but est d'empêcher le développement de ces plantules jusqu'au moment où les bananiers seront suffisamment développés pour assurer un ombrage évitant la prolifération des herbes. Le désherbant utilisé devra donc être efficace sur les plantules ou les graines en germination, rémanent pendant plusieurs mois et non phytotoxique pour le bananier. Ce sera donc un produit systémique par absorption racinaire et suffisamment rémanent (urées substituées ou triazines).

Ces herbicides ont donné des résultats satisfaisants avec une efficacité pouvant atteindre 3 ou 4 mois selon la climatologie, le type de sol, etc. Il est nécessaire d'être très prudent dans leur utilisation et de respecter les doses prescrites selon les types de sol pour éviter tout effet nocif sur le bananier.

Comme nous l'avons signalé, le comportement de ces herbicides utilisés en prélevée des adventices varie considérablement selon le milieu.

La réalisation des applications doit être minutieuse de façon à éviter des apports doubles ou triples sur certaines zones du terrain (recouplement des passages des appareils de pulvérisation). Dans le cas où le traitement de prélevée n'a pu être fait au moment voulu ou bien lorsque le sol a été mal préparé, il est judicieux d'ajouter un herbicide permettant de détruire la végétation existante.

Traitement de post-levée des adventices, après plantation.

Les deux méthodes de lutte préventive précédentes n'étant pas toujours totalement efficaces, il est nécessaire d'assurer l'élimination des adventices développées. En réalité, dans la quasi totalité des bananeraies la lutte contre les mauvaises herbes a été pratiquée à l'inverse de ce qu'il était logique d'envisager. Les premiers désherbants utilisés furent en effet des produits agissant sur la flore déjà développée ce qui peut s'expliquer par le fait que ces produits de contact n'ont pas de rémanence dans le sol et ne risquaient pas d'atteindre le bananier. Lors des récoltes ou après tornade la végétation adventice se développant, il est nécessaire de faire des traite-

ments. Le paraquat et le dalapon sont les herbicides les plus conseillés dans ce cas. Il est indispensable d'éviter la projection de gouttelettes sur les feuilles basses des bananiers et sur les jeunes jets.

A titre documentaire, le tableau 11 donne un exemple de programme de désherbage chimique. Bien entendu, celui-ci doit être adapté à chaque cas particulier et tenir compte des espèces à détruire. Pour assurer un contrôle correct de la flore à l'intérieur des plantations, il est indispensable que les drains, bordures de carré et routes soient tenus constamment propres.

Dans les bananeraies sur coteaux ou sur forte pente, le maintien du sol nu peut être déconseillé. L'utilisation d'herbicides de contact (conservation du système racinaire) permettra de lutter à la fois contre les adventices et contre l'érosion.

La méthode d'application est très importante pour la réussite des traitements herbicides. Deux techniques principales sont utilisées : l'atomisation et la pulvérisation, cette dernière étant actuellement la plus courante.

Pulvérisation.

Elle nécessite de grandes quantités d'eau (400 à 1000 l/ha) mais permet une bonne répartition du produit. Elle peut se faire soit avec un pulvérisateur tracté ou bien porté à dos d'homme. Cette dernière méthode est la plus répandue dans les régions où le système de drains ouverts est dense (Côte d'Ivoire par exemple). Pour des précisions sur les matériels proposés dans le commerce nous signalons une étude intéressante réalisée en 1971 par HERBLOT (16).

Cependant, nous insisterons sur le choix des buses de pulvérisation qui est un facteur très important pour la réussite des traitements. Un pulvérisateur excellent ne donnera pas de bons résultats s'il est équipé de buses inadaptées, mal réglées ou en mauvais état.

Il est recommandé de munir les appareils de buses qui permettent d'obtenir une pulvérisation formée de grosses gouttelettes ne risquant pas d'être entraînées par le vent en n'employant que des quantités relativement réduites de liquide (300 à 600 litres par hectare).

Les buses les mieux adaptées à ces conditions sont celles donnant un jet plat obtenu à basse pression (buses à fente, buses à miroir).

HERBLOT (16) donne les indications suivantes :

- buses à fentes donnant un jet plat assez épais (jet « pinceau ») relativement insensible au vent si leur axe est vertical.

- L'angle de pulvérisation varie selon la forme de la fente et s'accroît avec la pression pour se stabiliser à 2-3 bars.

- buses à fente de petit calibre (1 l/mn à 1,5 bar). L'angle de pulvérisation normal est de 60° à 80° mais peut atteindre 110° pour certains types. La répartition est bonne entre 40 et 80 cm de hauteur.

- buses à fente à double orifice dont l'angle de pulvérisation atteint 150° (largeur traitée de 2 m à 50 cm de hauteur).

- buses à fente à jet dissymétrique (orifice excentré) à gros débits (3,3 à 98,2 l/mn à 2,1 bars) et grandes largeurs de travail (5,5 m à 9,7 m à 90 cm de hauteur). Des buses à petit

TABLEAU 11 - Exemple de programme de désherbage chimique.

Périodes d'application, produits utilisables	Doses/hectare
Préplantation - Produits systémiques à rémanence de courte durée.	
Dalapon (destruction des souches de Graminées. Application lorsque les jeunes pousses se développent. Ex. BASFAPON (85 p. cent m.a.)	5-8 kg
2-4-5 t ou sulfanate d'ammonium (destruction des plantes ligneuses)	variable selon l'importance des adventices
Paraquat (GRAMOXONE) (destruction des plantes à feuilles larges)	2-4 litres
Après plantation	
- En prélevée des adventices (produits systémiques, absorbés par les racines, à rémanence de longue durée)	
. Sur sol propre sans souches de mauvaises herbes :	
Triazines : simazine (GESATOPE) ou atrazine (GESAPRIME)	3-4 kg
ou	
Urées substituées : monolinuron (ARESIN)	3 kg
. Sur sol propre mais avec des souches de mauvaises herbes susceptibles de se développer :	
Simazine (GESATOPE) + ametryne (GESAPAX)	2 kg + 1 kg
ou	
Simazine (GESATOPE) + dalapon (BASFAPON) (?)	2 kg + 5 kg
ou	
Monolinuron (ARESIN) + GESAPAX ou BASFAPON (?)	3 kg + 5 kg
ou	
Triazine + ametryne (GARDOPRIME)	3 à 6 kg
- En post-levée des adventices (produits systémiques ou de contact)	
Dalapon (pour une flore adventice à base de Graminées)	5-8 kg
ou	
Paraquat (GRAMOXONE)	2-3 litres
ou	
Amitrol T (pour Graminées + Dicotylédones)	4-6 kg
Plantations établies (voir herbicides utilisés en post-levée des adventices)	

Note : pour certains produits, il est nécessaire d'ajouter un mouillant. Se conformer aux prescriptions des fabricants

débit du même type (0,64 à 3,78 l/mn à 2,1 bars) donnent une largeur de pulvérisation de 1,9 à 2,9 m à 60 cm de hauteur.

- buses miroir (jet « éventail ») ayant un grand angle de pulvérisation (120° à 140°) ce qui leur permet de couvrir une grande largeur de travail en fonction de la hauteur de la buse. Un angle de 110° est obtenu avec une pression de 0,1-0,2 bar s'accroissant avec la pression. La répartition latérale est médiocre. Il y a accumulation de liquide sur les bords du jet et au centre. Leur emploi est recommandé lorsque des cultures vulnérables se trouvent à proximité (absence de formation de brouillard).

HERBLOT (16) indique que des essais faits au CNEEMA sur des buses en fente et à miroir pour des pressions inférieures à 1,5 bar ont montré que la quantité (en volume) des gouttelettes d'un diamètre inférieur à 110 μ ne dépasse pas 1 p. cent.

Divers autres types de buses ont été étudiés tel le « VIBRAJET » mis au point par Plant Protection Ltd (Imperial Chemical Industries). C'est une buse oscillante (15 cycles par seconde) entraînée par un moteur électrique de 12 volts fonctionnant à une pression très basse de l'ordre de 0,07 à 0,4 bar. Le Vibrajete permet d'obtenir de grosses gouttes (800 à 1200 μ) avec une faible proportion (en volume) de fines gouttelettes. La largeur de travail et le débit sont réglables (ne convient pas pour l'application de poudres mouillables) (HERBLOT, 16).

Atomisation.

Cette technique permet de réduire considérablement les quantités de liquide utilisées et de travailler plus rapidement. La méthode de pulvérisation pneumatique à débit réduit a été mise au point principalement par GUYOT et OLIVIER (15, 46) aux Antilles. D'excellents résultats ont été obtenus avec seulement 100 litres de solution à l'hectare. L'atomisa-

tion est encore plus efficace si les produits sont mélangés à l'huile. Les avantages de l'huile comme support sont de trois ordres :

- meilleure adhérence par temps pluvieux (pour les herbicides de contact ou absorbés par les feuilles),
- meilleure suspension des poudres solubles dans l'huile que dans l'eau,
- viscosité plus facile à obtenir.

En Guadeloupe, l'atrazine, le diuron ou le dalapon sont utilisés en pulvérisation pneumatique à base d'huile (12). Le paraquat est également appliqué par atomisation notamment à Madagascar (70 l d'eau/ha) (29).

L'inconvénient majeur serait la création d'un nuage de solution pouvant se déposer sur les feuilles de bananier. Il est donc nécessaire d'ajouter un alourdisseur et de ne pas traiter en période de vent ni à proximité de culture sensible.

Quelle que soit la technique d'application choisie, les traitements doivent être réalisés soigneusement et par des opérateurs compétents de façon à éviter les recouvrements trop importants (ou le défaut de recouvrement) de deux passages contigus, une trop forte (ou une trop faible) quantité de produit à l'hectare et aussi les projections sur les bananiers ou les cultures avoisinantes.

Les conditions générales pour la réussite d'un désherbage chimique ont été maintes fois données notamment par COMMUN (10) qui cite LEFORD (*) :

- L'herbicide ne doit pas être phytotoxique pour la plante cultivée.
- Dans certaines situations, il y a intérêt à associer deux, voire trois types d'herbicides dans un même traitement ou à alterner plusieurs types de désherbants, suivant la sensibilité de la plante cultivée et celle des plantes à détruire.
- Il est indiqué de renoncer à détruire totalement des plantes adventices exceptionnellement résistantes, plutôt que de recourir à de fortes doses de produits dont on ignore l'effet résiduel.
- Ne pas choisir de désherbants très volatils (action dommageable possible sur des cultures voisines).
- Sans recourir à l'arrosage (qui conduit à des pertes de produits et d'efficacité), mouiller toutefois suffisamment les adventices à détruire. Les appareils dits « atomiseurs » constituent une solution recevable.
- Ne traiter que les parcelles suffisamment sales pour justifier les frais engagés.
- Compléter, si cela est économique, un sarclage ou un brûlage par le désherbage chimique.
- Traiter : au moment de la plus grande sensibilité physiologique de l'adventice envers l'herbicide choisi (prélevée, post-lévé) ; par temps suffisamment chaud ; quand le sol est

humide (la sécheresse cause beaucoup d'échecs) ; lorsque l'humidité relative de l'atmosphère est élevée (évaporation rapide évitée, absorption facilitée).

- Ne pas traiter par temps menaçant (vent ou pluie).
- Si l'on a recours à un herbicide pulvérulent, traiter quand les plantes sont recouvertes de rosée.
- Bien choisir un herbicide adapté aux caractéristiques de fonctionnement de l'appareil d'épandage. Le doser avec le plus grand soin.
- Bien veiller à ce que le traitement conduise à l'enrobage des adventices à supprimer.
- Nettoyer à fond après traitement les appareils utilisés.
- Se conformer strictement, pour l'emploi des herbicides, aux recommandations des fabricants.
- Confier les opérations de désherbage chimique à des exécutants consciencieux.

CONCLUSION

Le désherbage est une technique d'entretien se développant rapidement en culture bananière. Pour assurer une réussite complète il est nécessaire que le planteur ait un niveau de technicité relativement élevé. En effet, l'utilisation d'un produit herbicide ne doit pas être décidée à la légère et il est quasi obligatoire de réaliser des tests préliminaires avant toute application généralisée.

La tendance des fabricants étant de mettre au point des produits très sélectifs et à forte rémanence, il sera de plus en plus nécessaire de connaître la flore à détruire et les modalités d'utilisation. Par exemple, au sujet de la sélectivité, il a été démontré que le dalapon est sans action sur *Paspalum virgatum* et *Paspalum compressus*, alors que l'aminotriazole les détruit. A l'inverse, l'aminotriazole agit peu sur *Axonopus compressus*, alors que cette plante est sensible au dalapon. De même, l'ametryne est excellente contre *Emilia* et le diuron est bon contre *Borreria* et *Apium*.

La mise au point d'un programme de désherbage chimique doit se faire en tenant compte des facteurs suivants :

Sur le terrain et la culture :

- période d'application (préplantation, prélevée ou post-lévé des adventices),
- degré d'enherbement ou de propreté du sol,
- nature du sol (porosité, matière organique, sable, argile ...),
- conditions climatiques (pluviométrie, ensoleillement, température ...),
- stade de la culture (replantation, floraison, récolte ...),
- flore adventice (Graminées, Cypérocées, plantes traçantes, etc.)

Sur les produits herbicides proposés. Pour chacun :

- caractéristiques chimiques essentielles (famille chimique),
- méthode d'action (contact, systémique ...) et de pénétration (racines, feuilles),
- rémanence dans le sol éventuellement dans la plante,
- innocuité pour le bananier,
- sélectivité (espèces détruites),

(*) - Aspects pratiques de la destruction chimique des plantes nuisibles aux cultures tropicales, Nouméa, Commission du Pacifique Sud, 1955.

- conditions d'application (temps nuageux, ensoleillé ...),
- modes d'application et précautions à observer,
- prix de revient du traitement y compris l'achat du produit et compte tenu de la rémanence attendue,
- résultats des tests réalisés en culture bananière.

Ayant réalisé un choix, pas toujours facile, étant donné la variété des produits et les diverses solutions envisageables, l'essentiel est d'agir au moment opportun en s'assurant de la qualité du travail effectué, condition indispensable à la réussite.

Si le désherbage chimique tel qu'il est pratiqué actuellement en bananeraie intensive, a permis des progrès dans la recherche d'une meilleure utilisation du sol, il est certain que d'autres améliorations sont encore possibles. Celles-ci seront

probablement caractérisées par :

- la découverte de produits plus sélectifs, plus spécifiques, de meilleure translocation, d'efficacité plus grande, de meilleure formulation et de sécurité plus élevée.
- la compréhension des mécanismes fondamentaux de l'action des herbicides sur le sol et sur la plante,
- l'habileté à combiner les pratiques culturales et la lutte chimique,
- la compréhension des limites des techniques courantes et leur amélioration.

Ces progrès seront d'autant plus rapides et utilisables en pratique qu'il y aura une collaboration scientifique et technique entre les fournisseurs de produits nouveaux, les responsables des essais et de la vulgarisation et les planteurs de bananes.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - BARBA (R.C.). 1967. The selectivity and activity of S-triazine herbicides in banana plants. *University of Hawaii*, août 1967.
- 2 - BARBA (R.C.) et ROMANOWSKI (R.R. Jr.). 1969. Differential phytotoxicity of atrazine and ametryne to bananas. *Weed Research*, vol. 9, n° 2, p. 114-120.
- 3 - BAYON (F.). 1970. Principes de l'expérimentation des herbicides. *La Défense des Végétaux*, n° 145, p. 270-287.
- 4 - BEUGNON (M.). 1964. Essais de désherbage chimique en Côte d'Ivoire. *IFAC, doc. int. R.A.* 64, n° 38.
- 5 - CHAMBERS (G.M.). 1970. Programmed chemical weed control in bananas. *J. of the Agric. Society, Trinidad*, vol. 70, n° 11, p. 55-56 et 58-62.
- 6 - CHAMPION (J.) et MONNET (J.). 1959. Essais d'herbicides en bananeraie. *Fruits*, vol. 14, n° 11, p. 459-464.
- 7 - CHAMPION (J.). 1963. Le bananier. *Ed. : Maisonneuve et Larose*, p. 138-140.
- 8 - CHARPENTIER (J.M.) et GODEFROY (J.). 1963. La culture bananière en Côte d'Ivoire. *Ed. IFAC*, 79-81.
- 9 - CHARPENTIER (J.M.) et LOSOIS (P.). 1966. Essai herbicides 1965 - Côte d'Ivoire *IFAC, doc. int.*
- 10 - COMMUN (R.). 1961. Lutte chimique contre les mauvaises herbes Outre-Mer. *L'Agronomie tropicale*, vol. XVI, n° 4, p. 445-469.
- 11 - CULL (B.W.). 1965. New chemicals to control weeds in bananas. *Queensland Agric. J., Brisbane*, vol. 91, n° 6, p. 356-359.
- 12 - ESTANOVE (P.). 1965. Lutte contre les adventices dans les bananeraies de la Guadeloupe. *Bull. Inf. IFAC Martinique*, n° 8, p. 2-8.
- 13 - ESTANOVE (P.). 1965. Diquat et paraquat en cultures fruitières tropicales. *IFAC - doc. int. R.A.* 65, n° 44.
- 14 - GUYOT (A.). 1970. Un essai de destruction de *Cyperus rotundus* avant plantation d'ananas. *Fruits*, vol. 25, n° 6, p. 447-449.
- 15 - GUYOT (H.) et OLIVIER (P.). 1958. Les traitements pesticides à débit réduit en culture fruitière tropicale. Herbicides par atomisation. *Fruits*, vol. 13, n° 5, p. 203-208 et n° 8, p. 325-327.
- 16 - HERBLOT (G.). 1971. Les matériels utilisés pour la lutte chimique contre les mauvaises herbes. Aspect particuliers en cultures tropicales. *Symposium sur le désherbage des cultures tropicales*. Antibes 7-8 septembre 1971.
- 17 - HOROWITZ (M.). 1968. Experiments on chemical weed control in bananas, in the Jordan Valley 1966/67. *Proc. 3rd. Israel weed control, conf.* p. 40.
- 18 - KASASIAN (L.). 1962. Chemical Weed control in bananas. *Univ. coll. W.I. weed control ext. circ. Trinidad*, n° 1a, 2 p.
- 19 - KASASIAN (L.). 1962. Report for period ending March 31 st 1961. *Pest abstr (c)*, vol. 8, n° 3, p. 183-185.
- 20 - KASASIAN (L.). 1962. Report for april 1961 - march 1962. *Pest abstr(c)*, vol. 8, n° 4, p. 292-295.
- 21 - KASASIAN (L.). 1964. A progress report on chemical weed control in Robusta bananas. *Pans(c)*, vol. 10, p. 102.
- 22 - KASASIAN (L.). 1965. Five years of weedkiller research in the Caribbean. *J. Agr. S. Trin. Tob.*, 65 (4), p. 459-470.
- 23 - KASASIAN (L.) et SEEYAVE (J.). 1968. Chemical weed control in bananas. A summary of eight year's experiments. *Proc. 9th. br. weed control conf.* p. 768-773.
- 24 - KRAMER (M.). 1960. Evicidos nos bananal. *O Biologico*, vol. 26, n° 2, p. 43-44.
- 25 - LASSOUDIERE (A.) et PINON (A.). 1971. Indications préliminaires sur des essais de désherbage chimique en bananeraie. *Fruits*, vol. 26, n° 5, p. 333-348.
- 26 - LEIGH (D.S.). 1969. Controlling weeds in bananas. A comparison of herbicides used. *The agric. gazette N.S.W.*, p. 412-415.
- 27 - LHOSTE (J.). 1965. Les désherbants chimiques *Institut Phytopharmacie Fac. med. et pharm. Marseille*.
- 28 - LIFSHITZ (N.). 1959. Essais de lutte contre les mauvaises herbes annuelles dans les bananiers. *Allon Hanotia*, vol. 7.
- 29 - MOREAU (B.). 1971. Essais d'herbicides en bananeraie à Madagascar. *Fruits*, vol. 26, n° 5, p. 349-351.
- 30 - PY (C.). 1954. Le problème de la lutte contre les mauvaises herbes dans les plantations d'ananas. *Fruits*, vol. 9, n° 5, p. 191-202.

- 31 - PY (C.). 1959. La lutte contre les mauvaises herbes en plantation d'ananas.
Fruits, vol. 14, n° 6, p. 247-261 ; n° 7, p. 291-299 ; n° 8, p. 329-340 ; n° 9, p. 369-387 ; n° 10, p. 423-430.
- 32 - PY (C.). 1968. Le contrôle chimique des mauvaises herbes en plantation d'ananas. Etat actuel de la question à la lumière des résultats d'essais récents.
Fruits, vol. 23, n° 1, p. 3-12.
- 33 - ROMANOWSKI (R.R.). 1967. Herbicides selectivity trials with bananas (*Musa* sp) in Hawaii.
Hawaii Agr. exp. Sta. Tech. Progr. rep., 162.
- 34 - SEEYAVE (J.) et PHILLIPS (C.A.). 1970. Effects of weed competition on growth, yield and fruit quality of bananas.
Pans B, vol. 16, n° 16, n° 2, p. 343-347.
- 35 - SESSING (J.R.). 1968. Weedicide research in banana cultivation
Coconut. ind. bd, tech. meet. on herbicides for tree crops with emphasis on coconut, Jamaïque, p. 89-90.
- 36 - SIMMONDS (N.W.). 1966. Cultivation and weed control ; in Bananas.
Longmans ed., p. 164-169.
- 37 - SUSS (U.). 1970. Destruction d'herbicides appliqués au sol, après utilisations répétées et combinées dans divers types de sol.
Bayerisches landwirthschaftliches Jahrbuch, vol. 47, n° 4, p.425-445.
- 38 - TAI (E.) et LAI (J.). 1960. Chemical control of weed in banana fields.
Bull. sci. res. coun. Jamaïque, vol. 1, n° 2, p. 4-8.
- 39 - WALKER (L.A.). 1968. Herbicides on banana fields.
Coconut ind. bd, Tech. meet. on herbicides for tree crops with emphasis on coconut, Jamaïque, p. 91-98.
- Anonymes.
- 40 - Le désherbage chimique dans les bananeraies (1957).
Fruits guadeloupeïens, n° 12, p. 17-20.
- 41 - Weed control in certain plantation crops (1961).
World crops, vol. 13, n° 6, p. 243-244.
- 42 - Herbicide research unit, Regional Research Centre University of the West Indies, Trinidad March-Dec (1963).
Mimeo. Rep. Univ. West. Indies, 10 p.
- 43 - Herbicides for bananas (1965).
Winban news, 1, 1, p. 7-8.
- 44 - Enhancing marketability of bananas (1965).
J. Agr. S. Trin. Tob. 65 (4) p. 451, 453-457.
- 45 - Index des produits phytosanitaires (1970).
ACTA-FNGPC, 8e ed. Paris.
- 46 - Herbicides et arboricides en agriculture tropicale
Comité de liaison des organismes de recherches agricoles spécialisés Outre-Mer, 579 p.
- Articles sur les herbicides sans référence au bananier :
(voir aussi 3, 13, 14, 27, 30, 31, 32, 37, 45).
- 47 - BURNS (R.G.) et AUDUS (L.J.). 1970. Dispersion et décomposition du paraquat dans le sol.
Weed Research, vol. 10, n° 1, mars 1970, p. 49-58.
- 48 - DAY (B.E.), JORDAN (L.S.) et RUSSELL (R.C.). 1963. Persistence of dalapon residues in California soils.
Soil-Science, mai 1963, vol. n° 5, p. 326-330.
- 49 - GAGE (J.). 1969. Quelques aspects de la toxicité du paraquat.
Mededelingen van de Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen te Gent, vol. 34, n° 3, p. 392-400.
- 50 - GUTH (J.A.), GEISSBUHLER (H.) et EBNER (L.). 1969. Rémanence d'herbicides urée.
Mededelingen van de Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen te Gent, n° 3, p. 1027-1037.
- 51 - HOROWITZ (M.). 1969. Evolution de la persistance des herbicides dans le sol.
Weed Research, vol. 9, n° 4, p. 314-321.
- 52 - HOROWITZ (M.). 1969. Essais sur le néburon.
Mededelingen van de Rijksfaculteit Landbouwwetenschappen te Gent, n° 3, p. 1002-1012.
- 53 - KULINSKA (D.). 1967. Influence de la simazine sur les micro-organismes du sol
Roczniki nauk Rolniczyck, vol. 93, série A, n° 2, p. 229-262.
- 54 - MANORIK (A.V.) et MALITSHENKO (S.M.). 1970. Rôle du sol et des plantes dans l'inactivation de la simazine et de l'atrazine.
Agrokhimija, n° 9, p. 114-119.
- 55 - PARKER (C.). 1971. Informal notes on the 4th East African Herbicide Conference at Arusha, Tanzania.
Pans, vol. 17, n° 1, p. 84-89.
- 56 - RADECKI (A.) et DOMANSKA (H.). 1966. Application des herbicides à base de triazine : résultats.
Tagungsberichte, n° 71, p. 57-67.

