

REPUBLIQUE DU SENEGAL

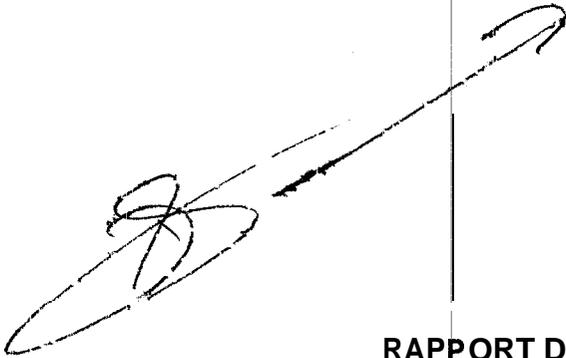
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES
(I.S.R.A.)

UNITE REGIONALE DE
RECHERCHES CENTRE NORD
BASSIN ARACHIDIER

*Arachidis (Gypie)
de chaux
original -> Dièye*

CN 0101391
H620
DIE



RAPPORT DE STAGE

METHODOLOGIE DE RECHERCHE SUR LE STRIGA
30 SEPTEMBRE-11 OCTOBRE 1996
A L'ICRISAT WASIP (Mali)

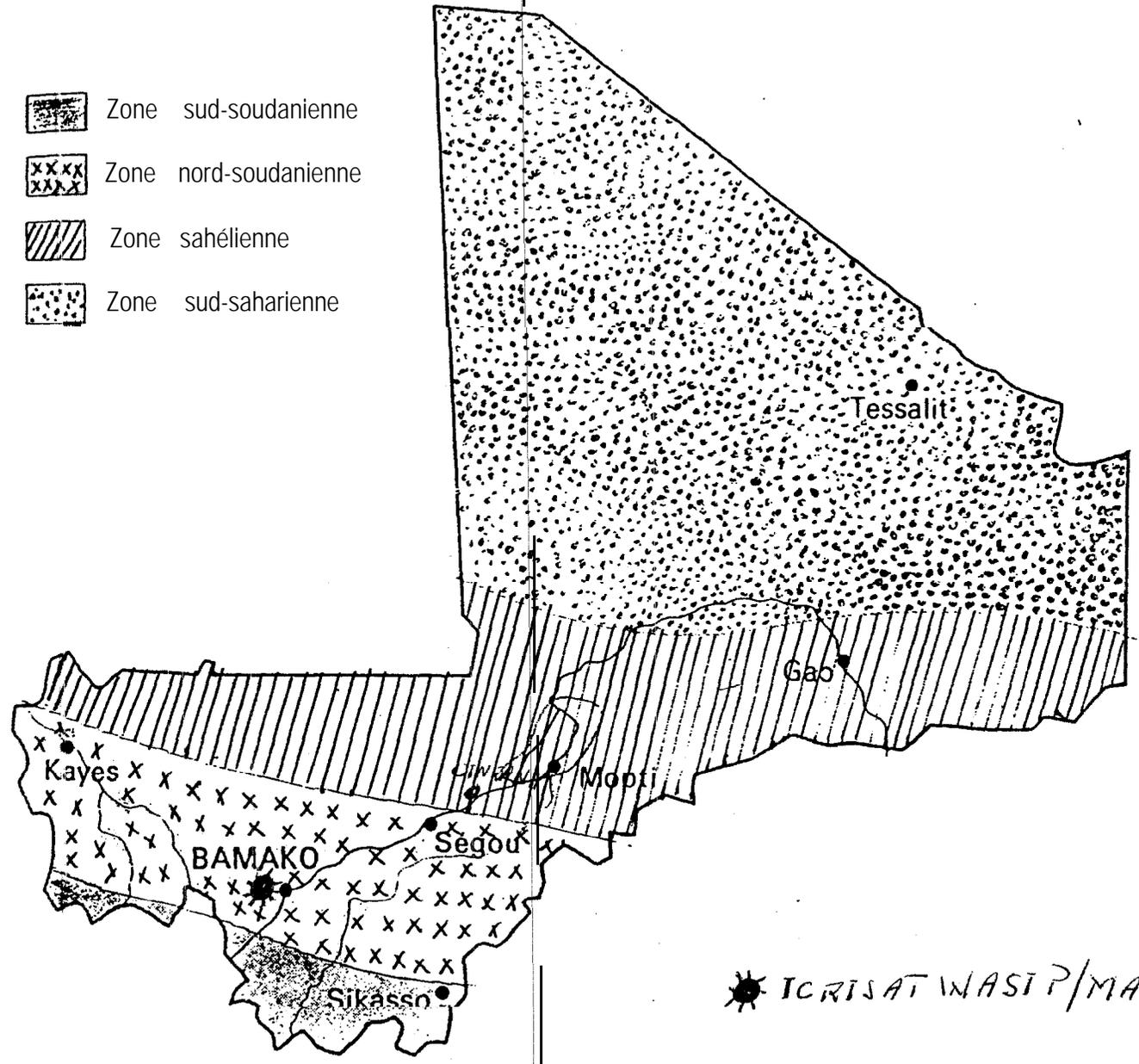
ISRA - BANSEY - S.D.I.
Date 30 Décembre 1996
N° 800 / 96
Nom de l'auteur
Destinataire *SDI*

Par Ibra Dièye
SR/Malherbologie

Enregistré à l'arrêté
du 10^{er} 1961

Octobre 1996

-  Zone sud-soudanienne
-  Zone nord-soudanienne
-  Zone sahélienne
-  Zone sud-saharienne



REGIONS CLIMATIQUES
 (Carte extraite des atlas *Jeune Afrique* - Iles éditions ja.)

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ici ma reconnaissance et mes sincères remerciements à

- Mon Chef de service, Moctar Wade qui a eu l'idée de me proposer à ce stage
- A mon Chef d'Unité, Monsieur Dogo SECK, qui n'a pas ménagé ses efforts pour me faire participer à ce stage dans les meilleures conditions ;
- Au Directeur général et au Directeur Scientifique de l'ISRA et au Responsable du ,Stage de l'ICRISAT-WASIP-Mali qui ont bien voulu accepter ma candidature.
- Enfin, mes remerciements vont à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué au bon déroulement de ce stage

INTRODUCTION

Du 30 Septembre au 11 Octobre 1996, j'ai eu l'opportunité d'effectuer à l'ICRISAT Wasip-Mali un stage dont le thème était : La Méthodologie de Recherche sur le Striga". Il était destiné aux ressortissants des pays francophones travaillant sur les plantes parasites.

Seize (16) participants venus de dix (10) pays (Bénin, Burkina Faso, Guinée Conakry, Madagascar, Mali, Côte-d'Ivoire, Niger, Sénégal, Tchad, Togo) ont assisté à ce stage.

Les cours théoriques étaient complétés par des séances de travaux pratiques au laboratoire et sur le terrain.

Une visite des essais Striga du Programme National a été effectuée à la Station Cinzana située à 280 km à l'Est de Bamako.

I - IDENTIFICATION DE QUELQUES PLANTES PARASITES.

Les plantes parasites appartiennent presque exclusivement à la classe des Dicotylédones. Cette classe compte neuf (9) ordres qui possèdent des espèces parasites. Actuellement, on compte à travers le monde, 18 familles, 140 genres et 3000 espèces de phanérogames parasites.

En Afrique, seules cinq familles de phanérogames parasites présentent une importance économique : la famille des scrofulariacées, des Lauracées, des orobanchacées, des lauracées et des cuscutacées. Parmi ces 5 familles, celle des Scrofulariacées est la plus connue. On y dénombre 16 genres renfermant 500 espèces parasites (Ozenda et Capport, 1979) mais seuls trois genres possèdent des espèces nuisibles aux cultures vivrières, en Afrique. Il s'agit des genres Buchnera, Alectra et Striga. Ce genre est le plus connu de la famille des Scrofulariacées dont les espèces sont généralement :

- des hémiparasites (moitié parasite) obligatoires, épirhizoides (se fixent sur les racines de l'hôte) et annuelles.
- des holoparasites (parasite total) et pérennes.
- des 36 espèces de Striga qui existent, 5 causent des dégâts considérables en Afrique (Ramaiah et al, 1983). Ce sont, par ordre approximatif d'importance géographique en Afrique : le Striga hermonthica (Del) Benth, le Striga asiatica (L) Kuntze, le Striga gesnérioides (Willd), le Striga aspéra (Willd) Benth et le Striga forbesi Benth.

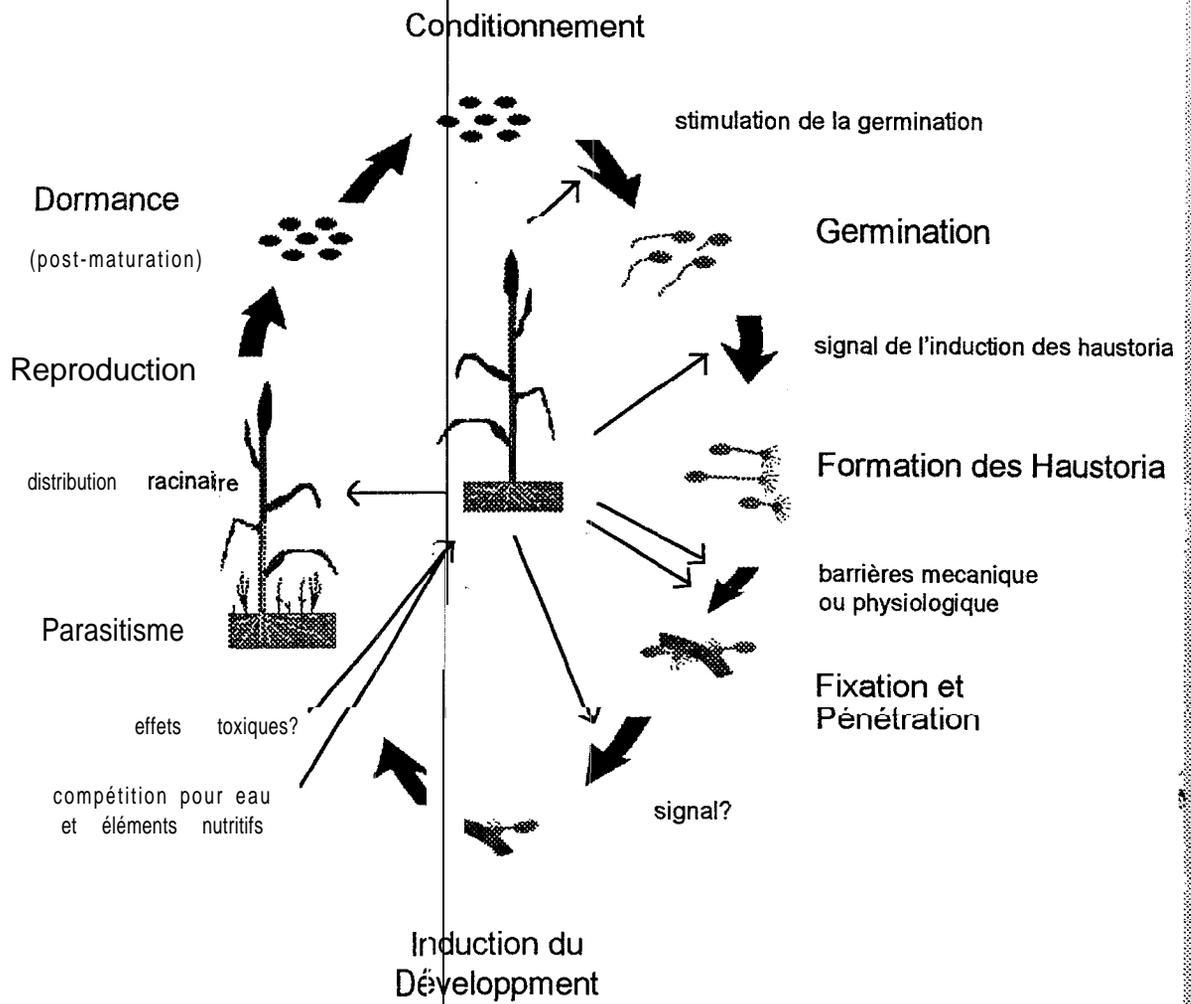
II - CYCLE BIOLOGIQUE DU STRIGA

Les cycles de vie et les signes du parasitisme du Striga sont assez similaires, quelques légères différences ; comme l'indique le cycle de vie général du Striga (Fig. N°1), les graines sont la seule source d'inoculum. Elles sont produites en abondance (environ 10.000 à 100.000/plante) (Pieterse and Pesch, 1983) et pèsent 10" chacun, avec 200 microns de large et 300 microns de long.

Après la dissémination, les graines restent dormantes pendant plusieurs mois, elles ne germent pas même si les conditions de germination sont idéales. Cette période appelée after-ripening (post-maturation) pourrait être une adaptation évolutive pour éviter la germination pendant les dernières pluies de la saison, quand il n'existe plus la possibilité de boucler son cycle avant la fin des pluies.

- Après cette période, la graine ne germera que dans les conditions favorables d'humidité et de température (humidité d'imbibition adéquate de la graine et température entre 20 et 33 °C : phase de conditionnement ou préconditionnement et seulement avec la présence d'un stimulant de germination généralement exsudé des racines des plantes hôtes.
- Une exposition à l'humidité en combinaison avec une température au-dessus de 20 °C pendant une semaine ou plus est une exigence de prégermination. Cette exigence est probablement une adaptation de survie qui empêche à la graine de

Fig. 1. Cycle biologique du *Striga*



germer au moment des premières pluies encore irrégulières, avant l'installation de la saison. A ce stade, les systèmes racinaires des plantes-hôtes ne seraient pas suffisamment développés pour permettre à coup sûr la fixation du Striga. L'autre exigence est un signal d'un stimulant chimique de germination provenant de la racine d'une plante-hôte appropriée. Une fois stimulée, la racine de la plantule du Striga ne pousse pas dans n'importe quelle direction u.c. r c e d u stimulant, c'est à dire que sa croissance est chimiotropique et ceci augmente la probabilité de rencontre avec la racine-hôte.

Après la germination, une série de signaux chimiques oriente la radicule vers la racine-hôte où elle se fixe et pénètre. Alors, une structure d'alimentation interne (Haustorium) se met en place et le parasite Établit des connections avec le xylem-hôte. Le résultat de la photosynthèse de la plante-hôte est détourné vers le parasite qui se développe tout en utilisant le système racinaire de l'hôte pour le prélèvement de l'eau et des éléments minéraux. Les symptômes initiaux apparaissent pendant que le parasite est encore sous terre.

Pendant que la plante-hôte poursuit sa maturation, le parasite émerge et commence à produire de la chlorophylle et à faire de la photosynthèse.

Après l'émergence, le développement des symptômes s'intensifie et la reproduction des parasites peut commencer. Les modes de reproduction varient selon que l'espèce est autogame ou allogame. Après la reproduction, les graines sont disséminées et le cycle recommence.

Le succès relatif de chaque stade du cycle de vie conditionne le volume de production de graines. A chaque stade, il existe potentiellement une possibilité de contrôle.

III - PRECAUTIONS PHYTOSANITAIRES (Cas du Striga hermonthica)

L'espace géographique du S. hermonthica est extensive et les conditions du milieu pour sa croissance et son développement ne sont pas très restrictives (il semble que la zone forestière humide lui est nuisible).

Les expériences sur S. hermonthica dans la zone géographique où il est naturellement abondant sur les céréales, n'imposent pas de quarantaine, mais des précautions de base sont nécessaires pour éviter la dissémination dans les champs voisins. Entourer la parcelle infestée d'une barrière de 10 m composée d'une culture sensible comme le maïs ou le sorgho. Cette barrière doit être contrôlée régulièrement et tout plant de Striga s'y trouvant doit être détruit. Il est prudent d'implanter une deuxième barrière de 2-3 m, composée d'une culture piège comme le coton. Ces cultures stimulent la germination suicidaire du Striga sans être attaquées. Faire des tours fréquents en dehors de l'essai pour détecter d'éventuelles plantes de Striga et les détruire.

Propreté du matériel

Le vent et l'eau servent à propager le Striga. L'homme contribue aussi au mouvement du sol infesté, des fourrages contaminés. A cause de la petite taille des graines, la contamination des semences par le Striga est très facile. Il faut donc

veiller à ce que le matériel à semer soit exempt de Striga. Le moyen le plus simple est d'éviter la contamination au moment de la récolte et du battage. Si un champ est infecté, ne pas poser les produits de la récolte par terre, mais les transporter dans une zone exempte pour le séchage et le battage.

En cas d'incertitude, vérifier la provenance du matériel à semer. Si les semences viennent d'une zone non infestée par Striga, elles sont exemptes. Mais elles doivent être désinfectées au cas contraire. Le moyen le plus simple d'y parvenir est de les laver pendant 10 minutes sur une toile solide ou un sac à mailles et de les sécher à nouveau par la suite. Le fait de laver et de sécher ne nuit pas aux semences, si le séchage s'effectue promptement.

Il faut aussi éviter la divagation des animaux ruminants entre les zones infestées et non-infestées. Assurer également que les outils utilisés pour le semis proviennent de régions exemptes de Striga.

IV ■ COLLECTE ET **PRESERVATION** DES GRAINES DE STRIGA

Pour mener des recherches sur le Striga, il faut une quantité adéquate de graines viables et aptes à germer. Pour une expérimentation au champ, des quantités de graines appréciables doivent être récoltées. Du fait que le Striga présente différentes tendances selon la plante-hôte, stocker séparément les graines collectées sur différents sites et hôtes dans des récipients avec des étiquettes comportant le site, l'hôte et la date de collecte. Pour le Striga hermonthica qui est allogame, une zone de collecte de 29-50 km de diamètre, pourrait représenter une population.

Procédures de récolte des graines

Une fois qu'un endroit fortement infesté est identifié, récolter seulement les épis floraux du plant de Striga qui permettront le battage plus tard.

Eviter les épis avec des capsules larges et enflées. Ils contiennent des larves de charançon (*Smicronyx* Spp) et leurs graines ne sont pas saines

Pour les travaux de laboratoire qui ne nécessitent pas une quantité importante, les graines peuvent être récoltées directement au champ.

La procédure consiste à couper à la base les épis floraux qui portent des capsules éclatées et à les agiter dans le sachet de récolte en les retournant (les graines restent dans les capsules déhiscents tant que celles-ci ne s'ouvrent pas complètement ou tant que la plante elle-même n'est pas agitée). La procédure est lente mais les graines obtenues après nettoyage comportent très peu de débris végétaux et de graines immatures. Ne pas agiter ou retourner l'épi récolté avant son arrivée dans le sachet.

Pour la récolte d'une quantité importante de graines (infestation de champ ou en serre), la procédure consiste à éliminer d'abord l'extrémité de l'épi qui porte des fleurs et des capsules immatures et de le couper ensuite à la base. Eviter les épis qui ont leurs capsules complètement ouvertes car elles ont perdu la plupart de leurs graines

Séchage, Nettoyage et Stockage des graines

Après récolte, mettre les sachets à sécher au soleil, pendant 1 ou 2 semaines en prenant garde de les retourner assez fréquemment pour un séchage complet.

Après 43 heures, tapoter légèrement les épis floraux sur une feuille ou tout autre récipient qui s'y prête. Les graines recueillies sont criblées à travers un tamis de 250 puis 150 microns ce qui fournit pour ce premier battage, des graines d'une bonne qualité, proche de celles récoltées directement au champ.

Un deuxième battage a lieu une semaine après le premier et de la même manière ; ce qui donne des graines également de bonne qualité. Les débris du battage précédent sont écrasés avec les mains et criblés à travers des tamis de 250 et 150 microns. Les graines de ce troisième battage ont une proportion assez élevée en débris, sable et en graines immatures mais elles peuvent servir à infester les champs ou les pots en serre. Le reste des débris peut être brûlé ou enterré car contenant encore des graines.

Les graines peuvent être stocker dans des sacs en plastique, à la température ambiante d'une salle dépourvue d'humidité.

Vérifier périodiquement s'il n'y a pas de dégâts, de champignons ou d'insectes. En cas de dégâts, tamiser et sécher à nouveau.

V - INFESTATION ARTIFICIELLE PAR LE STRIGA

Une des plus importantes sources de variabilité dans les expériences avec le Striga est la variation du niveau de l'infestation à l'intérieur du champ (nombre de graines dans le sol).

4

Pour réduire la variabilité liée au niveau de l'infestation ou pour travailler dans une zone non infestée ou en pot, on peut avoir recours à l'infestation artificielle. Les graines utilisées pour une infestation artificielle doivent être des graines ayant au moins 4 mois d'âge et recueillies sur le même site, la même plante-hôte, la même année et être uniformément conditionnées.

Un des avantages de l'infestation artificielle est la possibilité d'avoir des parcelles infestées et non infestées (ou pots) côte à côte. Ceci permet l'évaluation des pertes de rendement et l'observation de différences de croissance de la plante-hôte imputables au Striga.

L'infestation artificielle ne peut se faire qu'en milieu contrôlé.

VI - EXTRACTION DES GRAINES DE STRIGA

Sous conditions d'infestation naturelle en champ paysan, il est souhaitable de savoir quel est le niveau d'infestation dans les parcelles. En disposant des taux de graines avant le semis par extraction, on peut ajuster la notation de Striga comme élément

de covariances dans les analyses statistiques. On peut utiliser à cette même fin, la quantité de graines de Striga restante dans le sol à l'issue d'une expérience.

-Echantillonnage : La première chose à faire en vue d'obtenir le nombre précis de graines de Striga dans le sol est de prélever un échantillon de sol représentatif de la zone des parcelles/traitements. La meilleure façon d'y parvenir est de prendre un grand nombre de petits échantillons à travers toute la zone et de les réunir pour extraire les graines. Un mode de prélèvement en zig-zag à travers la parcelle et à une profondeur de 15cm peut aider à obtenir cet échantillon représentatif. On peut utiliser une sonde pour faire les prélèvements.

Une fois les échantillons prélevés, mélanger soigneusement les sols et faire l'extraction des graines par "l'expression graviimétriques".

L'expression volumétrique est plus simple mais moins précise.

L'expression gravimétrique donne la teneur en graines par grammes de sol sec.

• **Tamissage :** La prochaine étape est de séparer effectivement les graines du sable. Ceci se fait par séquences, d'abord en séparant au tamis les particules de même dimension que les graines de Striga, des particules plus grandes ou plus petites. Effectuer une série de tamisage avec des tamis de 250, 212 et 90 microns. A partir du tamis de 250 microns, faire un criblage sur écran grossier pour retirer les plus grosses particules.

Nb. Un échantillon ne doit pas dépasser 200 g de sable. La quantité totale doit être divisée en échantillons de 200 g.

-Lavage : Placer les résultats des tamisages sous robinet et laver les particules à plusieurs reprises à travers les tamis jusqu'à ce que le sol de chacun des tamis soit bien lavé. En général il faut laver chaque tamis pendant 5 minutes. Ainsi toutes les particules de même dimension que les graines de Striga seront retenues sur le tamis de 90 microns.

-Séparation : Après la séparation des particules de différentes dimensions par tamisage, celle de même dimension que les graines de Striga peuvent être séparées selon le poids pour mieux réduire la quantité de débris dans l'échantillon et faciliter le comptage. On peut le faire par le biais de la gravité spécifique à travers un entonnoir de séparation à l'aide d'une solution de densité spécifique 1,4 de carbonate de potassium. Si pour cette opération le matériel fait défaut, la séparation par flottaison sur une solution de saccharose constitue une alternative.

-Comptage : L'échantillon recueilli en fin de séparation est placé sous binoculaire et à l'aide d'un forceps à bouts fins, on ramasse et rassemble les graines sur un côté de papier filtre et on procède au comptage.

VII - TECHNIQUES IN VITRO

Les méthodes in vitro sont un aspect important de la recherche sur le Striga. Elles nous permettent d'observer les processus individuels de germination de la graine de Striga, de formation de radicules, de fixation de pénétration, de production

d'haustorium et d'établissement de la comptabilité (OKONKWO 1987). Elles permettent aussi de cribler les plantes-hôtes pour la résistance à l'établissement du Striga à chacune des étapes énumérées (BANE et BAILEY 1991). Elles permettent enfin de cribler les plantes non-hôtes et les produits chimiques pour leur capacité à stimuler la germination et à évaluer l'efficacité des traitements de lutte (Parker et al 1977 ; Vasudeva Rao, 1985).

Comme ces techniques ne nécessitent pas beaucoup d'espace et prennent peu de temps au laboratoire, beaucoup de résultats peuvent être obtenus rapidement. En plus le criblage en laboratoire permet d'évaluer plus de matériels que dans un espace aux champs. Le criblage en laboratoire contribue de beaucoup à réduire la quantité de matériel destinée au criblage avancé aux champs.

- On procède d'abord au test de viabilité au tétrazolium rouge destiné à détecter la présence d'une enzyme déhydrogénase indiquant que la graine de Striga est en vie. Quant les graines viables sont traitées au tétrazolium rouge, elles prennent une coloration rouge à rose sauf les graines non viables. Le tétrazolium qui est l'indicateur de la viabilité des graines de Striga est plus utile que les stimulants de germination car même les graines viables qui n'ont pas encore fait le post maturation et/ou n'ont pas eu de conditionnement ne germent pas même si elles sont traitées au stimulant.

Le comptage de graines viables ou non viables pourrait servir dans d'éventuelles études sur la dormance des graines de Striga.

• **Production de stimulant de germination**

Le procédé le plus simple pour produire de l'exsudat racinaire est de cultiver les plantes en système de double pots. Pour cela il faut deux pots fuselés de même dimension. Le pot supérieur a le fond muni de petits trous et est adapté au pot inférieur non perforé. Le pot supérieur est ensuite rempli de sable où est semé quelques graines de la plante choisie. L'eau filtrera à travers le sable et les trous du pot supérieur pour se rassembler au fond du 2ème pot. Après avoir laissé pousser les plantules pendant 7-14 jours, on jette l'eau du pot inférieur et on remplit à nouveau le pot supérieur avec 25 ml d'eau que l'on recueille après au pot inférieur. L'exsudat racinaire ainsi obtenu sert à stimuler la germination de la graine de Striga et peut être conservé au réfrigérateur. En plus de cet exsudat racinaire, des stimulants de germination comme le GR 24 peuvent être utilisés comme témoins puisque toute graine de Striga bien conditionnée doit être stimulée à germer avec ces composants.

• **Nettoyage, conditionnement et germination**

Autant les graines de Striga récoltées ne peuvent germer sans un stimulant chimique, autant elles ne peuvent germer sans être conditionnées c'est-à-dire sans qu'on ne mette fin à leur dormance qui dure en principe 4 à 6 mois. Après cette période, il faut 7 à 21 jours d'humidité pour préconditionner les graines afin qu'elles puissent réagir au stimulant de germination.

Pour ce faire, on nettoie (ou désinfecte) les graines de Strioa avec une solution à 1 % d'eau de Javel pour éliminer les microbes contaminants. Une solution de sporicidin conduit également à un bon nettoyage.

Après nettoyage, on transfère les graines dans des Erlenmeyers de 50 ml en y ajoutant 2 ml de solution Benomyl + 13 ml d'eau distillée, puis on les place dans un incubateur à 28°C pendant 2 à 3 jours.

Au 3ème jour on retire les erlenmeyers et on transfère les graines de Striga dans d'autres Erlenmeyers stérilisés en y ajoutant encore une solution de Benomyl à 0,001 % (15 ml) et on les incube à nouveau 2 à 3 semaines après, les graines sont conditionnées.

Le test de germination comprend 2 niveaux :

1/- Pour faire la sélection des plantes-hôtes à faible production de stimulant ; ce ci permet d'évaluer la capacité des cultures et cultivars à stimuler la germination des graines de Strioa.

On utilisera la méthode TEST AGAR Gel. On mesure la distance la plus éloignée du grain de Striga qui a germé par rapport à la racine de l'hôte ; si elle est éloignée (10 mm environ) c'est que la plante est sensible. On appelle cette observation : Germination à distance et on l'effectue après 3 jours d'incubation). Une deuxième observation a lieu à GD5.

Si la distance des graines de Striga germées et la racine hôte est comprise entre 0-2 mm on dit que la plante est à peu près résistante.

2/- Le deuxième niveau consiste à sélectionner des plantes non-hôtes à forte production de stimulants : on les appelle cultures-pièges. Ce sont généralement des légumineuses employées en culture de rotation. Pour cela on utilise la technique dite de la bague :

A l'intérieur d'une bague en feuille d'aluminium de 2 cm de diamètre et 1,5 cm de haut on met 1 g de racines de plante non hôte, on place cette bague au centre d'une boîte à pétrie dont le fond est couvert d'un papier filtre imbibé d'eau stérilisée. A partir de cette bague on dispose en rayons des rondelles de filtre en fibre de verre sur lesquelles sont étalées les graines de Strioa préconditionnées en nombre connu. On humecte les racines avec 0,3 ml d'eau distillée et on place les boîtes dans un incubateur à 28-30 °C pendant 24 heures. Après quoi, on fait la lecture en comptant le nombre de graines germées sur chaque rondelle dont la distance par rapport à la bague est connue.

VIII - TECHNIQUES IN VIVO

Différents essais sur le Strioa peuvent être menés in vivo : criblage pour la résistance variétale, essais de conditionnement, relations nutritionnelles entre la plante hôte et le parasite, les effets des herbicides stimulants de germination etc... Un des avantages des essais en pots c'est qu'ils peuvent être menés tout au long de l'année, alors que les expériences aux champs ne peuvent avoir qu'un cycle par an.

1/- Essais en pots : Les pots bien préparés sont infestés par une quantité de graines de Striga viables bien connue. On entame le conditionnement de 7 jours en arrosant les pots avec précaution et de façon à ne pas faire déborder l'eau des pots. Au bout de 4 jours, on arrose une deuxième fois. Au 8^{ème} jour de l'infestation, on sème les graines de la plante-hôte. Incorporer l'engrais puis faire un arrosage tous les 2 jours.

Au bout de 6 semaines, on compte le nombre de Striga émergés et le nombre de Striga fixés aux racines de l'hôte en submergeant le contenu du pot (**plante+sable**) dans des seaux d'eau pour enlever la terre. La somme des deux donne le nombre total de Striga fixés.

Nous pouvons également utiliser des sachets d'Eplée. Ces sachets sont en tissu poreux de 90 microns ; on les remplit de graines de Strioa et on les introduit dans le sol en pot ou aux champs. On les déterre en temps voulu pour faire le comptage de graines de Striga germées. Cette possibilité d'observer les graines sous conditions naturelles de germination est un des principaux avantages des sachets d'Eplée par rapport à l'extraction directe des graines du sol.

Quantification du Striga à différents stades de son cycle de vie

Pour quantifier les effets des méthodes de lutte prometteuses, les chercheurs veulent évaluer les stades les plus affectés. Les stades d'intérêt sont : la **dormance**, la post-maturation, le préconditionnement, la **dormance** secondaire, la germination, la fixation, la croissance souterraine, l'émergence, la floraison et la maturité.

Stade au dessus du sol (Nbre de Strioa Emergés)

Le moyen le plus simple d'obtenir une mesure relative du nombre de Striga émergés, de floraison et de maturité est de faire un comptage unique à la période de pointe de chaque stade.

Stade souterrain : Les stades sous le sol sont aussi très importants : la **dormance**, la post maturation, le préconditionnement, la germination et la fixation. Il serait souhaitable d'évaluer la mortalité sous le sol, puisque beaucoup de traitements visent à l'accroître.

L'approche la plus pratique consiste à évaluer annuellement le changement dans le nombre de graines par unité volumique du sol. On peut le faire en opérant des extractions de graines du sol au moment du semis, pendant 3 à 5 ans. On soustrait la quantité de graines relevée dans la zone échantillonnée l'année précédente du comptage pour séparer les effets des traitements sur la production de graine de ceux sur le stock de graines du sol. Ces **données** montreront le taux comparatif de la diminution du stock des graines au fil des ans, même si elles n'indiquent pas les stades de croissance spécifique affectés.

Mesures de la vigueur : Puisque la vigueur du Strioa influence sa mortalité et sa capacité de produire des graines, on s'intéresse à mesurer la vigueur de la plante à différents stades, pour noter comment elle est affectée par divers traitements. Elle concerne la biomasse et la hauteur. Le Strioa récolté est séché, pesé, au stade souhaité : (souvent 10 semaines après semis de l'hôte). La hauteur combinée au

nombre de ramification peut être un indicateur intéressant de la vigueur. La notation de la figure (2) est proposée.

Les composantes de Rendement du Striga

La production annuelle de graines est le facteur qui maintient et augmente les infestations par Strioa. Cette production est influencée par les conditions du milieu ainsi que les traitements expérimentaux qui affectent la vigueur de la plante. On définit les composantes du rendement comme le nombre de plants par unité de surface, le nombre de capsules par plant et le nombre de graines par capsule.

Mesure des composantes du rendement du Strioa

Faire des visites répétées (tous les 3 jours) sur la zone d'échantillonnage, récolter les plants à maturité, les compter pour enregistrer le nombre ; faire de même pour les capsules de chaque plant. Puis mettre l'échantillon dans un sac plastique, étiqueter avec le numéro de la parcelle puis garder l'échantillon dans un endroit protégé du champ. Répéter l'opération jusqu'à la récolte de tous les Strioa. Après séchage complet, battre et séparer proprement les débris des graines en tamisant. Peser (en gramme) les graines propres, évaluer le nombre de graines dans chaque échantillon, diviser le nombre total de plants matures au cours de la saison (faire la somme des données) par la superficie de collecte pour avoir le nombre de plants matures/m².

Diviser le nombre total de capsules par le nombre total de plants matures pour avoir le nombre de capsules/plant. Diviser le nombre de graines par le nombre de capsules pour avoir le nombre de graines/capsule.

Dégâts causés par les ravageurs/maladies

On peut évaluer les dégâts en fonction du nombre de plants atteints. Pour avoir des données sur la sévérité, il faut compter le nombre de capsules attaquées sur les plants matures - Compter également le nombre total de capsules (endommagées ou non) pour pouvoir estimer le pourcentage de dégâts causés.

Le comptage des dégâts doit se faire en même temps que celui des plants, à chaque visite aux champs.

X - EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE

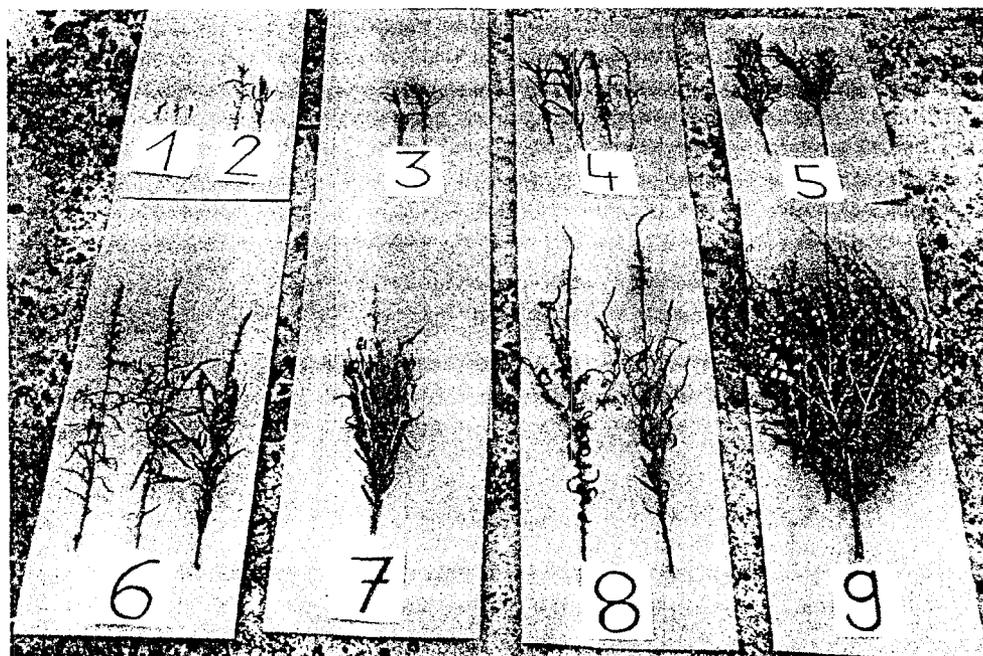
On recherche des techniques de gestion des cultures qui puissent réduire le nombre de Strioa et soulager de ce stress. Une des principales préoccupations c'est que ces techniques soient applicables par les paysans. La réduction du nombre de plants exige une approche à 3 niveaux.

1°/- Arrêter le flux des graines de Striga en provenance d'autres zones. Le premier pas vers une réduction des dégâts du Strioa est d'éviter des mouvements supplémentaires des parasites vers des champs. Ceci implique une restriction du mouvement des animaux des zones infestées vers les zones exemptées ou celles sous contrôles. Il faudrait aussi utiliser des semences non contaminées.

Notation de la vigueur du *Striga*

- 0 = pas de plants de *Striga* émergées
- 1 = hauteur moyenne du *Striga* ≤ 5 cm, sans branches
- 2 = hauteur moyenne 6-20 cm, sans branches
- 3 = hauteur moyenne 6-20 cm, avec des branches
- 4 = hauteur moyenne 21-30 cm, ≤ 5 branches
- 5 = hauteur moyenne 21-30 cm, > 5 branches
- 6 = hauteur moyenne 31-40 cm, ≤ 10 branches
- 7 = hauteur moyenne 31-40 cm, > 10 branches
- 8 = hauteur moyenne >40 cm, avec ≤ 10 branches
- 9 = hauteur moyenne >40 cm, avec > 10 branches

Nb: la note doit être indépendante du nombre de plants de *Striga*.



2/- Diminuer la reproduction en tuant les plants avant qu'ils ne soient en mesure de produire des graines ou en réduisant la fécondité. On peut également augmenter la mortalité du Striga par l'arrachage manuel, les herbicides et la lutte biologique (champignon, bactéries, nématodes, virus). La fécondité est diminuée par l'apport d'azote, le travail du sol et la résistance de la plante-hôte. Elle peut aussi être directement affectée par des agents de lutte biologique comme le Smicronyx qui attaque les capsules.

3/- Réduire le stock de graines dans le sol : Parmi les traitements sophistiqués mais très efficaces pour réduire le stock de graines, il y a les stimulants de germination suicidaire particulièrement la fumigation d'éthylène, le bromure d'éthyl comme agent de fumigation ; la solarisation du sol (couvrir le sol humide d'une feuille plastique durant 1 mois en saison sèche pour qu'il chauffe et tue les graines de Striga.

La culture des faux-hôtes tout comme les cultures-pièges pratiquées pour leurs graines et leurs fourrages ou parcequ'elles renforcent le sol, provoquent également une germination suicidaire. Elles sont plus pratiques pour les petits paysans. Pratiquées sur plusieurs années ou en rotations fréquentes, elles réduisent le stock des graines.

Inventaire des techniques de lutte et leur période d'application par rapport au cycle de la culture et du parasite.

- Techniques de lutte préventive : permettent une diminution du stock de graines dans le sol :

Fumigants, herbicides, solarisation et brûlis ; stimulants synthétiques de la germination, rotation avec des faux-hôtes (coton, arachide) ou des cultures pièges, lutte biologique avec les champignons pathogènes du Striga.

- Techniques culturales limitant le développement du parasite : Fumure, densité et date de semis, irrigation, paillage, choix des semences : non parasitées et variétés résistantes ou tolérantes, herbicides, lutte biologique.

- Techniques de lutte curatives : Semences traitées, arrachage ou sarclage, lutte biologique, brûlis.

Toutes ces techniques sont présentées dans la figure n°3 en tenant compte de leur date d'application en fonction du cycle du parasite et de la culture.

SELECTION DE CEREALES POUR LA RESISTANCE AU STRIGA

Définition de la résistance

Une variété performante est dite résistante si elle soutient moins de plants de Striga émergés et donne en même temps un rendement supérieur au témoin sensible (DOGGETT, 1988, EJETER et al. 1992). Par contre une variété tolérante soutient bien le même nombre de Striga émergés que le témoin sensible, sans toutefois montrer une réduction de rendement de grain ou de la productivité générale.

PARASITE		avant fixation		avant floraison		avant fructification		apres fructification			
brûlis parcage stimulation de la germination		fumigation solarisation		herbicide lutte biologique		herbicide arrachage sarclage lutte biologique		herbicide arrachage sarclage lutte biologique		brûlis	
CULTURE		préparation du sol		semis		montaison et floraison		maturation			
parcage maîtrise du ruissellement		non labour forte fumure		jachère semis tardif semis direct semence certifiée semence traitée faux hôte culture piège variété résistante herbicide irrigation densité		herbicide forte fumure irrigation		irrigation			

←————— saison pluvieuse —————→

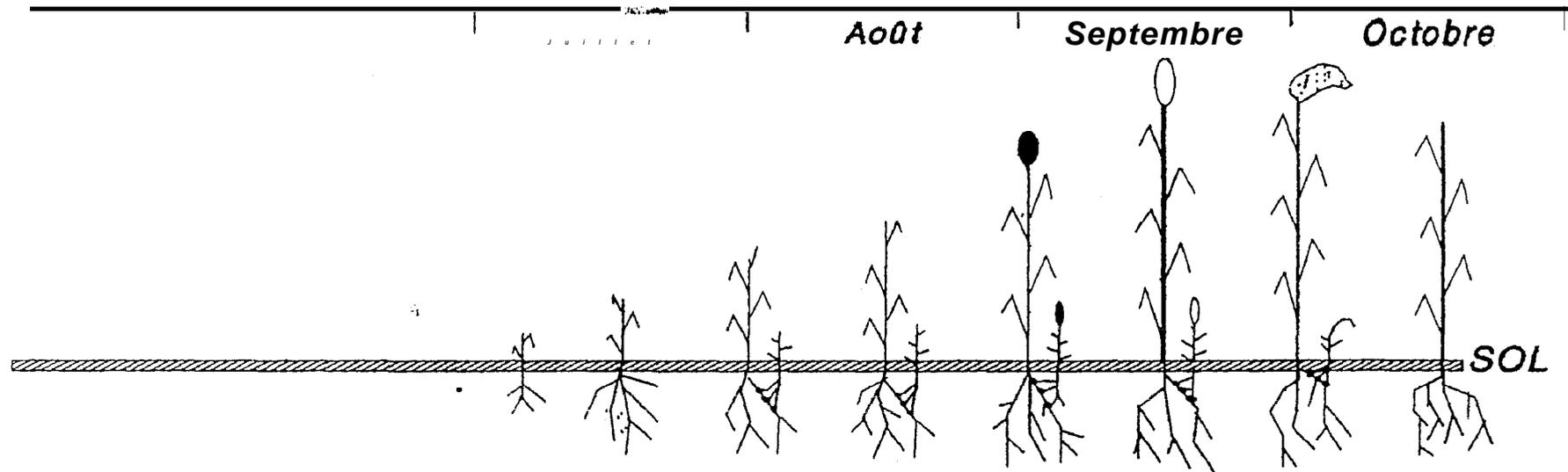


Figure. Localisation dans le temps des techniques de lutte en fonction du développement de la culture et du parasite (cas du Mali)

Les géotypes hôtes qui ne soutiennent aucun plant, ni émergé, ni souterraine, dans un champ fortement infesté sont appelés immune.

Techniques de criblage et critères de sélection

La disponibilité des techniques de criblage précises et sûres est une condition préalable par la sélection pour la résistance à n'importe quel facteur de stress biotique ou abiotique. (Quelques mécanismes de résistance à héritabilité simple peuvent être évalués au laboratoire tandis **que** la résistance à héritabilité complexe doit être évaluée au champ ou en pots.

1 - Criblage pour mécanisme de résistance à héritabilité simple

Un bio-essai employant l'agar gélosé (Agar Gel Assay) a été développé par Hess et al en (1992) et fournit une méthode simple **pour** évaluer des géotypes de céréales pour production de stimulants.

Des graines de *Striga* préconditionnées sont placées au fond d'une boîte de pétri et sont dispersées dans de l'agar liquide, la **radicule** d'une graine germée de l'hôte (âgée de 12 heures) est enfoncée dans le milieu, la boîte de pétri est incubée à l'obscurité à 28°C ; après trois et cinq jours, la distance entre la racine de l'hôte et la graine de *Striga* germée la plus éloignée est mesurée : (distance de germination). Les entrées avec une distance de germination en moyenne de moins de 10 mm sont classifiées comme faibles producteurs de stimulant.

2 - Criblage pour la résistance complexe dans des pots ou au champ

Dans les essais en pots, les plantes hôtes sont cultivées dans des pots avec du sol mélangé avec une quantité connue de graines de *Striga*. Des pots non-infestés peuvent être ajoutés comme témoin. Les observations seront les mêmes que celles qu'on doit faire au champ.

Pour un criblage plus efficace, on peut faire une infestation artificielle des parcelles. Le site pour l'infestation artificielle avec *Striga* doit avoir un bon drainage et tenir compte du relief pour éviter un lessivage des graines en cas de forte pluie. Une quantité suffisante de graines bien nettoyées (3 à 4 kg/ha) doit être récoltée pendant la campagne précédant l'implantation de l'essai. Pour une bonne uniformité d'infestation, la parcelle d'expérimentation peut être divisée en sous-parcelles de même dimension ou en lignes de même longueur. La même quantité de graines de *Striga* doit être pesée, mélangée avec du sable sec et fin et distribuée uniformément dans chaque sous-parcelle ou sur chaque ligne. Les plants à cribler seront semés sur les lignes infestées. Le mélange *Striga*/Sable peut aussi être appliqué dans les poquets individuels.

Des variétés témoins très sensibles seront incluses à des intervalles régulières pour voir le niveau d'homogénéité de l'infestation et comparer toutes les observations.

Le dispositif "Echiquier" (checkerboard) peut être envisagé : chaque entrée à tester de l'essai est entourée par le témoin sensible.

A Samanko, nous avons trouvé qu'une parcelle de 2 lignes de 3 mètres de long est séparée de la parcelle suivante par une ligne non semée, ce qui donne un bon compromis. Les observations se font dans les 2 lignes, de chaque entrée et on ne perd pas de superficie en bordures entre les parcelles. Les effets de voisinage sont réduits ainsi que l'effet de l'ombrage (néfaste pour le Strioa).

Lutte chimique contre le Striga

Pour une meilleure efficacité de la lutte chimique, quelques données essentielles doivent être maîtrisées :

- Principale période de désherbage
- Stade repère du parasite et de la culture
- Mode d'action des herbicides (action foliaire et action racinaire)
- Réglage du pulvérisateur
- Persistance du produit
- Précaution d'emploi
- Formulation et toxicité et principaux phénomènes de phytotoxicité.

La lutte chimique permet une meilleure organisation du travail car, supprime les sarclages, détruit les mauvaises herbes dont le Striga et empêche la production de nouvelles graines prévenant les infestations futures.

Les principales périodes de désherbage sont :

- traitement de **présemis** (l'herbicide est appliqué avant le semis de la culture puis incorporé dans le sol).
- traitement de **prélevée** est appliqué le plus **rapidement** possible après semis, bien avant l'émergence de la culture
- traitement de **post-levée** : applicable quand la culture est levée

Mode d'action des herbicides

- herbicide à action foliaire : produit de post-levée, pénètre dans les organes aériens (Feuilles, Tiges)
- herbicide de contact : n'agit que là où il est appliqué. Il ne se déplace pas dans la plante
- herbicide à absorption racinaire : produit de prélevée et post-levée. Il est presque exclusivement absorbé par les racines.

Nb. : Il n'existe pas de méthodologie chimique pour lutter contre le Strioa mais il faudra l'incorporer comme composante de la lutte intégrée.

LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE STRIGA HERMONTHICA

Striga Mermonthica, plante parasite des cultures céréalières, cause de sérieuses pertes de rendement. Un isolat indigène de Fusarium oxysporum supprime efficacement la croissance du Striga et double presque le rendement du sorgho en milieu paysan. C'est un agent de lutte biologique potentiellement efficace et pour Striga hermonthica.

Préparation de l'isolat : prendre un pied de Striga mort, le découper en petits morceaux en ayant soin d'enlever les feuilles et les capsules ; le nettoyer dans de l'alcool à 70°C puis dans de l'eau distillée puis sécher sur papier filtre, on place 3 morceaux par boîte de pétri, de façon à former un triangle en enfonçant légèrement les morceaux dans le milieu de culture préalablement préparé comme suit : dissoudre 39 g de poudre de pomme de terre d'extrose Agar (PDA) dans 1 litre d'eau distillée, **autoclaver** puis verser dans les boîtes à pétri après refroidissement.

Après la mise en boîte de l'échantillon, incuber à 25°C dans un endroit tenu à cette température. Deux à trois jours après le **champignon** se développe.

La conservation de l'isolat à long terme (plus de 4 ans) se fait dans un mélange de poudre d'avoine 1 % et de sol stérilisé. Le mélange poudre d'avoine + sol est stérilisé 2 fois à 121 °C pendant 17 minutes.

Production de cultures primaires

Le Fusarium oxysporum **M12-4A** ainsi préservé est utilisé pour inoculer des boîtes de pétri de (PDA) en dispersant quelques particules de sol à la surface de l'Agar (2 boîtes) les boîtes sont scellées et placées à la lumière à 28°C (2 jours après on prélève des rondelles de mycélium en marge des colonies obtenues pour les transférer dans 5 à 6 autres boîtes de pétri. Ces nouvelles cultures constituent l'inoculum primaire, une période de 4 à 5 jours suffit pour obtenir de larges colonies.

Production d'inoculum

Le substrat de croissance est formé de tiges de sorgho coupées en morceaux de 1 à 2 cm ou de **glumes** de sorgho ou de balles de mil. Le tout sera traité, stérilisé et mis dans des sacs en plastique.

Ces contenants (sacs et tubes cylindriques) refroidis seront inoculés de 6 à 8 rondelles de mycélium prélevées en marge d'inoculum primaire. Une période de 5 jours de croissance à 28°C et un brassage journalier des contenants permettront d'obtenir une colonisation uniforme de l'ensemble des morceaux de sorgho.

L'inoculum ainsi obtenu peut être incorporé dans le sol après le semis ou 15 jours après semis (période de germination du Striga).

La lutte intégrée

La lutte intégrée est une combinaison, d'une manière compatible, de plus de deux méthodes qui sont viables économiquement et qui préserve l'environnement.

Tous les participants ont formé deux groupes d'étude pour déterminer des zones d'intervention, des paquets proposés en matière de lutte intégrée contre le Striga. Nous avons retenu les critères suivants :

- Densité de population
- Degré d'infestation du Striga

Ainsi trois (3) zones ont été retenues :

- 1/- zone d'intensification
- 2/- zone d'agriculture de subsistance
- 3/- zone à pluviométrie bimodale

En zone d'intensification

Au togo, Côte-d'Ivoire, Guinée, Burkina, Bénin et Mali, nous proposons

- variétés résistantes, tolérantes et écotypes locaux
- Rotation : Coton, Niébé, Arachide; Maïs, Mil, Sorgho, Riz pluvial, Fonio, Sésame, Igname et Voandzou
- Jachère

Méthodes culturales : Engrais, Herbicides

- Lutte biologique

En zone d'agriculture de subsistance :

Variétés résistantes, tolérantes et écotypes locaux

- Rotation, cultures associées

Méthodes culturales : Fumure organique, arrachage manuel

- Lutte biologique

Zone à pluviométrie bimodale

- Culture piège à la petite saison
- Variétés résistantes, tolérantes et écotypes locaux
- Rotation, cultures associées
- Méthodes culturales : fumure organique, arrachage manuel

CONCLUSION

Malgré sa courte durée, ce stage m'a permis :

- de mieux comprendre l'importance économique du Striga, son impact (souvent mal connu) et les mécanismes de dissémination des graines du Striga ;
- de disposer de connaissances théoriques et pratiques pouvant améliorer les travaux de Recherche (laboratoire, serre, milieu paysan ou milieu réel) à mener sur les plantes parasites.