

CN0101582
H 500
BON

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHE AGRICOLE

Programme Légumineuses

CIRAD-CA

Programme Cultures
Vivrières Paysannes

RAPPORT ANNUEL 1993 - 1994
DE L'OPERATION DEFILUSE DES CULTURES ARACHIDE

C.N.R.A. - BAMBEY - S.D.I.	
Date	28 Sept. 1994
Numéro	501/94
Mois Bulletin	
Destinataire	SAI

Mai 1994

Antoine BONHOMME
Ibra A. NDIAYE

Sommaire :

Recherche d’une formulation de traitement de semences en protection à la levée.. 5

1.) **Introduction** : 5

2.) Essai en plein champ durant l’hivernage 1993 : 6

2.1.) Matériel et méthodes: 6

2.2.) Résultats et discussion : 7

2.3) Conclusion : 9

3.) Essai en station durant la **saison** sèche froide 1993 : 10

3.1.) Matériel et méthodes: 10

3.2.) Résultats et discussion : 11

4.) Essais en laboratoire : 13

4.1.) Test de germination **sur** sable stérile : 14

4.2.) Test de germination **sur** papier filtre : 15

5.) Conclusion générale : 17

6.) Références bibliographiques : 18

La problématique des iules en culture arachidière au Sénégal 20

1) Généralités : 20

2) Importance **économique** et ampleur des dégâts : 21

3) Méthodes de lutte : 22

4) Discussion : 23

5) Références bibliographiques : 25

Synthèse des actions de recherche entreprises de 1985 à 1991 en matière de piégeage **d’iules** au Sénégal , 27

Introduction : 27

1.) Matériel et méthodes : 27

2.) Résultats de l’analyse temporelle : 28

2.1.) Profil standard des résultats : 28

2.2.) Importance des conditions extérieures : 30

3.) Résultats de l’analyse spatiale : 32

3.1.) Répartition spécifique des populations :	32
3.2.) Analyse des niveaux d'infestation :	35
4.) Evolution des populations :	35
4.1.) Exemple de Darou :	35
4.2.) Exemple de Thyssé Sonkorong :	36
5.) Discussion :	38
5.1.) Critiques de la méthode des pièges :	38
5.2.1.) Le réseau de piégeage :	39
Prospection de la rouille de l'arachide dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal	43
Introduction :	43
Objectifs de la mission :	43
Méthodologie :	43
Résultats et discussion :	44
Conclusion :	45
Repères bibliographiques :	45
Synthèse de la collaboration ISRA-PNVA sur les campagnes 1991 à 1993	46
1.) Collaboration ISRA/PNVA pour les campagnes 1991/1992	46
1.1.) Introduction :	46
1.2.) Matériel et méthodes :	46
1.3.) Résultats de la campagne 1991 :	48
1.5.) Résultats de la campagne 1992 :	50
2.) Collaboration ISRA/PNVA pour la campagne 1993	53
2.1.) Introduction :	53
2.2.) Matériel et méthodes :	54
2.3.) Résultats et discussion :	56
3.) Conclusion générale et perspectives :	57

Annexes :

1. analyse des densités et des rendements (essai hivernage 1993)
2. analyse technologique de récolte
3. micro essai en station : comptage des densités
4. micro essai en laboratoires : comptage des densités
5. micro essai en laboratoire : comptage des levées sur papier filtre
6. fiche pluviométrique Nioro du Rip 1993
7. paramètres utilisés sur Bipode (analyse du stock hydrique Papem Thyssé 1987)
8. carte des sites visités lors de la mission de prospection de la rouille
9. lettre de proposition d'un budget ATP,, adressée à Monsieur P. Bisson
10. budget prévisionnel ATP

Introduction :

Mon séjour au Sénégal s'est déroulé du 9 février 1993 au 18 mai 1994. Au cours de cette période, j'ai eu la charge du service Défense des Cultures sur Arachide de l'ISRA, basé à Kaolack. Après avoir assuré la période d'intérim du service Agronomie de l'arachide jusqu'à l'arrivée au Sénégal de Monsieur Alain Mayeux au début du mois de juin 1993, j'ai eu l'occasion de le seconder dans ses travaux de recherche. J'ai en effet dû partager mon temps entre ces deux activités, en raison des difficultés financières connues par le service Défense des Cultures depuis quelques années.

Seuls figurent ici les comptes rendus des travaux effectués en Défense des Cultures. Les actions de recherche menées dans ce domaine se sont orientées dans quatre directions :

La protection chimique de l'arachide à la levée, dans le cadre d'une Convention Générale sur les Pesticides passée entre l'ISRA et les firmes phytosanitaires ayant des intérêts au Sénégal des essais sur le terrain ont été mis en place afin de tester des associations fongicides insecticides destinées à remplacer le *Granox*;

La lutte contre les myriapodes (iules), dans le cadre d'une collaboration de longue date avec MM. Demange & Mauriès, chercheurs myriapodologistes au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris : le service a bénéficié au cours des dernières années d'un financement ATP (Action Thématique Programmée) de la part du CIRAD, qui a permis aux chercheurs successifs de mener des actions en matière de lutte chimique et d'installer un réseau de piégeage. Cette ligne de crédit a malheureusement été coupée fin 1992, de sorte que j'ai tenté de dresser un compte rendu de ces activités qui permettra sans doute à l'ATP d'être reconduite prochainement (Cf. courrier adressé au CIRAD-CA et budget prévisionnel en annexe). On trouvera ici deux notes : un article destiné au magazine Arachide-Mo et un compte rendu des résultats obtenus à partir du réseau de piégeage. Faute de temps, la synthèse détaillée des expérimentations menées en lutte chimique contre les iules de 1970 à 1993 n'a pu être menée à bout. Toutefois l'ouvrage de Bour & Joulain (1991) constitue un bon outil de travail.

La lutte contre la rouille de l'arachide (*Puccinia arachidis*), dans le cadre d'une collaboration avec M. Abadie, chercheur au laboratoire de Cryptogamie du M.N.H.N. de Paris. Cette collaboration s'est caractérisée par plusieurs tournées dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal, qui ont donné lieu à des prélèvements de feuilles pustulées pour analyses au M.N.H.M.; et par une mission de prospection au mois de mai 1993 pour tenter d'expliquer la provenance des spores de rouilles responsables des explosions de la maladie au cours des deux précédents hivernages.

La vulgarisation agricole, dans le cadre d'une collaboration entre l'ISRA et le PNVA (Programme National de Vulgarisation Agricole). On trouvera ici le rapport délivré aux autorités sénégalaises et au PNVA, dans lequel figurent l'analyse des résultats de l'hivernage 1992 et le compte-rendu de la campagne 1993.

Recherche d'une formulation de traitement de semences en protection à la levée

A. Bonhomme, I.A. Ndiaye & F. Sarr

1.) Introduction :

Les firmes phytosanitaires présentes au Sé régéal et s'intéressant à la culture de l'arachide se sont adressées à l'ISRA en vue de rechercher pour la sixième année consécutive, un produit de substitution au *Granox*.

La commercialisation de cette association fongicide insecticide de poudrage de semences doit en effet être abandonnée, du fait de l'interdiction du captafol par les nouvelles normes européennes.

La pratique du poudrage des semences l'arachide au *Granox* a été adoptée par la grande majorité des paysans sénégalais. Très simple à mettre en oeuvre, ne nécessitant pas d'autre investissement que l'achat du produit, elle garantit une excellente protection des plants à la levée contre les effets néfastes de la microflore et des insectes du sol.

Tableau 1 : liste des objets comparés lors de l'expérience.

firme	formule de poudrage	dose prescrite (en % du poids de semences)	abréviation
SPIA	<i>Oncol</i> : Benfuracarbe 25%, Carbendazime 25%	1,00 %	ONC
Rhône-Poulenc	Thiodicarbe, 1 proclione, Carbendazime	0.25 %	TIC
Senchim	Thirame 7%, Bénomyl 15% et Cartap 20%	0,25 %	TBC
Senchim	Thirame 15% et Cartap 20%	0,25 %	TC
Témoin de référence <i>Granox</i>	<i>Captafol</i> 10%, Bénomyl 10% et <i>Carboliran</i> 10%	0,25 %	GRA
Témoin non traité			TNT

Ainsi, la découverte d'un produit de substitution au *Granox* représente pour les firmes un enjeu économique certain.

Au cours de l'année 1993, trois firmes nous ont demandé de tester l'efficacité de leurs produits, dans le cadre de la Convention Générale sur les pesticides. Ces formules de poudrage ont été comparées à deux témoins, le témoin non traité et le témoin de référence (Cf. tableau 1).

Il convient de noter que :

- l'association fongicide insecticide Thirar le, Bénomyl et **Carbofuran** avait été testée en 1989 (**Mourgues**, 1990) pour **FMC** et en 1991 (Joulain, 1992) pour Rhône-Poulenc (15%, 7%, 1 0%), avec des résultats **comparables** à ceux du **Granox** :
 - pour la levée et les rendements en **gousses** ces deux années;
 - pour les rendements en fanes, les **pourcentages** de gousses saines et les rendements au décortilage en 199 1;
- l'association Thiodicarbe, Iprodione et **Carbendazime** avait été testée en 1992 pour **Rhône-Poulenc**, avec de faibles performances (**Thampin**, 1993);
- l'association **Oncol** avait été testée en 1992 pour **SPIA**, avec de faibles performances (*idem*).

Au cours de la réunion annuelle du 20 avril 1993 sur la Convention Pesticides, il a été proposé de rassembler les différents essais de traitement de semences en un seul essai, ceci afin de rendre comparables entre elles les **efficaci**és des différents produits **testés** face au **Granox**. Cette idée a été adoptée.

2.) Essai en plein champ durant l'hivernage 1993 :

2.1.) Matériel et méthodes :

calendrier des travaux

opération	date
semis de l'essai	13 juillet
1 er sarclage	26 juillet
épandage engrais	2 août
pulvérisation à l' Alto : cyproconazole (cercosporiose)	6 août
2 ème sarclage	10 août
pulvérisation au manèbe (cercosporiose)	17 août
éclaircissement	18 août
pulvérisation au manèbe (cercosporiose)	23 août
pulvérisation au manèbe (cercosporiose)	30 août
pulvérisation au Thimu135 : endosulfan (pucerons)	10 septembre
pulvérisation au manèbe (cercosporiose)	20 septembre
pulvérisation au manèbe (cercosporiose)	22 septembre
pulvérisation au manèbe (cercosporiose)	25 septembre
récolte	4 novembre

Méthodologie :

- dispositif factoriel en six blocs complets équilibrés;

- un seul facteur — la formule de traitement **de** semences — à six niveaux — le témoin non traité (TNT), le traitement de référence (GRA) et les quatre traitements testés (ONC, TIC, TBC et TC).

Réalisation :

- essai localisé sur la communauté rurale de Nioro du Rip, en milieu paysan;
- parcelle élémentaire de 18 m², **composée** de 6 lignes de 6 m, semée à 0,5 m d'interligne et 0,15 m d'inter-pied;
- parcelle utile de 10 m² pour les comptages de densités et la récolte;
- les différents traitements sont contigus;
- semences **sélectionnées** à la main dans un lot de 73-33;
- incorporation des produits au laboratoire, sur une balance électronique d'une précision de 0,1 g;
- semis mécanique en ligne sur la première pluie utile, utilisation d'un **rayonneur**;
- apport de 100 Kg/ha de 8-1 8-27; épandage des engrais le long des rangs d'arachide;
- protection phytosanitaire à la demande;
- comptage des densités au 12 **ème**, 21 **ème**, 35 **ème** jour après semis et à la récolte.
- calcul des rendements en gousses, en fanes, en bonnes graines;
- analyse technologique d'un échantillon de 500 g de gousses par parcelle.
- interprétation statistique des résultats suivant le test de comparaison des moyennes de Student, Neuman et **Keul**, au seuil de 5%.

2.2.) Résultats et discussion :

L'hivernage 1994 a été marqué à Nioro du **Rip** par des pluies abondantes et bien réparties **pendant** toute la durée du cycle (Cf. annexe 6 : fiche **pluviométrique**), ainsi que par une faible **pression** en parasites et **déprédateurs** — peu d'insectes, quelques symptômes de cercosporiose ne dépassant jamais le niveau 3 sur l'échelle ICRISAT. Les paysans de cette zone ont obtenu des rendements très corrects en arachide.

Analyse des densités :

tes différents objets traités ont connu une 'levée satisfaisante (**Cf.** tableau 3). Cependant, les 'moyennes obtenues lors des différents comptages de densité n'accusent aucunes différences significatives, bien que les coefficients de variation (écart **type/moyenne**) demeurent assez faibles : le poudrage de semences est resté sans effet cette année.

Cette situation s'explique par la conjonction de deux phénomènes : d'une part, l'échantillon semencier sélectionné au moment de la préparation de la campagne était de trop bonne qualité,

donc non représentatif des lots paysans; d'autre part, les plantules n'ont subi aucun stress hydrique au moment de la levée.

Tableau 3 : analyse des densités (en % de pieds présents)

traitement	12 ^{ème} jour	21 ^{ème} jour	35 ^{ème} jour	à la récolte
TNT	91.8%	95.0%	85.1%	81.4%
GRA	87.0%	90.4%	89.8%	85.8%
ONC	85.9%	88.8%	87.4%	83.6%
TIC	92.5%	97.8%	90.0%	90.1%
TBC	87.9%	92.3%	85.5%	85.5%
TC	89.8%	93.5%	82.9%	82.1%
moyennes	89.1%	92.9%	86.8%	84.8%
CV%	6.7	6.5	9.1	8.9
Test F	NS	NS	NS	NS

C'est apparemment le deuxième phénomène, absent les années précédentes, qui a changé la situation. En effet, concernant la sélection des graines, nous avons adopté le même protocole que les années précédentes, à savoir : tri manuel des graines présentant le meilleur potentiel germinatif

L'effet de l'absence de stress hydrique à la levée, dans la mesure où les lots semenciers sont parfaitement sains, constitue un avatar néfaste pour notre action, qu'il est facile de conjurer.

En effet, de même que l'on teste les médicaments sur des malades, il importe de choisir, pour tester des formules de protection à la levée, des individus à potentialité germinative moyenne, afin de maximiser les effets de ces formules. Nous verrons plus loin comment.

Analyse des rendements :

De la même façon, les rendements en gousses (Cf. tableau 4), d'un niveau moyen de 2,4 T/ha, et les rapports gousses sur fanes, de 0.98 en moyenne, sont particulièrement élevés. Nous n'avons observé aucune différence significative.

Tableau 4 : analyse des rendements (en Kg/ha)

Traitement	fanés	gousses	gousses/pied (g)	bonnes graines	rapports G / F
TNT	2578	2265	21.11	1270	0.90
GRA	2690	2527	22.21	1332	0.96
ONC	2650	2563	23.08	1290	0.98
TIC	2598	2458	20.57	11189	1.01
TEK	2522	2448	21.44	1287	0.98
TC	2214	2209	20.20	11133	1.06
moyennes	2542	2412	21.44	1251	0.98
CV%	15.9	12.9	11.7	21.3	21.0
Test F	NS	NS	NS	NS	NS

Nous avons vu plus haut que d'excellentes conditions à la levée restent peu discriminantes sur les densités. Lorsqu'il s'agit de rendements, il convient de relativiser l'impact de ces conditions : rappelons pour mémoire que l'effet du poudrage de semences a toujours été moins évident sur les rendements que sur les densités.

En raison du pouvoir de compensation élevé de l'arachide, la corrélation entre la densité à la récolte et les rendements n'est jamais très élevée, sauf dans les cas extrêmes de forte mortalité.

Analyse technologique des récoltes :

Le tableau 5 synthétise les résultats obtenus pour les principales variables étudiées, et témoigne d'une très bonne qualité technologique des récoltes. Des résultats plus complets peuvent être consultés en annexe. Ici encore, aucune différence significative n'est observée.

2.3) Conclusion :

Le protocole adopté depuis quelques années pour la mise en évidence des qualités fongicides et insecticides des différences formules de poudrage de semences s'avère trop inefficace : il convient de lui substituer une méthode moins hasardeuse. C'est pourquoi nous avons décidé, sur les conseils de Monsieur Alain Mayeux, agronome basé au CNRA de Bambey, de mettre en place un essai de contre saison en station, dont le principe devra servir de référence par la suite.

Tableau 5 :Analyse technologique de récolte (poids en g)

Traitement	poids de 100			rendement	poids de 100		poids de 100
	gousses	gousses	gousses		graines	graines	graines
	tout	venant	saines	mûres	décortilage	tout	venant
						exportables	H.P. S.
TNT	99.0	75.6%	93.9%	72.8 %	44.1	76.4 %	50.3 - -
GRA	102.0	71.1%	93.4%	71.5%	41.8	73.9%	49.6
ONC	100.0	70.7%	94.4%	71.5%	41.9	71.0%	47.3
TIC	100.7	75.1%	93.4%	70.6%	42.9	68.4%	50.8
TBC	103.2	65.2%	93.2%	71.6%	42.7	73.0%	49.5
TC	97.4	74.9%	94.0%	68.6%	42.4	73.8%	50.1'
moyennes	100.4	72.1%	93.7%	71.1%	42.7	72.7%	49.6
c v %	9.5	10.4	1.5	8.5	12.1	10.4	3.6
Test F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

3.) Essai en station durant la saison sèche froide 1993 :

3.1.) Matériel et méthodes :

Objectifs :

L'absence de résultats satisfaisants lors de la campagne d'essais d'hivernage 1993 nous a conduit à mettre en place l'essai suivant, qui n'a qu'un seul objectif : mesurer l'effet du traitement de semences sur la levée. En effet, nous ne pouvions, en saison sèche, le maintenir durant tout un cycle de croissance, si bien que l'impact des différents traitements sur les rendements et la qualité de la récolte n'a pas été étudié.

Le protocole précédent ayant démontré ses insuffisances, nous avons introduit un facteur supplémentaire, conformément à la méthode pratiquée par l'IRHO au Botswana (Mayeux, 1985) : la qualité des semences utilisées.

La méthode consiste en une blessure artificielle de la moitié du lot sélectionné : une abrasion superficielle des cotylédons, dans la partie opposée à l'embryon, suffit pour augmenter l'impact de la contamination cryptogamique sur la levée. Bien qu'aucun sol au Sénégal ne soit indemne de champignons pathogènes, nous avons pris la précaution de contaminer artificiellement les échantillons de semences.

Méthodologie :

Il s'agit d'un dispositif factoriel en quatre blocs complets équilibrés!, à quatre répétitions et deux facteurs :

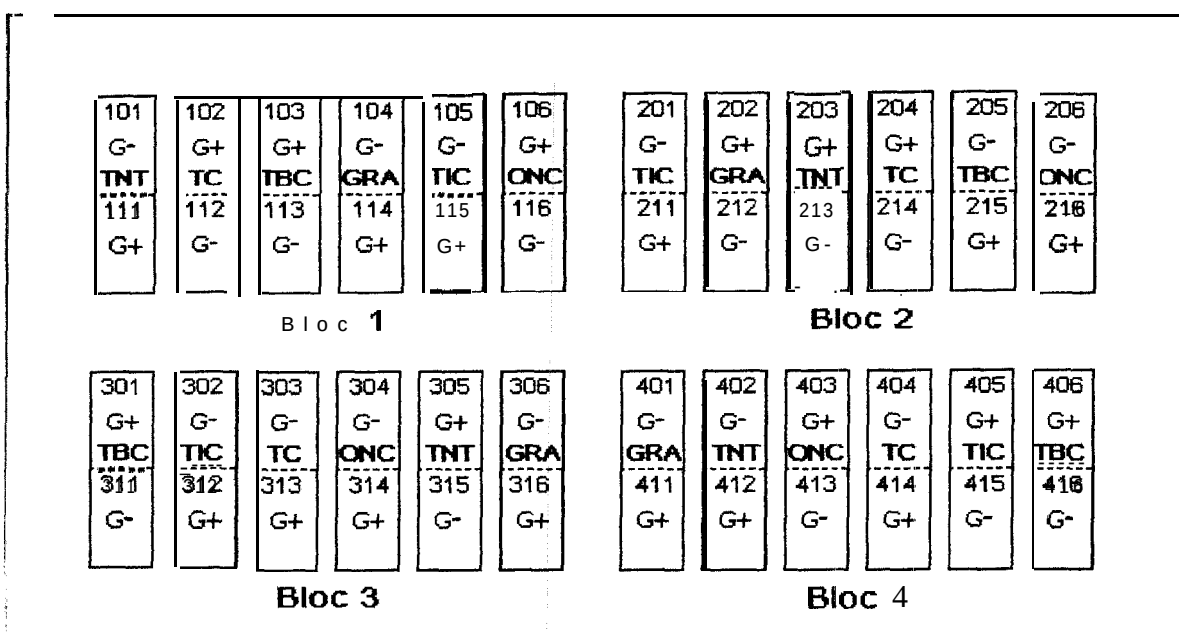
- . le traitement des semences : six niveaux : les quatre objets testés et les deux témoins (Cf. 2.));
- l'état des graines : blessées et non blessées.

Réalisation :

- Les semences ont été **sélectionnées** à la **main**, de la même façon que dans le protocole précédent, mais à partir d'un lot de 55-437 issu de la récolte des essais agronomiques de l'hivernage 1993. La variété a été choisie pour son absence de dormance.
- L'échantillon sélectionné a été divisé en deux parties égales. La moitié des graines ont été frottées le long d'une planche lisse, selon le geste qui permet **d'enflammer** une allumette.
- Les deux lots — graines blessées et non blessées — ont ensuite été contaminées **séparément** : ils ont séjourné vingt-quatre heures, à sec, dans un sac au contact de balayures d'un magasin de stockage d'arachide.
- Enfin, **chaque** lot a été **divisé** en six lots de 180 graines; chacun a subi un poudrage manuel aux doses prescrites.

- L'essai a été mis en place sur la station de recherche de l'ISRA de Nioro.
- Chaque sous-parcelle était **constituée** de trois lignes d'1,5 m de longueur.
- Chaque bloc comportait six parcelles, chacune divisée en deux sous parcelles (Cf. figure 1 : plan de l'essai).
- Le semis a eu lieu manuellement, en ligne, avec un écartement interpiéd de 10 cm et un écartement interligne de 20 cm, ceci afin de réduire la surface à arroser. En effet, nous n'avons pas cru nécessaire de maintenir les écartements prescrits pour la variété, l'essai ne devant durer qu'un mois.

Figure 1 : plan de l'essai



- Chaque bloc mesurait donc 13 m² environ, et une allée de 50 cm de large ceinturant chaque bloc, l'essai mesurait au total 77 m².
- Les apports hydriques ont eu lieu par arrosage, à raison de 20 mm environ, deux fois par semaine.
- Les variables mesurées étaient : les densités en **cours** de croissance, ainsi que le poids sec des plantules au 24^{ème} jour, date de la destruction de l'essai,

3.2.) Résultats et discussion :

L'expérience a eu lieu courant décembre 1993, si bien qu'un nombre élevé de comptages a été effectué, car en raison de la **fraîcheur**, les graines ont germé moins vite qu'il n'était prévu. Les résultats complets sont à consulter en annexe n°3. Les résultats les plus intéressants sont portés au tableau 6. Hormis la variable « poids sec par pied », toutes les variables recensées ici ont révélé des différences significatives.

3.2.1.) Analyse à deux facteurs :

Les valeurs suivies de la même lettre au tableau 6 appartiennent à un même groupe homogène, c’est à dire qu’elles ne sont pas significativement différentes.

Nous pouvons constater que pendant toute la durée de l’expérience, les objets non blessés appartiennent aux mêmes groupes homogènes. Autrement dit, le poudrage des semences intervient peu sur la levée des graines présentant une pellicule saine qui assure une protection suffisante. Cela confirme les résultats obtenus en hivernage.

Tableau 6 : analyse de la levée sur le micro-essai en station (en % de pieds présents)

	<u>10 ème jour</u>		<u>17 ème jour</u>		<u>24 ème jour</u>		<u>Poids sec par pied (g)</u>	
Traitement non	blessées	blessées	non	blessées	non	blessées	non	blessées
TNT	44 a	10 ab	69 a	18 b	76 a	18 c	0.45	0.36
G R A	26 ab	32 ab	64 a	59 a	73 a	66 ab	0.38	0.34
ONC	21 ab	2 b	56 a	16 b	61 ab	18 c	0.35	0.28
TTC	14 ab	10 ab	51 a	32 ab	56ab	37 bc	0.37	0.31
TBC	17ab	4b	51 a	11 b	57 ab	13 c	0.34	0.30
TC	22ab	1b	60 a	6 b	64 ab	7 c	0.39	0.35
moyennes	24	10	59	24	64	26	0.38	0.32
Test F	*		*		*		NS	
<u>Moyennes confondues</u>								
Traitement	<u>10 ème jour</u>		<u>17 ème jour</u>		<u>24 ème jour</u>		<u>Poids sec par pied (g)</u>	
TNT	27		44 b		47 b		0.40	
GRA	29		62 a		69 a		0.36	
ONC	12		36 b		39 b		0.32	
TTC	12		42 b		46b		0.34	
TBC	10		31 b		35 b		0.32	
TC	12		33 b		35 b		0.37	
moyennes	17		41		45		0.35	
Test F	NS		*		*		NS	
CV%	67.2		27.7		23.3		17.8	

En revanche, les levées des graines blessées accusent des différences significatives à partir du 7ème jour, le Granox (groupe A) montrant sa supériorité par rapport au témoin, à l’Oncol, au TBC et au TC (groupe B). Au 24ème jour, date du dernier comptage, nous pouvons constater chez les objets blessés que seules les graines traitées au Granox ont eu une levée significativement supérieure à celle des graines non traitées.

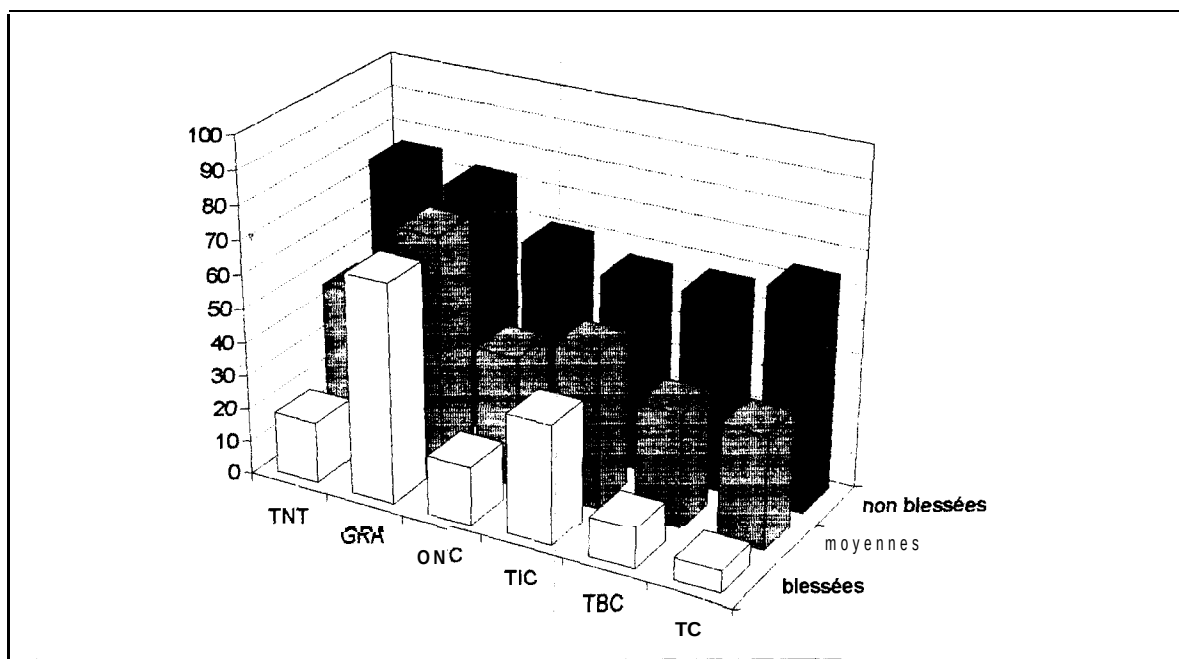
Il convient de noter que les objets traités au TTC se situent dans deux groupes homogènes à la fois : à aucun moment ne sont démontrées la supériorité du Granox sur le TTC, ni celle du TTC sur le témoin.

Enfin, on constate que le Granox est l’unique traitement qui protège aussi bien les graines blessées que non blessées

3. 2. 2.) Analyse à un seul facteur :

La prise en compte du traitement comme seul facteur, par confusion des objets blessés et non blessés, permet d'appréhender les performances des différents traitements sur des lots de potentiel germinatif moyen, qualitativement proches des lots paysans.

Figure 2 : taux de levée au 24^{ème} jour (en % de pieds présents)



L'analyse des résultats (Cf. partie inférieure du tableau 6 et figure 2) démontre la supériorité, en conditions rurales, du *Granox* sur tous les autres produits; ces derniers n'ont d'ailleurs aucune incidence significative sur la levée.

Ainsi, le *Granox* est le seul traitement qui contrôle significativement la levée des semences traditionnellement utilisées par les agriculteurs, à savoir un mélange de graines saines et blessées lors du décorticage.

4.) Essais en laboratoire :

Nous avons crû utile de renouveler l'expérience précédente au laboratoire, afin de consolider les résultats obtenus et de mesurer l'impact de la contamination par balayures de magasin porteuses de spores. Les graines utilisées pour les deux manipulations qui suivent proviennent du même lot que celles de l'expérience précédente.

Pour ce faire, nous avons procédé à des tests de germination en étuve, en suivant les protocoles décrits par Gillier et Sylvestre en 1969. La méthodologie décrite en 3^{ème} partie a

été légèrement modifiée : le test a été doublé, pour les objets GRA et TNT, par des observations sur échantillons non contaminés.

4.1.) Test de germination sur sable stérile :

4.1.1.) Matériel et méthodes :

Les graines décortiquées sont enfouies en boîtes de Pétri dans une couche d'un centimètre de sable stérile, chaque boîte contenant cinquante graines. Elles sont ensuite placées en étuve à 30°C. Le sable est humidifié toutes les 24 heures, et l'unique lecture des résultats a lieu au bout de 72 heures. Une graine est considérée comme germée si la radicule a crevé le tégument séminal et mesure au moins 2 mm. Trois répétitions de cinquante graines pour chaque traitement ont eu lieu.

Tableau 7 : analyse factorielle du taux de germination sur sable (résultats en % de graines germées)

		<table><tr><td colspan="2">non contaminées</td><td colspan="2">contaminées</td></tr><tr><td colspan="2">98%</td><td colspan="2">98%</td></tr><tr><td colspan="4">test F NS</td></tr></table>				non contaminées		contaminées		98%		98%		test F NS																																						
non contaminées		contaminées																																																		
98%		98%																																																		
test F NS																																																				
traitement	moyennes	<table><tr><td>traitement</td><td colspan="2">non contaminées</td><td colspan="2">contaminées</td></tr><tr><td>TNT</td><td>97%</td><td>99%</td><td>97%</td><td>98%</td></tr><tr><td>GRA</td><td>98%</td><td>97%</td><td>98%</td><td>99%</td></tr><tr><td>ONC</td><td>97%</td><td></td><td>97%</td><td>97%</td></tr><tr><td>TIC</td><td>98%</td><td></td><td>97%</td><td>99%</td></tr><tr><td>TBC</td><td>100%</td><td></td><td>100%</td><td>100%</td></tr><tr><td>TC</td><td>97%</td><td></td><td>98%</td><td>96%</td></tr><tr><td colspan="2">moyenne</td><td>non blessées</td><td>blessées</td><td>non blessées</td><td>blessées</td></tr><tr><td colspan="2">test F</td><td colspan="4">test F NS</td></tr></table>				traitement	non contaminées		contaminées		TNT	97%	99%	97%	98%	GRA	98%	97%	98%	99%	ONC	97%		97%	97%	TIC	98%		97%	99%	TBC	100%		100%	100%	TC	97%		98%	96%	moyenne		non blessées	blessées	non blessées	blessées	test F		test F NS			
traitement	non contaminées		contaminées																																																	
TNT	97%	99%	97%	98%																																																
GRA	98%	97%	98%	99%																																																
ONC	97%		97%	97%																																																
TIC	98%		97%	99%																																																
TBC	100%		100%	100%																																																
TC	97%		98%	96%																																																
moyenne		non blessées	blessées	non blessées	blessées																																															
test F		test F NS																																																		
		<table><tr><td colspan="2">non blessées</td><td colspan="2">blessées</td></tr><tr><td colspan="2">98%</td><td colspan="2">98%</td></tr><tr><td colspan="4">'test F NS</td></tr></table>				non blessées		blessées		98%		98%		'test F NS																																						
non blessées		blessées																																																		
98%		98%																																																		
'test F NS																																																				

4.2.2.) Résultats et discussion :

analyse des résultats a dû être faite en deux temps, sous la forme d'une analyse factorielle à trois facteurs (contamination, blessure, traitement) visant à évaluer l'effet de la contamination des graines, puis d'une analyse factorielle à deux facteurs (blessure, traitement), pour corroborer les résultats obtenus en station.

Dans un cas comme dans l'autre, aucune différence significative n'a été observée (Cf. tableau 7) : la contamination, la blessure comme le poudrage des semences restent sans effet sur les taux de germination. Ces taux, très élevés, varient entre 97 et 100%, dénotant l'excellent potentiel des graines utilisées en station.

Ainsi, le protocole choisi s'avère trop peu discriminant, puisque la blessure des graines n'affecte même pas la germination du témoin. C'est pourquoi il nous a fallu reconduire l'expérience sur un autre substrat.

4.2.) Test de germination sur papier filtre :

4.2. 1.) Matériel et méthodes :

Les graines ne sont plus enfouies dans le sable mais disposées entre deux lits de papier filtre humide. Nous avons opté cette fois pour quatre répétitions, et pour des boîtes de quarante-cinq graines.

Ce protocole présente l'intérêt d'autoriser un comptage au moment de chaque humectation du substrat : à 48, 72 et 96 heures. Il permet donc d'envisager la germination des graines sous son aspect cinétique. Deux variables sont prises en compte : la faculté germinative, qui n'est autre que le pourcentage de graines germées après 96 heures, et l'énergie germinative, comprise entre 0 et 300 :

3 x % graines germées entre 0 et 48 heures

+ 2 x % graines germées entre 48 et 72 heures

+ % graines germées entre 72 et 96 heures

= énergie germinative

4.2.2.) Résultats et discussion :

Le tableau 8 fait état des résultats de l'analyse factorielle à trois facteurs. L'absence de différences significatives, aussi bien pour l'énergie germinative que pour la faculté germinative, montre le peu d'impact de la contamination des graines au moyen des balayures de magasin.

Tableau 8 : analyse factorielle à 3 facteurs. Moyennes par traitement

Energie germinative	contaminées	non contaminées	Faculté germinative	contaminées	non contaminées
C.V. = 10.9 %	162	211	C.V. = 10.8 %	56	71
	Test F NS			Test F NS	
	contaminées	non contaminées		contaminées	non contaminées
	TNT	GRA		TNT	GRA
blessées 141	80	131	blessées 48	27	44
non blessées 233	211	228	non blessées 79	72	80
Test F NS	Test F NS		Test F NS	Test F NS	
	TNT	GRA		TNT	GRA
	164	210		55	72
	Test F NS			Test F NS	

En revanche, un certain nombre de différences significatives s'observent au tableau 9, où l'on constate pratiquement les mêmes discriminations pour les deux variables analysées, l'énergie germinative et la faculté germinative.

Tableau 9 : analyse factorielle à deux facteurs. Moyennes par traitement.

énergie germinative

C.V. = 13.89 %

blessées

133

non blessées

224

Test F NS

traitement

moyennes

TNT

145 b

GRA

179 ab

ONC

209 a

TIC

181 ab

TBC

175 ab

TC

181 ab

TEST F *

traitement

blessées

non blessées

TNT

e

80

e

211

abc

GRA

de

131

228

ab

ONC

bcd

168

250

a

TIC

bai

152

210

abc

TBC

de

126

225

ab

TC

cde

140

222

ab

TEST F *

faculté germinative

C.V. = 12.95 %

blessées

45

non blessées

76

Test F NS

traitement

moyennes

TNT

49 b

GRA

62 ab

ONC

70 a

TIC

61 ab

TBC

60 ab

TC

62 ab

TEST F *

traitement

blessées

non blessées

TNT

e

27

72

abc

GRA

de

44

80

ab

ONC

bcd

56

84

a

TIC

cd

51

70

abc

TBC

de

42

78

ab

TC

d

48

76

ab

TEST F *

Nous retrouvons ici l'absence d'impact des traitements sur les graines non blessées; en ce qui concerne les graines blessées, les objets *Oncol* et TIC jouent un rôle sur l'énergie germinative comme sur la faculté germinative, et TC affecte positivement leur faculté germinative.

Globalement, la blessure des graines reste sans effet sur la germination. Nous constatons cependant, pour tous les objets traités sauf le TIC, une différence significatives entre objets blessés et non blessés. Autrement dit, les quatre traitements en question n'ont pas pallié aux dommages causés par la blessure des graines.

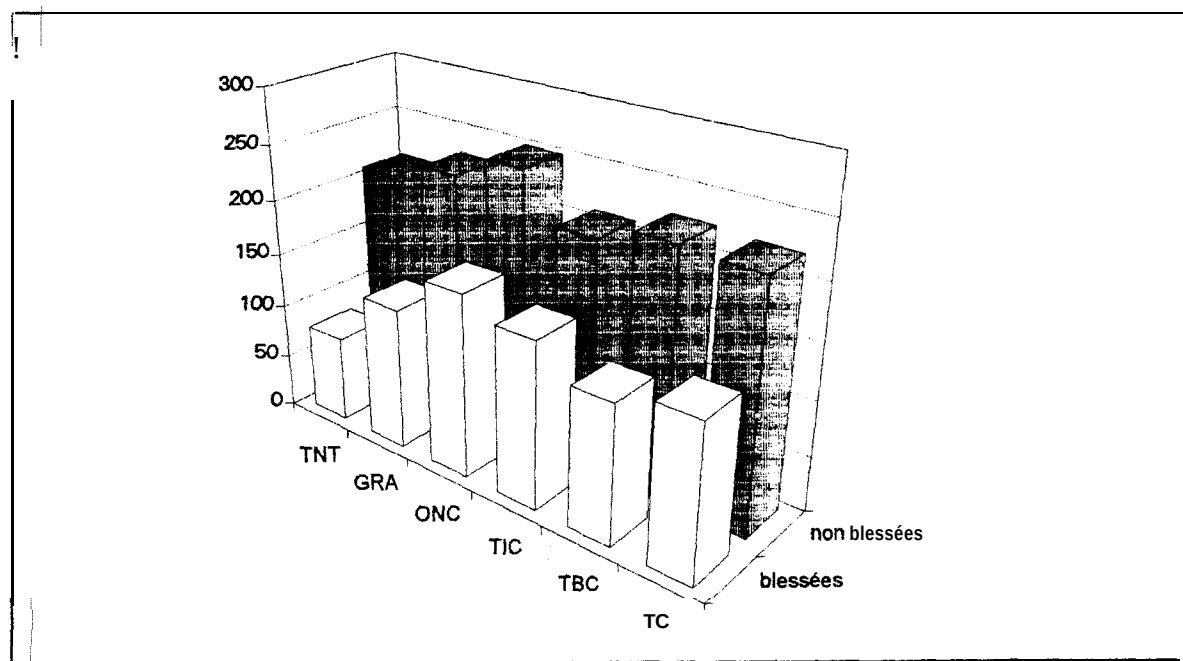
En revanche, lots blessés et non blessés confondus, seul l'*Oncol* affiche un effet positif sur la germination.

On s'étonnera sans doute que les résultats de ce test infirment ceux de l'essai en station, et qu'en particulier le *Granox* s'y soit montré aussi peu performant. Nous répondrons qu'il faut considérer les tests de germination avec prudence : ce dernier, pourtant plus satisfaisant que le précédent, n'est guère discriminant et ne saurait se substituer à une expérience en plein champ.

En effet, la boîte de Pétri constitue un milieu préservé : l'observation à l'oeil nu montre clairement que la germination des spores coïncide avec le démarrage du test, et que celui-ci prend fin avant que les parasites microbiens aient pleinement acquis leur pouvoir pathogène. A

moins que le substrat lui-même ait été contaminé, les premiers filaments **mycéliens** se localisent en périphérie de la graine et leur action envers la **radicule** s'en trouve retardée, ce qui n'est pas le cas dans le sol.

Figure 3 : énergie germinative des graines; test de germination sur papier filtre



Il est possible que certains d'entre les produits testés aient une action fongicide plus rapide que celle du **Granox**. Mais l'expérience s'arrête bien avant le stade qui correspond au champ à la levée, si bien que nous ne pouvons pas conclure ici sur leur **efficacité** fongicide globale.

5.) Conclusion générale :

Le protocole proposé en troisième partie a démontré l'intérêt de la blessure artificielle de la moitié des lots semenciers utilisés : elle permet d'avoir un aperçu des performances des produits sur des semences de potentialités moyennes, tout en contrôlant parfaitement la qualité des lots utilisés. De ce fait, nous avons pu constater combien l'impact d'un produit varie suivant la sensibilité de la graine.

Il apparaît que seul le **Granox** assure une protection effective à la levée. Mais étant donnée la date de mise en place de l'essai en station — début de saison sèche —, il convient de nuancer ces résultats : le protocole n'a cette fois mis en évidence que la qualité fongicide des formulations chimiques. Les efficacités du carbofuran (**Granox**), du cartap (**TBC** et **TC**) et du carbendazime (**TIC** & **Oncol**) n'ont pas été mises à l'épreuve. Mais dans l'avenir, la mise en place d'un tel essai en saison humide autorisera sans doute un jugement définitif sur ces différents produits.

La quatrième partie a montré le peu d'intérêt des tests de germination en laboratoire, pour le cas qui nous préoccupe. Les résultats au champ ne révèlent des différences significatives qu'à partir du 17^{ème} jour après semis, autrement dit longtemps après la germination; il n'est donc pas étonnant que nous obtenions si peu de résultats en boîtes de Pétri.

La question de l'utilité d'une contamination préalable des graines reste en suspens. Nous savons que tous les sols du bassin arachidier hébergent les agents pathogènes nuisibles à la levée de l'arachide, et que les graines elles-mêmes sont souvent porteuses de leurs spores. Cette précaution n'est cependant pas à négliger.

Pour terminer, nous avons crû déceler des imperfections dans la formulation des produits suivants :

- L'*Oncol* mériterait d'être formulé à une dose plus concentrée. En effet, le poudrage à 1% du poids de semences posera un double problème si ce produit vient un jour à être vulgarisé : d'une part, le paysan habitué au *Granox* conservera le réflexe de l'appliquer à 0,2% du poids de semences; d'autre part, le poudrage à 1% rend difficile l'adhérence à sec de la totalité du produit sur les graines. La firme *SPIA* nous a demandé d'utiliser l'*Oncol* en poudre mouillable, mais cette information ne nous est parvenue que le 19 août 1993, soit après la mise en place de l'essai en saison humide. Aussi avons-nous persisté dans l'application à sec de cette poudre : car nous parvenions à la faire adhérer convenablement aux graines, mais aussi car il nous a semblé qu'un paysan rebuterait à appliquer l'*Oncol* en le mouillant. Rappelons aussi que l'emploi d'une poudre mouillable pose des problèmes de toxicité supérieurs.
- Au cours des tests en laboratoire, les produits TBC et TC, qui avaient été stockés dans leur sachets d'origine, à l'intérieur de boîtes *Nescafé* hermétiques, présentaient une consistance pâteuse, sans doute en raison d'un pouvoir hygroscopique trop élevé. Un passage à l'étuve, à 50°C pendant 2 heures n'a pas suffi à leur rendre leur consistance normale, si bien que leur répartition à la surface des graines a posé des difficultés.

6.) Références bibliographiques :

BOUR (E.), 1991 — Opération arachide, défense des cultures, rapport annuel 1990. Document ISRA, 44 p. (non publié).

CHAMPIN (L.), 1993 — Opération arachide, défense des cultures, rapport annuel 1992. Document TSRA, 64 p. (non publié).

GILLIER (P.) & SYLVESTRE (P.), 1969 — L'arachide. Collection techniques agricoles et productions tropicales. Editions G.-P. Maisonneuve & Larose, Paris. 292 p.

JOILLAIN (H.), 1992 — Opération arachide, défense des cultures, rapport annuel 1991. Document TSRA, 44 p. (non publié).

MAYEUX (A.), 1985 — Germination and protection of groundnut seed. *The Bulletin of Agricultural Research in Botswana* (4).

MOURGUES (P.-Y.), 1990 — Opération arachide, défense des cultures, rapport annuel 1989. Document ISRA, 26 p. (non publié).

La problématique des iules en culture arachidière au Sénégal

A. Bonhomme & I. A. Ndiaye

1) Généralités :

Biologie et éthologie :

Les iules sont des Myriapodes Diplopodes, autrement dit des **mille-pattes** pourvus de deux paires de pattes par anneau. Très abondants dans les sols sénégalais, ils se nourrissent en fouissant de débris végétaux divers; bien que réputés comme détritivores, ils s'attaquent aussi aux tissus vivants et tendres, riches en produits de décomposition de l'amidon (Appert & Deuse 1982) Ils figurent parmi les principaux parasites de l'arachide en Afrique sahélienne.

Hygrophiles et lucifuges, les iules se réfugient en saison sèche dans toutes les cavités naturelles ou artificielles du sol, manifestant une prédilection pour les retraits humides, qui les abritent de la dessiccation et de la lumière. Ils se cachent dans les couches inférieures du sol pour la majorité, mais aussi termitières abandonnées, pied des arbres, vieilles souches, etc. — (Demange 1975).

Tableau 1 : description des espèces d'iules les plus courantes au Sénégal

Genre espèce	Caractéristiques morphologiques	Dimensions
Peridontopyge conani la plus courante, gros dégâts.	Coloration brune rougeâtre à noire, ventre parfois clair. Robe variable en cours de saison.	Ø 4 - 6 mm, longueur 8 - 10 cm.
Peridontopyge rubescens très courante, gros dégât%	Espèce fine et allongée, coloration uniforme ocre jaune à jaune brun avec bande noire latérale.	Ø 5 - 8 mm, longueur 10 à 15 cm.
Haplothysanus chapellei assez courante, dégâts importants.	Grande forme : robe gris beige à double bande dorsale brune à rouge clair zébrée de noir; ventre brun noir. Petite forme : robe beige, flancs et ventre crème, fines lignes noirâtres dorsale et latérales.	Ø 4 mm, longueur 7 - 8 cm. Ø 2 mm, longueur 5 cm.
Syndesmogenus mimeuri très courante, redoutable à la fructification de l'arachide.	La plus petite espèce; nombreuses colorations possibles, allant de l'ocre jaune zébré de noir avec une fine bande noire irrégulière sur les côtés, au noir rayé de rouge; toujours une bande dorsale brune rougeâtre.	Ø 1 - 1,5 mm, longueur 3 cm.
Archispirostreptus tumuliporus très courante mais sans danger pour les cultures vivrières.	Grosse espèce presque noire à pattes marron rouges, trapue; se rencontre sur les arbres, particulièrement en fin d'hivernage.	Ø 10 mm, longueur 15 - 20 cm.

Le retour des pluies marque la levée de diapause et la migration des larves âgées et des adultes vers les couches superficielles, puis la surface du sol, les espèces de grande taille surgissant en premier (Masses 1982); très polyphages, les iules s'attaquent aux plantes cultivées, y trouvant une alimentation riche et abondante. Ils restent actifs et, mobiles pendant toute la saison.

d'hivernage, mais leur vitalité varie dans la journée en fonction de l'humidité relative (Levieux, Aouti & Diomandé 1978).

Leur activité sexuelle est alors très intense : les mâles recherchent activement les femelles et les accouplements se produisent en tous lieux, aussi bien sur les arbres qu'à la surface du sol (Demange 1975). Les oeufs sont enfouis en profondeur, pondus isolément dans une oothèque, capsule terreuse fabriquée par la femelle.

En fin de saison humide, le nombre d'iules actifs en surface diminue sensiblement et les cadavres des adultes, mâles pour la plupart, jonchent le sol. A cette époque, la couche vivante se localise entre 30 et 60 centimètres de profondeur, pour s'enfoncer ensuite jusqu'à 1 mètre. Ainsi, les populations suivent au cours de l'année la couche humide du sol dans son mouvement vertical (Demange 1975).

Systématique :

De multiples prospections dans tout le bassin arachidier, le Sénégal oriental et la Casamance, ont permis de recenser les cinq espèces majoritaires dont quatre sont nuisibles sur arachide (Cf. tableau 1), et qu'un certain nombre de critères morphologiques, objectifs et facilement observables, permettent de déterminer : la coloration du corps et des pattes, le nombre de paires de soies anales, l'emplacement des pores répugnatoires, la forme du collum, etc. (Mauriès, Clé (inédate) des espèces de Diplopodes au Sénégal).

2) Importance économique et ampleur des dégâts :

Les premières attaques d'iules sur l'arachide ont lieu en début de levée, lorsque la plantule soulève la croûte superficielle du sol, ménageant aux iules une retraite humide et ombragée (Rossion 1974) : ils s'attaquent principalement à l'axe hypocotylé de la plantule, qu'ils rongent en périphérie, sans pour autant le sectionner. Il est alors fréquent de trouver deux à quatre individus par poquet (Masses 1981). Ces morsures ne sont pas toujours mortelles, mais favorisent la pénétration des moisissures, tel *Aspergillus niger*, responsable de la « fonte des semis » (Appert 1957). En absence de traitement, on observe des dégâts sur 30 à 50% des plants levés; on estime par ailleurs que les taux de levée sont directement ou indirectement réduits de 5 à 10% par les attaques d'iules (Rossion 1976), dont l'influence à ce stade sur les rendements n'est pas systématique, en raison du pouvoir de compensation élevé de la culture.

Jusqu'à la floraison, les attaques d'iules, localisées sur les failles, sont sans conséquences; en revanche elles deviennent redoutables en période de fructification, à partir du 60^{ème} jour après semis. Les gynophores sont souvent sectionnés avant leur pénétration dans le sol. Les jeunes gousses, riches en sucres simples, sont ensuite rongées, perforées, voire investies par les petites espèces (*P. conami*) et les jeunes larves de l'année qui les vident intégralement (Chabrier 1988). Ces dommages constituent une porte d'entrée pour les champignons du sol, si bien que les gousses moisies restent fréquemment en terre au moment du soulèvement, suite à une fragilisation des gynophores. D'un point de vue quantitatif, les baisses de rendement imputables aux iules varieraient entre 10 et 20%.

D'un point de vue qualitatif, la contamination cryptogamique des récoltes en *Aspergillus flavus*, générateur d'**aflatoxine**, déprécie fortement les lots d'arachide de bouche (type *Virginia*) destinés pour une grande part à l'exportation en coques : le tri préalable des lots s'avère trop fastidieux lorsque le taux de gousses exemptes d'attaques d'insectes chute en dessous de 30%, de sorte qu'ils doivent être acheminés en totalité vers les huileries. Sachant qu'à eux seuls, les écarts de triage représentent une diminution de 10 à 20% des tonnages exportables (Rossion 1974), le manque à gagner peut être considérable pour l'exportateur, mais aussi pour le producteur. En effet, la culture d'arachide de bouche assure aux paysans une plus-value **substantielle**, un mois avant la fin de la période de soudure (Dimanche 1994 : communication personnelle).

3) Méthodes de lutte :

Protection continue sur tout le cycle :

Les premières **tentatives** de lutte chimique ambitionnaient une protection de l'arachide couvrant l'ensemble du cycle par un traitement insecticide du sol au moment du semis.

Les seuls produits iulicides présentant une **rémanence** suffisante étaient les organo-chlorés. Suivant cette méthode, seul l'épandage de lindane à raison de 10 à 15 kg/ha (Appert 1957), puis, à partir de 1970, celui d'un mélange de 150 kg d'engrais et d'heptachlore à 2%, **permettaient** une protection **effective** de la plante jusqu'à la récolte. Mais l'idée d'une protection prolongée dut être abandonnée en raison de la lenteur d'action de cette famille d'insecticides au moment de la levée (Rossion 1974). Les recherches de l'I.R.H.O. s'orientèrent donc vers la mise au point de deux types de protection : l'une à la levée, l'autre à la fructification.

Protection à la levée :

La méthode de l'épandage d'appâts iulicides connu, à partir de 1973, un vif succès auprès des producteurs d'arachide de bouche. Son principe reposait sur l'épandage à la volée au champ, peu après le semis, d'une bouillie composée d'insecticides et de 50 kg/ha de son de mil ou d'arachide, humidifiée au triple de son poids (Rossion 1976).

L'emploi des organo-chlorés permettait alors, dans les meilleures conditions, de réduire de moitié les dégâts sur plantules; mais leur forte **rémanence** étant perçue comme secondaire, on leur préféra à partir de 1978 les carbamates — carbofuran et carbosulfan en particulier -, qui selon une méthode similaire présentaient une action de choc supérieure, autrement dit un pouvoir iulicide immédiat après traitement (Masses 1981a).

Cependant la technique des appâts iulicides n'a jamais permis de relever significativement les **rendements** en gousses, pas plus que d'augmenter la densité des pieds d'arachide à la récolte : outre les risques de lessivage qu'elle comporte en cas de grosses pluies (Rossion 1974), elle ne présente aucun intérêt économique.

En revanche, son impact psychologique persiste toujours : beaucoup d'agriculteurs restent persuadés de son efficacité devant la mortalité spectaculaire qu'elle engendre à la surface du

sol. Bien sûr, ces traitements ont eu des effets significatifs sur le nombre d'iules trouvés morts à l'hectare et sur le pourcentage de pieds attaqués (Masses 198 lb et 1982, Thévenin 1989, Mourgues 1990 et Bour 1991); la disparition de 10.000 iules par hectare (Chabrier 1988) sur un total avoisinant les 200.000 individus (Gillon & Gillon, 1979) n'en demeure pas moins dérisoire.

La méthode bon marché et plus pratique du poudrage de semences, perfectionnée entre 1975 et 1980, constitue la seule protection réellement rentable, puisque ses effets se répercutent parfois sur les rendements. L'incorporation à sec aux semences, dans le semoir même, d'une association de carbofuran et de fongicides, à la dose de 0,2 % du poids des graines, protège assez longtemps la plantule des attaques d'iules et de leurs effets secondaires. La célèbre association : captafol, benomyl et carbofuran a été vulgarisée en 1982 sous l'appellation commerciale *Granox*. Deux problèmes se posent néanmoins : celui de la toxicité élevée du carbofuran (D.L.50 sur rat par ingestion : 8 à 14 mg/kg), et celui de l'interdiction du captafol en France et dans la CEE depuis 1988, qui bientôt ne sera plus disponible sur le marché. La recherche d'un produit de substitution au *Granox* est actuellement en cours.

Protection à la fructification :

Les derniers mois du cycle de l'arachide coïncident avec la diminution des précipitations; à l'époque où les iules commencent à s'enfouir, seul un traitement du sol en milieu de cycle (45^{ème} jour après semis) saurait protéger les gousses en formation. De ce fait, l'emploi d'appâts empoisonnés s'avère absolument inefficace dans cette situation (Van den Berghe 1979, Masses 1982, Chabrier 1988 et Bour 1991).

L'emploi d'organo-phosphorés et de pyréthrinoides de synthèse n'a donné que de médiocres résultats (Bour & Joulain, 1991). Parmi les carbamates, c'est l'utilisation du carbofuran en traitement du sol qui donne les meilleurs résultats sur le niveau d'attaque des gousses, son épandage en *top dressing* de micro-granulés ou sa pulvérisation à bas volume s'étant montrés équivalents (Masses 1981 a et 1982). Mais elle est jusqu'à présent restée sans effets significatifs sur les rendements et, curieusement, sur la qualité technologique de la récolte (Martin 1986 et Meunier 1987). Ces expérimentations mériteraient toutefois d'être reconduites, notamment pour tester le carbofuran face au *furathiocarbe*, produit légèrement moins toxique que le précédent, moins soluble dans l'eau et de persistance d'action supérieure.

4) Discussion :

Contraintes extrinsèques :

La paupérisation du monde rural des dernières années s'est accompagnée d'une extensification des systèmes de production : l'emploi de fumure minérales se marginalise, la semence devient quasiment l'unique intrant investi par les paysans.

Plus que jamais, il importe de mettre au point des techniques de lutte non seulement économiquement rentables, mais encore ne nécessitant presque aucun investissement. A ce titre, les résultats obtenus ne sont guère satisfaisants : les deux modes d'application testés pour

les produits restent inabordables pour la majorité des paysans. Les formulations en **micro-granulés** coûtent trop cher, et la pulvérisation suppose des fi-ais d'investissement élevés pour l'utilisateur, ainsi que de prévention et d'avertissement agricole pour l'Etat, malheureusement tous deux rédhibitoires.

Contraintes intrinsèques :

Outre leurs mouvements verticaux qui masquent leurs activités, les populations connaissent en cours d'hivernage des mouvements horizontaux considérables. En effet, leurs déplacements ne se font pas au hasard (Levieux, Aouti & Diomande 1978), et malgré leur relative lenteur, les iules sont capables de couvrir de très grandes distances en une seule journée. Pour situer l'ampleur du problème, nous citerons les chiffres issus d'une expérience mise en place en 1973 : suite à un traitement insecticide, l'équivalent de 1.500.000 iules tués par hectare a été dénombré en l'espace de 17 jours seulement, dans un champ dont la population avait été estimée à 120.000 individus en fin de saison sèche (Rossion 1974).

La forte variabilité des pullulations, tributaire en début d'hivernage des précédents culturaux et pluviométriques ainsi que d'un certain nombre de facteurs non maîtrisés, s'en trouve encore perturbée. Cette constatation pose des contraintes méthodologiques dans les domaines de la lutte chimique et du suivi des populations.

Elle implique la mise en place d'essais agronomiques sur des parcelles de grande surface, et bien souvent le choix contraignant de dispositifs en blocs dispersés. Des traitements en périphérie des parcelles d'essai pour limiter les immigrations s'étant montrés inefficaces, il est arrivé que de plus fortes attaques d'iules sur le pourtour des essais qu'en leur centre biaisent les résultats (Meunier 1987).

Les campagnes de piégeage, entreprises de 1985 à 1991, visaient à suivre l'évolution des populations de Diplopodes dans de nombreux sites sénégalais économiquement concernés par les iules. Des seaux en plastique enterrés au ras du sol faisaient office de pièges; pendant tout l'hivernage, les relevés bihebdomadaires des iules, tombés dans des seaux au hasard de leurs déplacements, puis la détermination et le sexage des individus, donnaient une estimation de la pression parasitaire dans la parcelle. Mais d'une année à l'autre, la confrontation des résultats n'autorise qu'une interprétation relative de l'évolution des populations. En effet, cette méthode d'investigation n'est pas très représentative : elle ne prend en compte que les déplacements au niveau du sol, et surtout ne rend pas les proportions exactes des effectifs des différentes espèces, dont certaines sont plus mobiles que d'autres, donc plus facilement piègeables; ainsi, *P.rubescens* serait sous-estimée, tandis que *P.conani* et *A. tumuliporus* seraient surestimées par le piégeage (Gillon & Gillon 1976). De façon générale, cette méthode n'autorisera aucune extrapolation tant que les connaissances de la biologie des iules et du déterminisme de leurs déplacements n'auront pas progressé.

Perspectives :

Le problème des iules en Afrique sahélienne est avant tout conjoncturel : les producteurs d'arachide ont vu les populations de ces ravageurs exploser suite aux modifications climatiques

des trente dernières années. Si les iules se maintiennent jusqu'aux limites des zones cultivables en **arachide**, il est probable que la plupart de leurs ennemis naturels ont plus ou moins disparu, notamment les prédateurs des oeufs, la diminution de la pluviosité entraînant la disparition des espèces les moins résistantes à la sécheresse; les captures d'iules parasités par certaines punaises ou certains diptères, **fréquentes** autrefois, deviennent rarissimes (**Mauriès** 1993 : communication personnelle). Autrement dit, les chances de succès d'une lutte biologique contre ces ravageurs s'amenuisent.

L'arachide entre pour une part sans cesse croissante dans l'alimentation des populations locales, **tant** sous forme de graines que **d'huile** artisanale non **raffinée**. Compte tenu de leur incidence sur les teneurs en **aflatoxine**, les dégâts occasionnés par les iules en **fin** de cycle posent un **problème** sanitaire très préoccupant qui concerne tous les Sénégalais, à commencer par les agriculteurs (lorsqu'ils ne sont pas incorporés à la récolte, les restes en terre glanés par les **femmes** et les enfants sont utilisés pour l'alimentation familiale). La sélection et la diffusion de variétés moins perméables à *l'Aspergillus flavus* ne saurait être efficace sans une meilleure protection des gousses contre les attaques d'iules (Dimanche 1994 : communication personnelle).

Aussi la reprise des actions de recherche en matière de lutte chimique et de suivi des populations s'impose-t-elle. Mais elle requiert, comme nous l'avons vu, des perfectionnements **méthodologiques**, en particulier des observations plus poussées sur le terrain des expériences : pour la lutte contre les dégâts sur gousses, arrachage des pieds et évaluation des attaques à différents stades du cycle de la plante; pour le suivi des populations, **transects** au champ et comptages à vue, récoltes d'iules par prélèvements de sol en début et en cours d'hivernage afin de suivre les déplacements verticaux et horizontaux des espèces.

5) Références bibliographiques :

APPERT (J.) et DEUSE (J.), 1982 — Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques, collection Techniques agricoles et productions tropicales. 420 p. Editions G.-P. Maisonneuve & Larose, Paris.

APPERT (J.), 1957 — Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan. 270 p.

BOUR (E.) & JOULAIN (II.), 1991 — Opération défense des cultures — arachide. Rapport de synthèse sur les expérimentations réalisées entre 1975 et 1990. 29 p. Document ISRA (non publié).

BOUR (E.), 1991 — Opération arachide — défense des cultures, rapport annuel 1990. 44 p. Document TSRA (non publié).

CHABRIER (C.), 1988 — Opération arachide — défense des cultures, rapport annuel 1987. 86 p. Document ISRA (non publié).

DEMANGE (J.-M.), 1975 — Les myriapodes diplopodes nuisibles à l'arachide au Sénégal. *Oléagineux*, 30(1) : 19-24.

- GILLON (D.) & GILLON (Y.), 1976 — Comparaison par piégeage des populations de diplopodes iuliformes en zone de végétation naturelle et champ d'arachide. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 11(2) : 121-127.
- GILLON (D.) & GILLON (Y.), 1979 — Estimation du nombre et de la biomasse des iules (Myriapodes Diplopodes) dans une zone cultivée au Sénégal *Bull. Ecol.* 10(2) : 95-106.
- LEVIEUX (J.), AOUTI (A.) & DIOMANDE (T.), 1978 — Observations sur les déplacements journaliers du Diplopode *Pachybolus laminatus* Cook (*Spiroboloidea : Pachyboloidea*). *Ann. Univ. Abidjan, sér. Ecologie*, tome XI : 39-52.
- MARTIN (M.), 1986 — Opération arachide — défense des cultures. Rapport annuel d'activités 1985. 29 p. Document ISRA (non publié).
- MASSES (H.), 1981a — Lutte contre les iules (Diplopodes, *Spirostreptoidea*) en culture arachidière au Sénégal. *Oléagineux*, 36(11) : 555-562.
- MASSES (H.), 1981b — Extension de la production d'arachide de bouche dans la région du Sine Saloum; recherche d'accompagnement, rapport annuel 1980. 92 p. Document TSRA (non publié).
- MASSES (H.), 1982 — Protection phytosanitaire de l'arachide de bouche. Rapport annuel 1981. 103 p. Document ISRA (non publié).
- MEUNIER (L.), 1987 — Opération arachide: - défense des cultures. Rapport annuel d'activités 1986. 27 p. Document TSRA (non publié).
- MOURGUES (P.-Y.), 1990 — Opération arachide — défense des cultures; rapport annuel 1989. 26 p. Document ISRA (non publié).
- ROSSION (J.), 1974 — La lutte chimique contre les iules en culture arachidière, synthèse des recherches effectuées par l'I.R.H.O. au Sénégal. *Oléagineux*, 29(7) : 365-370.
- ROSSION (J.), 1976 — Les iules, déprédateurs de l'arachide au Sénégal. Résultats récents obtenus en matière de lutte chimique. *Oléagineux*, 31(7) : 327-333.
- THEVENTIN (J.-M.), 1989 — Opération arachide — défense des cultures; rapport annuel 1988. 29 p. Document TSRA (non publié).
- VAN DEN BERGHE (D.), 1979 — Extension de la production d'arachide de bouche dans la région du Sine Saloum; recherche d'accompagnement, rapport annuel 1979. 149 p. Document ISRA (non publié).

Synthèse des actions de recherche entreprises de 1985 à 1991 en matière de piégeage d'iules au Sénégal

A. Bonhomme

Introduction :

Les iules figurent parmi les principaux déprédateurs de l'arachide au Sénégal, et leur biologie reste encore très méconnue. La durée du cycle des espèces endémiques, l'importance exacte de leurs dégâts sur les gousses en formation, le déterminisme de leurs déplacements horizontaux (à la surface du sol) et verticaux (enfouissement, etc.) nous échappent; si bien que les actions entreprises en matière de lutte chimique depuis 1970 n'ont que partiellement résolu le problème, sans qu'aucune méthode efficace et économiquement rentable n'ait pu être proposée aux paysans sénégalais.

Suite aux missions d'appui de Monsieur **Mauriès**, chercheur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, le service Défense des Cultures sur Arachide de l'ISRA de Kaolack a mis en place un réseau de piégeage de iules très étendu, afin de mieux connaître la biologie des iules et de suivre leur pression parasitaire sur la production arachidière.

1.) Matériel et méthodes :

La méthode des pièges présente l'intérêt d'être peu coûteuse tant en investissements frais de personnel : des pièges, constitués de seaux en plastiques au fond percé de trous pour évacuer les eaux de pluie, sont enterrés au ras du sol.

Cinq pièges sont installés sur chaque site : deux en champ d'arachide, deux en champ de mil, placés à cinq et dix mètres d'un arbre et d'une termitière; enfin, un piège sur jachère à dix mètres d'une termitière (Joulain 1992).

Le relevé des pièges et le conditionnement des iules dans des bocaux d'alcool dénaturé à 70° ont lieu tous les deux jours. Dès que l'occasion se présente, les bocaux étiquetés et datés sont expédiés au laboratoire de l'ISRA de Kaolack pour la détermination et le sexage des iules capturés.

Le suivi se prolonge pendant toute la durée de la saison des pluies, c'est-à-dire du 15 juin au 1^{er} novembre.

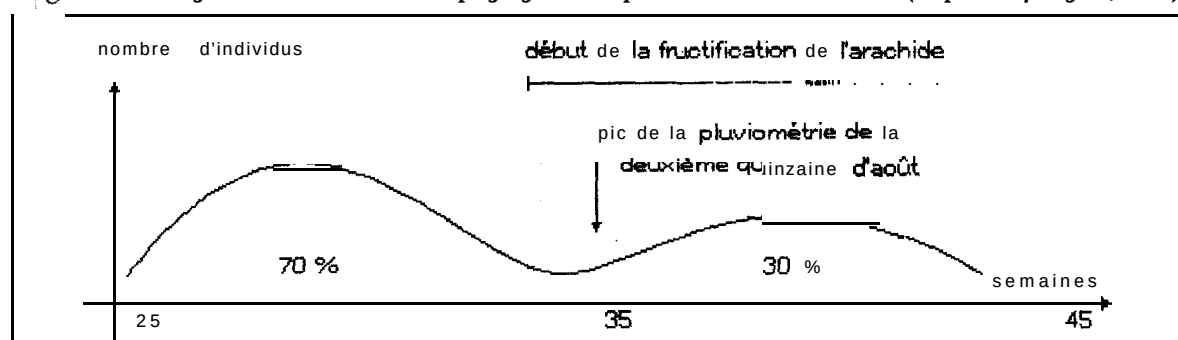
Tableau n°1 : récapitulatif de 7 années de piégeage au Sénégal, en nombre de pièges installés.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Bassin centre							
Ouadiour (milieu paysan)			5	5	5	5	5
Bambey (station ISRA)			5	5	5		
Bambey (milieu paysan)			3	5			
Bassin centre sud							
Kaolack (station ISRA)			5	5	5	5	5
Darou (station ISRA) Ndoffane	7		5	5	5	5	5
Kaffrine (milieu paysan)				5			
Bassin sud							
Thyssé (Papem Sonkorong)		10	5	5	5	5	5
Nioro du Rip (station ISRA)	5		5	5	5	5	
Sénégal oriental							
Missira (station ISRA)				5	5	5	
Sinthiou Malème (station ISRA)				5	5		
Casamance							
Vélingara (station ISRA)			5	5	5	5	
Kolda					5	5	
Djibélor				5	5		

2.) Résultats de l'analyse temporelle :

Les résultats obtenus lors des campagnes de piégeage permettaient de visualiser dans le temps, pour chaque site, l'évolution spécifique des récoltes d'iules.

2.1.) Profil standard des résultats :

Figure 1: allure générale des courbes de piégeage d'iules pendant la saison humide (d'après ^Afourques, 1990)

Globalement, la courbe obtenue présentait toujours l'aspect schématisé sur la figure 1, à savoir : apparition brutale des iules au niveau du sol dès les premières pluies qui provoquent la levée de quiescence des populations, *S. mimeuri* surgissant en premier, suivi d'autres espèces de petite taille (*P. conani* et *P. rubescens*). *A. tumuliporus* surgit plus tard; cette période marque l'activité sexuelle des iules, et se clôt par une mortalité importante chez les adultes et un enfouissement progressif des populations. Les iules resurgissent à partir de la deuxième quinzaine d'août, en particulier *P. conani* qui s'attaque alors aux gousses d'arachide en

figure 2

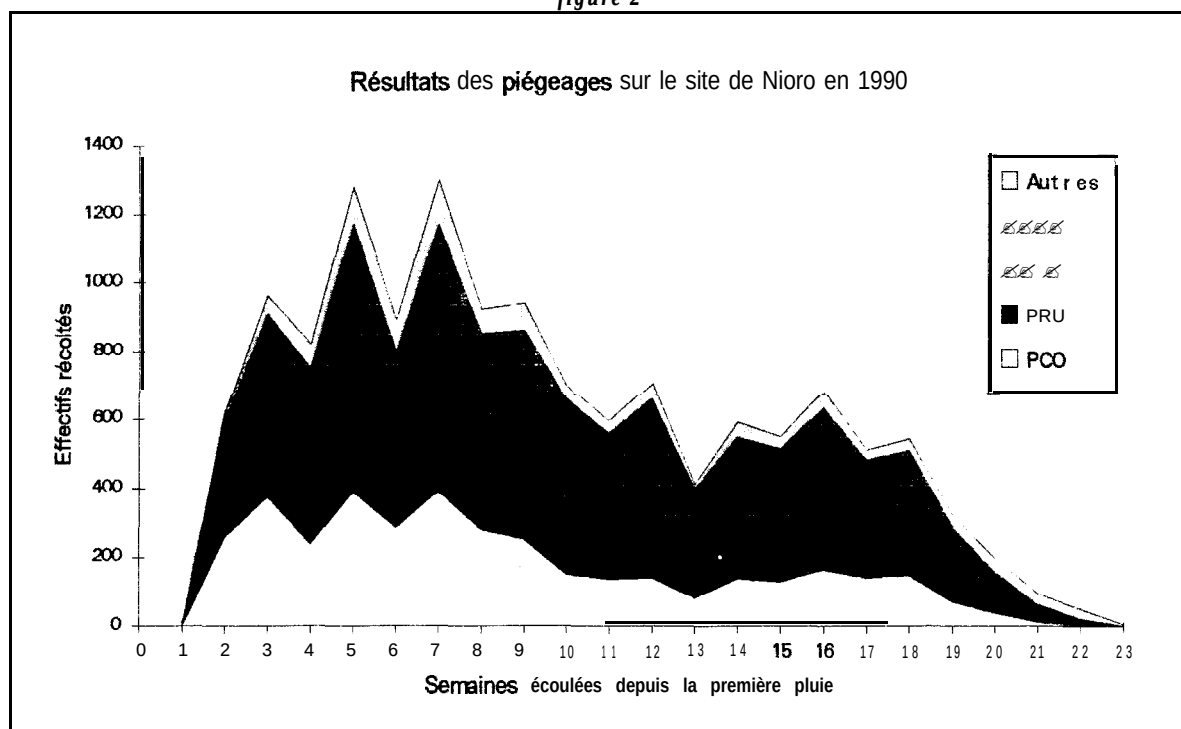
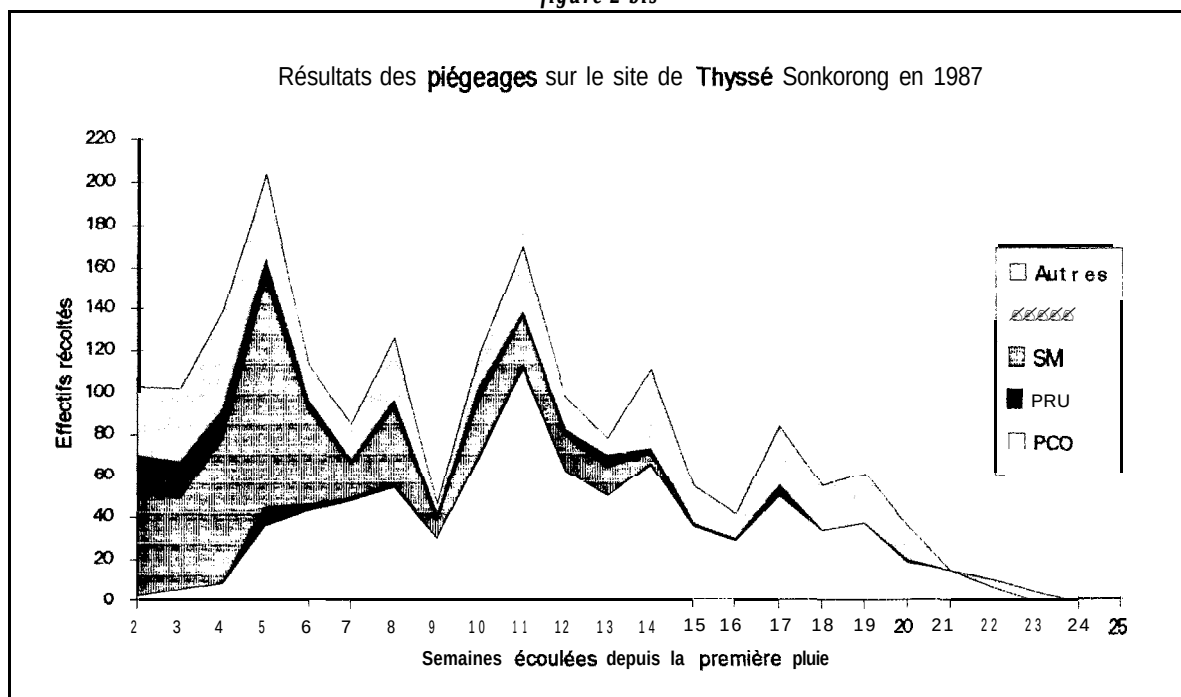


figure 2 bis



formation et s'enfouit progressivement à mesure que l'humidité du sol diminue (cette réalité est particulièrement visible sur la figure 2 bis). Vers la fin de l'hivernage, les iules sont pratiquement absents au niveau du sol et échappent alors au piégeage.

Les figures 2 et 2 bis sont données à titre d'exemple. Les espèces minoritaires et/ou inoffensives, à savoir *Peridontopyge spinosissima*, *Peridontopyge pervittata*, *Urotropis perpuncata*, *Archispirostreptus tumuliporus* sont regroupées dans une catégorie spéciale (autres); les deux formes — petite forme et grande forme — d'*Haplothysamus chapellei* sont regroupées en une seule population : HCH; les autres espèces nuisibles forment des populations particulières : *Syndesmogenus mimeuri* (SMI), *Peridontopyge conani* (PCO) et *Peridontopyge rubescens* (PRU). Il en va de même pour toutes les figures qui suivent.

La méthode des pièges fournit des résultats extrêmement chaotiques : la quantité d'iules récoltés peu varier d'une semaine à l'autre sous l'influence de nombreux paramètres climatiques. En effet, il arrive que les iules s'enfouissent à plusieurs reprises dans une même journée, sous l'effet de la chaleur ou pour se prémunir de la dessiccation.

Malheureusement, les résultats hérités des précédents chercheurs ne mentionnent pas les fluctuations de température et d'hygrométrie sur les parcelles.

2.2.) Importance **des** conditions **extérieures** :

Nous avons pu réunir toutes les fiches pluviométriques nécessaires afin d'analyser l'impact de la pluviométrie sur l'activité des iules à la surface du sol. Les données pluviométriques sont fiables, compte tenu du fait que le réseau de piégeage était installé à proximité, voire au sein de stations expérimentales disposant d'instruments météo.

La corrélation entre la pluviométrie hebdomadaire et les effectifs piégés est assez étroite (0.776), mais le modèle de la régression linéaire est peu satisfaisant dans ce cas (Cf. figure 3). En effet, les mouvements verticaux des iules sont notoirement déterminés par l'état hydrique du sol. Autrement dit la pluviométrie n'a que des conséquences indirectes sur les remontées d'iules, et il doit être possible de trouver un paramètre quantitatif plus adapté. Comptes tenu des données et du matériel dont nous disposions, nous avons pu utiliser une donnée agronomique, le stock hydrique du sol : En effet, le logiciel *Bipode*, développé par le CIRAD-CA (U.R. gestion de l'eau), propose un modèle de bilan hydrique selon l'équation classique suivante :

$$\text{Pluie} = \Delta \text{Stock} - \text{Drainage} - \text{Ruissellement} - \text{Evapotranspiration réelle.}$$

Les différents termes de l'équation étaient disponibles pour le site de Thyssé, et nous avons pu dresser un bilan hydrique approximatif (sans connaître exactement la date de semis de l'arachide, ni précisément les caractéristiques du sol sur lequel étaient placés les pièges) pour l'année 1987. Les paramètres de la parcelles et de la culture sont reportés en annexe. Les résultats sont portés sur la figure 3 bis, où l'on observe que les données collent mieux au modèle linéaire, malgré une corrélation inférieure (0.644) à celle trouvée plus haut. Compte tenu de l'allure croissante de la courbe du bilan hydrique au cours de l'hivernage, la pente de la droite de régression obtenue est négative.

figure 3 :

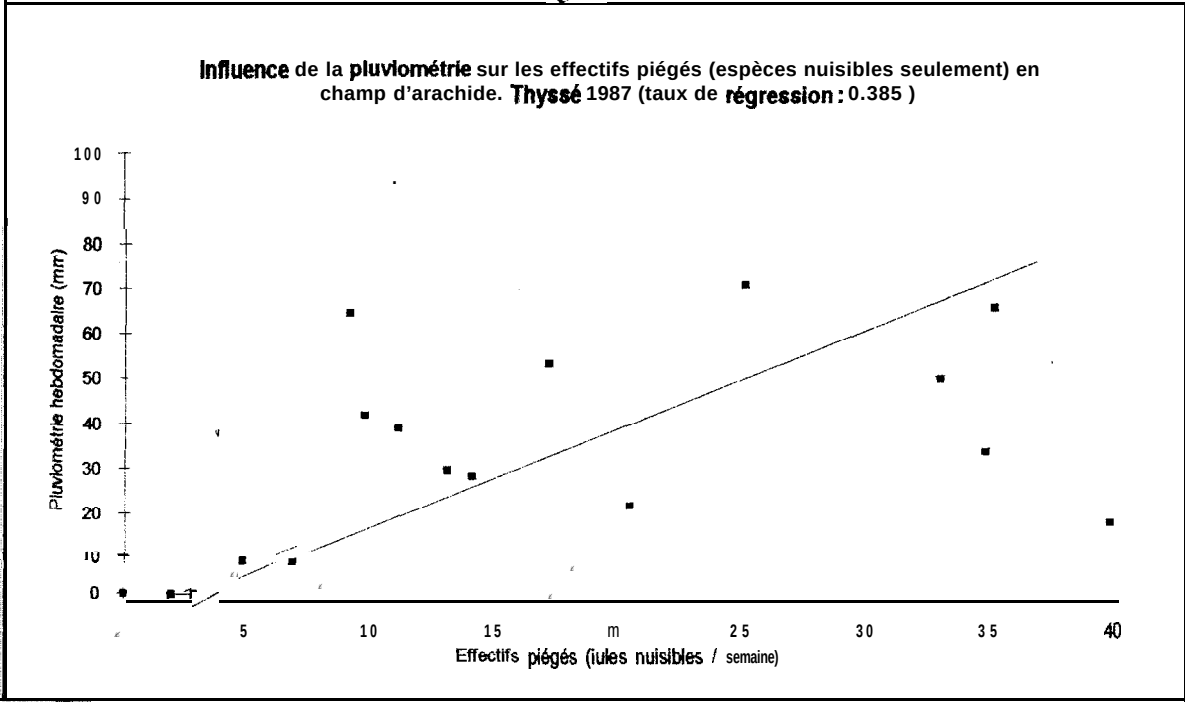
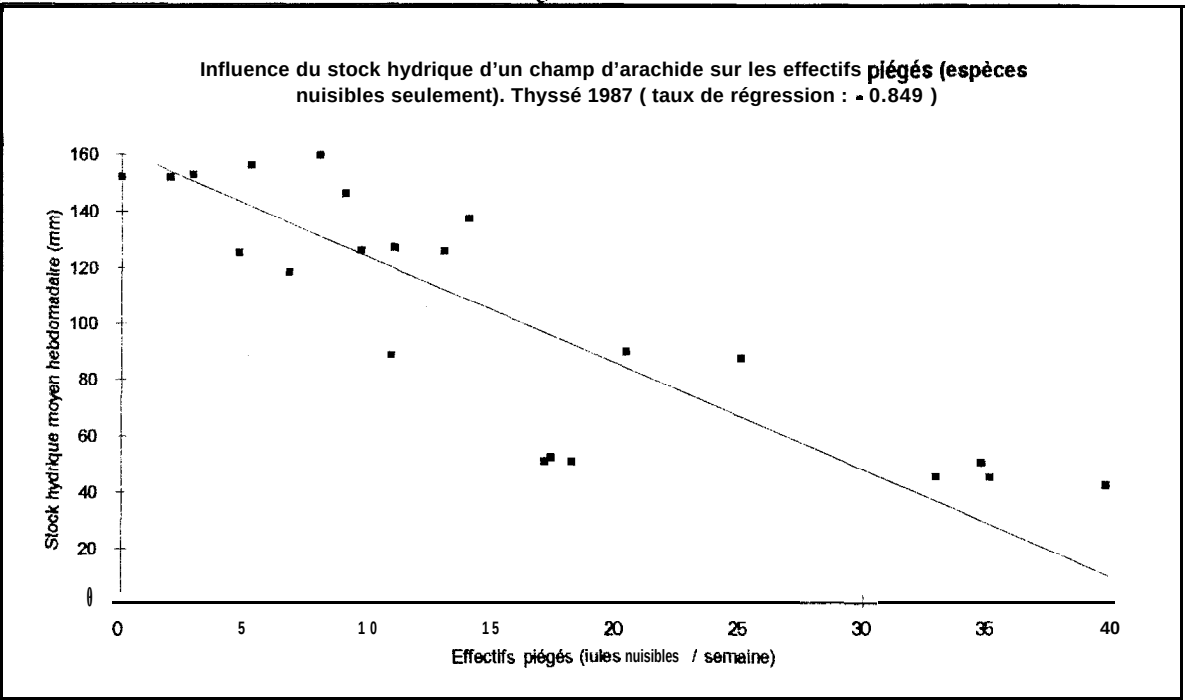


figure 3 bis :



Une fois sortis de quiescence, les iules remontent en surface lorsque le stock hydrique du sol est faible, c'est-à-dire au moment où les strates profondes sont moins humides que les strates superficielles. Nos conclusions permettent de croire que le choix de la profondeur du front d'humectation comme paramètre explicatif aboutirait à de meilleurs résultats.

La variable, pédologique cette fois, s'obtient en utilisant le logiciel *Néma* (module de *Bipode*) qui est disponible à l'ISRA et qui traite les mesures neutroniques effectuées dans la parcelle. Elle peut aussi s'obtenir par le calcul de l'humidité volumique d'échantillons de sol prélevés à la tarière, à condition de connaître la densité apparente du sol. Nous ne disposons malheureusement pas actuellement de telles données pour cette analyse.

:D'autres paramètres extérieurs, tels la température de l'air et du sol, mériteraient d'être mesurés.

3.) Résultats de l'analyse spatiale :

Le second volet d'analyse portait sur l'étude spatiale des résultats de piégeage, c'est-à-dire sur la comparaison des résultats globaux entre les différents sites.

3.1.) Répartition spécifique des populations :

Les figures 4 et 4 bis font état de la composition spécifique des populations (en nombre et non en biomasse) des différents sites, rendue par les résultats des campagnes de piégeages mentionnées au tableau n°1. Les proportions sont calculées non à partir d'une moyenne de proportions sur différentes années, mais à partir des effectifs totaux cumulés sur toutes les années de piégeage.

Les faits marquants sont les suivants :

- les espèces dominantes sont dans tous les sites *P.conani* et *P.rubescens* (Chabrier 1988); *P.rubescens* serait sous-estimée au moins de moitié par le piégeage (Mourgues 1990);
- *S. mimeuri* est surtout présente dans le sud du Bassin (Thévenin 1989), et rare au Sud; notons que cette espèce se conserve très mal et serait peut-être légèrement sous-estimée (Mourgues 1990);
- *H. chapellei* est présente sur tous les lieux, mais sa grande forme ne se piège pratiquement pas au Nord de Darou (Chabrier 1988); ainsi, la grande proportion d'*H. chapellei* observée sur Bambey est presque exclusivement composée de la petite forme.
- *A. tumuliporus* est très fréquente au Sud de Kaolack, quoique surtout localisé en jachères (Chabrier 1988), et plutôt rare en Casamance (Mourgues 1990);
- *P. pervittata* est pratiquement absente des récoltes, sauf à Djibélor où elle se piège en grand nombre (Thévenin 1989);
- *U. perpuncata* est pratiquement absente des récoltes, sauf à Thyssé où elle est assez fréquente en début d'hivernage (Chabrier 1988);
- *P. spinosissima* est présente partout, en particulier à Ouadiour (Thévenin 1989);

figure 4 : résultats de l'analyse spatiale

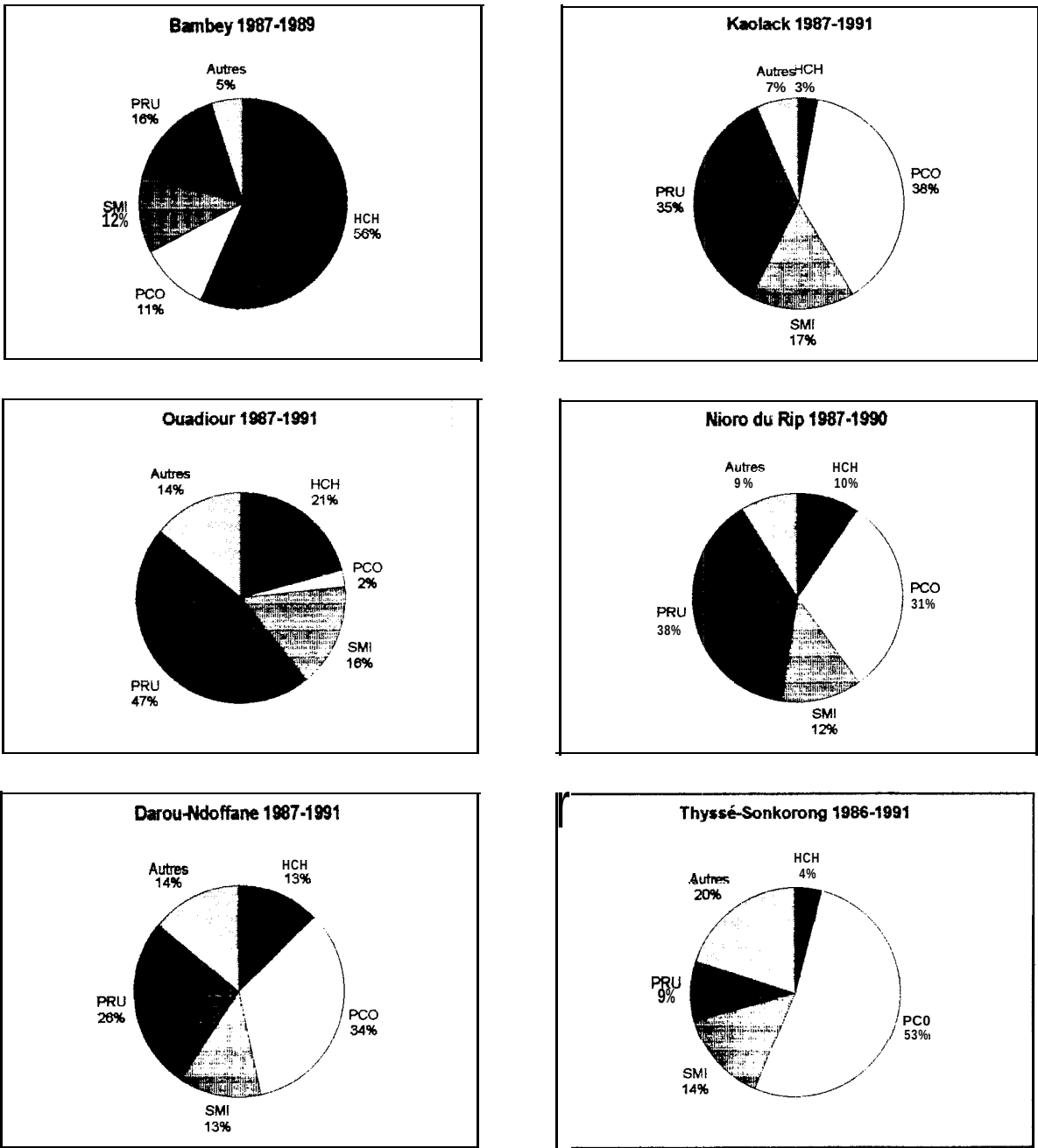
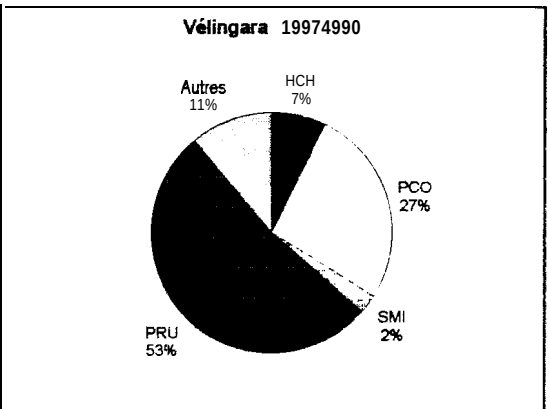
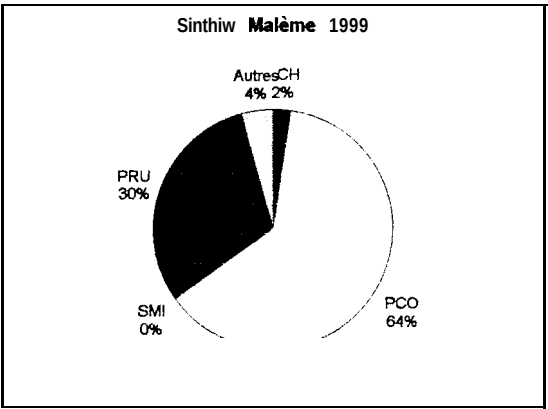
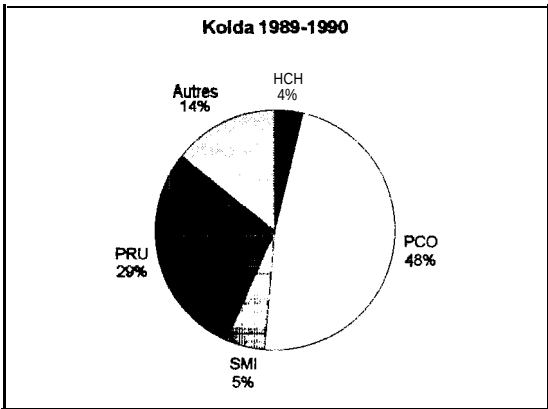
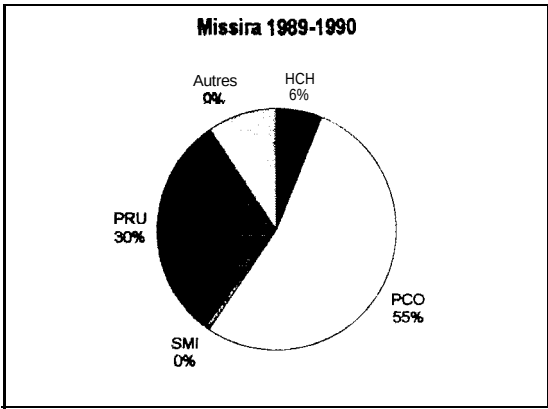


figure 4 bis : résultats de l'analyse spatiale (suite)

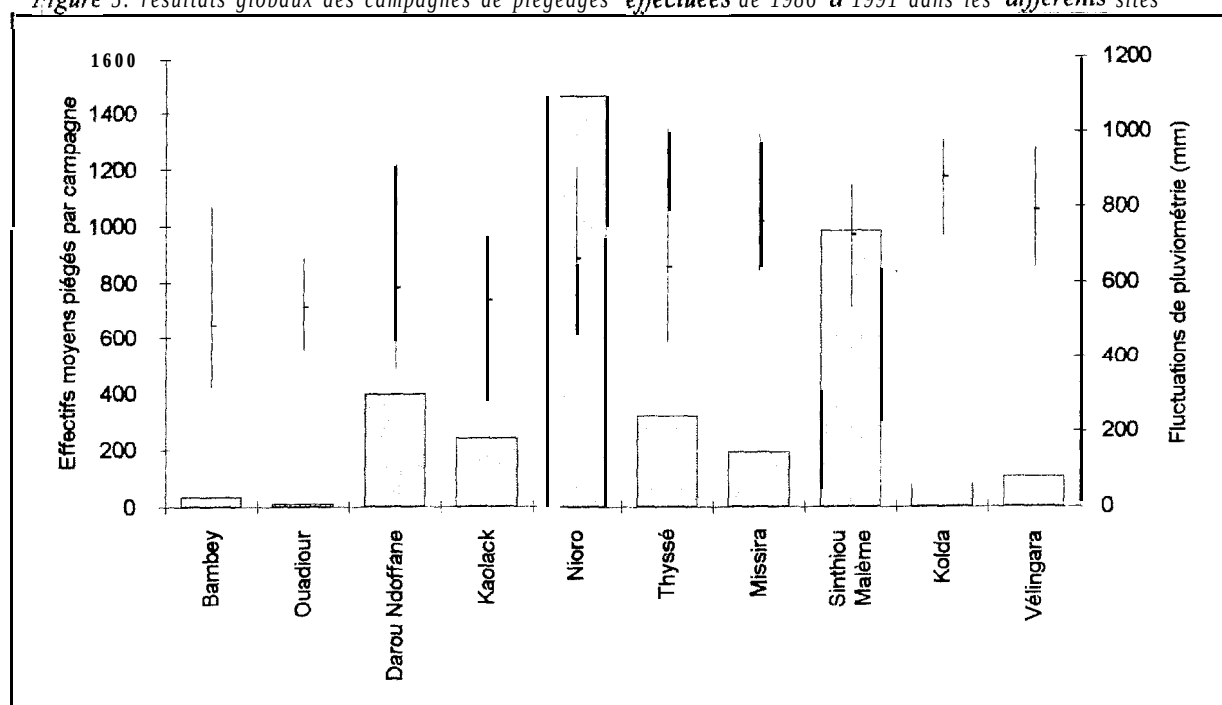


3.21) Analyse des niveaux d'infestation :

La figure 5 exprime les effectifs moyens piégés dans chaque site pour toute la durée du réseau, ainsi que les fluctuations des cumuls des pluies pendant ces années de piégeage — cumul minimum, moyen et maximum.

Les populations sont fortes dans le bassin arachidier — en particulier à Nioro du Rip — et faibles au Nord de Kaolack. Elles restent très limitées en Casamance. Le peu d'années qu'à duré le réseau au Sénégal oriental laisse penser que le niveau d'infestation s'y trouve assez élevé, surtout à Sinthiou Malème.

Figure 5: résultats globaux des campagnes de piégeages effectuées de 1986 à 1991 dans les différents sites



Aussi certainement que les limites du Bassin Arachidier se déplacent vers le Sud, la désertification et tous les changements climatiques qu'elle comporte ont rompu des équilibres au sein des populations. Les iules Quoi qu'il en soit, la figure 5 montre que la correspondance entre les cumuls pluviométriques moyens et les niveaux d'infestation n'est pas évidente sur une courte période.

4.) Evolution des populations :

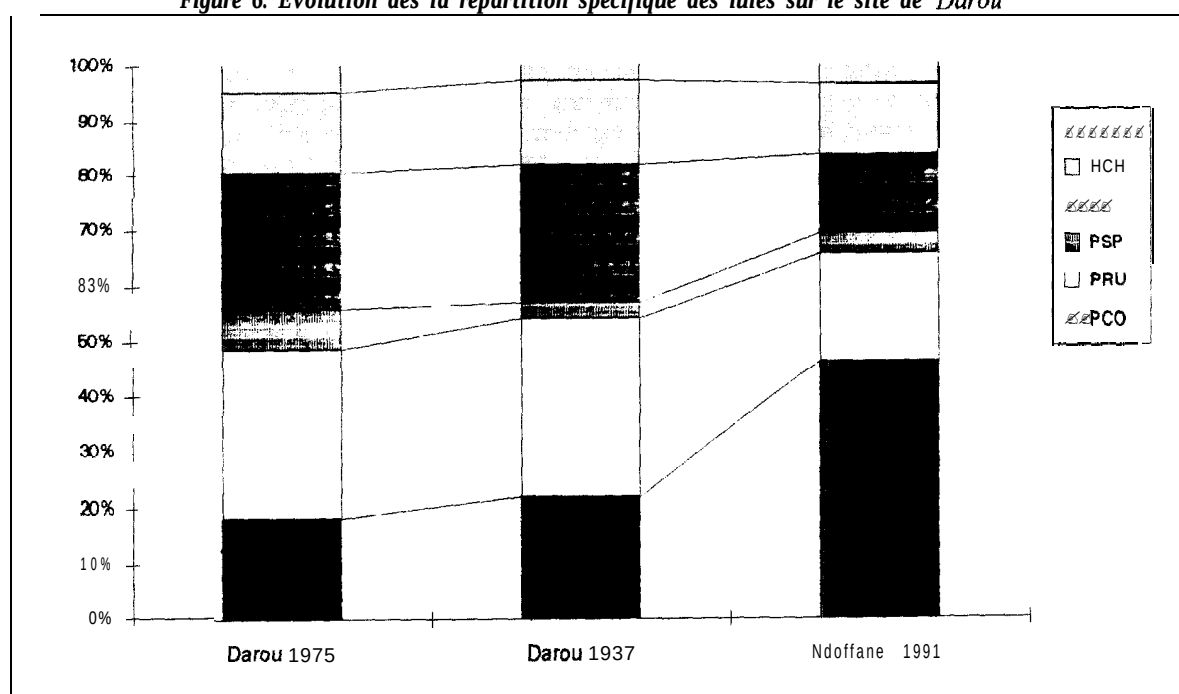
4.1.) Exemple de Darou :

Les résultats obtenus par Gillon & Gillon en 1974 et 1975 sur le site de Darou ont été comparés à ceux de Chabrier (1987) et de Joulain (1991).

En termes de proportions (seules les proportions sont hélas comparables), la figure 6 fait apparaître une expansion de *P. conani* aux dépens de *S. mimeuri* et de *P. spinosissima*. Deux raisons nous contraignent toutefois de nuancer cette conclusion :

- en 1974 et 1975, Gillon et Gillon avaient adopté la méthode de récolte d'iules par prélèvements de sol, beaucoup plus représentative des niveaux de peuplement;
- l'ISRA ayant quitté en 1986 la station de Darou pour celle de Kaolack, les pièges ont été placés à Ndoeffane à partir de 1990, sur la même communauté rurale que Darou; rien ne permet de croire que les répartitions spécifiques soient identiques sur ces deux zones, aussi proches soient-elles l'une de l'autre.

Figure 6: Evolution des la répartition spécifique des iules sur le site de Darou



4.2.) Exemple de Thyssé Sonkorong :

4.2.1.) Importance de la pluviométrie :

Le site de Thyssé est celui sur lequel le réseau de piégeage a été le plus longtemps implanté (7 ans). Nous disposons des résultats des six dernières années. Pour cette raison, les données se prêtent bien à l'analyse de l'évolution des populations.

La pluviométrie joue un rôle bien connu sur le niveau de pullulement des iules sur le terrain. Nous savons qu'une grosse pluie est généralement suivie d'une remontée massive de Diplopodes à la surface du sol, en particulier en début d'hivernage. Il est également facile de remarquer que sur un même site, les effectifs totaux piégés dans une saison sont d'autant plus grands que la saison a été humide.

Le tableau n°2 et la figure 7 font état d’une relation encore plus étroite que la précédente pour le cas où l’on confronte les effectifs piégés à des cumuls pluviométriques retardés d’un an.

Deux explications possibles à ce phénomène : une saison particulièrement humide favorise la prolifération des iules, car elle

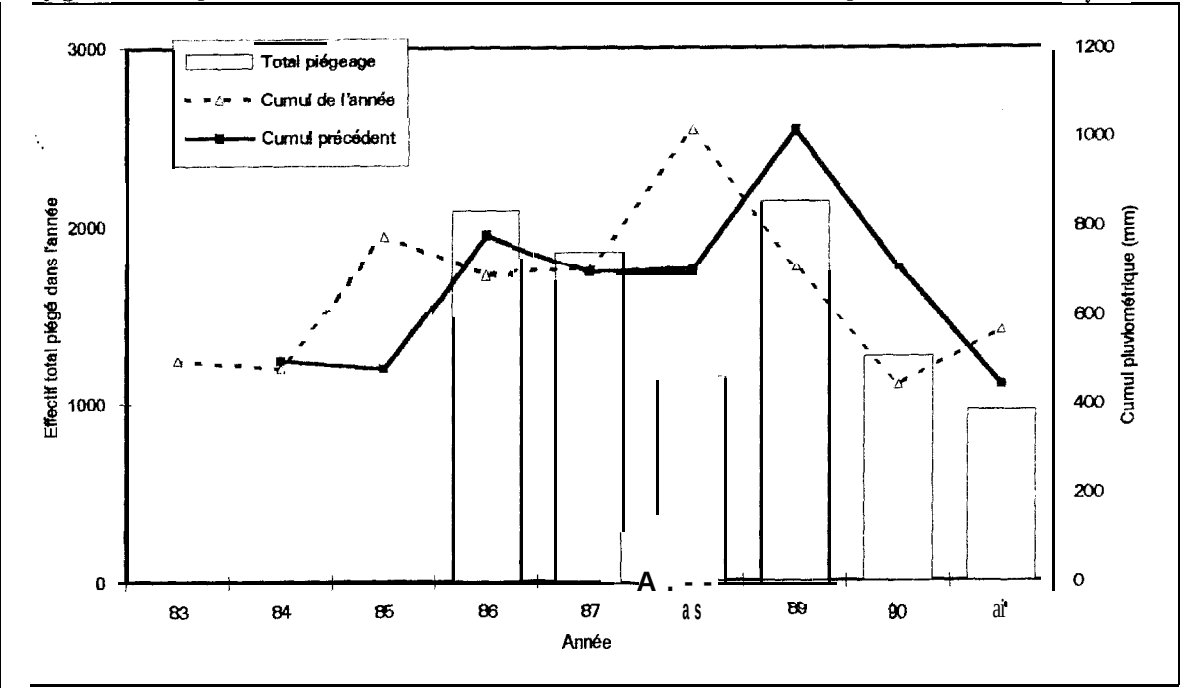
- intensifie l’activité sexuelle des iules en prolongeant leur station à l’air libre;
- améliore les conditions de développement larvaire et de survie en général jusqu’à la saison humide suivante.

Tableau 2: corrélations calculées entre les effectifs piégés par année et les cumuls pluviométriques

corrélations	nuisibles	<i>P.conani</i>	<i>P.rubescens</i>	<i>S. mimeuri</i>	<i>H. chapellei</i>
Entre effectifs et cumuls pluviométriques	0.83	0.68	0.77	0.83	0.93
Entre effectifs et cumuls décalés d’une année	0.88	0.72	0.86	0.88	0.96

Quoi qu’il en soit, six années de résultats ne suffisent pas pour conclure statistiquement sur les différences entre les coefficients présentés au tableau n°2.

figure 7 : Comparaison du total annuel des effectifs piégés et du cumul des pluies sur le site de Thyssé



4.2.2.) Tendances d’évolution :

Comme nous l’avons vu, les aléas pluviométriques conditionnent pour une part très importante les niveaux d’infestations observés sur un même site d’une année à l’autre. Il ne serait donc pas raisonnable de tenter de déceler des tendances à partir de six années de résultats de piégeages, jels que se présentent ces résultats.

Nous avons donc **opté**, afin de nous **affranchir** des aléas pluviométriques, pour l'étude dans le temps de la variable (effectifs piégés dans **l'année/cumul** annuel des pluies) en la raccordant au modèle linéaire ($y = a + bx$). Le taux de régression b , qui correspond à la pente de la droite de régression, nous renseigne par son signe sur l'évolution des populations. Si les deux bornes de l'intervalle de confiance qui lui est associé sont de même signe, il est permis de conclure sur une évolution de la variable.

Tableau 3: taux de régression obtenu pour (effectifs piégés/cumul pluviométrique de l'année précédente)

$b1 < b < b2$ au seuil de 5%	nuisibles	<i>P.conani</i>	<i>P.rubescens</i>	<i>S. mimeuri</i>	<i>H. chapellei</i>
b1	-1.12	-1.30	0.04	-0.18	-0.05
b	-0.44	-0.52	0.09	-0.01	-0.02
b2	0.22	0.28	0.14	0.16	0.01
r (coefficient de régression)	-0.68	-0.67	0.93	-0.07	-0.63

Les résultats du tableau n° 3 montre un raccordement médiocre au modèle linéaire, sauf pour le cas de *P.rubescens*. Concernant cette espèce, la variable analysée a subi une légère augmentation sur ces six années. Toute autre conclusion serait abusive.

5.) Discussion :

5.1.) Critiques de la méthodes des pièges :

La méthode des piégeages iules présente l'intérêt d'être peu coûteuse tant en investissements frais de personnel. Elle n'en demeure pas moins critiquable.

5.1.1.) Critique du protocole :

Les résultats obtenus sont forcément **biaisés**, en raison des faits suivants :

- Le principe du piégeage ne prend en compte que les mouvements en surface des espèces; les déplacements verticaux — enfouissements — et souterrains lui échappent. La carence est de taille, lorsqu'on considère qu'à partir du 1er septembre environ, la majorité des populations se trouve en profondeur; et que les dégâts provoqués par les iules sur l'arachide sont exclusivement souterrains.
- La probabilité pour un iule de tomber dans un piège dépend bien évidemment de sa mobilité en surface. Or les vitesses de déplacement varient d'un stade à l'autre mais aussi d'une espèce à l'autre, si bien que les individus les plus mobiles se trouvent plus facilement piégeables que les autres. Il s'en suit que les résultats obtenus sont biaises pour l'étude de la répartition spécifique des populations. Ajoutons que l'activité des iules en surface est très variable : elle est fonction de la température, de l'humidité relative de l'air, de l'ensoleillement, etc.

En d'autres termes, les résultats des campagnes de piégeage ne font pas progresser notre connaissance de la biologie des iules. A l'inverse, la connaissance de la biologie des iules doit

précéder l'interprétation des résultats des piégeages : elle seule pourrait autoriser la moindre extrapolation des données à la population à l'hectare.

5. 1.2.) Critique des *travaux* entrepris :

Ces sept années de mise en place d'un réseau de piégeage ont abouti à une masse importante de résultats; malheureusement leur interprétation s'est avérée très difficile, en raison d'un certain nombre d'avatars qu'il convient ici de recenser :

- L'emploi de seaux en plastique a montré ses imperfections : un certain nombre de pièges ont été volés (88, 89...); en cas de fortes pluies, il arrivait que les eaux ne puissent s'écouler et atteignent le bord du seau, ou plus souvent que les trous d'évacuation soient bouchés par les appâts ou des débris végétaux en décomposition, et que les iules piégés se décomposent jusqu'à ne plus être identifiables;
- Les pièges n'étaient pas à poste fixe — les seaux étaient extraits du sol en fin de saison, si bien qu'il n'est pas possible de comparer finement les résultats sur plusieurs années;
- Les agents chargés des relevés dans les différents sites n'étaient vraisemblablement pas très bien préparés à ce travail : s'en sont suivies l'irrégularité chronique des relevés et des confusions dans les protocoles (sic) (Thévenin 1989, Mourgues 1990);
- Le conditionnement des iules récoltés dans l'alcool dénaturé présentait l'inconvénient d'altérer à terme la couleur de leur robe, rendant parfois leur détermination hasardeuse;
- Les dates d'installation du réseau de piégeage variaient chaque année, en raison des difficultés rencontrées par les chercheurs à mobiliser de la trésorerie; les pièges étaient parfois mis en place bien après les premières pluies, ou encore retirés avant la récolte de l'arachide;
- Enfin, un certain nombre de concessions ont eu lieu au moment du traitement des données brutes : si les pièges étaient mis en place dans différents biotopes, il n'en reste nulle trace (sauf Thyssé 87) car les résultats des 5 pièges sur chaque site étaient confondus dans un seul tableau; la plupart des fiches de relevés restent introuvables; le type de numérotation choisi pour les pièges (1,2 arachide; 3 jachère etc.) n'est pas précisé dans les rapports, et de surcroît semble peu constant d'une année à l'autre, si bien que les résultats bruts par piège encore accessibles sont inexploitable.

5. 2.7.) *Le réseau de piégeage* :

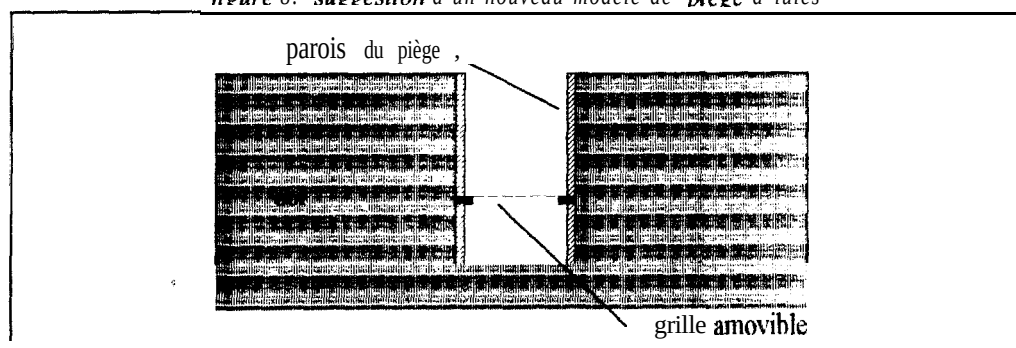
5. 2.) Perspectives :

L'utilité d'un réseau de piégeage persiste cependant pour le suivi de la pression parasitaire. Il importe donc de le restaurer, mais le protocole requiert les modifications suivantes :

- installation d'un pluviomètre sur chaque site, à proximité de l'emplacement des pièges; l'agent chargé des relevés notera les pluviométries tous les matins à heure fixe;
- lors du choix nécessaire d'un nouveau type de piège, mettre l'accent sur les aspects suivants : l'importance de parois lisses qui empêchent les iules de s'évader (à ce titre, le

ciment ne conviendrait pas), la nécessité de concevoir des pièges antivols, installés à poste fixe (résistants à la rouille, etc.); **enfin** la possibilité de retirer le fond du piège pour nettoyer l'espace ménagé dessous, afin que les eaux de pluie s'écoulent convenablement (Cf. figure 8);

figure 8: suggestion d'un nouveau modèle de piège à iules



- il importe de régulariser les relevés;
- le conditionnement des iules dès leur capture doit être amélioré : à cet effet, consulter un spécialiste au Muséum (un mélange d'alcool et de formol en proportions égales devrait prévenir toute altération des couleurs);
- au laboratoire, les données doivent être collectées sous deux formes : 1. nombre d'individus piégés par espèce, par piège et par relevé; 2. poids de 100 individus piégés par espèce, par piège et par relevé.

5.2.2.) Etude de la biologie des iules et du **déterminisme** de leurs **déplacements** :

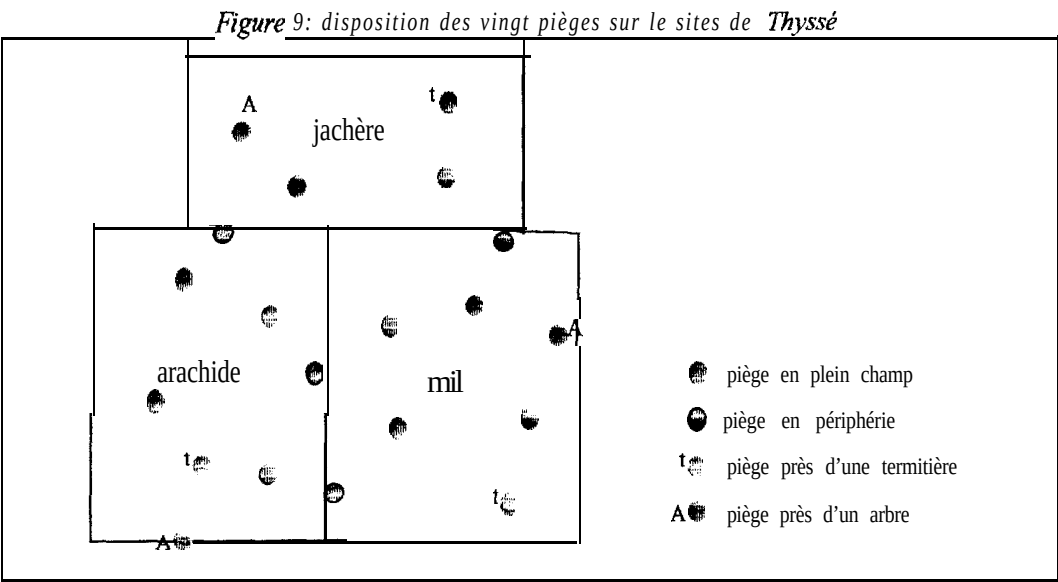
Une meilleure connaissance de la biologie des iules et l'interprétation objective des résultats des piégeages nécessitent la concordance de toutes les actions de recherche sur un même site. Parmi les sites de l'ancien réseau, celui de Thyssé présente un certain nombre d'avantages : le Papem de Sonkorong constitue un milieu contrôlé, qui bénéficie de l'appui de nombreux agents techniques (CIRAD, TSRA, ORSTOM) déjà sensibilisés au problème des iules; de plus, les conditions du milieu y sont bien maîtrisés, et un grand nombre d'appareils de mesure sont déjà sur place.

5.2.2.1) Intensification des piégeages sur un site privilégié :

Les travaux de Gillon & Gillon ainsi que des différents chercheurs en Défense des Cultures ont révélé à maintes reprises la grande hétérogénéité des résultats obtenus en matière de piégeage d'iules. A la même date, sur différents endroits d'une même parcelle, les relevés peuvent fortement varier d'un piège à l'autre.

Selon ces auteurs, le champ peut être considéré comme un échantillon représentatif de la région, et pour obtenir l'image la plus juste possible de son peuplement, il convient de rapporter la densité des différentes espèces trouvées en moyenne dans chaque biotope à la surface respective de ces biotopes dans le champ.

Il serait donc intéressant de multiplier l'implantation des pièges à postes fixes, et de les placer sur le site dans les différents biotopes, en respectant la proportion de ces biotopes sur le site. La figure 9 suggère de disséminer 20 pièges selon la répartition proposée au tableau n°4



tab leau n°4: répartition approximative des pièges sur le site de Thyssé

parcelle	total pièges	plein champ	périphérie	arbre ou arbuste	termitière
arachide	8	4	2	1	1
mil	8	4	2	1	1
jachère ou friche	4	2		1	1

5. 2. 2.2) Comptage d'ides par prélèvements de soi :

On s'inspirera des travaux effectués par M. et Mme Gillon non loin de la station de Darou entre 1974 et 1975. Des prélèvements de sol seront pratiqués d'une part sur l'ensemble du site : en fin de saison sèche (22 ème semaine), en début d'hivernage (28 ème semaine) et en fin d'hivernage, au moment de la formation des gousses d'arachide (38 ème semaine); d'autre part en parcelle d'arachide une fois par semaine (Cf. Joulain 1992). L'opération consistera à prélever de la terre sur 4 m² par couches successives, en mesurant au préalable la température des différentes strates du sol avec une sonde thermométrique.

Les iules seront ensuite extraits des différentes strates de sol par tamisage, puis déterminés et pesés (poids sec de 100 iules pour chaque espèce). Parallèlement seront mesurées les humidités des strates de sol prélevées.

L'analyse des données peut s'effectuer par classification automatique. Un programme de classification ascendante hiérarchique a été écrit à cet effet, qui dresse un dendrogramme des ressemblances obtenues — critères d'agrégation : coefficient de corrélation ou de régression; distance ultramétrique : saut minimal, maximal ou moyen.

En outre, les résultats fournis par ce type d'expérience permettent, par extrapolation, d'évaluer la population moyenne à l'hectare, en prenant en compte la surface respective des différents biotopes sur le site étudié.

5.2.2.3) Comptages à vue :

Cette opération complète, à la surface du sol, la précédente. Une dizaine de parcelles de 4 m², disséminées sur un ou plusieurs champs d'arachide, seront délimitées en début d'hivernage et inspectées tous les jours — l'heure de passage pouvant varier. Les iules observés seront dénombrés et déterminés sans prélèvement.

5.2.2.4) Estimation du niveau d'attaques sur gousses :

Il importe aussi d'évaluer plus concrètement la pression des iules au moment de la fructification : dès le début de la formation des gynophores, l'arrachage de dix pieds d'arachide tous les deux jours donnera lieu à l'analyse des variables suivantes :

- nombre de gousses en formation attaquées et saines;
- nombre de gousses mûres attaquées et saines;
- nombre d'iules pour chaque espèce présents dans un rayon de 10 cm autour du pivot

5.2.2.5) Données complémentaires :

Dans la limite des moyens dont on disposera, la mesure régulière des conditions du milieu pendant toute la durée des essais sur le site de Thyssé devrait permettre de mieux comprendre le déterminisme des déplacements des iules :

- température de l'air sous couvert et du sol aux profondeurs étudiées;
- humidité relative de l'air à différentes heures du jour (psychromètre);
- pluviométrie;
- position du front d'humectation (mesures neutroniques ou prélèvements à la tarière);
- ensoleillement sous couvert, chaque jour à 12 heures et 16 heures (luxmètre);
- états de surface du sol (à vue) et date des travaux du sol.

Prospection de la rouille de l'arachide dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, du 4 au 7 mai 1993

A. Bonhomme, S. Sidibé & A. Ndiaye

Introduction :

La culture de l'arachide sur les périmètres irrigués de la vallée du fleuve Sénégal remonte à deux années sur le site de Thiago, à raison de deux campagnes par an.

Des apparitions tout à fait imprévues de rouille sur arachide ont eu lieu dès l'hivernage **1991**; elles se sont renouvelées, moins tardives mais amplifiées, au cours de la saison humide suivante, quoique sans influence significative sur les rendements.

Il est cependant légitime de craindre de plus sérieuses attaques de *Puccinia arachidis* pour l'hivernage 1993.

Objectifs de la mission :

Dans l'état actuel de nos connaissances, la dissémination de la maladie ne se ferait que par urédospores; ces spores ont une durée de vie très courte, qui ne permet pas la survie du champignon ailleurs que sur son hôte, d'une période culturale à l'autre (Zambettakis 1986).

Par ailleurs, le seul hôte connu de *P.arachidis* est l'arachide (Savary 1989).

En conséquence, la persistance de la maladie, à l'état endémique, dans la zone du fleuve Sénégal, est attribuable à la présence de repousses infectées et à la culture en continu de l'arachide dans cette région.

Les conditions climatiques nécessaires à l'explosion de la maladie ne sont réunies qu'en hivernage, si bien que la recherche et l'examen, en contre saison, de repousses infectées, présente un intérêt certain : elle pourrait expliquer l'origine des urédospores, responsables de l'explosion précoce de l'épidémie en saison humide.

Méthodologie :

L'idéal aurait été d'étendre la zone d'étude à la vallée entière du fleuve Sénégal, de façon à répertorier la totalité des surfaces emblavées en arachide.

Cependant, l'impossibilité d'aller en reconnaissance sur la rive droite — mauritanienne — du fleuve, mais surtout de graves problèmes de trésorerie liés au retard des fonds virés par la C.E.E. (non encore parvenus à ce jour), m'ont conduit à restreindre notre zone d'étude. Celle-ci correspond finalement à la portion de la rive gauche du fleuve qui s'étend de Fanaye à Rosso, ainsi qu'aux abords est du lac de Guiers.

~Nous avons enquêté dans la région à propos des lieux où se pratique la culture de l'arachide, afin de localiser les sites présentant éventuellement des repousses datant de l'hivernage 1992. Ces sites sont au nombre de sept et ont été visités dans l'ordre suivant (Cf. carte en annexe) :

- Témèye **Salane** (1);
- Ndiarhayé (2);
- Thiago (3);
- Rosso du Sénégal (4);
- Fanaye (5);
- Dagana (6);
- Keur Mbaye (7).

Résultats et discussion :

Sur la mince bande côtière qui s'étend de Témèye **Salane** (1) à Ndiarhayé (2) alternent (périmètres irrigués et surfaces inondables bénéficiant de la proximité du Lac de Guiers. Cette zone fait principalement l'objet de riziculture et de cultures maraîchères. La culture de l'arachide y était totalement absente il y a quelques années, et reste extrêmement marginale. ~Elle se limite à quatre sites sur la zone en question :

- Sur le périmètre irrigué de Témèye **Salane** (1), les paysans débutaient le deuxième cycle de culture de l'arachide; la première récolte avait eu lieu dix jours plus tôt, si bien que nous avons pu en observer les fanes : pratiquement indemnes, elles présentent sur de rares feuilles des symptômes de niveau 1 sur l'échelle ICRTSAT.
- Les deux endroits cultivés en arachide et situés entre Témèye **Salane** (1) et Ndiarhayé (2) ne présentaient pas de repousses, celles-ci ayant été, aux dires des paysans, mangées par le bétail; les cultures en cours étaient indemnes de rouille.
- A Ndiarhayé (2), plusieurs repousses ont été observées, certaines datant de l'hivernage dernier. Une seule d'entre elles, âgée d'environ cinquante jours, présentait des symptômes - infection de niveau 1.

Sur la zone bien connue de Thiago (3), l'ensemble des périmètres habituellement cultivés en arachide a été minutieusement inspecté. Alors que des cas de rouille avaient été recensés sur la Ferme de Thiago lors de la précédente mission, et avaient donné lieu à une analyse au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris, aucun plant ni aucune repousse infectés n'ont été observés. Les rares terrains de la C.S.S. cultivés en arachide sous aspersion lors de la dernière saison humide ne présentaient que des repousses saines.

La zone de Rosso du Sénégal (4), en bordure du fleuve, n'est pratiquement cultivée qu'en riz et en tomates. La culture de l'arachide ne se pratique pas et ne s'est jamais pratiquée ; pas même dans les jardins.

Aux alentours de Fanaye (5), l'arachide ne serait cultivée qu'à la station expérimentale de l'ISRA, en irrigué. Nous n'avons trouvé là-bas ni repousses ni plants contaminés.

L'enclave de Dagana (6) fait exclusivement l'objet de riziculture. La culture de l'arachide y est totalement absente.

Les terrains appartenant au village peul de Keur Mbaye (7) ne sont jamais, eux non plus, cultivés en arachide mais uniquement en riz. Un villageois nous a indiqué une parcelle ayant été emblavée en arachide deux années plus tôt, mais ce fait a été formellement démenti par son propriétaire qui y produit papayes, mangues et bananes.

Conclusion :

Il apparaît que la culture de l'arachide reste relativement marginale dans cette portion de la vallée du fleuve Sénégal, traditionnellement tournée vers la riziculture, comme en témoignent les cartes, antérieures à l'indépendance, utilisées lors de cette mission. Il s'agit d'un phénomène nouveau qui se propage depuis quelques années dans la région.

De plus, la rareté surprenante des repousses sur les terrains, ainsi qu'en bordure des terrains récemment emblavés en arachide, n'a pas facilité notre tâche. Rappelons que nous n'avons trouvé des repousses qu'à Ndiarhayé (2) et à Thiago (3), alors que l'arachide est cultivée depuis plus d'une saison dans les zones (1) à (2), (2) et (3).

Une raison connue de cette absence de repousses est la divagation du bétail sur les parcelles dans les mois qui suivent la récolte. Il est probable que cette pratique diminue les risques de la persistance d'un inoculum pendant toute la saison sèche.

Si la zone inspectée paraît exempte d'inoculum, l'origine des spores de *P.arachidis* contaminantes en hivernage 1992 n'en demeure pas moins inexpiquée. Peut-être la direction des vents dominants en saison humide (Est-Nord-Est / Ouest-Sud-Ouest) constitue-t-elle un indice...

Elle suggère néanmoins que la zone d'étude a été trop limitée, faute de moyens entre autres, et que l'abandon de l'idée d'une prospection en Mauritanie est regrettable.

Repères bibliographiques :

ZAMBETTAKIS (Ch.), 1986 — Captage des urédospores de *Puccinia arachidis* à Niangoloko (Burkina Faso) durant la période culturale de 1984 (non publié).

SAVARY (S.), 1989 — La rouille de l'arachide en Afrique de l'Ouest : un nouveau composant d'un pathosystème multiple. *Oléagineux*, 44(10).

Synthèse de la collaboration ISRA-PNVA sur les campagnes 1991 à 1993

A. Bonhomme, L. Champin & I.A. Ndiaye

1.) Collaboration ISRA/PNVA pour les campagnes 1991 / 1992

1.1.) Introduction :

~ Dans l'environnement économique précaire de la production agricole au Sine Saloum, les paysans ont une capacité d'investissement réduit. Pour l'arachide d'huilerie, en général, le seul intrant investi est la semence. L'action de développement mise en place en relation avec le PNVA vise l'amélioration des techniques de production des semences paysannes depuis le champ jusqu'au grenier de stockage.

Sur les faibles superficies concernées, il est permis d'espérer l'adoption des techniques intensives proposées. L'opération s'étalant sur deux campagnes, les qualités de semences produites en première année ont été testées en deuxième année.

Le service Défense des cultures s'est chargé de la réalisation de l'action « influence de la protection phytosanitaire de l'arachide en cours de culture sur la qualité des semences obtenues ».

Au cours de son cycle **cultural**, la plante est soumise à plusieurs pressions parasites (maladies foliaires, insectes phyllophages) réduisant l'activité photosynthétique et compromettant par là le bon développement des fruits. De plus, les gousses sont l'objet d'attaques de ravageurs (iules, termites). Non seulement les dégâts commis par l'ensemble des ennemis se traduisent par une baisse de la production, mais la qualité de la récolte est également détériorée.

~ L'objectif de cette action est donc d'évaluer l'incidence agronomique et économique de la 'protection phytosanitaire d'un champ de production semencière.

1.2.) Matériel et méthodes :

'L'opération s'est déroulée sur deux campagnes agricoles successives:

1991: mise en place des tests de traitements et mesure des effets des traitements testés sur les rendements en semences et leur qualité.

1992: évaluation des effets induits par l'utilisation en conditions paysannes des semences produites en année 1991.

Le dispositif est répété chez quatre paysans par village.

4 villages ont été retenus :

- zone 55-437 : Gandiaye et Ndiébel
- zone 73-33 : Ndiédieng et Keur Ablaye Maram (Ndoffane)

1.2.1.) Campagne 1991:

1.2.1.1.) Quatre niveaux:

- témoin non traité (TNT);
- protection fongicide de l'appareil aérien pendant toute la durée du cycle (1TT) (Bavistine: Carbendazime 50%, à 400g P.C./ha);
- protection insecticide et fongicide de l'appareil aérien pendant toute la durée du cycle (2TT) (diméthoate 300g/ha + cyperméthrine 50g/ha);
- protection insecticide et fongicide de l'appareil aérien pendant toute la durée du cycle et protection à la fructification contre les attaques d'insectes et de termites par un traitement insecticide du sol (3TT) (Dursban 4E à 480g/l de chlorpyrifos-éthyl; 1 l/ha).

1.2.1.2.) Organisation :

- semences provenant du secco semencier le plus proche;
- précédent mil en année 90 et même variété d'arachide en année 89;
- parcelles élémentaires de 25 * 25 mètres, disposées en carré;
- tous les traitements sont effectués en pulvérisation bas-volume (20 l de bouillie par ha);
- mesure des rendements en gousses et fanes puis conservation des semences ainsi produites pour les tests de 1992.

1.2.2.) Campagne 1992:

1 facteur étudié : effet de la qualité de la semence utilisée sur les résultats obtenus.

5 niveaux :

- Témoin paysan (TP) : semences personnelles du paysan;
- Témoin secco (TS) : semences issues du lot TNT;
- FON : semences issues du lot 1 TT;
- INS : semences issues du lot 2TT;
- FRUCT : semences issues du lot 3TT.

.2.2.1.) Organisation :

- même localisation qu'en 1991 : quatre paysans dans les mêmes quatre villages;
- Champ cultivé en mil en 1991;
- semis sur la première pluie;
- parcelles de 5 lignes de 60 m si possible. Les différents traitements sont contigus, des piquets n marquant les limites;
- découpage des grandes parcelles en cinq sous-parcelles de 10 m de longueur;
- comptage de levée à 10, 20 et 30 jours;
- mesure des rendements en gousses et en fanes;
- Analyse technologique de récolte sur 1 Kg de coques par sous-parcelle.

.3.) Résultats de la campagne 1991 :

.3. 1.) Bilan des travaux :

.3. 1.1.) Calendrier cultural:

	Semis	Récoltes
andiaye	23/07	24/10
diébel	23/07	23/10
diédieng	12/07	03/11
K.A.Maram	11/07	05/11

.3.1.2.) Interventions phytosanitaires:

	traitements fongicides	traitements insecticides	traitement fructification
andiaye	06/09 22/09 06/10	22/08 22/09	06/09
'diébel	06/09 20/09 04/10	22/08 20/09 04/10	06/09
.A.Maram	06/09 02/10 22/10	20/08 17/09 11/10	17/09
'diédieng	30/08 22/09 08/10	20/08 13/09 08/10	30/08

1.3. 2.) Analyse des rendements :

Gousses en kg/ha					
Communauté rurale	TNT	1TT	2TT	3TT	testF
Gandiaye	408			544	NS
N'diébel	853	908	935	1080	3TT S
N'diédieng	1135	1254	1391	1529	3TT S
K.A.Maram	304	322	484	412	NS

Fanés en kg/ha					
Communauté rurale	TNT	1TT	2TT	3TT	testF
Gandiaye	664			906	NS
N'diédieng	1065	1186	1379	1673	3TTs
K.A.Maram	967	1424	1381	1356	NS

1.3.3.) Analyse de récolte :

~Communauté rurale	TNT	1TT	2TT	3TT	testF
Gandiaye:					
% bonnes gousses	69,0			73,0	3TT S
% immatures	24,6			22,0	NS
% graines exportables	71,0			69,0	NS
poids de 100 graines (g)	36,3			36,7	NS
N'diédieng:					
% bonnes gousses	61,0	56,5	59,2	51,9	NS
% immatures	17,8	15,9	19,8	20,6	NS
% graines exportables	44,5	42,6	43,8	49,2	NS
poids de 100 graines (g)	49,3	49,3	50,9	51,9	NS
K. A. Maram:					
% bonnes gousses	63,8			50,7	TN-I-S
% immatures	15,7			25,1	NS
% graines exportables	43,8			54,7	NS
poids de 100 graines (g)	48,9			53,7	3TTs

1.3.4.) Discussion :

bans le village de Gandiaye, les surfaces semées en arachide pour l'opération ont été insuffisantes, nous n'avons gardé que le témoin non traité (TNT) et la protection phytosanitaire complète (3TT).

En raison de la contamination de plusieurs échantillons par les bruches (*C. Senatus*), l'analyse statistique de la récolte n'a pas été réalisée pour Ndiébel et en partie seulement pour K. A. Maram.

La protection phytosanitaire complète (3TT) influe significativement sur les rendements (N'diébel et N'diédieng); elle apporte une augmentation significative du poids de 100 graines (qualité de la semence) à K. A. Maram.

On note une différence significative du pourcentage de bonnes gousses entre les traitements TNT et 3TT pour les villages de Gandiaye et K. A. Maram.

1.3.4.1.) Protection fongicide:

Les conditions climatiques très sèches en fin de cycle ont limité le développement de la cercosporiose cette année, la défoliation des plantes est restée faible. Pas d'effets sur la récolte.

1.3.4.2.) Protection insecticide en cours de cycle:

~Observations des attaques d'insectes:

- Chenilles défoliatrices: *Amsacta sp.* et *Spodoptera sp.* (K. A. Maram et N'diédieng).
- Sauteriaux en fin de cycle (N'diébel).
- Jassides vertes (Gandiaye).
- Pucerons: *Aphis craccivora* (Gandiaye).

Ces attaques n'ont pas eu d'influence sur la quantité et la qualité des récoltes.

1.3.4.3.) Protection insecticide à la fructification.

En protégeant la récolte des attaques d'iules durant les dernières pluies puis des termites en fin de cycle, le traitement a eu un effet très favorable sur les rendements en gousses et en fanes.

Le maintien de la biomasse totale produite grâce à la couverture intégrale des attaques s'est traduit par une légère augmentation du nombre de graines immatures à la récolte sans nuire cependant à la qualité des semences produites: augmentation du pourcentage de semences et du poids de 100 graines.

1.3.5.) Conclusion :

Le but de l'action de recherche-développement réalisée étant la production de semences de qualité, la classification des traitements ne pourra être effective qu'à l'observation des résultats de la campagne 1992.

L'importance des dégâts de bruches observés dans les échantillons, et ceci malgré le traitement insecticide à la réception des sachets, attire l'attention sur l'intérêt d'une protection précoce des lots de semences.

1.5.) Résultats de la campagne 1992 :

Les analyses ne portent que sur les communautés rurales de Ndiébel, Ndiédieng et Ndoffane, en raison de l'absence partielle ou totale de données sur Gandiaye.

~Nous utilisons le test de séparation des moyennes du Student de Neuman et Keul avec un rejet significatif à 5 %.

J. 5.7.) Analyse des densités :

~Communauté rurale de *Ndoffane*

Traitement	A.Drame			A.Ba			M.Drame			O.Thiam		
	20/07	30/07	10/08	20/07	30/07	10/08	20/07	30/07	10/08	20/07	30/07	10/08
FRUCT	124 a	125 a	125 a	126 a	127	127	74	76	76	140	147	147
INS	112 a	115 a	115 a	118 ab	119	118	89	92	92	142	144	144
FON	74 b	77 b	78 b	101 ab	103	103	81	82	82	144	145	145
T S	73 b	76 b	76 b	93 b	93	93	82	82	82	144	145	148
TP	110 a	112 a	111 a	105 ab	106	104	90	90	88	146	143	143
Test F	*	*	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
cv %	11,7	11,2	11,2	10,6	11,1	10,9	12,6	12,6	12,6	1,9	1,9	2,7

Communauté rurale de Ndiédieng

Traitement	M.Diallo		A.Ndiaye		I.Diouf		I.Ba	
	10 JAS	30 JAS	10 JAS	30JAS	10 JAS	30 JAS	10 JAS	30 JAS
FRUCT	285	287	250 a	250 a	254 a	255 a	286	273
INS	309	308	267 a	270 a	249 a	252 a	284	285
FON	313	312	245 a	248 a	222 b	223 b	301	299
T S	308	306	192 b	192 b	176 c	179 c	292	292
TP	290	290	290 a	290 a	219 b	219 b	291	289
Test Fisher	NS	NS	*	*	*	*	NS	NS
CV%	4,4	3,9	7,2	7,0	3,5	3,7	7,6	8,0
effet bloc	oui	oui			oui	oui		

Seules les densités mesurées sur les parcelles de Ndoffane et Ndiédieng ont pu être analysées. En effet, les résultats des comptages de Ndiébel nous sont parvenus sans distinction de bloc : nous n’avions qu’une valeur moyenne pour chaque traitement.

Dans tous les cas où l’analyse statistique révèle des différences significatives, on observe une gradation plus ou moins marquée du pouvoir germinatif des lots issus de la récolte 199 1 : la levée est meilleure pour les lots issus de parcelle traitées en 1991, et d’autant meilleure que la protection était complète. Les lots issus des parcelles non traitées se placent en dernière position. De ce point de vue, les résultats obtenus en station sont confirmés.

Il convient toutefois de noter que les lots de semences personnelles des paysans lèvent dans tous les cas aussi bien que les lots issus d’une protection complète. Il faut donc relativiser l’intérêt d’une protection phytosanitaire des champs de semences : d’autres paramètres, tels le tri des graines et les conditions de stockage en saison sèche, demeurent prépondérants pour l’obtention de semences de qualité. Nous pouvons en conclure que le PNVA n’a pas entouré les

lots de semences obtenus en 1991 de tous les soins nécessaires pendant leur stockage en saison sèche.

1.5.2.) Analyses de rendements :

~Encore une fois, seuls les résultats issus des communautés rurales de Ndoffane et Ndiédieng ont été analysés, ceux de Ndiébel étant partiellement manquants ou trop imprécis. (Cf. annexes).

Communauté rurale de Ndiédieng (rendements en Kg/ha)

Traitement	A.Ndiaye			I.Ba			I.Diouf			M.Diallo		
	Rdt G	Rdt F	G/F	Rdt G	Rdt F	G/F	Rdt G	Rdt F	G/F	Rdt G	Rdt F	G/F
FRUCT	293	1940	15,0	727	1770	40,9	293	ab 900	31,7	733	1737	42,3
INS	253	1720	14,7	723	1733	41,6	297	ab 930	32,2	683	1677	41,3
FON	253	1647	15,3	717	1600	45,2	263	ab 920	28,7	647	1513	43,0
TS	177	1520	11,7	643	1423	45,1	240	b 880	27,1	773	1800	44,1
TP	297	1580	19,4	680	1353	50,9	350	a 1073	32,4	780	1830	42,4
Test Fisher	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
cv %	16,8	9,2	18,1	16,3	14,3	8,6	12,8	12,4	11,3	12,5	12,7	10,0

~Communauté rurale de Ndoffane (résultats en Kg /ha)

Traitement	A.Drame			H.Ba			M.Drame			O.Thiam		
	Rdt G	Rdt F	G/F	Rdt G	Rdt F	G/F	Rdt G	Rdt F	G/F	Rdt G	Rdt F	G/F
FRUCT	996	3420	32,0	952	1796	54,6	716	3084	23,6	1156	2840	41,3
INS	1052	4232	25,0	1028	1692	62,9	740	3508	21,3	1128	2880	39,9
FON	660	2732	24,8	1052	1564	68,3	832	4128	21,1	1236	2672	47,2
TS	728	3024	25,0	1024	1500	69,4	1036	4068	27,4	1080	2480	44,6
TP	864	4604	19,6	1032	1528	70,3	788	4572	17,7	1100	2656	41,6
Test Fisher	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	17,7	19,3	24,3	21,8	14,0	25,4	14,8	21,4	29,2	10,3	15,2	11,3
effet bloc	oui			oui	oui		oui				oui	

Nous n'observons de différences significatives que chez un seul paysan (I.Diouf à Ndiédieng, sur les rendements en gousses). La qualité supérieure des lots personnels du paysan est encore prouvée; on notera une tendance dans ce sens chez tous les paysans de Ndiédieng, sur les rendements en gousses aussi bien que sur les rendements en fanes et les rapports gousses sur fanes.

1.5.3.) Analyse technologique des récoltes :

Les analyses technologiques ont été effectuées par le personnel de l'ISRA Kaolack.

Tous les résultats sont reportés en annexes. Ne sont reproduits ici que ceux portant sur les variables essentielles (Cf. tableaux). Une analyse factorielle n'a été possible que pour les résultats de Ndiédieng, prenant en compte la dispersion des blocs chez différents agriculteurs

(et seulement pour trois d'entre eux). En ce qui concerne Ndoffane et Ndiébel, un certain nombre d'échantillons ont été perdus, ou gâtés par les **bruches** : il a fallu rassembler les résultats des différents paysans afin d'obtenir un nombre identique et suffisant de répétitions pour chaque traitement. Nous avons ensuite procédé à des analyses de **variance**, le traitement pris comme facteur unique. Afin de limiter la perte d'informations induite, nous avons pris garde de ne conserver que des blocs entiers pour l'analyse statistique. Les coefficients de variation (écart-type/moyenne) portés dans les tableaux indiquent que cette manoeuvre n'a pas trop perturbé l'homogénéité des données. Toutefois, on note un "effet significatif du paysan" sur presque toutes les variables à Ndiédieng.

(Quoiqu'il en soit, aucune différence significative n'a été observée au cours des analyses des échantillons des trois villages.

2.) Collaboration ISRA/PNVA pour la campagne 1993

2.1.) Introduction :

~Etant donnée la faible valeur scientifique des résultats de notre collaboration en 1991-1992, nous avons choisi, début 1993, de tenter à nouveau la même démonstration. Malheureusement, une diminution de 75% de budgets alloués par le PNVA à la vulgarisation des pratiques culturales de l'arachide nous a contraints de revoir nos protocoles expérimentaux, afin d'opter pour une démonstration moins coûteuse.

Ce sont, d'une part, l'espoir d'une allocation plus satisfaisante pour les années suivantes, et d'autre part, notre souci de poursuivre logiquement la collaboration ISRA-PNVA, qui ont motivé la conception du protocole qui suit.

~Dans cette optique, nous avons décidé de fusionner l'opération défense des cultures et l'opération phytotechnie de l'arachide.

Nous souhaiterions, dans l'avenir, revenir sur cette fusion.

Résultats de l'analyse technologique de récolte pour la saison 1992

Communauté rurale de Jdiébel

Traitement	Poids de 100 gousses tout venant	Poids de 100 gousses saines	% gousses saines	Rendement décorticage (%)	% graines exportables	Poids de 100 gr. H.P.S.
TP	59,4	70,6	75,7	61,9	52,1	31,4
TS	69,2	81,6	82,7	62,9	48,6	32,4
FON	56,6	65,2	61,6	63,5	53,9	32,7
INS	62,8	74,5	67,9	64,1	54,7	31,8
FRUCT	59,2	74,3	71,0	61,7	55,8	30,6
Test Fisher	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	9,1	8,8	8,4	3,4	19,8	4,5

Communauté rurale de Ndoffane

Traitement	Poids de 100 gousses tout venant	Poids de 100 gousses saines	% gousses saines	Rendement décorticage (%)	% graines exportables	Poids de 100 gr. H.P.S.
TP	102,4	106,1	78,2	70,1	61,9	48,4
TS	103,3	109,1	79,4	70,9	59,8	47,4
FON	99,9	107,3	79,9	70,6	62,2	47,4
INS	104,4	111,5	77,2	70,5	65,2	48,4
FRUCT	98,4	108,7	74,3	69,7	61,8	47,9
Test Fisher	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	7,4	7,5	6,8	4,4	11,5	4,6

Communauté rurale de Ndiédieng

Traitement	Poids de 100 gousses tout venant	Poids de 100 gousses saines	% gousses saines	Rendement décorticage (%)	% graines exportables	Poids de 100 gr. H.P.S.
TP	95,8	101,0	72,0	66,0	53,6	50,0
TS	96,8	107,1	74,4	66,2	48,2	49,9
FON	99,3	105,6	74,7	66,3	49,6	50,1
INS	97,5	102,5	72,3	64,6	52,5	49,3
FRUCT	99,0	106,1	73,8	65,5	50,6	50,2
Test Fisher	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV %	4,7	5,5	3,3	4,4	17,5	3,7
effet paysan	oui	oui	oui	oui	oui	non

L'unique opération présentée ici porte toujours sur la nécessité de vulgariser des techniques de production de semences de qualité. En revanche, elle ne prend en compte que deux facteurs d'amélioration : le niveau de fumure minérale (nul ou total) et la protection phytosanitaire de la parcelle (absente ou complète).

2.2.) Matériel et méthodes :

L'opération se déroule sur deux campagnes successives, 1993 et 1994. La première année, mise en place de l'essai production de semences suivant différentes conditions agronomiques et phytosanitaires; détermination de la qualité des graines récoltées et du rendement en semences.

L'année suivante, évaluation en milieu paysan de la qualité semencière des graines obtenues en 1993 suivant les différentes conditions.

Pour l'année 1993, l'essai consiste en un dispositif factoriel en sous-blocs dispersés, à deux facteurs de deux niveaux chacun. Chaque sous-bloc comporte donc quatre parcelles élémentaires.

L'essai devait être répété chez quatre paysans dans chacun des villages retenus : Ndoffane et Ndiédieng pour la zone 73-33, Ndiébel et Gandiaye pour la zone 55-437.

Les deux facteurs étudiés sont les suivants :

- fertilisation minérale : 0 (F0) et 100 (F1) Kg/ha d'engrais;
- traitements phytosanitaires en protection de l'appareil aérien : 0 traitement (OTT) et 3 traitements (3TT).

2.2.7.) *Apports de fumure minérale :*

- 100 Kg/ha de 8-1 8-27 pour la 73-33 et de 6-20-1 0 pour la 55-437. Epandage des engrais le long des rangs d'arachide juste avant le premier sarclage.

2.2.2) *Protection phytosanitaire :*

- protection fongicide de l'appareil aérien. Bavistine: carbendazime 50% à 400 g p.c/ha;
- protection insecticide. ArrivoD (R) : diméthoate 300 g/ha + cyperméthrine 50 g/ha;
- protection à la fructification. Insecticide fructif Dursban 4E (R) à 480 g/l de chlorpyrifos-éthyl : 1 l/ha.

2.2.3.) *Organisation :*

- champ cultivé en mil en 1992 et en même variété d'arachide que celle choisie pour la démonstration en 1991; parcelle si possible exempte de gros arbres, de termitières, ravines ou zones inondables, et d'accès facile même par temps pluvieux;
- parcelle de 40 x 20 m divisée une première fois en deux pour la fertilisation, et une deuxième fois pour les traitements phytosanitaires, soit une surface élémentaire de 20 x 10 m = 200 m² par traitement;
- semences provenant du secco le plus proche;
- semis mécanique sur le première pluie, parallèlement à une corde pour la rectilignité des lignes;
- les différents traitements sont contigus, des piquets en marquant les limites;
- culture menée suivant les normes vulgarisées;
- mesure des rendements en gousses et fanes; analyse de récolte sur 1 Kg de gousses sèches par traitement.

2.2.4.) plan de l'essai:

F0-0TT	F0-3TT
F1-0TT	F1-3TT

2.3.) Résultats et discussion :

Une tournée sur les lieux de la démonstration, le 14 septembre 1993, nous a permis de rencontrer MM. Babou Faye et Kébé, agents du PNVA respectivement basés à Keur Ablaye Maram (Ndoffane) et Ndiédieng. Nous avons relevé un certain nombre de problèmes.

L'arrivée trop tardive des semences — le 27 juin, c'est-à-dire un mois après la première pluie — a compromis la mise en place des essais : les paysans avaient déjà commencé à cultiver leurs parcelles et ne restaient plus libres que les moins bonnes du terroir pour installer les placettes d'essai. Les semis ont donc eu lieu le 1^{er} août.

Les deux blocs de l'essai de Keur Ablaye Maram sont contigus, alors qu'il s'agissait à l'origine d'un dispositif en blocs dispersés. Une ancienne termitière a empêché toute levée de l'arachide sur son emplacement au milieu de la placette.

Les engrais, qui auraient dû être acheminés pour la mise en place des essais, ne sont parvenus aux agents que le 1^{er} septembre, et ont été épandus le 3 septembre, c'est-à-dire bien après la date prévue du premier sarclage.

Les produits phytosanitaires n'étaient pas encore parvenus aux agents, alors que l'utilisation des deux premiers devait se faire à la demande, pendant toute la durée du cycle. Nous avons pourtant noté des dégâts de pucerons et de chenilles défoliatrices, et des symptômes de cercosporiose de niveau 3 sur l'échelle ICRISAT.

Nous avons aussi relevé le manque d'équipement des agents, qui doivent souvent emprunter le matériel dont ils ont besoin à des collègues d'autres services administratifs (pulvérisateurs en particulier).

Bien entendu, la qualité de la démonstration (autant sur le plan de la vulgarisation que sur le plan scientifique) a souffert de ces avatars répétés. Les agents du PNVA en ont manifesté un certain découragement. Il a été décidé, après concertation avec MM. Sarr (directeur du Centre TSRA Kaolack) et Lo (Inspecteur de l'Agriculture sur Kaolack), de remettre la démonstration à la campagne 1994. Ainsi, aucune analyse n'a été entreprise.

3.) Conclusion générale et perspectives :

Le bilan de ces trois années de collaboration est lourd : des sommes importantes ont été **dépensées**, autant pour la mise en place et le suivi des démonstrations sur le terrain que pour les analyses en laboratoire.

L'**absence** quasi générale de résultats scientifiques satisfaisants permet de douter de l'impact de cette opération auprès du public visé : l'observation des parcelles d'essai à l'oeil nu constitue pour les paysans leur seul critère de jugement. Lorsque l'analyse scientifique des densités, des rendements et de la récolte ne s'avère pas concluante, c'est **qu'a fortiori** l'analyse visuelle au **champ** ne l'était pas.

Par ailleurs, l'analyse a montré (Cf. 1.5.1. et 1.5.2.) que certains lots de semences des paysans **étaient** de meilleure qualité que les lots récoltés et stockés par le P.N.V.A. La vulgarisation de nouvelles pratiques agricoles n'est possible que si les pratiques qu'ont déjà intégrées la grande majorité des paysans sont maîtrisées par le P.N.V.A. et ses agents.

Enfin, et c'était surtout le cas de la campagne 1993, un grand nombre de contraintes liées à l'acheminement des intrants n'ont pas été surmontées, ruinant ainsi toutes chances de réussite du projet.

Nous souhaitons ici **réaffirmer** notre volonté de renforcer notre collaboration avec le P.N.V.A. Mais cette collaboration n'aura de sens que si nous réussissons à mieux gérer les contraintes citées plus haut.

En outre, il importe que les délais de paiement de la main d'oeuvre employée à l'**ISRA** pour les analyses soient plus réguliers (Cf. tableau); que les tickets de carburant promis aux chercheurs de l'**ISRA** leur parviennent non en fin de campagne, mais avant la mise en place des essais, **afin** qu'un appui scientifique régulier soit possible.

date versement	périodes de travail concernées
août 1993	février-avril 1993
octobre 1993	fin mai - mi-juin 1993
février 1994 (prévisions)	début mai 1993 juillet 1993

Il importe enfin que les agents du P.N.V.A. disposent du matériel adéquat pour mener leurs démonstration, et qu'ils puissent bénéficier d'une formation accrue en matière de présentation des résultats, précision des pesées, etc.

Ahnexe 1 : analyse des densités et des rendements

Traitement	Rép	densités	densités	densités	densités	endement	endement	rapports	rendements	rendement
		12 J.A.S.	21 J.A.S	35 J.A.S.	récolte	G + F (Kg /ha)	G (Kg /ha)	G/F	par pieds (g de gousses)	graines exportables
' TNT	1	93,8%	93,8%	71,3%	67,5%	4600	2195	0,913	24,39	1199
	2	90,0%	92,3%	90,8%	90,0%	4840	2205	0,837	18,38	1175
	3	81,8%	91,5%	78,8%	75,8%	4600	2395	1,086	23,71	1230
	4	95,3%	90,8%	88,5%	82,5%	5700	2680	0,887	24,36	1850
	5	92,3%	102,8%	90,8%	84,0%	5400	2090	0,631	18,66	1106
	6	97,5%	99,0%	90,8%	88,5%	3920	2025	1,069	17,16	1060
GRA	1	90,0%	93,8%	89,3%	89,3%	6220	3250	1,094	27,31	1639
	2	82,5%	84,8%	84,0%	82,5%	4040	2213	1,211	20,12	1260
	3	68,3%	70,5%	84,0%	63,8%	4540	2112	0,870	24,85	1100
	4	96,8%	96,8%	96,8%	97,5%	6400	2990	0,877	23,00	1636
	5	96,8%	96,8%	93,0%	90,0%	4540	2272	1,002	18,93	1188
	6	87,8%	99,8%	91,5%	91,5%	5560	2325	0,719	19,06	1189
ONC	1	90,8%	93,0%	109,5%	95,3%	5540	2905	1,102	22,87	1484
	2	84,8%	87,8%	82,5%	82,5%	4400	2327	1,123	21,15	1156
	3	75,8%	80,3%	77,3%	77,3%	6400	3015	0,891	29,27	1512
	4	81,8%	87,0%	84,0%	82,5%	5479	2772	1,024	25,20	1337
	5	84,8%	87,0%	76,5%	79,5%	5540	2387	0,757	22,52	1218
	6	97,5%	97,5%	94,5%	84,8%	3920	1972	1,012	17,45	1071
TIC	1	89,3%	103,5%	99,8%	97,5%	4760	2437	1,049	18,75	1364
	2	81,8%	89,3%	88,5%	97,5%	5080	2425	0,913	18,65	989
	3	97,5%	97,5%	81,0%	82,5%	6620	2445	0,586	22,23	1253
	4	96,8%	104,3%	101,3%	97,5%	5100	2821	1,057	20,16	1149
	5	95,3%	96,0%	86,3%	82,5%	4420	2512	1,317	22,84	1317
	6	94,5%	96,0%	83,3%	83,3%	4360	2310	1,127	20,81	1062
TBC	1	83,3%	89,3%	83,3%	82,5%	4200	2220	1,121	20,18	1245
	2	91,5%	95,3%	93,0%	92,3%	6480	3055	0,892	24,84	1725
	3	82,5%	93,0%	79,5%	82,5%	4700	2440	1,080	22,18	1394
	4	92,3%	92,3%	84,0%	82,5%	5180	2460	0,911	22,36	1201
	5	90,8%	90,8%	87,0%	87,0%	4420	2090	0,897	18,02	992
	6	87,0%	93,0%	86,3%	86,3%	4860	2425	0,996	21,09	1164
TC	1	85,5%	87,0%	80,3%	78,8%	4040	2022	1,002	19,26	856
	2	90,8%	98,3%	88,5%	80,3%	4900	2247	0,847	21,00	1755
	3	86,3%	93,0%	86,3%	86,3%	5140	2430	0,897	21,13	999
	4	84,0%	87,0%	76,5%	75,0%	4300	1982	0,855	19,82	945
	5	99,0%	99,0%	84,0%	82,5%	4800	2475	1,065	22,50	1403
	6	93,0%	96,8%	81,8%	90,046	3360	2100	1,667	17,50	1043
NT		91,8%	95,0%	85,1%	81,4%	4843	2265	0,904	21,11	1270
IRA		87,0%	90,4%	89,8%	85,8%	5217	2527	0,962	22,21	1332
ONC		85,9%	88,8%	87,4%	83,6%	5213	2563	0,985	23,08	1296
IC		92,5%	97,8%	90,0%	90,1%	5057	2458	1,008	20,57	1189
BC		87,9%	92,3%	85,5%	85,5%	4970	2448	0,983	21,44	1287
C		89,8%	93,5%	82,9%	82,1%	4423	2209	1,055	20,20	1133
IV %		6,7	6,5	9,1	8,9	15,9	12,9	21,0	11,7	21,3
est Fisher		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Annexe 2 : analyse technologique de récolte

Traitement		Poids de 100 gousses tout venant	% gousses monograines	% gousses trouées	% gousses moisies	% gousses termitées	% gousses avariées	% gousses saines	% gousses mûres	Rendement décorticage (%)	Poids de 100 graines T.V.	% graines immatures	% graines faillées	% graines écartées	% graines exportables	Poids de 100 graines H.P.S.
TNT	1	89,3	16,5	4,0	13,6	4,1	4,0	74,3	90,8	75,3	43,9	5,1	16,1	27,4	72,6	51,0
	2	111,0	17,7	4,0	14,2	2,6	1,9	77,4	93,8	70,9	44,3	14,3	5,8	24,8	75,2	49,3
	3	110,7	10,4	3,0	13,0	5,8	1,1	76,2	95,9	72,7	43,3	7,4	16,2	29,4	70,6	49,8
	4	82,6	14,5	2,3	0,7	15,6	0,0	81,4	96,2	73,9	46,4	4,3	11,1	6,6	93,4	53,0
	5	96,7	14,0	2,3	16,4	7,1	2,7	71,5	94,3	72,0	41,1	5,4	15,2	26,5	73,5	47,8
GRA	8	103,5	12,0	2,0	21,0	2,1	1,5	72,5	92,3	71,0	45,5	2,0	15,5	27,2	72,8	51,0
	1	92,3	16,0	5,1	6,9	4,9	4,8	78,3	89,5	70,9	42,0	3,8	21,6	28,0	71,1	51,0
	2	109,1	16,4	3,1	15,3	4,3	1,5	75,8	94,4	69,8	41,3	9,0	3,2	18,4	81,6	47,0
	3	109,9	20,1	2,9	15,6	8,1	1,1	72,3	95,6	72,5	40,2	9,7	14,6	28,2	71,8	50,2
	4	111,6	20,7	3,0	24,7	5,3	1,8	65,3	93,8	71,5	44,7	17,0	0,93	23,5	76,5	52,6
DNC	5	95,0	22,6	4,0	24,6	8,3	2,5	60,6	96,4	72,7	41,0	7,2	17,2	28,1	71,9	47,6
	6	94,2	17,6	5,8	12,2	0,4	7,1	74,6	90,5	71,3	42,0	3,5	16,6	29,5	70,5	48,6
	1	90,7	15,7	3,7	8,5	8,3	4,2	75,3	93,9	71,7	40,3	8,3	13,8	28,8	71,2	49,3
	2	92,6	17,6	2,2	23,2	5,9	3,6	65,1	92,8	70,9	40,8	20,0	3,9	30,0	70,0	47,0
	3	94,2	13,4	1,9	28,7	2,9	1,3	65,2	97,0	69,4	38,2	9,5	13,0	27,7	72,3	48,0
TIC	4	113,5	15,0	3,3	12,7	3,8	1,0	79,2	95,0	72,8	47,6	18,5	3,9	33,7	66,3	45,3
	5	110,4	13,0	3,8	16,2	5,7	1,2	73,1	94,9	71,6	41,9	5,0	19,2	28,8	71,2	47,1
	8	98,6	13,5	4,6	23,7	3,0	2,1	66,5	92,7	72,7	42,8	3,2	16,2	25,3	74,7	47,1
	1	101,4	17,5	5,8	10,4	5,4	5,0	73,4	92,7	72,9	46,3	4,1	15,1	23,2	76,8	54,8
	2	98,8	17,5	2,6	27,6	3,5	3,1	63,2	94,1	67,7	40,2	20,4	7,3	39,8	60,2	47,3
TBC	3	91,6	12,3	4,1	15,1	5,4	0,9	74,5	91,7	71,0	39,6	9,9	12,8	28,7	71,3	48,8
	4	108,3	14,9	2,3	8,9	5,1	1,5	82,2	95,4	71,9	43,4	10,5	20,7	39,0	61,0	51,2
	5	110,1	13,4	4,3	5,9	3,5	0,5	85,8	95,8	72,6	45,0	6,1	17,4	27,8	72,2	53,8
	8	83,9	14,0	4,1	17,6	5,0	1,9	71,4	90,7	66,8	43,1	4,0	20,7	31,1	68,9	48,8
	1	98,3	15,8	6,8	9,0	4,6	3,5	76,0	91,4	72,5	42,8	6,2	12,4	22,6	77,4	50,4
	2	110,0	19,9	4,6	26,0	5,1	0,6	63,7	93,6	71,7	44,1	12,7	3,4	21,3	78,7	49,3
	3	114,0	16,8	3,5	28,0	4,7	0,8	62,9	93,7	72,8	43,9	11,4	3,9	21,5	78,5	49,9
	4	106,0	19,7	2,9	18,7	4,3	4,2	69,9	94,9	70,0	43,1	22,0	3,4	30,3	69,7	49,2
	5	87,5	24,1	7,6	39,2	3,4	2,9	46,9	92,4	70,9	39,1	8,3	19,1	33,1	66,9	49,2
	6	103,7	10,5	4,1	19,0	3,8	1,1	71,9	93,3	71,7	43,5	3,6	16,5	33,1	66,9	49,1

Annexe 2 : analyse technologique de récolte

Traitement	Poids de la gousses tout venant	% gousses monograines	% gousses trouées	% S I - - moisies	% gousses termitées	% gousses avariées	% gousses saines	% gousses mûres	Rendement décortilage (%)	Poids de 100 graines T.V.	% graines immatures	% graines faillées	% graines écartées	% graines exportables	Poids de 100 graines H.P.S.
TC	102,1	15,7	3,1	7,9	4,1	5,4	79,6	92,9	42,7	25,5	10,1	24,2	24,0	76,0	49,4
2	84,8	12,6	6,6	1,0	12,8	0,0	79,6	94,6	83,8	61,8	6,9	22,2	6,8	93,2	51,9
3	96,5	16,9	5,0	14,0	3,8	1,2	75,9	94,9	70,8	41,9	3,2	24,8	42,0	58,0	51,3
4	111,4	14,6	5,7	21,2	7,4	4,8	60,7	93,7	72,1	42,4	9,9	16,4	33,9	66,1	50,3
5	96,8	15,0	2,8	13,4	4,7	3,5	75,6	95,4	72,1	40,0	5,4	11,7	21,3	78,7	47,3
6	93,9	14,0	2,8	15,3	1,5	2,3	78,1	92,3	70,0	42,8	4,1	18,9	29,0	71,0	50,5

Traitement	Poids de 1 00 gousses tout venant	% gousses monograines	% gousses trouées	% gousses moisies	% gousses termitées	% gousses avariées	% gousses saines	% gousses mûres	Rendement décortilage (%)	Poids de 100 graines T.V.	% graines immatures	% graines faillées	% graines écartées	% graines exportables	Poids de 100 graines H.P.S.
TNT	99,0	14,5	2,9	13,5	6,2	1,8	75,6	93,9	72,8	44,1	6,4	13,3	23,6	76,4	50,3
GRA	102,0	19,1	4,0	16,6	5,2	3,1	71,1	93,4	71,5	41,8	8,5	12,2	26,1	73,9	49,6
ONC	100,0	14,9	3,2	18,8	4,9	2,3	70,7	94,4	71,5	41,9	10,8	11,7	29,0	71,0	47,3
TIC	100,7	14,9	3,9	14,3	4,6	2,1	75,1	93,4	70,6	42,9	9,2	15,7	31,6	68,4	50,8
TBC	103,2	17,8	4,9	23,3	4,3	2,2	65,2	93,2	71,6	42,7	10,7	9,8	27,0	73,0	49,5
TC	97,4	14,8	4,3	12,1	5,7	2,9	74,9	94,0	68,6	42,4	6,6	19,7	26,2	73,8	50,1

Annexe 3 : Micro essai en station : comptage densités
(nombre de pieds levés)

traitement		10 JAS	13 JAS	14JAS	17 JAS	21JAC	24 JAS	Pds sec (g)
TNT blessées	1	6	8	8	9	9	9	2,8
	2	3	8	8	8	8	8	3,6
	3	3	4	4	7	7	7	2,0
	4	6	8	8	9	9	9	3,4
TNT non blessées	1	2 4	32	32	34	34	34	16,2
	2	3	16	20	24	31	31	10,6
	3	28	32	32	33	34	34	17,2
	4	25	31	33	34	37	37	17,2
GRA blessées	1	11	23	24	27	30	30	8,0
	2	7	16	17	18	23	23	7,4
	3	25	32	32	33	34	34	13,8
	4	15	27	27	29	31	31	11,2
GRA non blessées	1	15	25	27	31	33	33	13,6
	2	0	13	13	19	28	28	8,4
	3	18	38	38	40	41	41	16,8
	4	13	21	21	26	29	29	11,2
DNC blessées	1	0	4	4	5	5	5	1,0
	2	0	5	5	8	9	10	3,2
	3	1	4	4	5	5	5	1,6
	4	3	9	10	10	12	12	3,4
DNC non blessées	1	5	19	22	26	26	26	7,8
	2	12	18	18	21	25	25	10,2
	3	8	23	24	28	30	31	10,0
	4	13	26	26	26	27	27	10,4
FIC blessées	1	3	10	10	12	12	12	4,0
	2	4	18	18	19	20	21	7,6
	3	7	10	12	14	19	19	5,2
	4	4	12	12	13	14	14	3,8
FIC non blessées	1	12	25	26	29	30	32	12,0
	2	3	6	6	8	9	9	3,4
	3	2	17	20	26	27	29	12,4
	4	9	26	27	29	31	31	9,2
FBC blessées	1	2	3	3	3	4	4	1,6
	2	1	2	3	5	6	6	1,8
	3	1	2	2	5	5	6	1,6
	4	3	6	6	6	6	7	1,6
FBC non blessées	1	10	19	21	25	25	25	8,0
	2	9	21	21	24	27	27	10,8
	3	1	8	9	17	22	24	7,2
	4	10	22	24	26	27	27	8,8
FC blessées	1	1	2	2	2	3	4	1,2
	2	1	4	4	6	5	5	2,0
	3	0	1	1	1	1	1	0,3
	4	0	1	1	2	2	2	0,8
FC non blessées	1	11	31	32	32	32	32	14,8
	2	15	26	31	32	34	35	15,6
	3	6	15	16	22	25	25	9,4
	4	8	19	20	22	23	23	6,6

Annexe 4 : Micro essai en laboratoire : comptage levées

traitement		graines levées	
		nombre	%
TNT	non contaminée	48	96%
	non blessées	47	94%
		50	100%
TNT	non contaminée:	48	96%
	blessées	50	100%
		50	100%
GRA	non contaminée:	50	100%
	non blessées	48	96%
		49	98%
C RA	non contaminée:	49	98%
	blessées	50	100%
		47	94%
TNT	contaminées	48	96%
	non blessées	47	94%
		50	100%
TNT	contaminées	50	100%
	blessées	49	98%
		48	96%
GRA	contaminées	49	98%
	non blessées	49	98%
		49	98%
C FIA	contaminées	49	98%
	blessées	50	100%
		50	100%
C NC	contaminées	46	92%
	non blessées	50	100%
		50	100%
C NC	contaminées	48	96%
	blessées	49	98%
		48	96%
TIC	contaminées	49	98%
	non blessées	49	98%
		48	96%
TIC	contaminées	50	100%
	blessées	50	100%
		49	98%
TBC	contaminées	50	100%
	non blessées	50	100%
		50	100%
TBC	contaminées	50	100%
	blessées	50	100%
		50	100%
TC	contaminées	48	96%
	non blessées	49	98%
		50	100%
T'C	contaminées	48	96%
	blessées	49	98%
		47	94%

Deux conclusions possibles :

- 1. Pas de contamination avec les balayures de magasin
- 2. Dans ces conditions optimales, la levée est trop rapide pour que les moisissures aient te moindre impact

	contamination			
	non		oui	
	blessure			
	non	oui	non	oui
TNT	97%	99%	97%	98%
GRA	98%	97%	98%	99%
ONC			97%	97%
TIC			97%	99%
TBC			100%	100%
TC			98%	96%

Annexe 5 : Micro essai en laboratoire : comptage levées sur papier filtre

Traitement 1 à 6 Contamination 0 ou 1
Santé 0 ou 1 Répétition A à D

Traitement		Contamination		Santé	Répétition	germés à 48 heures	germés à 72 heures	germés à 96 heures	% germés à 48 heures	% germés à 72 heures	% germés à 96 heures	énergie germinative	faculté germinative
TNT	1	1	0	A	28	0	0	0	64	0	0	193	64
TNT	1	1	0	B	25	8	0	0	56	18	0	202	73
TNT	1	1	0	C	36	3	0	0	78	7	0	247	84
TNT	1	1	0	D	30	0	0	0	67	0	0	200	67
TNT	1	1	1	A	12	0	0	0	27	0	0	80	27
TNT	1	1	1	B	9	0	0	0	20	0	0	60	20
TNT	1	1	1	C	12	0	0	0	27	0	0	80	27
TNT	1	1	1	D	15	0	0	0	33	0	0	100	33
GRA	2	1	0	A	36	1	1	1	78	2	2	240	80
GRA	2	1	0	B	24	11	0	0	53	24	0	209	78
GRA	2	1	0	C	36	4	0	0	78	9	0	251	87
GRA	2	1	0	D	28	5	1	0	62	11	2	211	73
GRA	2	1	1	A	19	1	0	0	42	2	0	131	44
GRA	2	1	1	B	18	2	0	0	40	4	0	129	44
GRA	2	1	1	C	24	0	0	0	53	0	0	160	53
GRA	2	1	1	D	15	1	0	0	33	2	0	104	36
ONC	3	1	0	A	36	2	0	0	80	4	0	249	84
ONC	3	1	0	B	42	0	0	0	93	0	0	280	93
ONC	3	1	0	C	36	1	0	0	80	2	0	244	82
ONC	3	1	0	D	34	0	0	0	76	0	0	227	76
ONC	3	1	1	A	27	0	0	0	60	0	0	180	60
ONC	3	1	1	B	27	0	0	0	60	0	0	180	60
ONC	3	1	1	C	29	1	0	0	64	2	0	198	67
ONC	3	1	1	D	17	0	0	0	38	0	0	113	38
TIC	4	1	0	A	29	0	0	0	64	0	0	193	64
TIC	4	1	0	B	31	2	0	0	69	4	0	216	73
TIC	4	1	0	C	28	1	0	0	62	2	0	191	64
TIC	4	1	0	D	36	1	0	0	78	2	0	238	80
TIC	4	1	1	A	25	0	0	0	56	0	0	167	56
TIC	4	1	1	B	22	1	0	0	49	2	0	151	51
TIC	4	1	1	C	26	0	0	0	58	0	0	173	58
TIC	4	1	1	D	17	1	0	0	38	2	0	118	40
TBC	5	1	0	A	24	10	0	0	53	22	0	204	76
TBC	5	1	0	B	38	1	0	0	84	2	0	258	87
TBC	5	1	0	C	38	1	1	1	84	2	2	260	87
TBC	5	1	0	D	25	2	0	0	56	4	0	176	60
TBC	5	1	1	A	15	0	0	0	33	0	0	100	33
TBC	5	1	1	B	25	0	0	0	56	0	0	167	56
TBC	5	1	1	C	21	1	0	0	47	2	0	144	49
TBC	5	1	1	D	13	1	0	0	29	2	0	91	31
TC	6	1	0	A	33	2	0	0	73	4	0	229	78
TC	6	1	0	B	34	1	0	0	76	2	0	231	78
TC	6	1	0	C	28	6	0	0	62	13	0	213	76
TC	6	1	0	D	32	0	0	0	71	0	0	213	71
TC	6	1	1	A	21	1	0	0	47	2	0	144	49
TC	6	1	1	B	23	3	0	0	51	7	0	167	58
TC	6	1	1	C	25	3	0	0	56	7	0	180	62
TC	6	1	1	D	9	2	0	0	20	4	0	69	24

Traitement		Contamination		Santé	Répétition	germés à 48 heures	germés à 72 heures	germés à 96 heures	% germés à 48 heures	% germés à 72 heures	% germés à 96 heures	énergie germinative	faculté germinative
TNT	1	0	0	A	37	0	1	0	82	0	2	249	82
TNT	1	0	0	B	37	2	0	0	82	4	0	256	87
TNT	1	0	0	C	33	0	0	0	73	0	0	220	73
TNT	1	0	0	D	36	2	0	0	78	4	0	242	82
TNT	1	0	1	A	19	1	0	0	42	2	0	131	44
TNT	1	0	1	B	15	1	0	0	33	2	0	104	36
TNT	1	0	1	C	14	3	0	0	31	7	0	107	38
TNT	1	0	1	D	22	0	0	0	49	0	0	147	49
GRA	2	0	0	A	37	2	2	2	82	4	4	260	87
GRA	2	0	0	B	36	5	2	2	78	11	4	260	89
GRA	2	0	0	C	32	1	1	1	71	2	2	220	73
GRA	2	0	0	D	37	3	1	0	82	7	2	262	89
GRA	2	0	1	A	31	2	0	0	69	4	0	216	73
GRA	2	0	1	B	32	5	0	0	71	11	0	236	82
GRA	2	0	1	C	34	2	0	0	76	4	0	236	80
GRA	2	0	1	D	32	3	0	0	71	7	0	227	78

Annexe 6 : fiche pluviométrique

Site : Nioro du Rip
Année : 1993
Total annuel : 726,3 mm

	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
01	-			1,3	
02			-	7,7	
03			-	7,0	28,5
04	-		52,6	0,4	-
05	-		35,0		
06	-	-	-		
07	-	0,3		6,0	
08	-	1,0	3,5		
09	-	33,0			-
10		4,5	20,8	-	
11					26,3
12		-	7,4		
13					-
14					-
15			6,7	0,8	
16		0,3	41,2		
17		7,5	9,7		
18					
19			-		
20			58,5		
21		28,5	0,6		
22		-	-	8,5	
23		35,0		11,8	
24		78,0	-	-	
25	-	61,5			-
26	0,5	-	3,2	10,8	8,5
27		7,0	11,8		25,0
28		3,2	1,0		0,2
29	44,9	3,0			
30		-			-
31		4,3	19,0		
	45,4	267,1	271,0	54,3	88,5

Annexe 7 : paramètres utilisés sur Bipode

Simulation du : 01.06.87
au : 01.1287
date de semis : 25.06.87
stock hydrique départ : 5mm

FICHE PARCELLAIRE, SITE : IULES

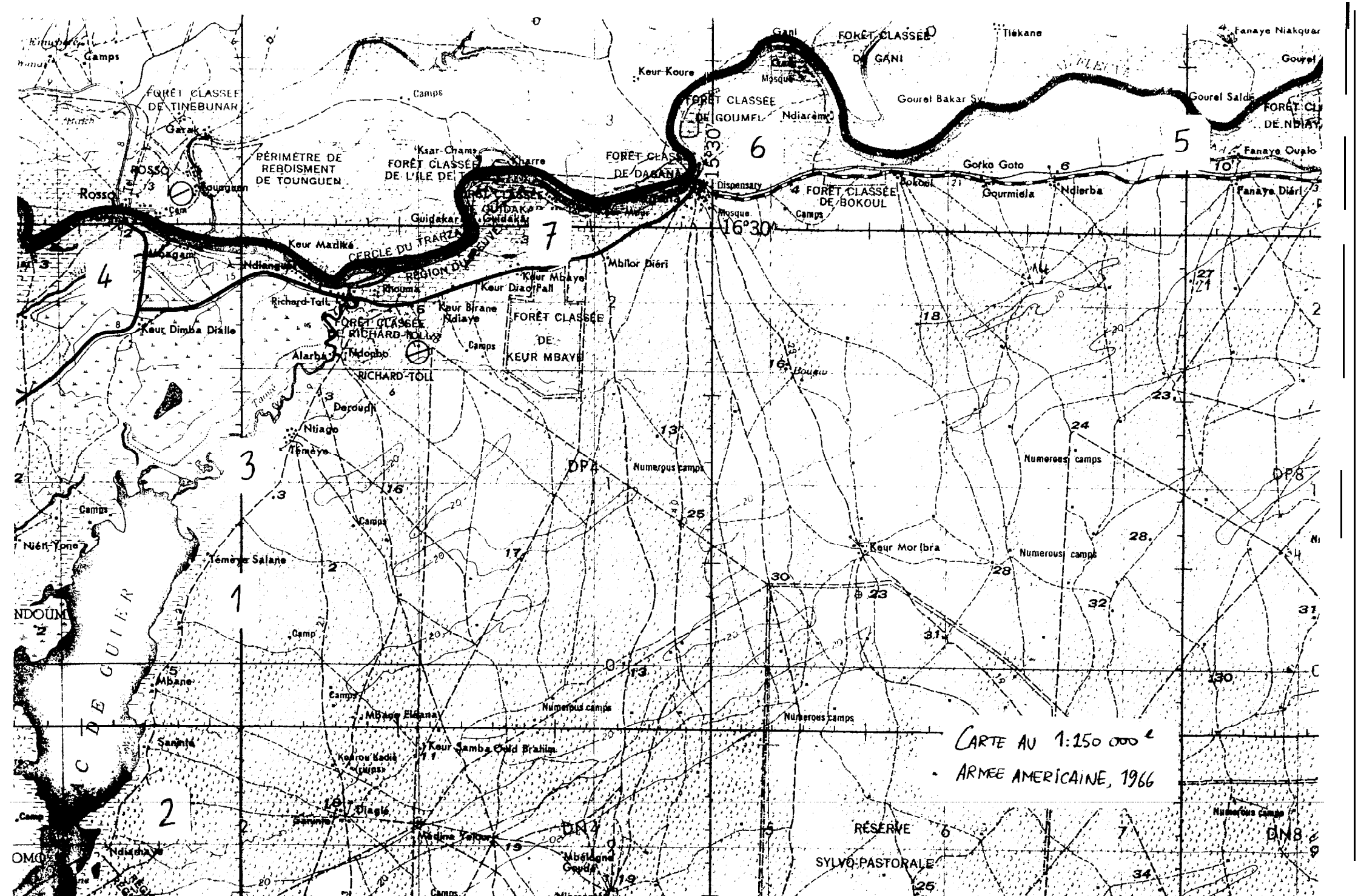
NOM DU SITE PLWIO. : papem . NOM DU SITE ETP : pap87....

PROFONDEUR DU SOL (cm) : 170
RESERVE UTILE TOTALE (mm) : 170
(soit en mm sur un mètre : 100)

SEUIL DE RUISSELLEMENT (mm): 00. (ou code de ruissellement)
COEFF.DE RUISSELLEMENT (%) : 4.

	----- Croissance racinaire -----	
	Durée (jours)	Vitesse (cm/j)
Période 1 :	7	1.5
Période 2 :	43	2.5
Période 3 :	50	1

Réserve utile maximale : 168 RUmax(mm)



CARTE AU 1:150 000

ARMEE AMERICAINE, 1966

RESERVE
SYLVO-PASTORALE

Budget annuel prévisionnel ATP iules

Défense des Cultures sur Arachide

ISRA SCS

Détail par poste budgétaire	F cfa	FF
6100 Matières végétales	120 000	1200.00
6103 Intrants agricoles	100000	1000.00
6104 Alimentation et soins cheptel		
6107 Sacherie	40000	400.00
6109 Autres matières premières	20000	200.00
6130 Petit mat. et out. labo	60000	600.00
6131 Consommables de labo.	10 000	100.00
6132 Pièces véhicules	400000	4 000.00
6133 Autres pièces		
6151 Produits d'entretien	10 000	100.00
6152 Fourn. p. out. atelier	90 000	900.00
6153 Petit matériel agricole	50 000	500.00
6154 Fournitures de bureau	60000	600.00
6158 Carburants et lubrifiants	700000	7 000.00
6159 Autres fournitures	40000	400.00
62 10 Transport personnel	30 000	300.00
6280 Autres frais transport		
6303 Loyers logements		
63 12 Entret. autres locaux		
63 13 Entretien mobilier et mat. bureau		
63 14 Entretien autre mat. et out		
63 15 Entret. véhicules	100000	1000.00
63 16 Entret matériel agricole		
6318 Entret. mat. informatique	100000	1000.00
63 32 Poste et télécommunications	30 000	300.00
6334 Frais hôtel et restauration		
6335 Documentation technique	25 000	250.00
6336 Traitement à façon	20000	200.00
6370 Autres services extérieurs		
6402 Assurance véhicules	150 000	1500.00
6452 Cotisations		
6481 Charges médicales		
6502 Heures supplémentaires		
6520 Rémunération M.O.T.	920 000	9 200.00
6521 Charges sociales patronn.		
653 1 Indemnités de dépl.	800 000	8 000.00
6545 Habillement personnel	25 000	250.00
6609 Autres impôts et taxes	38 000	380.00
6610 T.P.S.-T.C.A.		
6619 Taxes d'importation	50000	500.00

Détail par compte	F cfa	FF
61 Matières et fournitures	1 700 000	17 000.00
62 Transports	30000	300.00
63 Autres services	275 000	2 750.00
64 Charges et pertes diff.	150000	1 500.00
65 Frais de personnel	1745 000	17 450.00
66 Impôts et taxes	88000	880.00

Total général	3 988 000	39 880.00
---------------	-----------	-----------

LA GOUTTE D'ENCRE

34 000 MONTPELLIER FRANCE
TEL : 67. 65. 30. 96.
