

AVANT PROPOS

L'étude qui aboutit à la réalisation de ce mémoire a été effectuée au laboratoire de Phytovirologie de l'ORSTOM-Adiopodoumé en vue de l'obtention du Diplôme d'Etude Approfondie d'Ecologie Tropicale de l'Université d'Abidjan. Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont encouragé et aidé dans la réalisation de ce travail. Je pense notamment à:*

- la direction Générale de l'ORSTOM et plus particulièrement à Mr FORESTIER, chef du Département E (Indépendance Alimentaire), pour l'aide financière indispensable qu'il a bien voulu m'apporter.

- la Direction Générale de la SODEFEL et aux personnels des stations de Go-hermankono, Marabadiassa et Sinemantiali, pour leur contribution à la bonne marche de ce travail.*

Que le Professeur J.LOROUGNON Guede, responsable de la chaire de Botanique de la faculté des Sciences et Techniques de l'Université d'Abidjan et le Dr. Claude FAUQUET, Chargé de recherche à l'ORSTOM, sous la direction de qui ce travail a été réalisé, soient vivement remerciés. Leurs conseils et leur compétence scientifique m'ont été d'un support moral et scientifique qui m'ont parfois sauvé du découragement. Je leurs exprime toute ma gratitude.

Je suis particulièrement reconnaissant aux Drs. FARGETTE , FISHPOOL, chercheurs du laboratoire et à Mr. BURBAN, allocataire de recherche, pour avoir toujours montré de l'intérêt pour mes travaux. La démarche scientifique, la rigueur et les riches enseignements appris à leurs cotés lors de multiples discussions me donnent un réconfort moral.

Monsieur le Professeur N. KOUASSI, responsable du DEA d'Ecologie Tropicale, m'a fait l'honneur de lire et de juger ce travail. Qu'il en soit grandement remercié.

Enfin à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre, ont participé à l'élaboration de ce document, je les prie de trouver ici l'expression de mes sentiments les meilleurs.

ORSTOM: Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.*

SODEFEL: Société pour le Développement des Fruits et Légumes.*

RESUME

Le comportement de deux variétés de gombo, Clemson spineless et ORS 520, vis-à-vis de l'Enroulement du Gombo et des populations d'aleurodes vecteurs a été testé dans quatre localités.

Clemson spineless s'est révélée être une variété sensible et ORS 520, une variété résistante.

Présente dans les quatre localités, la contamination et les populations d'aleurodes vecteurs sont plus importantes dans les localités situées au nord et au centre, alors que dans le sud elles sont plutôt faibles.

Les cinétiques de contamination et des populations d'aleurodes vecteurs montrent des périodes de faible et de forte pression d'inoculum, qui seraient probablement en relation avec certains facteurs du milieu.

Les essais de transmission de l'Enroulement du Gombo par la graine de gombo d'une part, d'autre part par inoculation mécanique et par l'insecte vecteur tentés sur gombo, sur manioc et sur tabac, ont montré que seule la transmission par l'insecte vecteur est possible sur gombo.

MOTS-CLES

Afrique de l'ouest - Aleurode - Agent pathogène - *Bemisia tabaci* (Aleyrodoidea) - Enroulement du Gombo - Géminivirus - Gombo (*Abelmoschus esculentus*) - Gradient - inoculation - inoculum - localité - Résistance variétale - Sensibilité variétale - Transmission - Vecteur.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
<u>CHAPITRE I:</u> GENERALITES	2
1. LE GOMBO ET SON IMPORTANCE ECONOMIQUE	2
2. MALADIES ET INSECTES RAVAGEURS DU GOMBO	3
3. LA MALADIE	4
3.1. Le vecteur	4
3.2. L'agent pathogène	6
<u>CHAPITRE II:</u> ETUDE DU COMPORTEMENT DE DEUX VARIETES DE GOMBO VIS-A-VIS DE L'ENROULEMENT DU GOMBO	
1. CONTRAINTES	8
2. LE MILIEU PHYSIQUE	8
3. MATERIEL ET METHODES	10
3.1. Matériel Végétal	10
3.2. Méthodes d'étude	10
3.2.1. Dispositif expérimental	10
3.2.2. Variables mesurées	11
4. RESULTATS	13
4.1. Comportement des variétés	13
4.1.1. La contamination	13
4.1.2. Les populations d'aleurodes	13
4.2. Développement de la maladie dans le temps	15
4.2.1. Evolution de la contamination	15
4.2.2. Dynamique des populations d'aleurodes	15
5. DISCUSSION	21

CHAPITRE III: ESSAI DE TRANSMISSION DE L'ENROULEMENT DU GOMBO

1. INTRODUCTION	23
2. MATERIELS ET METHODES	23
2.1. Matériel végétal	23
2.2. Méthodes d'étude	24
2.2.1. Transmission par la graine	24
2.2.2. Transmission par inoculation mécanique	24
2.2.3. Transmission par insecte	24
3. RESULTATS	27
3.1. Transmission par la graine	27
3.2. Transmission par inoculation mécanique	27
3.3. Transmission par insecte	28
4. DISCUSSION	30
CONCLUSION GENERALE	32
BIBLIOGRAPHIE	33
ANNEXE	

INTRODUCTION GENERALE

Les maladies virales transmises par mouches blanches ont été, pendant longtemps, négligées en dépit des pertes qu'elles provoquent. La connaissance de ces maladies reste, donc, largement incomplète et les méthodes de lutte préconisées, insuffisantes voire inexistantes.

Depuis quelques années, cependant, on assiste à une prise de conscience de leur importance et des programmes d'étude de ces maladies sont mis en place.

En 1985, le programme "Les maladies virales transmises par mouches blanches: étiologie, épidémiologie et mécanismes de résistance" a été mis en place par le Laboratoire de Phytovirologie de l'ORSTOM-Adiopodoumé. Parmi ces maladies, figure l'Enroulement du Gombo. Une première approche de l'épidémiologie et des mécanismes de résistance, entreprise en 1986 à la station ORSTOM d'Adiopodoumé, a permis de montrer que la maladie existe effectivement en Basse Côte d'Ivoire et qu'elle limite la culture de nombreuses variétés de gombo (N'GUESSAN, 1986). Des périodes de faibles et de fortes pressions d'inoculum ainsi que des variétés résistantes et des variétés sensibles ont été caractérisées. Cependant, on ignore si la maladie est présente dans d'autres régions de la Côte d'Ivoire et quel sera le comportement de ces variétés dans ces régions.

La maladie a fait l'objet de très peu d'études portant sur les modalités de sa transmission et la recherche des réservoirs naturels de l'agent pathogène. Jusqu'à présent, le gombo est le seul hôte naturel connu mais, cette espèce n'étant pas une culture pérenne, il est probable qu'il existe dans la nature, des Malvacées ou d'autres plantes qui servent de relai.

Le présent travail, qui s'inscrit dans le cadre de ce programme, se propose d'approfondir notre connaissance sur l'Enroulement du Gombo. Dans cette perspective, nous avons suivi le comportement, vis-à-vis de la maladie, de deux variétés de gombo qui ont été déclarées l'une résistante et l'autre sensible lors d'un essai mené à la Station Expérimentale de l'ORSTOM-Adiopodoumé en 1986. Cette étude, menée dans quatre localités du territoire ivoirien, doit pouvoir nous situer définitivement sur la réaction de ces deux variétés de gombo vis-à-vis de l'Enroulement du Gombo et, par la même occasion, nous permettre de savoir si cette maladie est présente ailleurs qu'Adiopodoumé.

Parallèlement à cette étude, trois modes de transmission de la maladie ont été étudiés (par la graine, par inoculation mécanique et par l'insecte vecteur), afin de déterminer leur importance respective. Les deux derniers ont également été tentés sur d'autres plantes, qui pourraient servir de réservoirs potentiels à la maladie, ou qui pourraient constituer des plantes hôtes privilégiées pour les recherches futures.

CHAPITRE I

GENERALITES

1. LE GOMBO ET SON IMPORTANCE ECONOMIQUE

Le gombo, *Abelmoschus* sp. HOCHREUTINER, (ex. *Hibiscus* sp.) est une des plantes maraichères les plus importantes des régions tropicales et subtropicales. C'est une plante herbacée de la famille des Malvacées. La tige, d'environ 1,5 m à 2 m de haut, porte des feuilles simples de forme variable, disposées en spirale. La plante est généralement autogame. Le fruit est une capsule cylindrique de 5 à 35 cm de long et de 1 à 5 cm de diamètre à maturité.

Le gombo est cultivé pour ses jeunes fruits qui peuvent se consommer crus, cuits ou frits. Ils entrent, également, dans la préparation de certaines sauces africaines. Les feuilles sont aussi consommées comme des épinards, par les africains (CHARRIER, 1983). Les fruits frais du gombo sont très riches en calcium et en vitamine C (SIEMONSMA, 1982). Les graines entières, sèches, contiennent, environ, 20% de protéines et 20% de lipides (CHARRIER, 1983). Les fibres extraites des tiges sont parfois utilisées comme au Mali, sur les bords du Niger, pour la fabrication de la ficelle et des filets (SIEMONSMA, 1982). Les mucilages du gombo servent à l'apprêt de certains papiers et ont des potentialités médicales comme additifs à l'albumine séchée ou sérum albumineux.

L'origine du gombo est très controversée. DE CANDOLLE en 1883 (SIEMONSMA, 1982), proposait une origine Africaine où le gombo était déjà cultivé par les Egyptiens en 1216. Mais selon VAN BORSSUM WAALKES (1966) (SIEMONSMA, 1982), la plante est originaire du Sud-Est de l'Asie.

Le nom gombo désigne l'ensemble des espèces du genre *Abelmoschus*. Ce genre est composé de six espèces, proposées par VAN BORSSUM WAALKES en 1966 (SIEMONSMA, 1982), dont trois ; *Abelmoschus esculentus*, *A. moschatus* et *A. manihot* sont cultivées, les trois autres ; *A. ficulneus*, *A. crinitus* et *A. angulosus*, étant spontanées. Cette classification est très critiquée mais, elle sert encore de référence. En Côte d'Ivoire, seules *A. esculentus* et *A. manihot* sont cultivées.

L'aire de culture du gombo est très vaste et comprend des zones écologiques très diverses. Dans les régions en altitude élevée, la saison culturale dépend du régime thermique. Dans les régions à saison des pluies très prononcée, on conseille de semer en début de la saison des pluies.

La culture sur buttes est largement pratiquée. Ce système a l'avantage, sur les sols pauvres, de concentrer, dans les buttes, la matière organique de la couche superficielle (SIEMONSMA, 1982). Le gombo préfère des sols relativement légers, bien drainés, enrichis par des apports élevés de fumure de fond à forte teneur en phosphore et en potassium. Pour la culture commerciale en Côte d'Ivoire, la Société pour le Développement des Fruits et Légumes (SODEFEL) propose, en 1975, 400 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18 ou 10-10-20 en deux doses égales, avant le semis et un mois après.

Afin d'éviter que les fruits du gombo ne deviennent fibreux, une culture en pleine production doit être récoltée au moins trois fois par semaine. La fréquence de la récolte dépend des exigences concernant la qualité du produit récolté et des répercussions sur la capacité fructifère de la plante. La production de fruits frais à l'hectare varie de 4 à 20 t et dépend du matériel végétal, de la densité de plantation et des fréquences de la récolte. La SODEFEL recommande 28 800 pieds/ha pour une production optimale.

2. MALADIES ET INSECTES RAVAGEURS DU GOMBO

Le gombo subit les influences de nombreux aléas qui limitent sérieusement sa culture. Les plus importants sont les insectes et les maladies.

Les dégâts par insectes sont, principalement, dus au grillon *Brachytrupes membranaceus* (Drury), aux coléoptères du genre *Ecdagrica* et de l'espèce *Anomala denuda* Arrow (SIEMONSMA, 1982).

Parmi les maladies rencontrées sur le gombo, on peut citer:

- des maladies cryptogamiques:

* les fontes de semis dues à *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) et *Fusarium oxysporum* (Schelcht) qui provoquent également un flétrissement des plants de gombo.

* la cercosporiose, la plus importante maladie foliaire en basse Côte d'Ivoire. Elle peut causer une défoliation rapide des plantes. Les deux agents causaux sont *Cercospora abelmoschi* (Ell. & Everch.) et *C. malayensis* (Stev. & Solh.).

- des viroses:

* une mosaïque (Okra mosaic virus-OMV), décrite, en 1972, par GIVORD, PFEIFFER et HIRTH et au Nigéria par LANA et al., en 1974. Cette maladie, transmise par les chrysomelles

Podagrica decolorata et *P. uniformis*, entraîne une mosaïque sur le limbe des feuilles, avec un éclaircissement des nervures et des bandes vert clair plus ou moins larges, le long des nervures principales.

* l'Enroulement du Gombo (Okra leaf curl virus-OLCV). Très peu d'études ont été consacrées à cette maladie en dépit des pertes considérables qu'elle cause à de nombreuses variétés de gombo.

3. LA MALADIE

L'Enroulement du Gombo a été décrite au Nigeria (LANA, 1976), en Côte d'Ivoire et au Soudan (SIEMONSMA, 1982). Les symptômes s'observent sur les jeunes feuilles et se traduisent par un enroulement très prononcé des feuilles (enroulement qui, selon les variétés, peut être vers le haut ou vers le bas), un épaissement des nervures, accompagné d'une diminution des surfaces foliaires, et une nécrose des tiges pouvant entraîner, suivant les variétés et la précocité de l'infection, la mort de la plante, (photos 1 et 2). La maladie entraîne également une diminution de la croissance en hauteur des plantes, du nombre de feuilles émises et du nombre de fruits (N'GUESSAN, 1986).

La proportion de plantes virosées dépend beaucoup des dates, des lieux et des variétés plantées; mais elle peut atteindre 100% (FAUQUET et THOUVENEL, 1987) .

La maladie est transmise, dans la nature, par l'aleurode *Bemisia tabaci* (Gennadius); mais, elle peut être artificiellement transmise par greffe (LANA, 1976). La transmission par la graine et par inoculation mécanique n'a pas été obtenue (FAUQUET et THOUVENEL, 1987). L'insecte acquiert le virus, lors du prélèvement de la sève sur une plante virosée et le transmet à une autre plante, lors d'une piqûre ultérieure.

3.1. Le vecteur

Bemisia tabaci (Gennadius) est un insecte Homoptère de la famille des Aleyrodidae, (photo 3). Son développement est de type hémimétabole. L'adulte ailé et mobile peut se déplacer activement sur de courtes distances mais il peut être aussi transporté par le vent sur des distances plus longues (MOUND, 1983). Les femelles pondent leurs oeufs sur la face inférieure des feuilles. Les larves de premier stade sont mobiles, tandis que les stades 2, 3 et 4 sont fixés. Le développement, de l'oeuf à l'adulte, sous les tropiques, dure environ trois semaines (MOUND, 1983). C'est un insecte polyphage qui peut coloniser près de 506 hôtes appartenant à 74 familles botaniques (GREATHEAD, 1986).



Photo 1: Plant de gombo sain. (photo N'GUESSAN, P.)



Photo 2: Plant de gombo virosé par l'Enroulement du gombo. (photo N'GUESSAN, P.)

Selon MOUND (1983) cet insecte serait probablement originaire de l'Asie. C'est à partir des Indes que *B. tabaci* aurait été introduit en Afrique et en Amérique (MOUND et HALSEY, 1978).

Son aire géographique couvre, actuellement, les zones intertropicale et méditerranéenne (DUBERN, 1978 et COCK, 1986) où il joue un rôle considérable comme vecteur de maladies virales (COSTA, 1976; MUNIYAPPA, 1980). On dénombre, de nos jours, plus de 70 maladies supposées virales transmises par *B. tabaci*. Il transmet des virus aussi différents que des virus filamenteux (les carlavirus par exemple) ou des virus isométriques comme les géminivirus (FAUQUET & THOUVENEL, 1987).

3.2. L'agent pathogène

Des particules virales géminées (groupées par paire) associées aux symptômes ont été observées au microscope électronique sur des préparations purifiées de virus au Laboratoire de Phytovirologie de l'ORSTOM, en Côte d'Ivoire, renforçant la présomption que le virus de l'Enroulement du Gombo appartient au groupe des géminivirus (THOUVENEL, com. pers.). Ce groupe est formé par des virus possédant des particules isométriques de 18 à 20 nm de diamètre, associées par paires d'où le nom de géminivirus (GOODMAN, 1981) (photo 4).

Ils se distinguent des autres groupes de phytovirus par leur acide désoxyribonucléique (ADN) monocaténaire (MATTHEWS, 1982). Certains géminivirus sont transmis dans la nature soit par aleurodes soit par cicadelles sur le mode persistant, mais le virus ne se multiplie pas dans les organes du vecteur. Ils sont responsables de nombreuses maladies virales notamment la Mosaïque Africaine du Manioc, l'Enroulement de la Tomate, l'Enroulement du Tabac, l'Enroulement du Gombo... qui sévissent dans les régions tropicales (MUNIYAPPA, 1980; FAUQUET & THOUVENEL, 1987). Dans la plante, les particules virales géminées s'accumulent dans le noyau des cellules parenchymateuses et entraînent l'altération de celles-ci (MATTHEWS, 1982; MILNE et al., 1986).

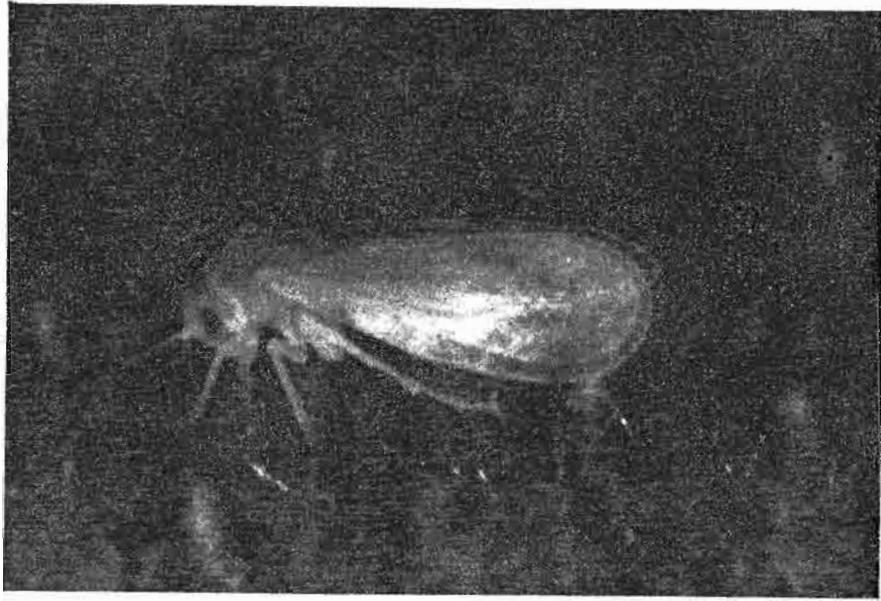


Photo 3: *Bemisia tabaci* (Genn.), vecteur de l'Enroulement du gombo, la barre représente 1mm. (photo FAUQUET, C.).

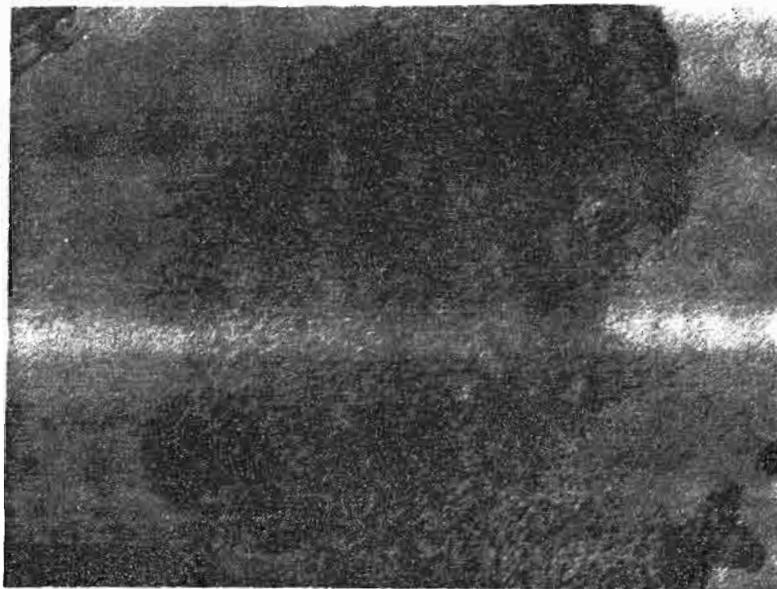


Photo 4: Particules virales gémminées, observées au microscope électronique à partir d'une purification de feuilles de gombo virosées par l'Enroulement du Gombo, la barre représente 200nm. (photo THOUVENEL, J.C.).

CHAPITRE II

ETUDE DU COMPORTEMENT DE DEUX VARIETES DE GOMBO VIS-A-VIS DE L'ENROULEMENT DU GOMBO

1. CONTRAINTES

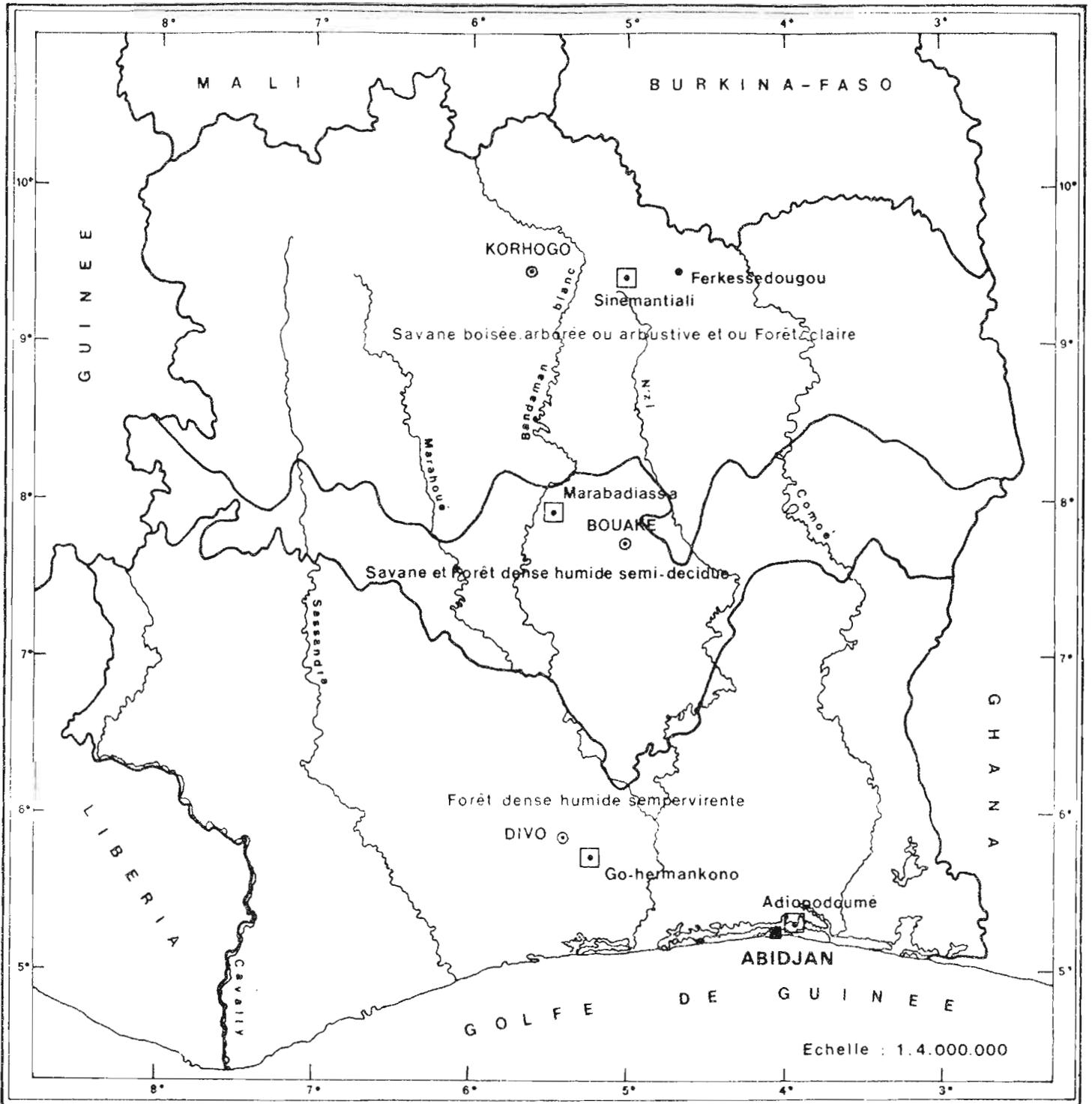
A l'origine, notre objectif était de couvrir l'ensemble du territoire national, en vue de dresser une cartographie aussi complète que possible de la répartition et de l'impact de l'Enroulement du Gombo en Côte d'Ivoire, en rapport avec certaines variables du milieu: variables climatiques, intensité de culture du gombo, systèmes culturels etc... Cela était possible en suivant le comportement vis-à-vis de la maladie de deux variétés de gombo. Ainsi, des graines de gombo ont été distribuées à travers le pays à des paysans et sur blocs SODEFEL où la culture du gombo était déjà pratiquée. Mais, des difficultés liées au retard des pluies n'ont pas permis la mise en place des parcelles en milieu paysan. Nous nous sommes contentés des essais sur blocs SODEFEL et à Adiopodoumé où les parcelles étaient irriguées. De ce fait, nous avons modifié considérablement notre objectif qui est, désormais, l'étude du comportement des deux variétés de gombo vis-à-vis de l'Enroulement du Gombo, dans différentes situations géographiques de Côte d'Ivoire. Il est donc bien entendu qu'il ne s'agit pas d'une étude exhaustive qui devra prendre en compte tous les facteurs qui interviennent dans le développement de la maladie et les expliquer mais plutôt de savoir à partir du comportement de ces deux variétés de gombo si l'Enroulement du Gombo existe ailleurs qu'à Adiopodoumé.

2. LE MILEU PHYSIQUE

Les travaux relatifs à cette étude ont été menés conjointement dans les localités suivantes, (Fig.1):

- à Adiopodoumé, à la Station Expérimentale de l'ORSTOM située sur le littoral, à 20 km d'Abidjan et à la Station SODEFEL de GO-HERMANKONO dans la région de Divo. Les précipitations annuelles sont de 2000 mm (ANAM, 1985). Le climat est caractérisé par deux saisons de pluies en alternance avec deux saisons sèches d'importance inégale. Les saisons pluvieuses s'étendent de Mars à Juillet (grande saison des pluies) et de Septembre à Novembre (petite saison des pluies). Les périodes de saisons sèches se répartissent de Décembre à Mars (grande saison sèche) et d'Août à Septembre (petite saison sèche). La végétation est une forêt dense humide sempervirente.

Fig. 1 : Carte de la Côte d'Ivoire avec les différentes localités étudiées



LOCALITES ETUDIEES

- à la Station SODEFEL de Marabadiassa dans la région centre à 80 km de Bouaké. La végétation est de type savane arborée à boisée. Suivant les années, le climat est voisin de celui des zones septentrionales avec une seule saison des pluies ou de celui des zones méridionales, caractérisées par l'alternance de deux saisons sèches et de deux saisons de pluies. La pluviométrie annuelle est de 1500 mm. Les pluies sont généralement réparties sur 7 mois, d'Avril à Octobre (ANAM, 1985).

- à la Station SODEFEL de Sinemantiali, située au nord-ouest de la Côte d'Ivoire à 13 km de Ferkéssédougou. Le climat est de type tropicale humide caractérisé par une saison sèche de Novembre à Mai et une saison pluvieuse de Juin à Octobre. La précipitation moyenne annuelle est de 1200 mm (ANAM, 1985). La végétation est une savane arborée, boisée et arbustive (BEAUDOU et SAYOL, 1980).

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Matériel Végétal

Deux variétés de gombo, issues de la collection ORSTOM, ont été utilisées dans notre étude. Il s'agit des variétés ORS 520 et de Clemson spineless (TCS) appartenant, respectivement, à l'espèce *Abelmoschus manihot* var. *caillei* et à l'espèce cultivée *A. esculentus*. Le choix de ces deux variétés est justifié par leur comportement individuel vis-à-vis de l'Enroulement du Gombo, lors d'un essai préliminaire conduit à la Station ORSTOM d'Adiopodouré. La variété ORS 520 est résistante et héberge beaucoup d'aleurodes; elle nous permettra de suivre la dynamique des populations des aleurodes; Clemson spineless est sensible et héberge moins de mouches, elle nous permettra d'étudier le développement de la maladie (N'GUESSAN, 1986).

3.2. Méthodes d'étude

3.2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté pour la mise en place d'un essai doit tenir compte des sources d'hétérogénéité du milieu d'étude et des objectifs de l'expérimentateur. Ainsi, en fonction des moyens dont on dispose, on peut utiliser une méthode simple ou une méthode plus complexe avec des répétitions réparties au hasard sur le champ (essai randomisé) (ROHRMOSER, 1986).

Dans notre étude, le vecteur de la maladie est mobile et il existe une relation étroite entre le développement de la maladie, la dynamique des populations du vecteur et la direction

du vent dominant. De plus, l'éloignement des lieux de l'étude nous a contraint à avoir recours à un personnel non qualifié sur place, pour effectuer certaines observations. Pour toutes ces raisons, nous avons retenu, dans chaque localité, un dispositif simple, constitué par une parcelle de 20x20 m, divisée en deux sous-parcelles de 20x10 m correspondant aux deux variétés de gombo et disposée face au vent dominant (Fig. 2).

Les essais ont tous été mis en place dans la première semaine du mois d'Avril et les observations ont commencé le 1^{er} Mai 1987, c'est à dire 30 jours après semis (JAS).

3.2.2. Variables mesurées

Dans chaque localité, nous avons pris en compte, pour chaque variété, la contamination des plantes initialement saines et la dynamique des populations de l'insecte vecteur.

La contamination est suivie, chaque semaine, et les plantes présentant des symptômes visibles sont dénombrées.

La dynamique des populations de l'insecte vecteur a été étudiée par des comptages hebdomadaires des adultes sur toutes les feuilles de 40 plantes choisies au hasard, par variété.

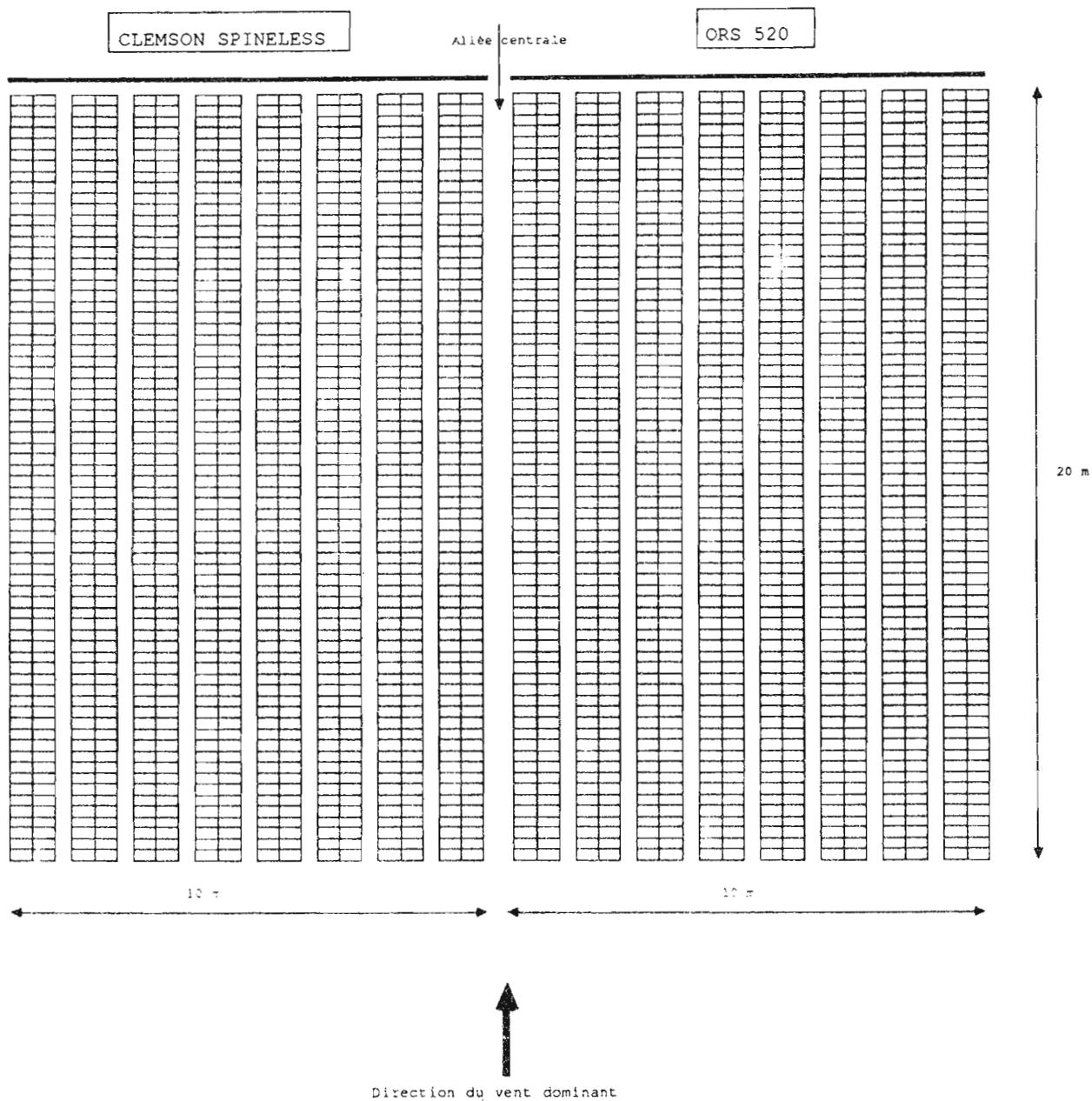


Fig. 2: Dispositif expérimental de l'essai: parcelle de 20 x 20 m, divisée en 2 sous-parcelles correspondant aux deux variétés de gombo.

4. RESULTATS

4.1. Comportement des variétés

Nous avons calculé, pour chaque localité et pour chacune des deux variétés de gombo testées, le pourcentage cumulé de plantes virosées et le nombre moyen d'aleurodes comptés pendant toute la durée de l'essai. Les résultats sont portés dans les tableaux 1 et 2 (en annexe) et les figures 3 et 4.

4.1.1. La contamination

Le comportement des deux variétés vis-à-vis de l'Enroulement du Gombo diffère au niveau d'une même localité (tableau 1). La variété Clemson spineless se caractérise par une contamination plus importante, alors que la variété ORS 520 l'est moins. On note cependant qu'à Go-hermankono, la réaction des deux variétés vis-à-vis de la maladie est quasi-identique.

Entre les différentes localités, les niveaux de contamination de chacune des deux variétés sont également différents, tableau 1. Dans certaines localités, la contamination est plus importante; dans d'autres, elle est plutôt faible. La répartition de la maladie suivant un "axe" de direction Nord/Sud et comprenant les quatre localités étudiées se fait suivant un gradient avec un maximum à Sinemantiali, qui diminue pour atteindre un minimum à Go-hermankono, puis une réaugmentation légère à Adiopodoumé, (fig.3).

4.1.2. Les populations d'aleurodes

Le nombre moyen cumulé d'aleurodes comptés sur les deux variétés de gombo dans chaque localité est représenté par le tableau 2 (en annexe).

On note, tout comme dans le cas de la contamination, que les populations d'aleurodes comptées sur les deux variétés sont différentes au niveau d'une même localité. La variété ORS 520 héberge le plus grand nombre d'aleurodes et la variété Clemson spineless, des populations plus faibles.

D'une localité à l'autre, on observe que la répartition des populations d'aleurodes présente des similitudes avec celle observée dans le cas de la contamination. On enregistre des populations plus élevées à Sinemantiali qui diminuent pour atteindre des valeurs plus faibles à Go-hermankono puis des valeurs relativement élevées à Adiopodoumé, (fig.4).

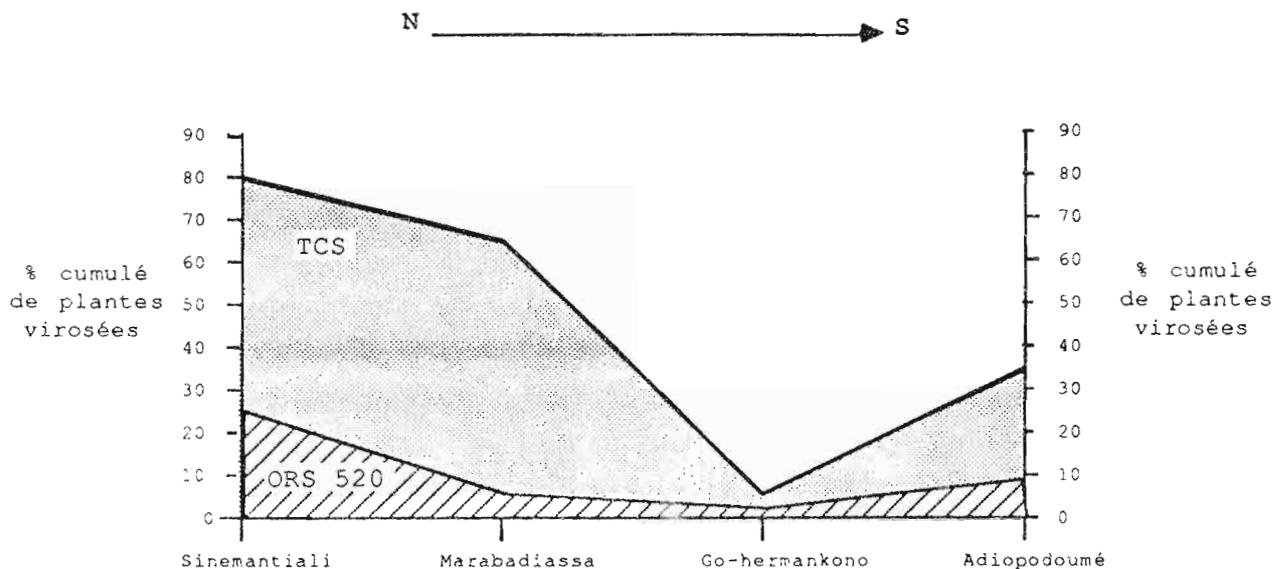


Fig. 3: Contamination par l'Enroulement du Gombo dans différentes parcelles de deux variétés de gombo, observée le long d'un "axe" Nord/Sud comprenant les quatre localités étudiées.

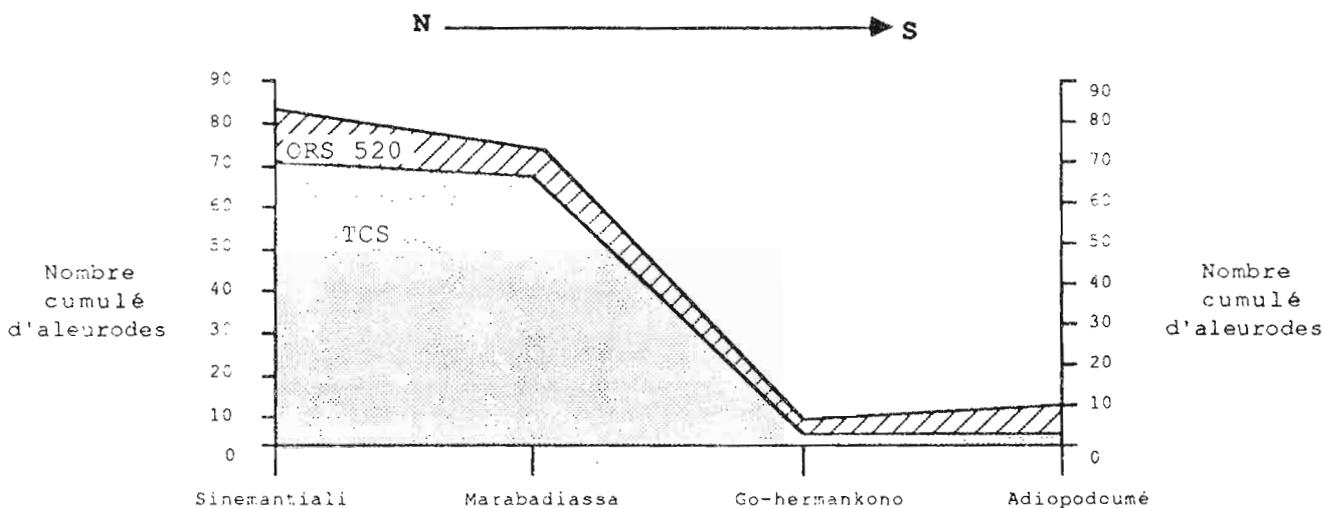


Fig. 4: Nombre d'aleurodes, comptés, dans différentes parcelles sur deux variétés de gombo, le long d'un "axe" Nord/Sud comprenant les quatre localités étudiées.

4.2. Développement de la maladie dans le temps

Nous avons suivi, dans chaque localité et avec chacune des deux variétés de gombo, l'évolution de la contamination et la dynamique des populations d'aleurodes. Les tableaux 3 et 4 (en annexe) et les figures 5, 6, 7 et 8, rendent compte des résultats obtenus. Cependant, les commentaires porteront, pour la contamination, sur les résultats obtenus avec la variété Clemson spineless, étant donné que la variété ORS 520 se contamine moins et présente les mêmes caractéristiques que Clemson spineless. De la même manière, seuls les résultats d'aleurodes obtenus avec la variété ORS 520 seront commentés.

4.2.1. Evolution de la contamination

La contamination de la variété Clemson spineless dans chaque localité est représentée par les figures 5 et 6. L'allure générale des courbes montre une faible contamination jusqu'à 37 JAS pour les unes et 60 JAS pour les autres. A partir de ces dates, on note une augmentation rapide de la contamination, suivie d'un ralentissement. Dans certaines localités, un palier est vite atteint (Adiopodoumé et Go-hermankono), dans d'autres, une progression lente se poursuit (Marabadiassa et Sinemantiali), (fig.5A et 5B).

La contamination évolue beaucoup plus rapidement à Marabadiassa et à Sinemantiali avec un pourcentage plus élevé à Sinemantiali alors qu'à Adiopodoumé et à Go-hermankono, on observe une évolution plutôt lente. On note que les plus fortes contaminations ont lieu, (fig. 6A et 6B):

- au mois de Juin à Sinemantiali (66 et 70 JAS),
- au mois de Juin à Marabadiassa (87 et 94 JAS),
- au mois de Mai à Adiopodoumé (45 et 52 JAS),
- à la fin du mois de Mai et au début de Juin à Go-hermankono (59 et 66 JAS).

4. 2. 2. Dynamique des populations d'aleurodes

Sur les figures 7 et 8, on peut suivre, l'évolution au cours du temps des populations d'aleurodes dans chaque localité. L'allure générale des courbes présente des similitudes avec celles observées dans le cas de la contamination. Certaines localités comptent de fortes populations d'aleurodes, d'autres, des populations très faibles. On note que les populations d'aleurodes sont faibles jusqu'à 37 JAS date à laquelle, on observe une augmentation rapide suivie d'un ralentissement pour les unes (Sinemantiali et Marabadiassa); alors que pour les autres, l'augmentation est plutôt lente et atteint très vite un palier (Adiopodoumé et Go-hermankono), (fig.7A et 7B).

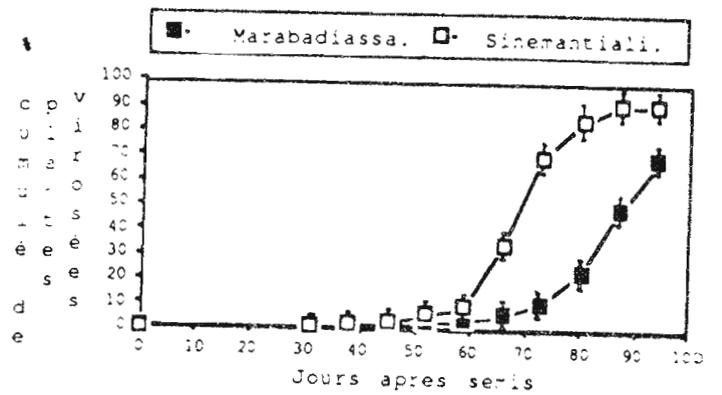
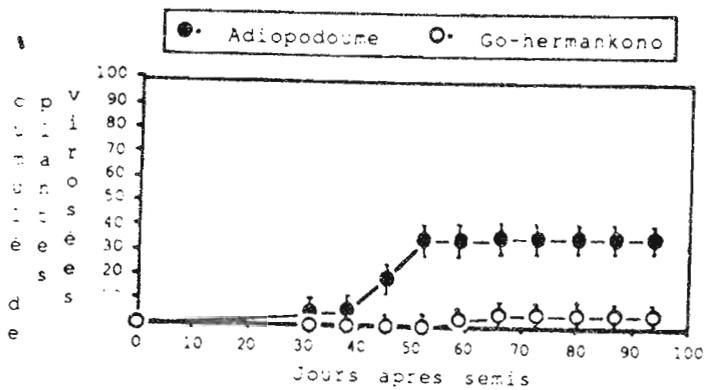


Fig.5A: Evolution au cours du temps du pourcentage cumulé de gombos, Clemson spineless, virosés par l'Enroulement du Gombo dans les quatre localités étudiées.

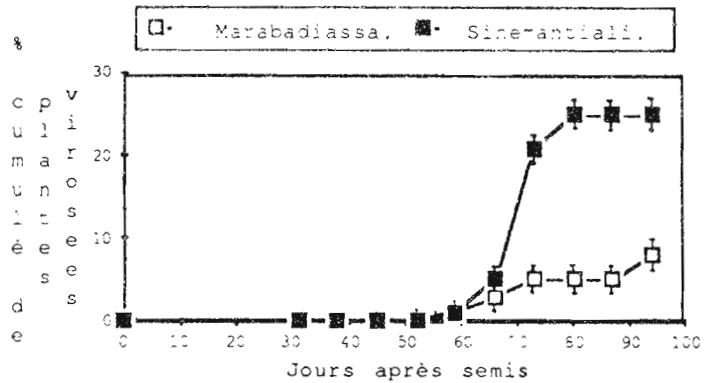
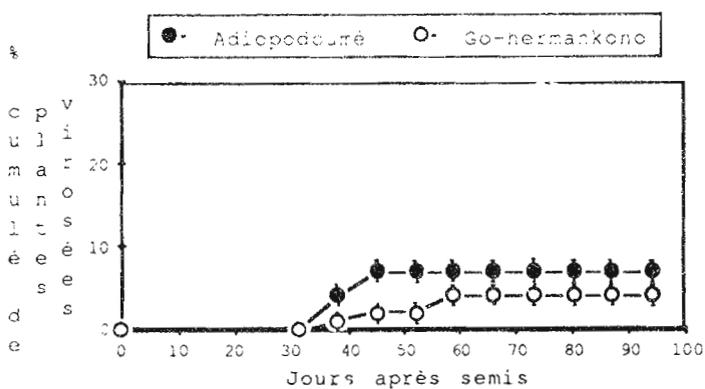


Fig.5B: Evolution au cours du temps du pourcentage cumulé de gombos, ORS 520, virosés par l'Enroulement du Gombo dans les quatre localités étudiées.

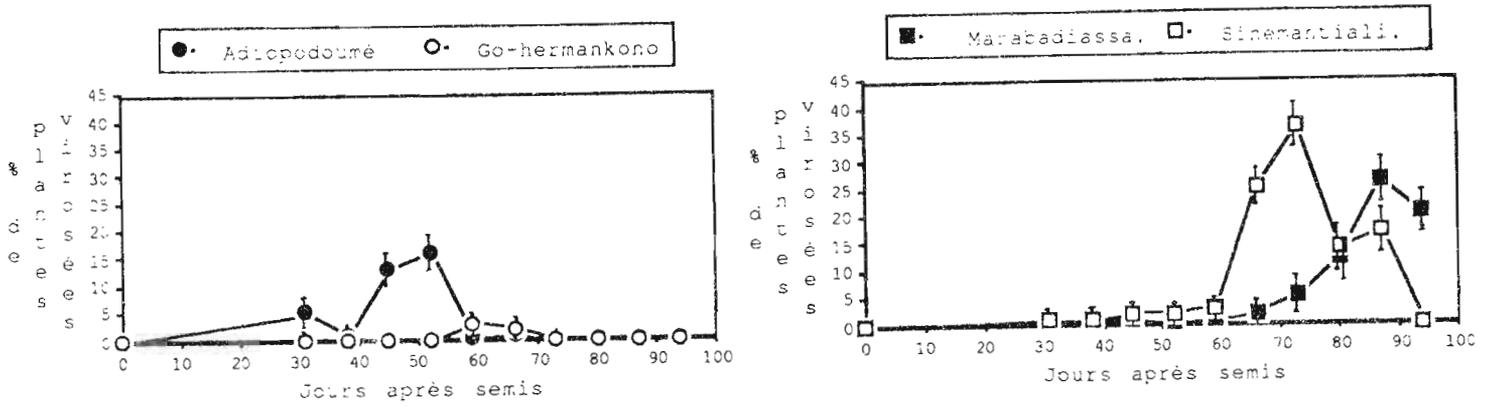


Fig.6A: Evolution au cours du temps du pourcentage de gombos, Clemson spineless, virosés par l'Enroulement du Gombo dans les quatre localités étudiées.

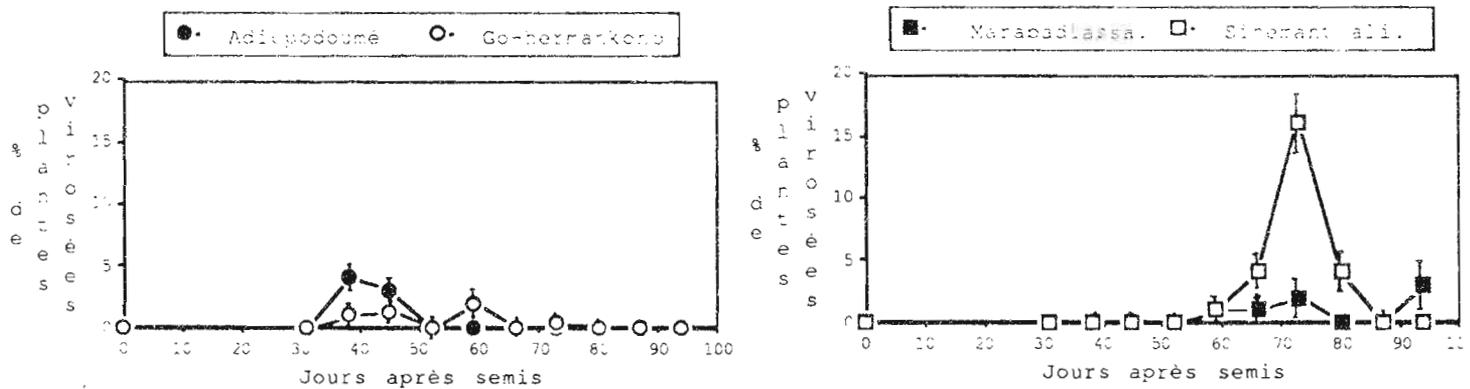


Fig.6B: Evolution au cours du temps du pourcentage de gombos, ORS 520, virosés par l'Enroulement du Gombo dans les quatre localités étudiées.

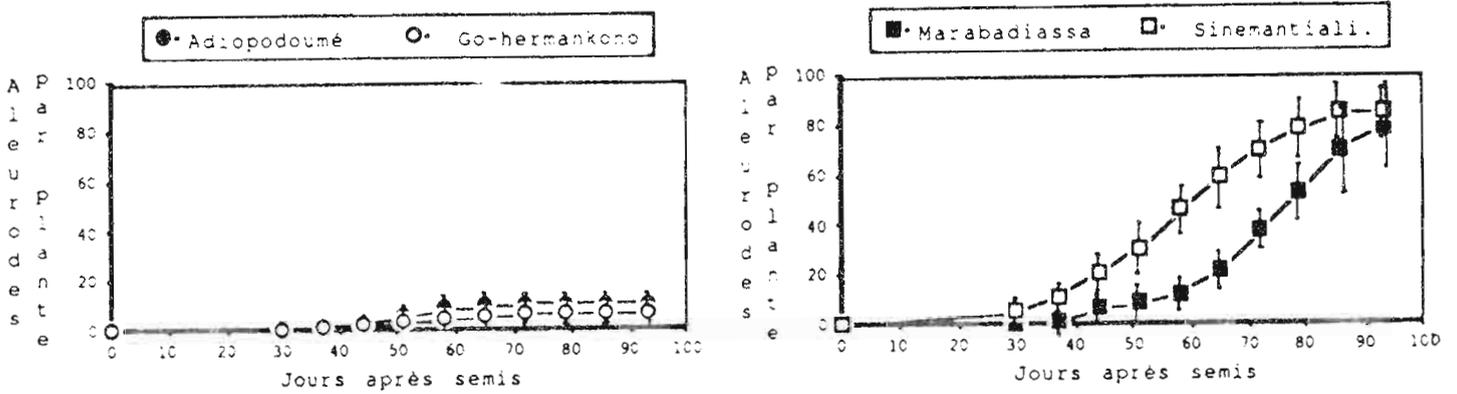


Fig.7A: Evolution au cours du temps du nombre moyen cumulé d'aleurodes comptés sur la variété de gombo, ORS 520, dans les quatre localités étudiées.

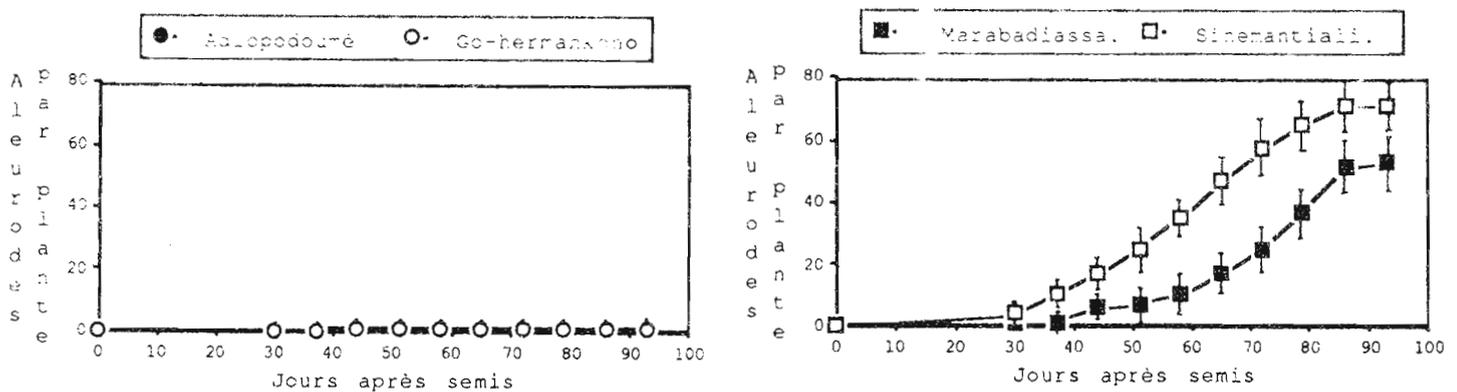


Fig.7B: Evolution au cours du temps du nombre moyen cumulé d'aleurodes comptés sur la variété de gombo, Clemson spineless, dans les quatre localités étudiées.

On observe un décalage de 14 jours entre les pics d'aleurodes et ceux obtenus avec les courbes de contamination. Ces pullulations d'aleurodes interviennent, (fig.7A et 7B):

- au mois de Mai (58 JAS) à Sinemantiali,
- au mois de Juin (72 et 86 JAS) à Marabadiassa,
- au mois de Mai (58 JAS) à Adiopodoumé,
- au mois de Juin (44, 51, 58 et 72 JAS) à Go-hermankono.

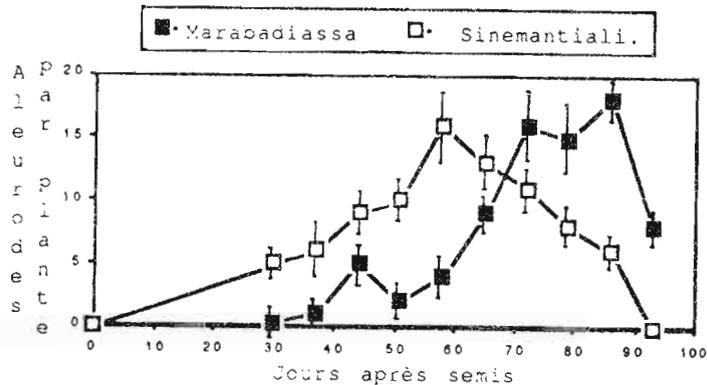
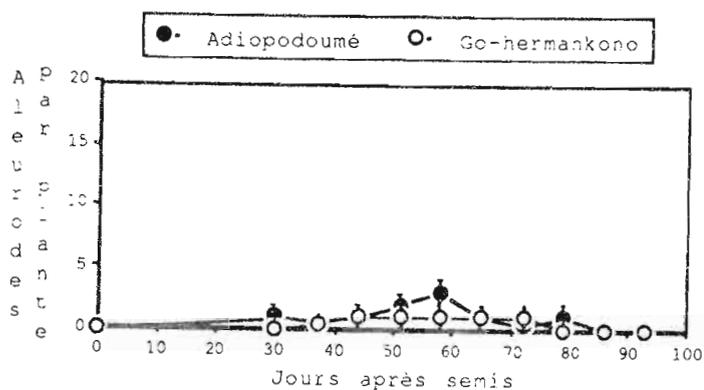


Fig.8A: Evolution au cours du temps du nombre moyen d'aleurodes comptés sur la variété de gombo, ORS 520, dans les quatre localités étudiées.

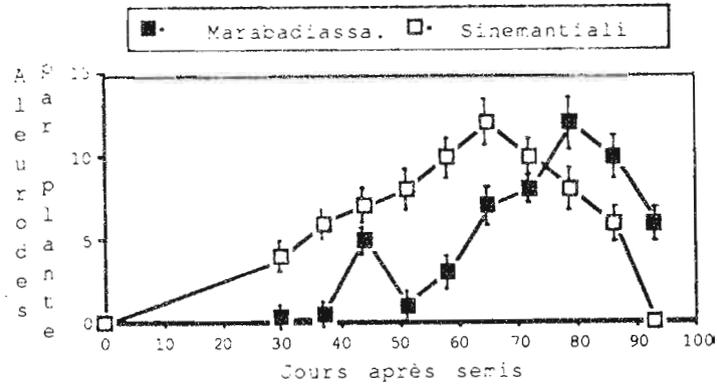
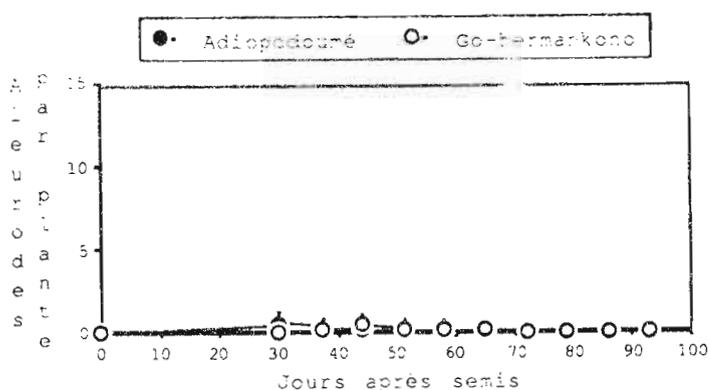


Fig.8B: Evolution au cours du temps du nombre moyen d'aleurodes comptés sur la variété de gombo, Clemson spineless, dans les quatre localités étudiées.

5. DISCUSSION

La synthèse des résultats relatifs au niveau de population d'aleurodes et à la contamination qui en résulte dans les quatre localités montre que le comportement des deux variétés de gombo vis-à-vis de l'Enroulement du Gombo est différent. La variété Clemson spineless plus contaminée héberge cependant de faibles populations d'aleurodes alors que la variété ORS 520 avec un nombre important d'aleurodes compte un faible pourcentage de plantes virosées. Ces résultats s'accordent avec ceux que nous avons obtenus (en 1986, à la Station Expérimentale d'Adiopodoumé) et montrent bien que les variétés Clemson spineless et ORS 520 sont, respectivement, des variétés sensible et résistante à l'Enroulement du Gombo dans les différentes localités étudiées.

La contamination de la parcelle de 1987 à Adiopodoumé est trois fois moins importante que celle de 1986. En ce qui concerne les populations d'aleurodes, on note qu'il faut multiplier les moyennes de 1987 par 16 pour avoir celles de 1986. On note également qu'entre le nord et le sud le rapport entre la contamination et les populations d'aleurodes comptés est très différent. Des résultats analogues ont été enregistrés avec la Mosaïque Africaine du Manioc (FARGETTE, 1985) et montrent la variation des épidémies d'une année à l'autre, à l'intérieur d'une même localité et entre les localités. Les localités de Sinemantiali, au Nord, et Marabadiassa, au Centre, se distinguent par des contaminations et des populations d'aleurodes plus importantes, alors qu'à Adiopodoumé, sur le littoral, et à Go-hermankono, elles sont plutôt faibles.

Des relations entre le développement d'autres maladies virales à vecteur aérien et les facteurs du milieu tels que les données climatiques, la taille et les populations du vecteur et le mode de croissance de la plante, ont été rapportées dans la zone tempérée (FARGETTE, 1985). Cette année, les conditions climatiques ont été particulières (décalage de la saison des pluies) et ont eu certainement un impact sur le développement de la maladie. On constate avec certaines maladies virales, qu'une plante en forte croissance est plus sensible à l'infection (MATTHEWS, 1981; FARGETTE, 1985). Nos observations sur le terrain ont montré, sans qu'on ait pu la mesurer, que la croissance des gombos a été beaucoup plus importante au nord qu'au sud. Il est donc possible que les relations mises en évidence en zone tempérée soient valables dans nos conditions et que par voie de conséquence les différences de contamination et des populations d'aleurodes observées entre le nord et le sud soient le fait de la différence entre les facteurs cités. Une étude plus détaillée prenant en compte ces différents éléments est donc nécessaire afin de comprendre leur rôle dans le développement des épidémies.

L'évolution de la maladie, au cours du temps, montre une contamination lente et des populations d'aleurodes faibles au départ, qui évolue rapidement pour atteindre un palier. Ces

résultats s'accordent avec ceux obtenus, en 1986, à la Station Expérimentale d'Adiopodoumé et suggèrent une fluctuation de la pression d'inoculum pendant la période d'Avril à Juin. Les cinétiques de contamination reflètent, pour une large part, divers phénomènes biologiques dont les principaux sont la pression d'inoculum et les changements de sensibilité de la plante. Pour une date donnée, la vitesse de contamination et la sensibilité des maniocs à l'inoculation diminuent avec l'âge de la plante (FARGETTE, 1985). Ceci semble se vérifier dans le cas de notre étude. Les jeunes plants de gombo en pleine croissance ont un feuillage important qui attire les aleurodes; il en résulte une contamination plus importante qui diminue par la suite lorsque les plantes tendent à la fin de leur cycle et que le nombre de plantes saines diminue.

Les interactions entre les conditions climatiques et la pression d'inoculum traduisent les fluctuations des populations d'aleurodes donc de la contamination et sont déterminantes dans le développement de nombreuses maladies. Parmi ces facteurs climatiques, la température et le rayonnement global semblent jouer un rôle déterminant (FARGETTE, 1985). A des températures élevées, l'activité des aleurodes est accrue (MOUND, 1983 ; COCK, 1986), il s'en suit des niveaux de populations plus importants et, conséquemment une contamination plus rapide des parcelles qui diminue lorsque la température baisse. Ces résultats peuvent expliquer les fluctuations observées dans le développement de l'Enroulement du Gombo.

Il est important de souligner que tous les facteurs cités qui ont une influence sur le développement des épidémies n'ont pas la même importance et il est difficile à priori de privilégier l'un par rapport à l'autre. Il faudrait pour cela faire des expérimentations multilocales ou en laboratoire en milieu contrôlé d'une toute autre ampleur que celle que nous avons réalisée pour mieux expliquer ces phénomènes très complexes.

Notre préoccupation majeure dans ce travail était de savoir si l'Enroulement du Gombo est présent dans toute la Côte d'Ivoire. Nous avons testé sa présence dans quatre sites écologiques différents et nous pouvons présager que cette maladie est donc largement répandue en Côte d'Ivoire. Au vu des résultats obtenus nous pouvons donc dire que cette maladie justifie amplement la mise en place d'expérimentations futures pour mieux la connaître et donc la contrôler.

CHAPITRE III

ESSAI DE TRANSMISSION DE L'ENROULEMENT DU GOMBO

1. INTRODUCTION

Une affection à caractère virologique peut se transmettre d'une plante à l'autre de diverses façons: par la greffe, par la graine, par cuscute, par inoculation mécanique, par insecte, etc.. La réalisation de ces modalités de transmission est un phénomène complexe qui a été et continue d'être la préoccupation des virologues, étant donnée son importance dans le développement des épidémies. En ce qui concerne l'Enroulement du Gombo, les études faites par LANA (1976), FAUQUET et THOUVENEL (1987), ont montré que la maladie serait transmissible par la greffe, par insecte mais non par la graine et par inoculation mécanique. Nous avons vérifié ces quatre modalités, mais étant donné que nous n'avons pas disposé à temps de matériel virosé, les résultats de la transmission par la greffe seront publiés ultérieurement.

Le but de cette étude n'est pas d'expliquer le processus de la transmission du virus de l'Enroulement du Gombo, mais plutôt de vérifier des résultats déjà obtenus et par la même occasion se rendre compte des difficultés qu'on peut rencontrer dans une telle étude.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel végétal

Les essais de transmission ont été effectués en serre, dans des conditions climatiques identiques à celles de la Basse Côte d'Ivoire: température de 28 à 35°C durant le jour et humidité relative de 95 %.

Les plantes utilisées sont:

-la variété de gombo, Clemson spineless, sensible à l'Enroulement du Gombo;

-la variété de manioc, Jacquville, sensible à la Mosaïque Africaine du Manioc, cette maladie est transmise par *Bemisia tabaci* et on ignore si c'est le même virus que celui de l'Enroulement du Gombo;

- et une espèce de tabac, *Nicotiana benthamiana*.

Les plantes sont obtenues par semis (cas du gombo et du tabac) ou par bouturage (cas du manioc), en pot et sont utilisées un mois après.

2.2. Méthode d'étude

2.2.1. Transmission par la graine

Des graines récoltées sur des gombos Clemson spineless, virosés par l'Enroulement du Gombo, ont été semées en pot et les plantes portant des symptômes visibles ont été recensées. L'étude a porté sur trois lots de gombo de 50 plantes chacun, soit 150 plantes.

2.2.2. Transmission par inoculation mécanique

Un grand nombre de virus sont transmissibles par inoculation mécanique de jus de plantes infectées, à condition d'utiliser à cet effet un procédé mécanique adéquat: frottement, pulvérisation, injection, piqûre ou immersion (SOMMEREYNS, 1967). Nous avons essayé le procédé mécanique par frottement qui est le plus utilisé. Il consiste à frotter les organes épigés (généralement les feuilles) de la plante que l'on désire contaminer à l'aide d'une préparation infectieuse appelée inoculum, en présence d'abrasifs (SOMMEREYNS, 1967 et DUBERN, 1979). L'abrasif, dans notre cas, du carborundum, cause des blessures légères permettant le contact entre l'inoculum et les tissus de la plante.

L'inoculum, dans notre cas, est un extrait brut de feuilles de gombo virosées par l'Enroulement du Gombo, dilué dans un mélange tamponné de 1,5g $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ (dipotassium hydrogenophosphate), 0,25g de KH_2PO_4 (dihydrogenophosphate de potassium), 0,35g de Cystéine et 0,25g de Bentonite.

L'inoculation a été faite sur trois lots de gombo, de manioc et de tabac, avec 75 plantes dans chaque cas.

2.2.3. Transmission par insecte

Les aleurodes utilisés sont capturés dans des champs de gombo ou de manioc de l'ORSTOM ou à 15 km sur la route de Dabou à l'aide d'un piège à aspiration buccale, constitué par deux tuyaux de caoutchouc reliés à un tube en verre. L'un des tuyaux, fermé à un bout par un petit morceau de tergal, permet l'aspiration de l'air par la bouche et l'autre piège l'insecte qui est recueilli dans le tube en verre (fig.9).

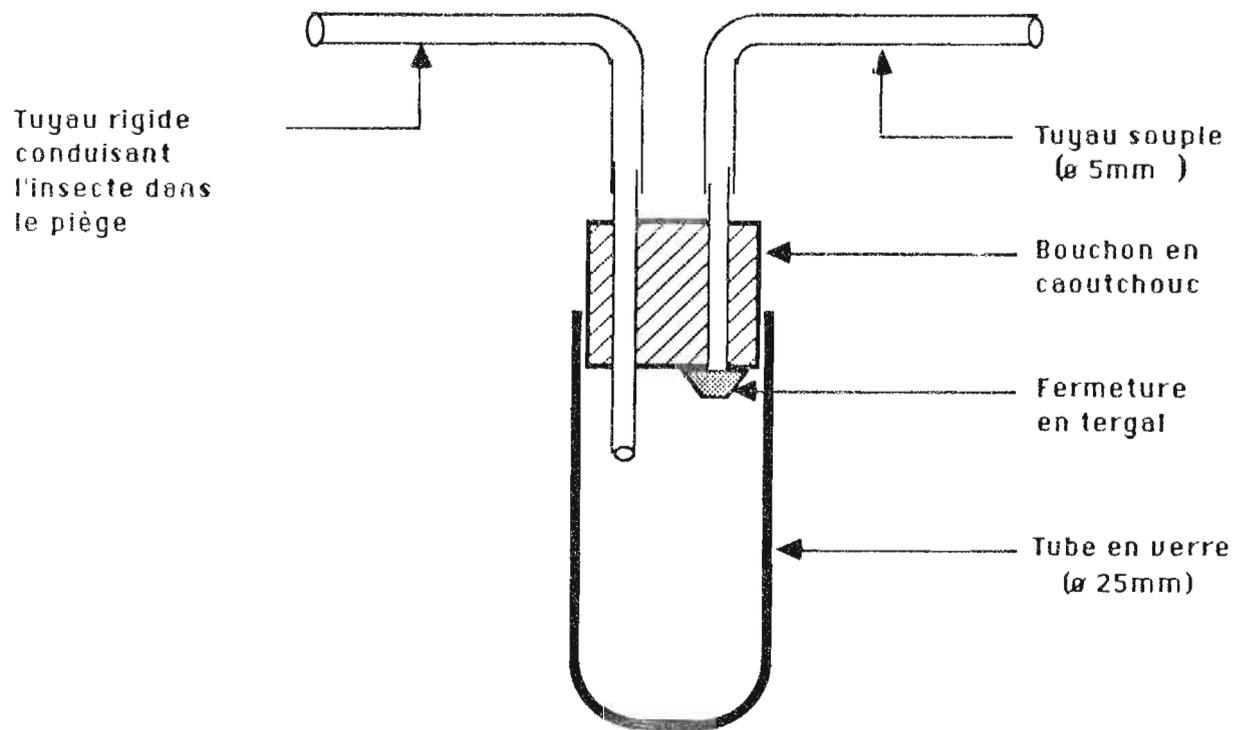


Fig.9 : Piège de capture des insectes

Les aleurodes capturés dans les tubes en verre (20 par tubes) sont, ensuite, lâchés dans des cages cylindriques où se trouvent des jeunes plants de gombo, de manioc ou de tabac sains. Il y a une plante et 20 aleurodes par cage. Les cages sont retirées après 4 jours, la majorité des aleurodes étant morts; et après 8 jours, les larves sont comptées sur chaque plante. Un recensement des plantes portant des symptômes visibles est également fait, 15 jours après.

L'expérience a été répétée trois fois, chaque répétition s'adressant à 25 plants de gombo, de manioc et de tabac. Après chaque répétition, la serre est traitée avec un insecticide, du DURSEAN 4E^R (chloropyriphos-éthyl), afin de tuer les adultes issus des larves .

3. RESULTATS

3.1. Transmission par la graine

Les résultats sont portés dans le tableau 5.

Tableau 5: Nombre de plantes virosées obtenues après semis des graines de gombo provenant des plantes virosées par l'Enroulement du Gombo.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Graines semées	50	50	50
Plantes virosées	0	0	0

On a semé 150 graines de gombo provenant de plantes virosées, aucune plante virosée n'a été recensée.

Ces résultats montrent que l'Enroulement du Gombo n'est sans doute pas transmissible par la graine.

3.2. Transmission par inoculation mécanique

Les essais de transmission par inoculation mécanique effectués sur les différents lots de gombo, de tabac et de manioc se sont soldés par un résultat négatif, aucune plante infectée n'a été observée, tableau 6.

Tableau 6: Nombre de plantes virosées obtenues après inoculation mécanique du virus de l'Enroulement du Gombo aux jeunes plants de gombo, de manioc et de tabac.

	GOMBO	MANIOC	TABAC
Plantes inoculées	75	75	75
Plantes virosées	0	0	0

En se basant sur ces résultats, on peut dire qu'avec les conditions et la méthode expérimentale utilisée, la transmission par inoculation mécanique de l'Enroulement du Gombo sur un hôte ne semble pas facile si elle est possible.

3.3. Transmission par insecte

Les aleurodes capturés au champ sur gombo et sur manioc ont été placés sur des jeunes plants de gombo, de manioc et de tabac. Le pourcentage de plantes infectées et le nombre moyen de larves ont été calculés. Le taux d'aleurodes vecteurs de la maladie a été déduit par la formule de GIBBS et GOWER (1960) :

$$P = 1 - (1 - R/N)^{1/i} \text{ avec:}$$

- P = % d'aleurodes vecteurs,
- R = nombre de plantes tests qui deviennent virosées,
- N = nombre total de plantes testées,
- i = nombre d'aleurodes placés sur chaque plante.

Les résultats sont portés dans le tableau 7 ci-dessous :

Tableau 7: Pourcentage de plantes virosées et d'aleurodes vecteurs du virus de l'Enroulement du Gombo, calculés après transmission en serre de la maladie par *B. tabaci*.

Répétitions	Gombo/Gombo			Gombo/Manioc			Gombo/Tabac			Manioc/Gombo		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Plantes testées	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Aleurodes/plante	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Larves/plante	237	200	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% de Plantes virosées	60	48	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% aleurodes virul.	4,5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La transmission de l'Enroulement du Gombo est obtenue avec un taux variant de 44 à 60%, lorsque les mouches prélevées sur du gombo sont placées sur du gombo. Le nombre moyen de larves compté dans ce cas se situe entre 200 et 237 et le pourcentage d'aleurodes vecteurs de 3 à 5%. Ces mêmes mouches mis sur tabac et manioc ne pondent pas et ne transmettent pas la maladie.

Les mouches capturées sur manioc ne transmettent ni la Mosaïque, ni l'Enroulement du gombo au gombo. Aucune plante virosée n'a été observée parmi celles qui ont été testées. Le nombre moyen de larves comptées est égal à zéro.

On peut retenir à partir de ces résultats que la transmission du virus de l'Enroulement du Gombo à un gombo sain par insecte est obtenue avec un taux faible, lorsque les aleurodes sont prélevés sur gombo et nul lorsqu'ils sont prélevés sur du manioc virosé.

4. DISCUSSION

Le but de cette expérimentation était de préciser rapidement quelques voies de transmission du virus de l'Enroulement du Gombo et non d'étudier ces voies de façon exhaustive et très précise.

Les transmissions par la graine et par inoculation mécanique tentées sur le gombo, le tabac et le manioc sont restées sans succès. Ces résultats sont en accord avec les observations de FAUQUET et THOUVENEL (1987) et démontrent, par la même occasion, que l'Enroulement du Gombo ne semble pas être transmis par la graine ni par inoculation mécanique.

La transmission par la graine n'a pu être démontré pour aucun géminivirus. Par contre certains géminivirus comme l'African Cassava Mosaic Virus (ACMV) ou le Tomato Yellow Mosaic Virus (TYMV) le sont mécaniquement (HARRISON, 1985).

Il a été montré que la transmission d'un virus par la graine dépend non seulement de la plante hôte mais aussi et surtout du virus lui-même (FULTON, 1964). Dans certains cas, le virus peut être présent dans la graine lorsque celle-ci est encore à l'état immature et disparaître par la suite à cause de la déshydratation de la graine suite à la maturation. Dans d'autres cas par contre, le virus ne pénètre pas du tout dans la graine. Il semble donc que l'impossibilité de la transmission d'un virus par la graine soit liée à deux mécanismes: l'élimination du virus lors de la maturation de la graine et l'incapacité de celui-ci à y pénétrer. A ces deux mécanismes, s'ajoute le nombre de graines infectées expérimentées, car il est reconnu que le taux de transmission d'un virus par la graine est extrêmement variable (entre 1 pour 10 000 et 75%). Aussi est-il nécessaire de travailler avec un nombre important de graines avant de tirer des conclusions fiables. Ce qui n'était pas notre cas, à cause des difficultés pour avoir des graines provenant des gombos virosés.

La réussite de la transmission mécanique dépend d'une série de facteurs dont l'influence peut se manifester soit sur la plante à infecter, soit sur l'inoculum (SOMMEREYNS, 1967). Dans le premier cas il convient d'envisager la réceptivité du végétal, dans le second le pouvoir infectieux de la préparation à inoculer. Parmi ces facteurs, on peut citer l'âge de la plante à inoculer, les conditions climatiques du virus dans l'inoculum et enfin l'adjonction d'abrasif à l'inoculum.

Les virus facilement transmissibles par inoculation mécanique sont ceux qui ont une grande stabilité et une concentration importante dans la plante (GIBBS et HARRISON, 1976), pour peu qu'on utilise une méthode appropriée. En ce qui concerne l'Enroulement du Gombo, on ignore la concentration réelle de l'agent pathogène dans une plante virosée et les résultats négatifs obtenus lors de la transmission par inoculation

mécanique par frottement peuvent être dûs à une faible concentration du virus dans notre inoculum. Cependant, puisque le virus de l'Enroulement du Gombo infecte préférentiellement le phloème, l'utilisation d'une méthode telle que la transmission par injection de l'inoculum dans les tissus de la plante qui permet d'atteindre les cellules phloémiques, pourrait donner peut être des résultats satisfaisants. Il faudra donc préciser d'avantage les conditions de l'expérience pour affirmer l'absence de la transmission du virus de l'Enroulement du Gombo par inoculation mécanique.

La transmission de l'Enroulement du Gombo par *Bemisia tabaci* a été obtenue sur gombo avec des mouches capturées sur gombo. Par contre, les essais réalisés, d'une part, sur manioc ou sur tabac avec des mouches prises sur gombo et, d'autre part, sur gombo avec des mouches provenant du manioc, ont été sans succès. On note également que, lorsque les mouches capturées sur gombo sont placées sur gombo, elles pondent mais non sur manioc et tabac. Des résultats analogues ont été trouvés par POLLARD (1955), qui a montré que *B. tabaci* peut prendre des habitudes alimentaires très strictes, qui modifient les caractéristiques morphologiques et qui lui permettent de s'adapter alors à la plante hôte. Pour pouvoir surmonter ce problème, il serait souhaitable de faire des élevages de mouches blanches sur différentes plantes ou de multiplier (par greffage) le virus de l'Enroulement du Gombo sur une plante pour laquelle l'adaptivité est moins grande.

La transmission d'un virus par un vecteur est, tout comme la transmission par inoculation mécanique et par la graine, un processus complexe qui dépend de plusieurs facteurs dont le vecteur lui-même, les conditions environnementales et la plante à infecter. Les aleurodes utilisés dans notre étude ont été capturés sur le champ sans faire de distinction; on ne sait donc pas s'il s'agit de *B. tabaci*, vecteur de l'Enroulement du Gombo ou bien une autre espèce d'aleurode telle que *B. hancocki* Corbett, même si cette espèce est représentée à un taux très faible en Côte d'Ivoire. Par ailleurs moins de 50% du champ de capture était virosé et tous les aleurodes capturés ne sont pas supposés s'être nourris sur une plante virosée. Même s'ils l'avaient fait, la concentration du virus dans la plante-source donc dans la sève ingérée par l'insecte, la manière de capturer l'insecte qui peut le blesser ou non, le stress dû au changement de milieu, le nombre d'insectes qui survivent en un mot la manière de conduire l'expérience, peuvent constituer des facteurs limitant la réussite de l'expérimentation. La transmission d'un virus par vecteur est donc un domaine relativement vaste qui demande que l'on prenne un certain nombre de précautions.

CONCLUSION GENERALE

L'étude que nous avons menée sur l'Enroulement du Gombo nous a permis d'avoir une idée du comportement de nos deux variétés de gombo vis-à-vis de la maladie et, par la même occasion, de déterminer des zones, où la maladie est présente. En effet, ces deux variétés se sont révélées sensible (TCS) et résistante (ORS 520) à la maladie lors d'un essai préliminaire réalisé en 1986, à la Station Expérimentale d'Adiopodoumé. Ce comportement semble se confirmer dans cette étude.

Nous avons, également, pu savoir qu'avec les conditions expérimentales et les techniques utilisées, seule la transmission de l'Enroulement du Gombo par l'insecte vecteur semble possible.

Notre étude a abouti à des résultats qui sont en accord avec ceux de travaux précédents. Ces résultats n'ont nullement l'intention d'expliquer les phénomènes mis en évidence dans le développement de la maladie, mais plutôt de montrer que l'Enroulement du Gombo est présente ailleurs qu'à Adiopodoumé. Par conséquent, ils ne doivent pas être considérés comme un acquis mais plutôt un support à des études futures.

L'Enroulement du Gombo est une maladie qui, avec la politique de l'autosuffisance alimentaire et donc, avec la mise en place de cultures intensives de plantes maraîchères, est de plus en plus présente dans les champs de gombo et cause des dégats spectaculaires. Notre étude a confirmé que la variété ORS 520 est résistante à la maladie; des zones de faible et de forte pression d'inoculum ont été également caractérisées qui devront faire l'objet des travaux avenir afin, de proposer des méthodes de contrôle de l'Enroulement du Gombo.

BIBLIOGRAPHIE

BEAUDOU, A.G., SAYOL R., 1980. Etude Pédologique de la région de Boundiali-Korhogo(CI), cartographie et typologie sommaire des sols. Notice explicative N° 84.

CHARRIER, A., 1983. Etude des ressources génétiques du genre *Abelmoschus* MED. (gombo). Conseil International des Ressources Phytogénétiques. Ed. CIRPG FAO, Rome, 61p.

COCK, M.J.W., 1986. Distribution, in *Bemisia tabaci* -A literature survey, 13-16. Ed. C.A.B International Institute of Entomology, London.

COCK, M.J.W., 1986. Population Ecology, in *Bemisia tabaci* -A literature survey, 37-41. Ed. C.A.B International Institute of Entomology London.

COSTA, A.S., 1976. Whitefly-transmitted plant diseases. Ann. Rev. Phytopathol., **14**, 429-449.

DUBERN, J., 1979. Quelques propriétés de la Mosaïque Africaine du Manioc I: la transmission. *Phytopath. zeitschrift*; **96**, 25-39(1979).

FARGETTE, D., 1985. Epidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc en Côte d'Ivoire. Thèse de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 203p.

FAUQUET, C., THOUVENEL, J.C., 1987. Maladies virales des plantes en Côte d'Ivoire. Initiations-Documentations Techniques n°46 Ed. ORSTOM Paris, 253 p.

FULTON, R.W., 1964. Transmission of plant viruses by grafting, codder, seed and mechanical inoculation, in *Plant Virology*, 44-63. Ed. by M.K. CORBETT and H.D. SISTER, University of Florida Press Gainesville.

GIBBS, A.J., GOWER, J.C., 1960. The use of a multiple-transfer method in plant virus transmission studies-some statistical points arising in the analysis of results. *Ann. appl. Biol.* **48**, 75-83.

GIBBS, A., HARRISON, B., 1976. *Plant Virology, The principles*. Ed. E. Arnold, Canberra and Dundee, 292p.

GIVORD, L., PFEIFFER, P., HIRTH, L., 1972. Un nouveau virus du groupe de la Mosaïque jaune du Navet: *le virus de la Mosaïque du gombo*. C.R. Acad. Sci. Paris, Sér. D, **275**, 1563-1566.

GOODMAN, R.M., 1981. *Plant virus infections. Handbook of comparative diagnosis*. Ed. Edouard Kurstak, 943p.

GREATHEAD, A.H., 1986. Host plants, in *Bemisia tabaci*-A literature

survey, 17-25. Ed. M. J. W. COCK, C.A.B International Institute of Entomology London.

HARRISON, B.D., 1985. Advances in Geminivirus Research. Ann. Rev. Phytopathol., **23**, 55-83.

LANA A.F., 1976. Mosaic virus and Leaf curl diseases of okra in Nigeria. Pans. **22**, 474-478.

LANA, A.O., GILMER, R.M., CHHEDA, H.D., FATOKUN, D.O., 1974. A virus induced mosaic of okra (*Hibiscus esculentus*) in Nigeria. Plant Dis. Rep. **58**, 616-619.

MATTHEWS, R.E.F., 1981. Plant Virology. Ed. Acad. Press. New-york, 778p.

MATTHEWS, R.E.F., 1982. Classification and Nomenclature of virus. Intervirology, **17**, 199p.

MILNE, R.G., FRANCKI, R.I.B., HATTA, T., 1986. Atlas of plant viruses vol. I & II. CRC Press. Inc. Florida, 222 & 284p.

MOUND, L.A., 1983. Biology and identity of whitefly vectors of plants pathogens in R.T. PLUMB & J.M. THRESH. Plant Virus Epidemiology. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 305-313.

MOUND, L.A., HALSEY, S.H., 1978. Whitefly of the world: British Museum and J. Wilsey & Sons, London, 340p.

MUNIYAPPA, V., 1980. Whitefly, in Vectors of Plant Pathogens. Ed. by K.F. Harris and Karl Maramorosch. Academic Press 1980, New-york, 467p.

N'GUESSAN, K.P., 1986. Epidémiologie et mécanismes de résistance à l'Enroulement du Gombo. Rapport de stage-ENSAA, 32p.

ROHRMOSER, K., 1986. Manuel sur les essais au champ dans le cadre de la Coopération Technique. N°187. Ed. GTZ et CTA, Eschborn, Germany, 324p.

SIEMONSMA, J.S., 1982. La culture du gombo (*Abelmoschus* spp). Légume-fruit tropical (avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire). Thèse de l'Univers. Agron. de Wageningen, Pays-Bas, 297p.

SODEFEL 1975. Culture de l'aubergine locale et du gombo. Fiche technique, Sodefel Min. de l'Agriculture, Rép. de Côte d'Ivoire, 47p.

SOMMEREYNS, G., 1967. Les virus des végétaux, leurs propriétés et leur identification. Ed. J. DUCLOT S.A., Gembloux, Belgique, 345p.

ANNEXE

		Adiopodoumé	Go-hermankono	Marabadiassa	Sinemantiali
Plantes virosées (en %)	TCS	36 ± 3	5 ± 1	69 ± 3	91 ± 2
	ORS 520	7 ± 2	4 ± 1	8 ± 2	25 ± 3

Tableau 1: Pourcentage cumulé de plantes virosées, calculé avec les deux variétés de gombo dans les quatre localités.

		Adiopoloumé	Go-hermankono	Marabadiassa	Sinemantiali
Nb moyen d'aleurodes	TCS	1 ± 0,3	1 ± 0,3	53 ± 6	71 ± 7
	ORS 520	10 ± 2	6 ± 0,4	78 ± 20	84 ± 11

Tableau 2: Nombre moyen cumulé d'aleurodes comptés sur les deux variétés de gombo dans les quatre localités.

			JOURS APRES SEMIS									
			30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
ADIOPO- DOUNE	% plantes viroées	TCS	5 ± 1	6 ± 1	19 ± 2	35 ± 3	35 ± 3	36 ± 3	36 ± 3	36 ± 3	36 ± 3	36 ± 3
		ORS 520	0	4 ± 1	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2
	Aleurodes	TCS	0,5 ± 0,2	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3
		ORS 520	1 ± 0,4	2 ± 0,5	3 ± 1	5 ± 1	8 ± 2	9 ± 2	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 2	10 ± 2
GO- HERMAN- KONO	% plantes viroées	TCS	0	0	0	0	3 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1
		ORS 520	0	1 ± 0,6	2 ± 0,8	2 ± 0,8	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1	4 ± 1
	Aleurodes	TCS	0	0,1 ± 0,1	0,5 ± 0,1	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3	1 ± 0,3
		ORS 520	0	0,5 ± 0,2	2 ± 0,2	3 ± 0,3	4 ± 0,3	5 ± 0,3	6 ± 0,4	6 ± 0,4	6 ± 0,4	6 ± 0,4
MARABA- DIASSA	% plantes viroées	TCS	0,4	1 ± 0,6	2 ± 0,8	3 ± 1	4 ± 1	6 ± 2	11 ± 2	22 ± 3	40 ± 3	69 ± 3
		ORS 520	0,2 ± 0,3	0,2 ± 0,3	0,2 ± 0,3	0,2 ± 0,3	1 ± 0,7	3 ± 1	5 ± 2	5 ± 2	5 ± 2	8 ± 2
	Aleurodes	TCS	0,3 ± 0,2	1 ± 0,2	6 ± 1	7 ± 1	10 ± 1	17 ± 2	25 ± 3	37 ± 4	51 ± 5	59 ± 6
		ORS 520	0,3 ± 0,2	1 ± 0,2	6 ± 3	8 ± 5	12 ± 8	21 ± 11	37 ± 14	52 ± 15	70 ± 20	78 ± 20
SINEMA- NTALI	% plantes viroées	TCS	1 ± 0,7	2 ± 1	3 ± 1	6 ± 2	9 ± 2	34 ± 3	70 ± 3	84 ± 3	91 ± 2	91 ± 2
		ORS 520	0	0	0	0	1 ± 0,6	5 ± 1	21 ± 3	25 ± 3	25 ± 3	25 ± 3
	Aleurodes	TCS	4 ± 1	10 ± 2	17 ± 3	25 ± 4	35 ± 4	47 ± 5	57 ± 6	65 ± 6	71 ± 7	71 ± 7
		ORS 520	5 ± 1	11 ± 3	20 ± 5	30 ± 6	46 ± 7	59 ± 10	70 ± 10	78 ± 11	84 ± 11	84 ± 11

Tableau 3: Pourcentage cumulé de plantes virosées, calculé et nombre moyen cumulé d'aleurodes comptés dans les quatre localités étudiées.

			JOURS APRES SEMIS									
			30	37	44	51	58	65	72	79	86	93
ADIOPO- DOUNE	% plantes viroées	TCS	5 ± 1	1 ± 0,6	13 ± 2	16 ± 2	0,4 ± 0,4	1 ± 0,6	0	0	0	0
		ORS 520	0	4 ± 1	3 ± 1	0	0	0	0	0	0	0
	Aleurodes	TCS	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0	0	0	0	0	0
		ORS 520	1 ± 0,4	0,5 ± 0,2	1 ± 0,4	2 ± 1	3 ± 1	1 ± 1	0,3 ± 0,2	1 ± 0,4	0	0
GO- HERMAN- KONO	% plantes viroées	TCS	0	0	0	0	3 ± 1	2 ± 1	0	0	0	0
		ORS 520	0	1 ± 1	1,3 ± 1	0	2 ± 1	0	0,4 ± 0,4	0	0	0
	Aleurodes	TCS	0	0,1 ± 0,1	0,4 ± 0,3	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0	0	0	0
		ORS 520	0	0,5 ± 0,3	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	1 ± 0,1	0	0
MARABA- DIASSA	% plantes viroées	TCS	0,4 ± 0,5	1 ± 1	1 ± 1	0,2 ± 0,4	1 ± 1	2 ± 1	5 ± 2	12 ± 3	26 ± 3	20 ± 3
		ORS 520	0,2 ± 0,4	0	0	0	1 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	0	0,2 ± 0,4	3 ± 2
	Aleurodes	TCS	0,3 ± 0,2	0,4 ± 0,2	5 ± 1	1 ± 0,3	3 ± 1	7 ± 1	8 ± 1	12 ± 2	10 ± 2	6 ± 1
		ORS 520	0,3 ± 0,2	1 ± 1	5 ± 2	2 ± 1	4 ± 1	9 ± 2	16 ± 4	15 ± 4	18 ± 4	8 ± 1
SINEMA- NTALI	% plantes viroées	TCS	1 ± 1	1 ± 1	2 ± 1	2 ± 1	3 ± 1	25 ± 3	36 ± 3	14 ± 2	17 ± 3	0
		ORS 520	0	0	0	0	1 ± 1	4 ± 1	16 ± 2	4 ± 1	0	0
	Aleurodes	TCS	4 ± 1	6 ± 1	7 ± 1	8 ± 2	10 ± 2	12 ± 2	10 ± 2	8 ± 1	6 ± 1	0
		ORS 520	5 ± 1	6 ± 2	9 ± 2	10 ± 2	16 ± 3	13 ± 3	11 ± 2	8 ± 1	6 ± 1	0

Tableau 4: Pourcentage de plantes virosées, calculé et nombre moyen d'aleurodes comptés à chaque relevé dans les quatre localités étudiées.