

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE D'ADIOPODOUMÉ
Boîte Postale n° V-51 ABIDJAN
République de Côte d'Ivoire
Ivory Coast
Téléphone : 22.84.45 - 87.44.45 - 37.41.70

"AMÉLIORATION ET VALORISATION DE LA CULTURE DU MANIOC"

ORSTOM - CÔTE D'IVOIRE

Laboratoires de :

- Phytovirologie
- Agronomie
- Génétique

AMELIORATION ET VALORISATION DE LA CULTURE DU MANIOC

Le développement de la culture du manioc en Afrique de l'Ouest présente un regain d'intérêt à double titre:

1^o L'objectif d'autosuffisance alimentaire que se donnent les Pays en Voie de Développement passe par l'augmentation de la production de ce vivrier; on estime en effet qu'en moyenne 35% des calories utilisées sur le continent proviennent du manioc.

2^o Les multiples usages qu'offrent sa transformation peuvent favoriser la création de petites unités industrielles régionales aboutissant à l'exportation de produits finis.

D'où l'intérêt d'entreprendre et de développer certains secteurs de la recherche sur le manioc en Côte d'Ivoire dont les caractéristiques édapho-climatiques couvrent en majorité les exigences de cette plante et où le Centre ORSTOM possède déjà une grande partie des infrastructures nécessaires. En outre la vocation de ce centre pour la formation et le perfectionnement de jeunes chercheurs Africains présente un atout supplémentaire.

Ce programme de recherche sur le Manioc en Côte d'Ivoire est un programme pluridisciplinaire dont la finalité est la mise en évidence et l'amélioration des potentialités du manioc, rarement exprimées compte tenu des nombreuses contraintes agronomiques, pathologiques et génétiques.

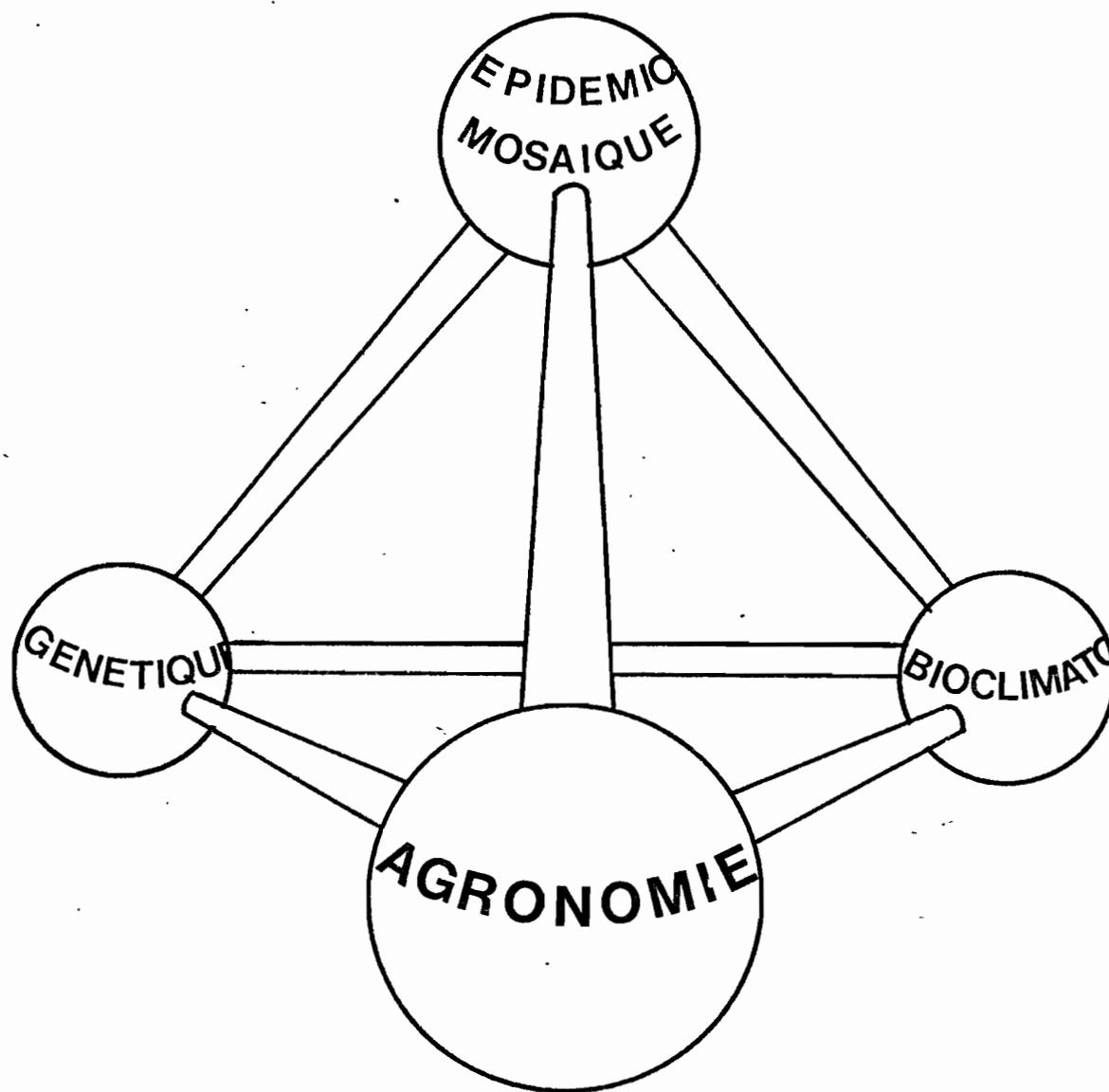
Il comprend plusieurs actions de recherche centrées sur 3 disciplines: Phytovirologie, Agronomie, et Génétique;

1^o Phytovirologie: la maladie du manioc la plus répandue et certainement celle qui globalement provoque le plus de pertes est une maladie virale typique du continent Africain: La Mosaïque Africaine du Manioc. Nous avons commencé son étude en 1980 et nous pensons la poursuivre jusqu'en 1986. Elle occupe actuellement 22 mois/chercheurs et devrait passer à 34 dans les années qui viennent.

2^o Agronomie: Notre intervention se situe d'une part au niveau de l'élaboration de la production utile avec l'étude des facteurs influant les composantes du rendement, d'autre part en milieu réel pour situer la place de ce vivrier dans les systèmes de culture rencontrés dans le sud-est Ivoirien. Débutées pour partie en 1981, les actions de recherche mettent en oeuvre des expérimentations en milieu contrôlé et utilisent également une démarche par voie d'enquêtes sur des situations agricoles réelles. Outre les 16 mois/chercheurs de la section agronomie, ce programme fait appel à la collaboration d'un pédologue et d'un agro-économiste pour le volet enquête, et d'un phytopathologiste pour le volet expérimentation.

3^o Génétique: La participation de chercheurs généticiens à ce programme d'amélioration de la production du manioc est sollicitée par les autres groupes et souhaitable pour son développement harmonieux. Nous proposons donc l'affectation en 1983 d'un chercheur à plein temps qui pourrait aussi former un chercheur Ivoirien sur ce projet. Ces recherches auraient pour objectif la recherche de gènes pour la résistance aux principales maladies et à l'amélioration de la valeur qualitative et technologique de la production. Ces travaux reposeraient sur la constitution de larges collections de maniocs locaux et introduits et une évaluation approfondie de leurs caractéristiques.

RELATIONS ENTRE L'ETUDE DE L'EPIDEMIOLOGIE DE LA MOSAIQUE
ET LES AUTRES DISCIPLINES



O.R.S.T.O.M.
ADIOPODOUME
BP V 51
ABIDJAN

ETUDE DE LA
MOSAIQUE AFRICAINE DU MANIOC



Laboratoire de Phytovirologie

C. FAUQUET

D. FARGETTE

J.C. THOUVENEL

et A. MONSARRAT

SOMMAIRE

AVERTISSEMENT

RESUME

INTRODUCTION

1. BILAN DES CONNAISSANCES ACTUELLES

- 1.1. Agent pathogène
- 1.2. Transmission
- 1.3. Impact économique

2. ETUDE DE LA MOSAÏQUE DU MANIOC

- 2.1. Evaluation de l'impact de la virose
 - 2.1.1. Le virus
 - 2.1.2. La réaction de la plante
- 2.2. Obtention de matériel végétal sain
 - 2.2.1. Méthodes
 - 2.2.2. Réalisations
 - 2.2.3. Prospections
- 2.3. Etude de l'épidémiologie de la Mosaïque du Manioc
 - 2.3.1. Les réservoirs
 - 2.3.2. Le vecteur
 - 2.3.3. Développement de la maladie
 - 2.3.4. Les méthodes culturales
 - 2.3.5. La plante

3. ETAT D'AVANCEMENT DU PROGRAMME

4. PROPOSITIONS DE BUDGET

5. RELATIONS INTRA-ORSTOM

6. RELATIONS EXTRA-ORSTOM

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

AVERTISSEMENT

Ce document se propose d'expliquer les raisons de l'étude de la Mosaïque du Manioc et de décrire un programme précis d'étude, débuté en fait en 1980 et devant se poursuivre jusqu'en 1986.

La méthodologie suivie est détaillée, les actions entreprises et en cours répertoriées et les directions à suivre inventoriées. Les relations scientifiques à venir (Intra-ORSTOM et extérieures à l'ORSTOM) nécessaires à la réalisation du programme sont rapportées et/ou envisagées. Enfin les besoins en personnel et en matériel sont recensés et un budget est proposé.

RESUME

Le manioc est la culture vivrière la plus importante par le volume de production en Afrique. Un des facteurs biologiques limitant sa production est une virose : la Mosaïque Africaine du Manioc. Cette maladie est due à un géminivirus transmis par les boutures et par les mouches blanches (*Bemisia tabaci*). Le contrôle du développement de la maladie passe par la compréhension des mécanismes régissant son épidémiologie. Les trois premières années d'étude ont été essentiellement consacrées à l'obtention de matériel végétal sain et à la mise au point d'un diagnostic sérologique fiable. Les trois suivantes seront consacrées à l'évaluation de l'impact économique, à la recherche des réservoirs naturels, aux cinétiques de recontamination, aux dynamiques de populations de vecteurs ... et à la mise en évidence des facteurs influant ces cinétiques. Des essais variétaux et multilocaux devraient finalement être réalisés pour permettre la modélisation de l'épidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc quelles que soient les conditions de culture. Mais d'ores et déjà nous savons qu'il est possible dans certaines conditions de cultiver du manioc sain en Côte d'Ivoire.

MOTS CLES

Afrique - Manioc - Mosaïque - Virus - Epidémiologie - Mouche blanche - Vecteur - Variété - Multilocale - Sanitation.

ABSTRACT

Cassava is the most largely produced food-crop in Africa. One of most biological factor limiting its production is a virus disease : the African Cassava mosaic. The causal agent of this disease is a geminivirus transmitted either by cuttings or by whiteflies. To control the development of the disease one must understand the mechanisms interacting during the epidemiology. The three first years of the study have been mostly used to get free cuttings and elaborate reliable serological diagnostic assays. The next three years will be devoted to the evaluation of the economical impact and the searching of natural reservoirs, to the contamination kinetic, to the population dynamics of vectors as well as to the description of the factors acting on these kinetics. Finally varietal and multilocal trials should be realized to enable the modelisation of the epidemiology, whatever might be the conditions of the culture.

KEY - WORDS

Africa. Cassava. Mosaic. Virus. Epidemiology. Whiteflies.
Vector. Varietal. Multilocal. Sanitation.



SYMPTOMES DE MOSAIQUE AFRICAINE SUR MANIOC

ETUDE DE LA MOSAÏQUE DU MANIOC

INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta*, Crantz, famille des Euphorbiacées) est essentiellement cultivé pour ses racines tubérisées qui entrent pour une grande part dans l'alimentation quotidienne de nombreuses populations Africaines. Elle est consommée soit directement sous forme de "manioc vert", soit sous forme de farine, utilisée de multiples manières. Dans l'industrie, le manioc sert à la préparation de nombreux produits (plus de 300) dont les plus importants sont l'amidon, la colle ou l'alcool... Enfin le manioc est utilisé pour l'alimentation animale soit en vert soit sous forme de farines, de cossettes ou de tourteaux.

Le manioc, originaire d'Amérique du Sud a été introduit en Afrique au XVIème siècle par les Portugais qui l'ont ensuite transporté aux Indes et en Indonésie. C'est actuellement la culture vivrière la plus importante, en volume, pour toute la zone tropicale humide de l'Afrique. C'est une plante à grande faculté d'adaptation puisqu'on la trouve depuis la zone Soudano-Sahélienne (500 mm de pluies) jusqu'au coeur de la zone équatoriale (plus de 4 m d'eau). C'est un arbrisseau perenne de 2 à 5m de hauteur qui se ramifie par trichotomie et dont les racines, riches en amidon, sont utilisables jusqu'à l'âge de 3 ans.

Le manioc possède des potentialités de production énormes (plus de 200 t/ha) mais il a rarement la possibilité de les exprimer. En effet nombre de facteurs limitent sa production : facteurs humains (techniques culturales, choix du matériel végétal ...), facteurs physiques (eau, sol, ensoleillement ...) et enfin les facteurs biologiques (virus, bactérie, champignons, insectes, nématodes ...). En milieu paysan traditionnel la récolte des racines fraîches est fréquemment de l'ordre de 10 t/ha. Parmi les facteurs biologiques limitant la production, le plus fréquent sur le continent Africain est sans conteste une maladie virale : la Mosaïque Africaine du Manioc.

PRESENTATION DE LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC

Cette maladie est dite africaine parce qu'elle a été décrite pour la première fois en Afrique au début du siècle (STOREY, 1936 (1); STOREY et NICHOLS, 1938 (2)) et ce n'est que tout récemment qu'elle a été signalée aux Indes et en Indonésie (ALAGIANAGALINGA et RAMAKRISHNA, 1966 (3)). Aucune description de la maladie n'a été faite jusqu'à ce jour en Amérique du Sud. Il semble donc vraisemblable que cette maladie est réellement d'origine africaine et que la manioc introduit sur ce continent au XVIème siècle a constitué un terrain favorable à sa multiplication. La maladie a pu, par la suite, être transportée en Inde, lors de l'acheminement de boutures virosées.

La Mosaïque Africaine du Manioc est répandue sur l'ensemble du continent africain, y compris Madagascar, Zanzibar et la Réunion. Elle affecte vraisemblablement la très grande majorité des maniocs d'Afrique. Les paysans considèrent les symptômes de la maladie comme une caractéristique "normale" de la plante, et les chefs de culture y voient une fatalité inéluctable.

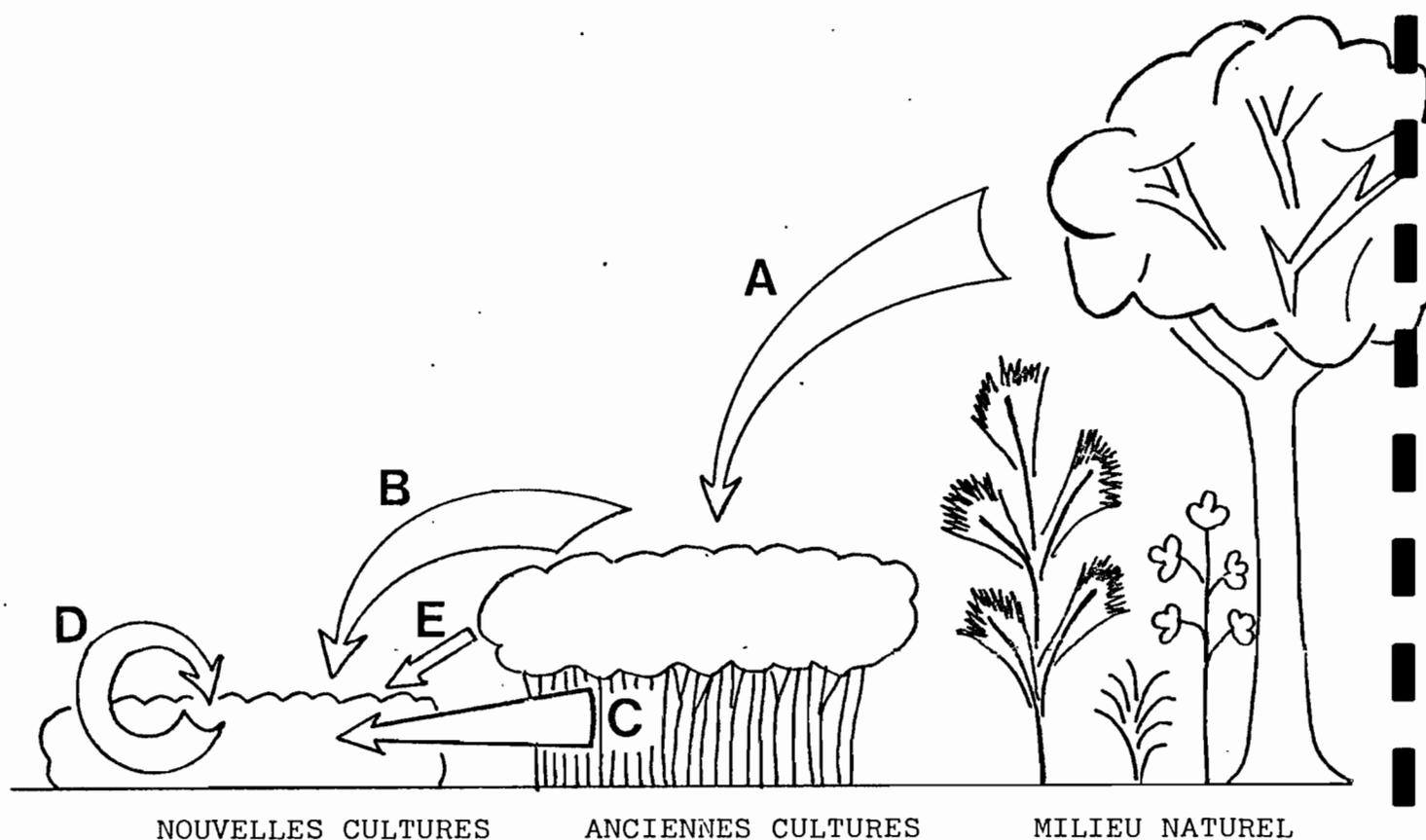
La majorité des travaux agronomiques relatifs au manioc ont été réalisés en partant de boutures virosées, et les résultats établis sont biaisés, car concernant du matériel végétal malade.

Or il semble, à la lumière de travaux récents établis par le Dr BOCK (5) et par nous-mêmes (FAUQUET et al., 1981 (15) et FAUQUET et al., 1982 (16) que la Mosaïque Africaine du Manioc n'est pas une maladie inéluctable tout au moins dans certaines régions en Afrique et que l'on peut cultiver dans ces régions du manioc sain.

Etant donné l'importance des dégâts qu'elle occasionne cette maladie est actuellement l'objet de programmes de recherches prioritaires dans divers laboratoires en Afrique.

L'étiologie et la transmission de la Mosaïque Africaine du Manioc ont été largement étudiées et semblent assez bien connues : un bilan des connaissances actuelles est avancé. Au contraire, on ne dispose que de résultats fragmentaires et dispersés sur l'épidémiologie et l'impact économique de la maladie. Or leur étude est un préalable indispensable pour définir les différentes méthodes de lutte envisageables, et d'évaluer leur impact dans les différents biotopes : un programme d'étude détaillé est proposé.

SCHEMA DES MODES DE PROPAGATION DE LA
MOSAIQUE AFRICAINE DU MANIOC



- A - Contamination par mouches blanches en provenance des réservoirs naturels: Influence du lieu, du climat, et des variétés utilisées.
- B - Contamination par mouches en provenance des cultures de manioc malades: Influence de l'intensité de culture du manioc, du climat, et des variétés utilisées.
- C - Contamination par les boutures: Influence de l'homme.
- D - Gravité des symptômes: Influence du virus, du climat et des variétés utilisées.
- E - Régénération naturelle de matériel sain: Influence du climat et des variétés = Taux de réversion.

1. BILAN DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC

Cette maladie a été la première maladie virale de plante décrite, observée et étudiée sur le continent Africain, et cela dès le début du siècle. Ensuite il y a eu de nombreuses observations réalisées dans plusieurs pays, nous nous bornerons donc à faire le bilan des connaissances en relatant uniquement les grandes étapes des connaissances acquises sur l'agent pathogène, les modes de transmission et l'impact de la maladie.

1.1. Quel est l'agent pathogène de la Mosaïque Africaine du Manioc ?

Les premiers travaux ont été réalisés en Afrique de l'Est par le Dr STOREY dans les années 1930-40 (1,2). Ils ont mis en évidence un agent pathogène de type viral mais sans apporter de précisions supplémentaires.

Ce n'est qu'en 1978 que le Dr BOCK (4), toujours au Kenya, a pu mettre en évidence la présence de particules virales associées à la maladie, sans pour autant assurer qu'il s'agissait de l'agent pathogène. Enfin en 1982 (5), ce même Dr BOCK, prouvait définitivement que ce virus, un géminivirus, était bien l'agent causal de la maladie. Ce virus peut artificiellement infecter quelques plantes hôtes, parmi les solanacées. Cet auteur a également signalé l'existence de deux souches du virus, sérologiquement distinctes (5) : celle que l'on trouve sur la côte Est de l'Afrique et celle que l'on trouve ailleurs en Afrique (Ouest du Kenya, Ouganda, Soudan, Nigéria, Côte d'Ivoire et Congo). Le Dr BOCK a par ailleurs détecté, dans la souche Est, la présence de 2 souches sérologiquement indistinctes : 1 souche faible que ne provoque pas de pertes de rendement et une souche forte qui peut diminuer la récolte de 70 % sur une même variété locale. Il a d'autre part mis en évidence qu'il n'y a pas de prémunition d'une souche vis-à-vis de l'autre, et donc que le contrôle de la maladie par le biais de la prémunition n'est pas envisageable.

Actuellement on ne sait pas si le même phénomène existe pour la souche Ouest.

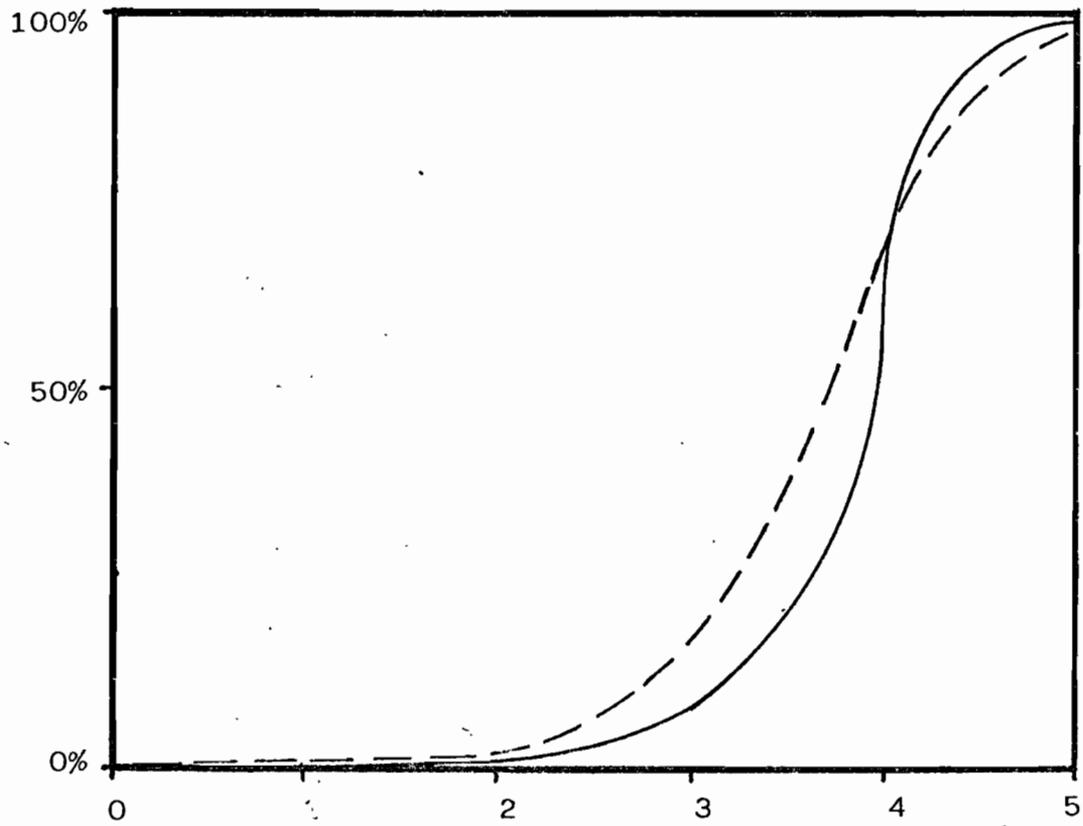
1.2. Quels sont les modes de propagations de la maladie ?

Dès 1936 STOREY (1) a montré que le virus ne se transmet pas par la graine, mais par boutures et mouches blanches.

1.2.1. Par les boutures

Toute bouture prélevée sur un manioc malade, même si le fragment considéré ne porte pas de symptômes, produira au cycle suivant une plante virosée. En fait il y a toujours (ou presque) un très faible pourcentage (<1/1000) de plantes qui restent saines (=taux de réversion

CORRELATION ENTRE LES PERTES DE RENDEMENT
ET LA REDUCTION DE LA SURFACE FOLIAIRE
EN FONCTION DE LA GRAVITE DES
SYMPTOMES DE MOSAIQUE
SELON G.COURS



--- PERTES DE RENDEMENT
— REDUCTION DE LA SURFACE FOLIAIRE

1.2.2. Par les mouches blanches

Les mouches blanches, *Bemisia tabaci* (Aleurodidae), peuvent transmettre la maladie tout au long de leur vie (7), d'un manioc malade à un manioc sain, ou encore d'une plante réservoir du virus présente dans le champ de manioc ou dans le milieu naturel environnant, à des maniocs sains.

Si les deux mécanismes de transmission sont maintenant bien connus, on ne dispose que de très peu d'informations sur l'importance relative de chacun d'eux dans la nature. On peut cependant se référer aux travaux du Dr BOCK (8) sur ses expériences de recontamination de cultures saines. Au long de 7 années de cultures saines il a montré que la recontamination par mouche blanche oscille entre 0 et 5 % avec une année exceptionnelle à 53 %, et ceci avec des variétés locales. La recontamination dépend "énormément" de la variété testée : la même année il y a eu 2 % pour une variété locale et 55 % pour une variété Sud-Américaine. Le Dr BOCK conclut donc que le facteur principal de dissémination, dans le milieu écologique considéré, est l'homme et non pas les mouches blanches, sauf cas exceptionnel (année pluvieuse ou variété très sensible).

1.3. Quel est l'impact de cette virose sur le rendement ?

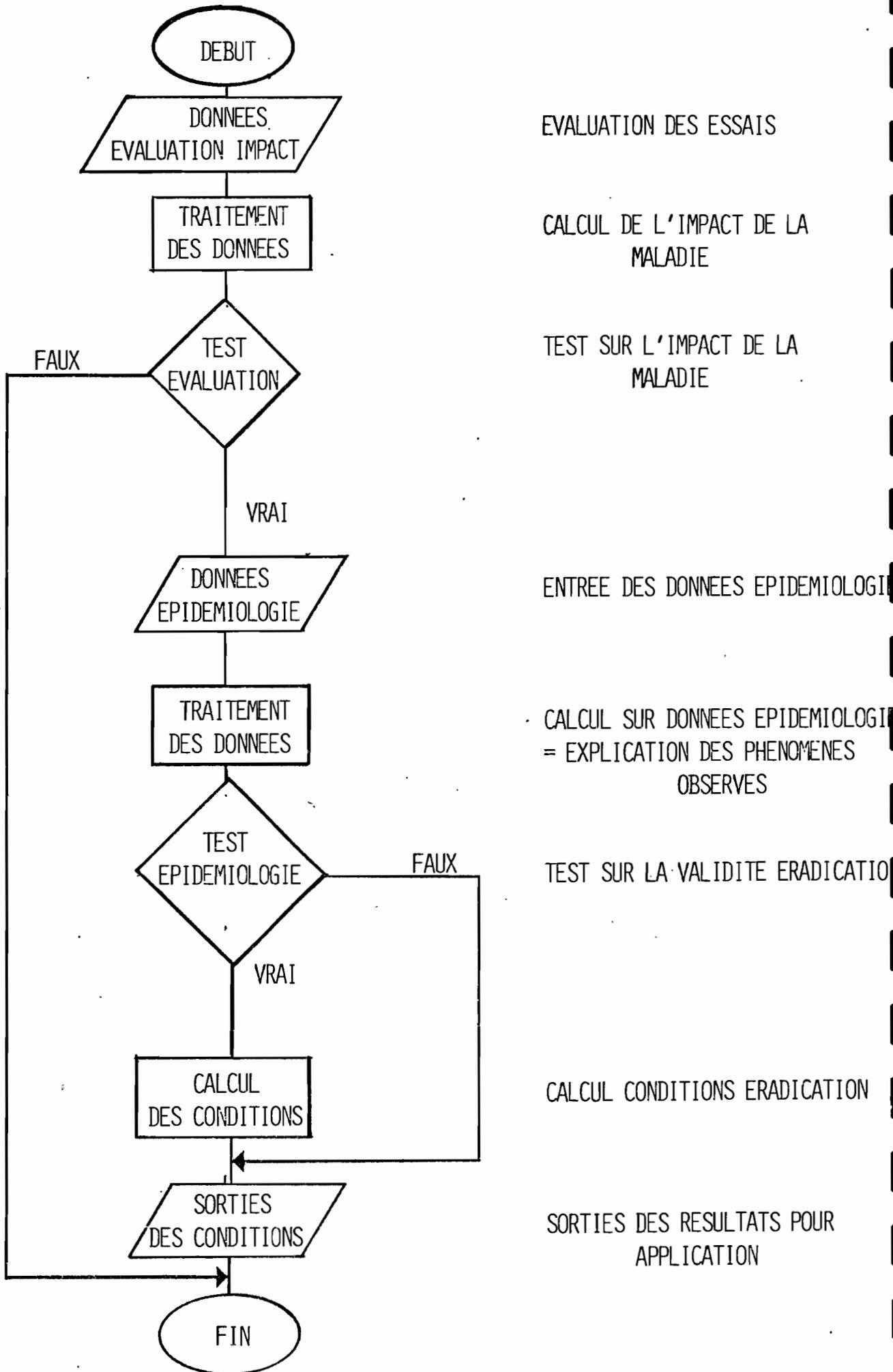
Dans ce domaine nous avons peu de renseignements :

- COURTS en 1951 à Madagascar (9) définissait une échelle de gravité des symptômes de la mosaïque (de 0 à 5) et indiquait des pertes de rendement allant de 0,1 à 97 % proportionnelles à cette échelle quelle que soit la variété considérée.
- Le Dr BOCK (10) selon les souches de virus et les variétés de manioc a constaté des pertes s'échelonnant de 0 à 86 % et plus particulièrement pour les variétés locales de 67 à 86 %.
- Au Nigéria des études faites à l'IITA (11) ont mis en évidence des pertes de l'ordre de 37 % sur la variété de type TMS, considérée comme résistante.
- Enfin VANDEVENNE (12), en Côte d'Ivoire, a mis en évidence une étroite corrélation entre les rendements des variétés de manioc et la gravité des symptômes de mosaïque.

Il semble donc très vraisemblable qu'il existe une relation étroite entre la gravité des symptômes et la perte de rendement. Cependant on ne connaît pas la gravité moyenne de cette maladie, à l'échelle d'une culture, d'une région, d'un pays et encore moins à l'échelle de l'Afrique.

Il apparaît donc que l'on connaît parfaitement maintenant l'étiologie de cette virose mais que l'on comprend mal encore son épidémiologie.

ORGANIGRAMME DE L'ETUDE DE LA MOSAIQUE AFRICAINE DU MANIOC



Le fait que tous les maniocs soient virosés est-il le résultat progressif de 4 siècles de culture sans aucune sanitation ou bien au contraire a-t-on affaire à une épidémie extrêmement rapide. Quel est le véritable réservoir de virus de la mosaïque : des plantes réservoirs encore non identifiées ou bien les maniocs eux-mêmes. C'est pour essayer de répondre à toutes ces questions que nous avons mis sur pied un programme d'étude de la Mosaïque Africaine du Manioc.

METHODE DE NOTATION DES SYMPTOMES
DE MOSAIQUE DU MANIOC

-ECHELLE DE NOTATION: Nous reprenons l'echelle de G. COURS

- 0 : Pas de symptomes.
- 1 : Symptomes de mosaïque sans réduction de la surface foliaire ni déformation.
- 2 : Mosaïque avec légère réduction et légère déformation du limbe.
- 3 : Forte réduction de la surface foliaire et déformation des folioles.
- 4 : Tres forte réduction de la surface foliaire et tres forte déformation.
- 5 : Folioles réduits pratiquement aux nervures.

-METHODE DE CALCUL DE LA NOTATION: Un indice, suivant l'echelle ci-dessus, est donné pour chaque feuille présente à un instant t. On calcule un indice de gravité des symptomes (IGS) en faisant la moyenne de ces notations par feuille et en multipliant par 1000.

$$IGS = \frac{\sum_0^N IF}{N} \times 1000$$

Pour N= nombre de feuilles présentes

IF= indice foliaire moyen

Cet indice variera de 0 à 5000.

-METHODE DE CALCUL AU NIVEAU D'UNE CULTURE: Un indice pourra être calculé au niveau d'un champs, à un instant t, en effectuant la somme de tous les IGS et en divisant par le nombre de plantes présentes dans le champs.

$$IGS_T = \frac{\sum_0^x IGS_x}{P}$$

Pour x= nombre de plantes malades

P= nombre de plantes présentes dans le champs

Cet indice variera de 0 à 5000.

De même il pourra être établi un indice moyen de cette culture au cours du temps.

$$IGS_M = \frac{\int_0^t IGS_T}{t}$$

Cet indice de gravité des symptomes moyen pourra être comparé à un indice de gravite maximum soit 5000.

$$T\% = \frac{IGS_M}{5000}$$

2. ETUDE DE LA MOSAIQUE AFRICAINE DU MANIOC

2.1. Evaluation de l'impact économique de la maladie

Cette étude a pour but de préciser en Côte d'Ivoire l'impact de cette virose sur le rendement en relation avec les souches de virus, l'état sanitaire des boutures et les variétés.

2.1.1. Caractérisation du ou des souches de virus présentes en Côte d'Ivoire

Nous savons par les travaux faits au Kenya et à Madagascar qu'une variété donnée réagit toujours de la même façon à une souche donnée. Sur la Côte Est du Kenya il existe 2 souches de virus, une faible et une forte ; il serait important de savoir si en Afrique de l'Ouest nous disposons d'une population homogène de virus. S'il n'est pas possible de comparer notre/nos souches avec celles d'autres pays, il est par contre possible de faire des isolats en Côte d'Ivoire et de les comparer entre eux sur une gamme de variétés saines par greffage.

2.1.2. La réaction de la plante

Etant donné l'hétérogénéité des symptômes observés sur une même variété dans un même lieu nous envisageons de suivre au cours du temps l'évolution de la gravité des symptômes sur des boutures choisies, puis de rapporter cette gravité à des pertes de rendement. Nous commencerons cette étude sur 2 variétés bien connues (CB et BONOUA) puis, si l'expérience est concluante nous l'étendrons aux autres variétés étudiées. Afin de relier cette étude avec les travaux effectués ailleurs nous utiliserons l'échelle de COURS, mais afin de quantifier les symptômes observés nous utiliserons la méthode décrite en annexe. Ces mesures seront effectuées à 3, 6 et 9 mois et reliées à une production à 12 mois. De plus cette étude devrait nous permettre de sélectionner des plantes de degrés de gravité divers afin de les suivre au cours d'une seconde génération.

Cette quantification devrait également nous permettre d'évaluer, au niveau d'un champ, l'évolution de l'état sanitaire de cette culture et donc de comparer l'effet d'une sanitation.

Conscients de la variabilité, à la fois, du matériel végétal, des conditions de culture et des conditions climatiques, nous espérons, en tenant compte des résultats attendus ci-dessus, pouvoir évaluer, même grossièrement, l'état sanitaire du manioc à l'échelle d'une région. Et ceci par sondages dans différents endroits de Côte d'Ivoire, et par référence à des cultures et des variétés connues. Les méthodes de sondage devront être précisées au cours de l'expérimentation et elles pourraient être réalisées au cours des prospections

SCHEMA D'ASSAINISSEMENT DU MANIOC
EN COTE D'IVOIRE

MANIOC MALADE A 100%
H60, KATAOLI...

LABORATOIRE

CULTURE IN-VITRO

THERMO-THERAPIE

CONTROLE SÉROLOGIQUE
OU PAR PLANTE HOTE

MANIOC SAIN EN PETITE
QUANTITE: COLLECTIONS
PROSPECTIONS

INTRODUCTION DE MANIOCS
SAINS PROVENANT D'AUTRES
PAYS.

SERRES
INSECT-PROOF

MULTIPLICATION PAR
MICRO-BOUTURES SUR
SABLE

MULTIPLICATION EN
SERRES INSECT-PROOF

GRAINES

CONTROLE SÉROLOGIQUE
OU PAR PLANTE HOTE

MATÉRIEL SAIN EN
GRANDE QUANTITÉ
CB, BONOUA ...

CHAMPS

MULTIPLICATION EN
PARC A BOIS

ESSAIS AGRONOMIQUE S
EN CHAMPS

CULTURE EN CHAMPS



2.2. Obtention de matériel végétal sain

Avant d'entreprendre des expériences d'épidémiologie il est indispensable de disposer de boutures saines en quantité suffisante et si possible de plusieurs variétés. Le problème de cette obtention peut être envisagé de diverses manières :

2.2.1. Matériel sain en relativement grande quantité

Dans les variétés qui sont largement cultivées il est possible de trouver suffisamment de boutures pour commencer un parc à bois directement en champs (= Exploitation du taux de reversion). C'est le cas pour les variétés : CB, BONOUA, H57, H58, Ta49 ...

2.2.2. Production à partir de graines

Il n'y a pas de passage du virus par la graine, c'est donc un moyen relativement facile pour obtenir du matériel sain. Mais par contre comme la fécondation croisée est obligatoire on ne connaît pas les parents et l'on perd donc les renseignements connus d'une variété.

2.2.3. Recherche de clones sains dans les cultures ivoiriennes

Il est en effet rare, mais possible, de trouver des plantes saines dans la nature, on peut donc prospecter, collecter et tester ce matériel vis-à-vis de sa recontamination.

2.2.4. Introduction de matériel en provenance d'autres pays

On peut effectivement envisager de collecter du matériel testé dans d'autres pays, intéressant soit pour sa résistance soit pour sa variabilité génétique.

- Variétés locales du Kenya résistantes aux mouches blanches.
- Variétés STOREY résistantes au virus.
- Variétés de l'IITA résistantes au virus.
- Collections de maniocs d'Amérique du Sud collectées par le CNRS.
- Collections de maniocs du CIAT en Colombie.

2.2.5. Assainissement de matériel complètement virosé par culture in vitro et thermo-thérapie

Certaines variétés sont en effet très intéressantes pour leurs caractéristiques agronomiques ou organoleptiques et il serait donc possible de les assainir par la culture de méristemes ou par boutures *in vitro* traités par thermo-thérapie. C'est le cas des variétés H60, KATAOLI, TABOUCA, WANGA ...

Toutes ces possibilités nous conduisent à élaborer le schéma ci-joint qui, au plan pratique peut être réalisé par séquences selon les moyens disponibles.

2.3. Etude de l'épidémiologie de la Mosaïque Africaine du Manioc

L'épidémiologie vise, d'une part la compréhension de l'évolution de la maladie dans le temps et dans l'espace et d'autre part l'utilisation de ces connaissances pour contrôler la maladie. Seront abordés dans cette étude les sources de contamination, le vecteur *Bemisia tabacci* (répartition, pouvoir infectueux ...), le développement spatio-temporel de la maladie en relation avec les données climatiques et l'influence des méthodes culturales. Cette étude sera complétée par une évaluation de l'impact économique de la maladie.

2.3.1. Sources de contamination

L'élimination des sources de contamination est une mesure fréquemment préconisée pour le contrôle des maladies à virus. Elle ne sera efficace que si le vecteur ne dissémine la maladie sur de faibles distances et si les réservoirs sont facilement éradicables. Notre objectif est, dans un premier temps, d'inventorier et d'évaluer les différentes sources potentielles d'inoculum, puis dans un deuxième temps, de mettre en évidence le rôle effectif de chacune d'elles dans la contamination des champs de manioc.

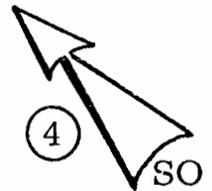
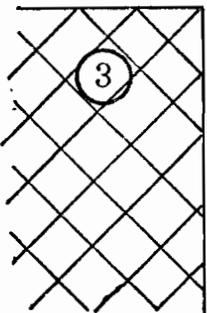
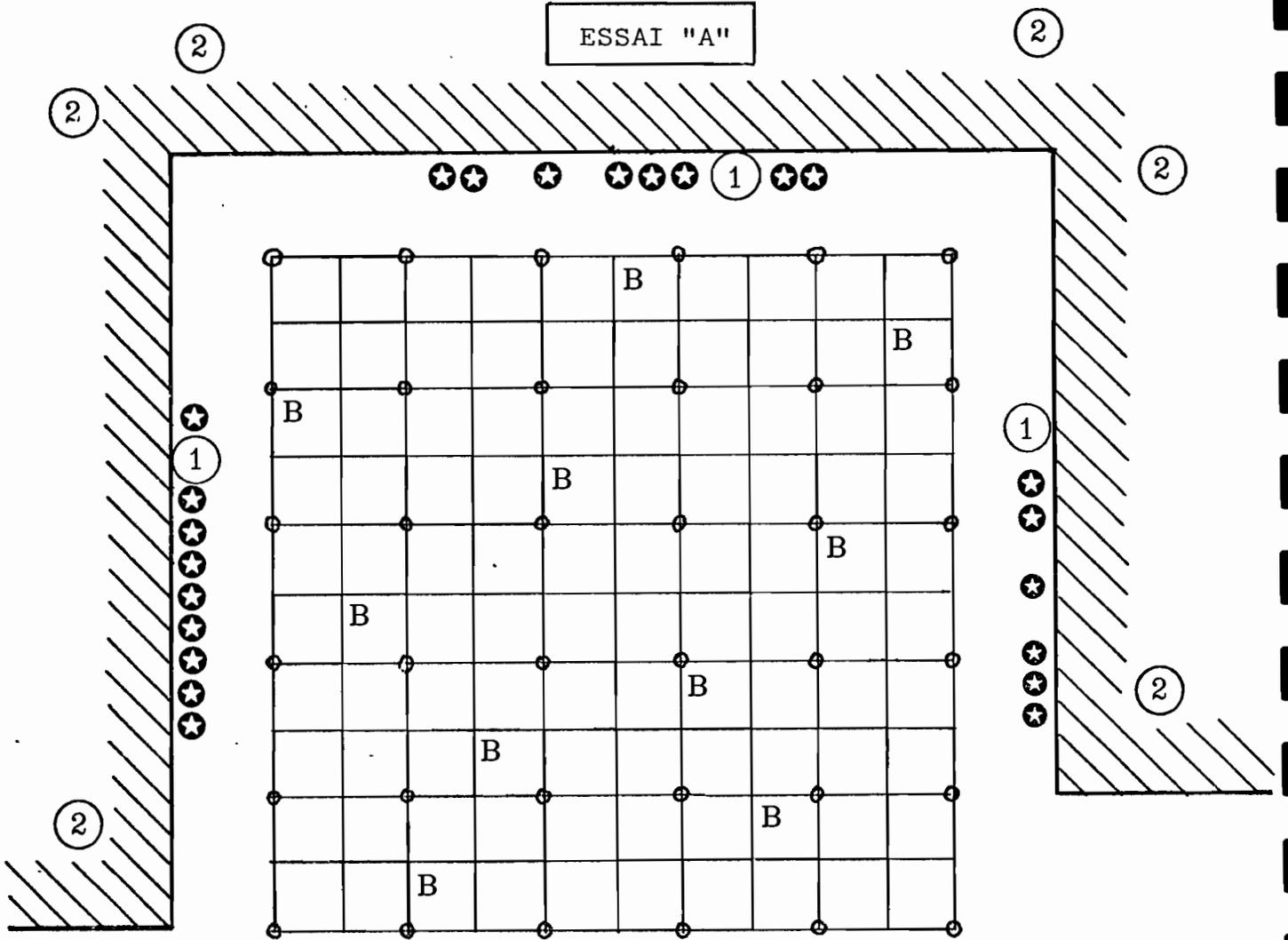
2.3.1.1. Inventaire des espèces hôtes

On collecte des plantes aux alentours de champs de manioc fortement contaminés (pression d'inoculum maximale). Les plantes sont déterminées (laboratoire de botanique), puis testées pour la présence du virus par ELIZA (Enzyme linked immunosorbent assay) et par inoculation mécanique sur *Nicotiana benthamiana*.

2.3.1.2. Fréquence des plantes hôtes

On réalise un échantillonnage systématique des espèces qui peuvent effectivement héberger le virus (mis en évidence par 1), en bordure d'un champ susceptible d'être planté en manioc. Les plantes sont collectées, déterminées, puis testées comme en 1 pour la présence de virus.

ESSAI "A"



SOURCES DE CONTAMINATION:

- ① MANIOCS SAUVAGES, Manihot glaziovii★
- ② PLANTES ADVENTICES EN FORET
- ③ MANIOCS VIROSES EN COLLECTION
- ④ INOCULUM "LONGUE DISTANCE"

- ⊕ PIEGES A INSECTES
- ▢ PARCELLES VARIETE BONOUA
- PARCELLES VARIETE "CB"

2.3.1.3. Réservoirs de la maladie (parmi les plantes hébergeant effectivement le virus)

Différents réservoirs possibles sont localisés autour d'un champ de manioc de 1 ha divisé en 100 blocs de 100 plantes. Les sources possibles peuvent être situées à proximité du champ (local spread). Il s'agit des maniocs sauvages (*M. glaziovii*), des plantes adventices mises en évidence en 1 et 2, de parcelles de manioc malades. Il faudra tenir compte, en outre, de leur position par rapport au vent. Enfin l'inoculum peut venir d'une longue distance (distant spread). Se reporter au plan ESSAI A.

On effectue un relevé bi-mensuel, les pieds malades sont étiquetés (date d'apparition des symptômes), le nombre de pieds malades par bloc, répertorié. Ces relevés permettent de suivre le mode de contamination du champ, de mettre en évidence des foyers, des gradients qui seront autant d'indicateurs des sources de contamination.

Une plante hôte n'est réservoir de virus que lorsqu'il y a présence du vecteur, déplacement de ce vecteur de cette plante-hôte et transmission de l'agent pathogène sur un plant sain. Une estimation des populations d'aleurodes sur les différents hôtes donnera une indication complémentaire de leur rôle effectif comme source de contamination.

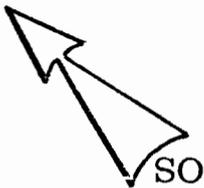
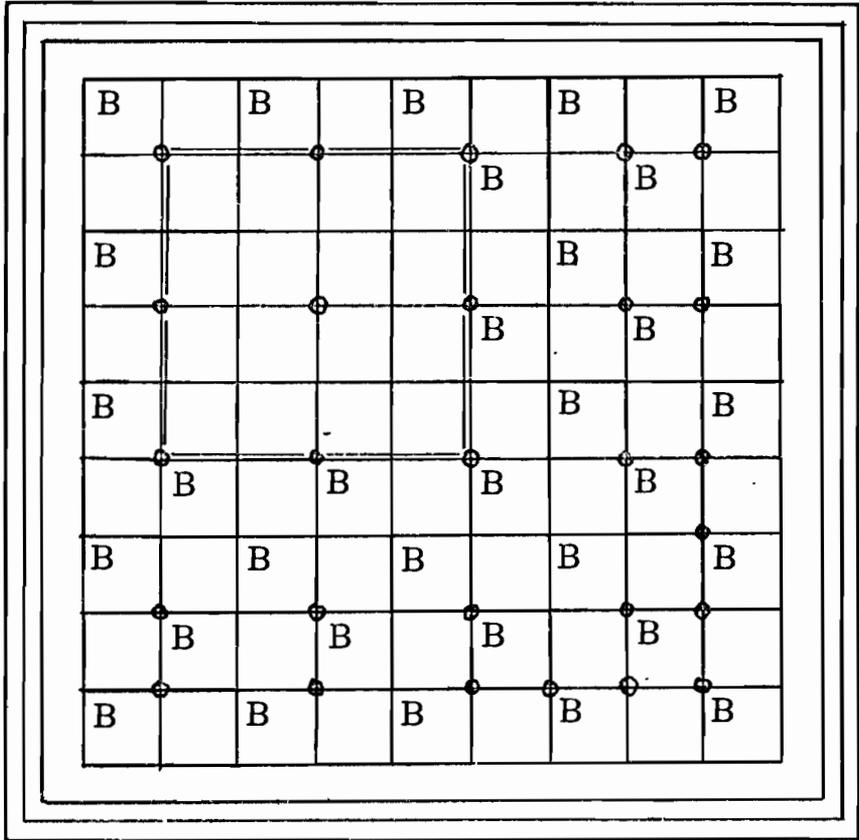
2.3.2. Le vecteur, dynamique et pouvoir infectieux

Le contrôle du vecteur, recommandé pour certaines maladies à virus, est irréalisable vu le caractère ubiquiste de *B. tabaci*, les surfaces à traiter, le coût des traitements. Cette étude vise la compréhension de la dynamique des mouches blanches, leur dissémination l'influence des facteurs climatiques... et veut estimer le potentiel de propagation (nombre de mouches, activité comportementale, pouvoir infectieux) en fonction du temps et du lieu.

2.3.2.1. Dynamique

La répartition spatiale des insectes, en particulier des aphides, a été largement étudiée et différentes théories ont été avancées. L'une développée par LEWIS et DIBLEY (1970) (13) assimile les insectes (aérophton) à des particules inertes soumises uniquement au mouvement de l'air. D'autres théories laissent une place importante au pouvoir optomoteur de l'insecte. Peu de recherches ont été entreprises jusqu'à présent dans le cas des aleurodes. Notre étude, par piégeage et échantillonnage des populations, permettra d'établir pour les mouches blanches les facteurs qui influent sur la dissémination.

ESSAI "B"



- ≡≡≡ TRIPLE HAIE DE CANNE A SUCRE
- ⊕ PIEGES A INSECTES
- ⊠ PARCELLES VARIETE BONOUA
- PARCELLES VARIETE "CB"
- ≡≡≡ ESSAI DENSITE EN "CB"

2.3.2.2. Les méthodes de piégage

Il est important d'avoir constamment à l'esprit que cette technique (pièges jaunes), n'est ni parfaite, ni surtout universelle. Elle ne peut satisfaire correctement à la vérification de plusieurs hypothèses à la fois ... par exemple celles relatives à la mesure de la densité aérienne en un point donné et la tendance à l'atterrissage d'une fraction de l'aphidoplancton (aéroplancton) ; dans le premier cas le piège à succion répondra sans doute le mieux au but recherché, dans le second cas le piège jaune peut être un élément utile en complément d'un échantillonnage des populations présentes sur la culture étudiée (ROBERT, 1980) (14).

Différents types de pièges sont essayés, piège à glue, piège à eau. Pour ces derniers, différentes couleurs (du jaune au rouge), types, formes et différentes hauteurs sont testées. Le bac optimal ainsi déterminé est positionné systématiquement sur les parcelles (cf. plan A et B) et des relevés bi-hebdomadaires sont effectués. La répartition des mouches est suivie, pour des parcelles différemment exposées ; une parcelle est protégée du vent par une triple haie de canne à sucre (ESSAI B).

2.3.2.3. Echantillonnage

Les *B. tabaci* sont localisés, très largement, sur les feuilles terminales. Une manipulation délicate des 5 dernières feuilles, permet d'effectuer une évaluation relativement précise (peu d'envols) du nombre de mouches par pied.

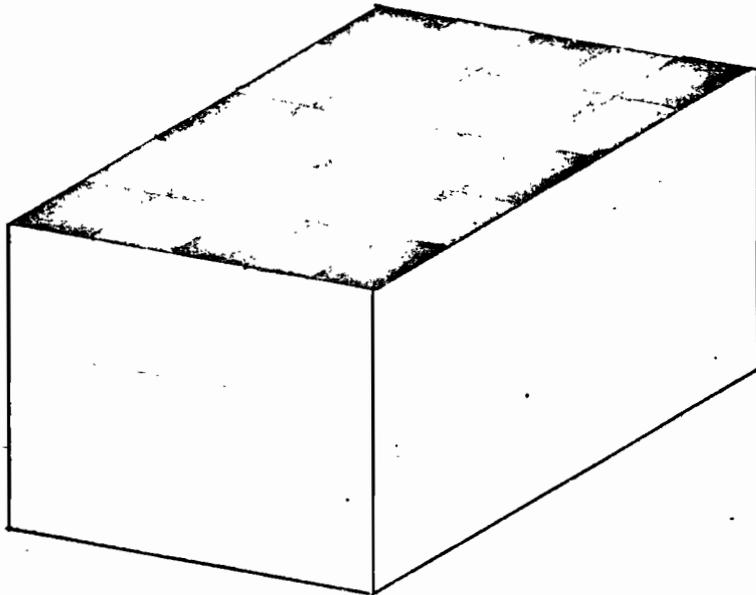
2.3.2.4. Le potentiel de propagation

L'étude de la dynamique des *B. tabaci* doit être complétée dans le cadre d'une étude virologique par l'évaluation de leur pouvoir infectueux.

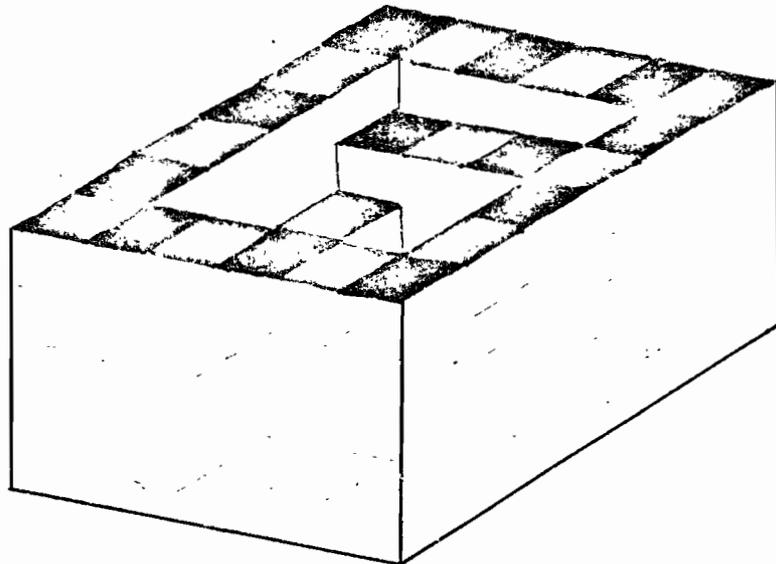
Des groupes (1 à 100) de mouches de différentes provenances (parcelles de manioc sains, malades, manioc sauvages, plantes adventices, plantes cultivées) sont placées sur les feuilles terminales de jeunes pieds sains de manioc d'une espèce très sensible H 57.

Le nombre de *B. tabaci* (N) et leur pouvoir infectueux, permettra de suivre le potentiel de propagation (PP), $PP = N \cdot I \cdot f(C)$, C = activité comportementale, en fonction du temps et du lieu.

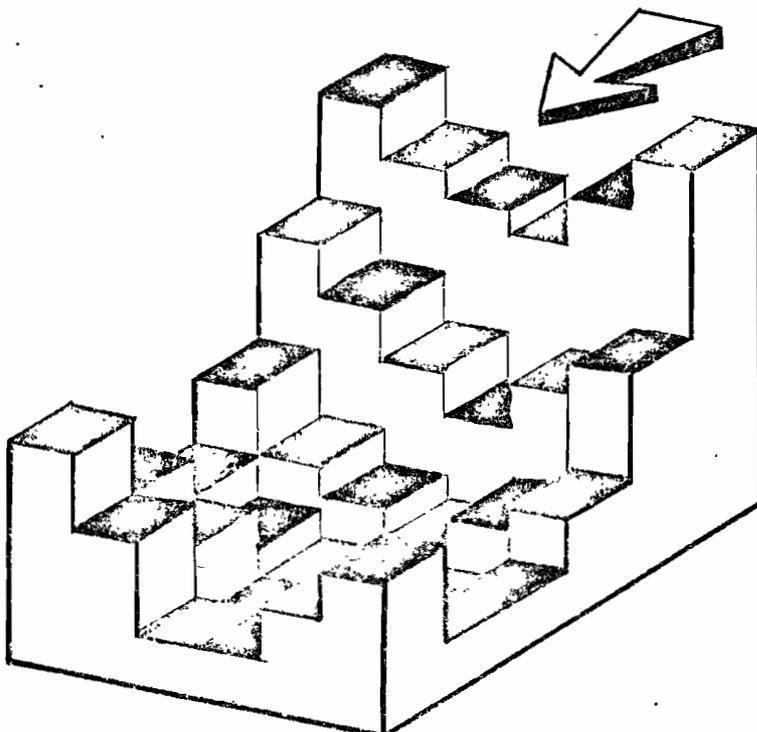
Une autre approche indirecte de PP est envisagée par l'installation de plantes appâts, disposés en différents endroits 15 jours, relevés et placés en serre insect-proof. On notera le pourcentage de pieds infectés durant ce laps de temps, indicateur du potentiel de propagation.



1° CONTAMINATION DU CHAMPS
EN CAS DE REPARTITION
HOMOGENE DU VECTEUR.



2° CONTAMINATION EN CAS DE
REPARTITION PREFERENTIELLE
DU VECTEUR SUR LES BORDURES
DU CHAMPS.



3° CONTAMINATION EN CAS DE
REPARTITION PREFERENTIELLE
DU VECTEUR SUR LES BORDURES
DU CHAMPS EXPOSEES AU VENT.

2.3.3. Développement de la maladie

2.3.3.1. Dans l'espace

"Their study (gradients of plant virus diseases) is vitally important in epidemiology in developing control measures and in schemes for producing healthy plant material" (TRESH , 1976) (15).

Cette étude, complémentaire pour une part des précédentes, mettra en évidence le mode de contamination, à grande échelle, d'un champ de manioc initialement sain. Elle permettra de confirmer ou d'infirmer, puis de compléter un certain nombre d'hypothèses tirées de l'étude de la répartition du vecteur et des sources de contamination. En particulier, on vérifiera si la contamination peut se ramener à un des modèles cités ci-dessous et illustrés.

- 1) Contamination en cas de répartition homogène du vecteur.
- 2) Contamination en cas de répartition préférentielle du vecteur en bordure.
- 3) Contamination en cas de répartition préférentielle du vecteur sur les bordures exposées au vent.

2.3.3.2. Dans le temps

"One must become familiar with r . It is a fundamental and perhaps the most useful concept in epidemiology" (VAN DER PLANK, 1960 a) (18).

Le suivi de la cinétique de contamination permettra d'établir si le développement de la maladie se fait essentiellement à partir d'inoculum extérieur (contamination primaire, alloinfection) ou par dissémination de l'inoculum à l'intérieur du champ (contamination secondaire, épidémie à foyer, auto-infection). Les méthodes de contrôle étant souvent différentes pour les deux types d'épidémie (modèle à intérêt simple, intérêt composé), il est particulièrement important de les distinguer. En particulier des mesures comme la sélection sanitaire et l'éradication des pieds malades, utiles en cas d'épidémie à foyers seront vouées à l'échec dans des zones où la recontamination extérieure est trop rapide.

Ces cinétiques, si elles peuvent être ramenées aux modèles de base élaborés par VAN DER PLANK (1960a), permettront de déterminer le taux d'infection de base r (basic infection rate) ; cf. annexe. La connaissance de r permettra de situer l'épidémie par rapport aux épidémies connues, de caractériser le comportement des différentes variétés, de quantifier l'impact des mesures de contrôle. En intégrant les données climatiques, on mettra en évidence le rôle des différents facteurs (pluviométrie, humidité relative, luminosité ...) dans le développement de l'épidémie.

MODELES DE CINETIQUES DE CONTAMINATION

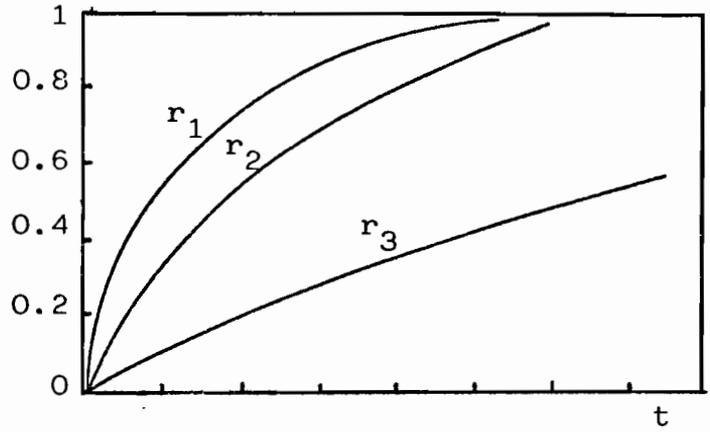
VANDERPLANK. J.E

MODELE A INTERET SIMPLE: ALLOINFECTION, CONTAMINATION PRIMAIRE.

$$\frac{dx}{dt} = r(1-x)$$

$$\log_e \left(\frac{1}{1-x} \right) = rt$$

x: pourcentage de
pieds malades
r: taux d'infection
de base
t: temps



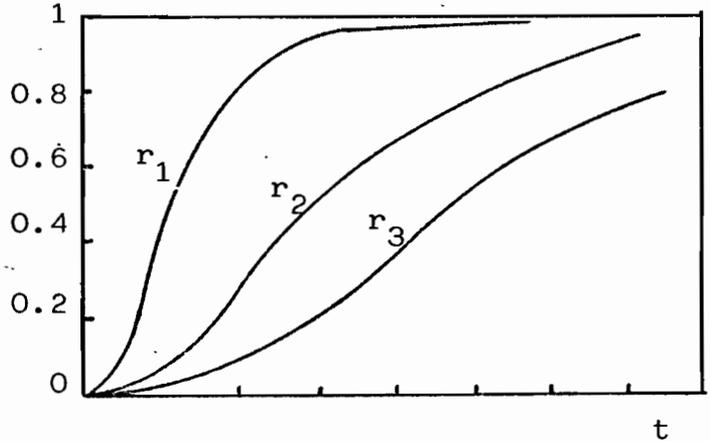
$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \log_e \left(\frac{1-x_1}{1-x_2} \right)$$

$$r_1 > r_2 > r_3$$

MODELE A INTERET COMPOSE: AUTOINFECTION, CONTAMINATION SECONDAIRE.

$$\frac{dx}{dt} = r(1-x)x$$

$$\log_e \left(\frac{x}{1-x} \right) = rt$$



$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \left(\log_e \left(\frac{x_2}{1-x_2} \right) - \log_e \left(\frac{x_1}{1-x_1} \right) \right)$$

$$r_1 > r_2 > r_3$$

On étudiera la cinétique de contamination dans différentes zones géographiques (Toumodi et essais multiloaux en projet) et l'on en déduira les régions où sélection sanitaire et/ou éradication périodique pourront amener une épuration de la maladie et les zones où ces mesures seront inutiles par suite d'une réinfestation trop rapide.

Une autre approche pour tester si le virus se dissémine de pied à pied (contamination secondaire) a été développée par VAN DER PLANK (1960 b) (17) à partir de la fréquence des doublets de plantes malades. Si la fréquence observée des pieds malades est significativement supérieure à la fréquence en cas de répartition aléatoire des pieds malades, la contamination secondaire est effective.

Cette étude sera complétée par le suivi de la cinétique de contamination dans des parcelles avec (1) et sans (2) éradication hebdomadaire des pieds malades, et des parcelles saines au départ (3) et contenant 20 % de boutures malades (4). Si la propagation pied à pied de la maladie se produit effectivement, les vitesses de contamination des parcelles 2 et 4 seront significativement supérieures à 1 et 3.

2.3.4. Influence des méthodes culturales

Pour le contrôle des maladies à virus, les méthodes culturales constituent souvent les seules mesures envisageables. Il peut s'agir de l'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes et des techniques culturales. Ces dernières visent essentiellement le retard de la date d'infection, une attaque tardive étant généralement moins dommageable à la plante qu'une attaque précoce. On suivra le développement de la maladie dans les différents cas de figure vis-à-vis de la contamination primaire par éradication périodique des pieds virosés.

2.3.4.1. Les techniques culturales

Date de plantation : on recherche si il existe des périodes à faible pression d'inoculum (saison sèche par exemple). Le décalage approprié de la date de plantation permettrait de retarder de quelques mois le développement de la maladie.

Culture associée maïs : on recherche si le manioc associé en culture au maïs bénéficierait d'une protection vis-à-vis de l'arrivée des *Bemisia*, qui retarderait le développement de la maladie.

Choix de la densité : recherche si il existe, comme pour de nombreuses maladies virales, une densité optimale qui réduira le développement de la maladie (ESSAI B).

Influence d'une haie brise-vent : on recherche si la présence d'un brise vent (triple rangée de canne à sucre) confère un isolement vis-à-vis de l'arrivée des mouches et donc une diminution de la maladie (ESSAI B).

NIVEAUX DE RESISTANCE DES MANIOCS
A LA MOSAIQUE AFRICAINE

ATTRACTIVITE DU MANIOC ←————→ ESSAIS VARIETAUX EN CHAMPS

COULEUR
ODEUR
MORPHOLOGIE

MESURES DE COULEUR
?
MESURES DE CROISSANCE

RESISTANCE A L'INOCULATION ←————→ INOCULATIONS ARTIFICIELLES PAR MOUCHES

EPAISSEUR DE LA CUTICULE
PILOSITE DES FEUILLES
PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES
INHIBITEURS

MESURE DE LA CUTICULE
MESURE DE LA PILOSITE
DOSAGES
DOSAGES

RESISTANCE A LA CONTAMINATION ←————→ DIFFUSION DE LA MOSAIQUE EN CHAMPS

TENEUR EN HCN
TENEUR EN AZOTE

DOSAGES
DOSAGES
ELEVAGES ARTIFICIELS

RESISTANCE A LA MULTIPLICATION
DU VIRUS ←————→ GREFFAGE DE SOUCHES DE VIRUS

TENEUR EN VIRUS

NOTATION DES SYMPTOMES
DOSAGE DU VIRUS PAR SEROLOGIE

RESISTANCE A LA DIFFUSION ←————→ MESURES DU TAUX DE REVERSION

BARRAGES INTERNES A LA
DIFFUSION

2.3.4.2. Le choix de la variété

Un certain nombre de variétés fréquemment utilisées en Côte d'Ivoire ont été épurées par sélection sanitaire/éradication. D'autre part de nombreuses variétés ont été introduites de pays d'Afrique et d'Amérique du Sud. Enfin un certain nombre de variétés locales, apparemment résistantes seront multipliées.

On teste le comportement vis-à-vis de la maladie pour discriminer des variétés résistantes et/ou tolérantes, en zone de forte pression d'inoculum (Adiopodoumé), en système blocs de FISHER. On réalise parallèlement des échantillonnages des populations d'aleurodes présentes sur les différentes variétés et enfin on testera leur comportement vis-à-vis de l'inoculation de mouches virulifères en conditions contrôlées. Ces trois paramètres seront des indications pour savoir si la résistance de la variété est due à une moindre attirance vis-à-vis du vecteur, une résistance à l'inoculation, ou bien une résistance/tolérance de la plante vis-à-vis du pathogène.

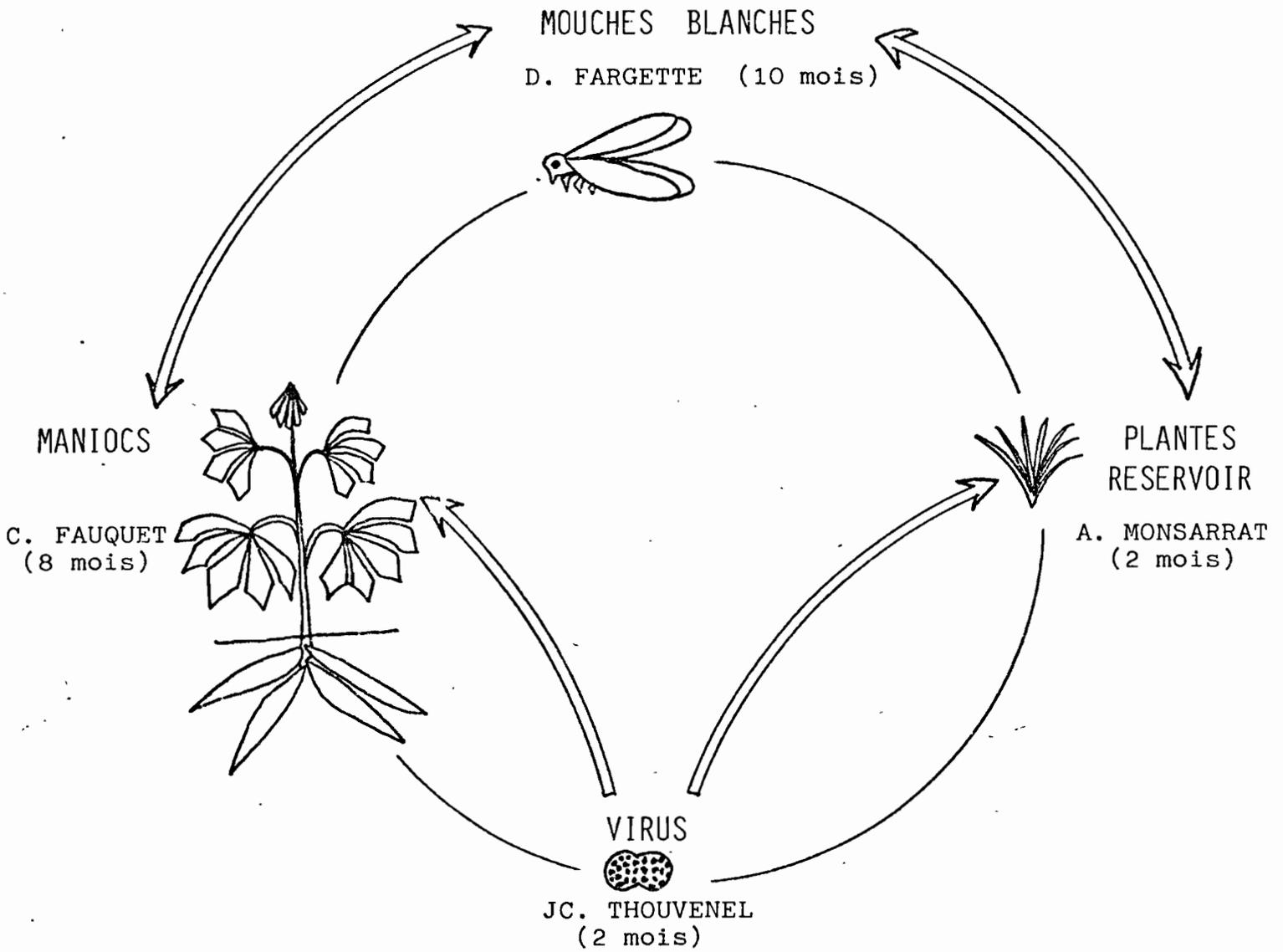
2.3.5. Influence de la plante

En dehors de l'influence de la variété il nous faut aussi envisager l'influence de l'état physiologique de la plante. En effet pour une même variété, entre une plante de 30 j ou de 300 jours il est possible que la réceptivité de la plante vis-à-vis du vecteur ou de l'inoculation du vecteur ne soit pas stable. Il est possible également que les conditions de croissance influent sur cette réceptivité. Nous seront donc amenés à effectuer des essais en champs et au laboratoire pour doser cette réceptivité dans différentes conditions.

Conclusion

Pour contrôler la mosaïque du manioc, notre étude vise la compréhension de la maladie et en déduit parmi les mesures envisageables (élimination des réservoirs, sanitation/éradication, pratiques culturales, variétés résistantes/tolérantes) quelles sont celles, appliquées indépendamment ou en association, qui seront efficaces. On précisera en fonction des différentes zones géographiques leurs potentialités et leurs limites. Enfin, ces conclusions, établies en station d'expérimentation, seront testées en milieu paysan et en vraie grandeur.

REPARTITION DES CHARGES DANS L'ETUDE
DE LA MOSAÏQUE AFRICAINE DU MANIOC



3. ETAT D'AVANCEMENT DU PROGRAMME

Ce programme a commencé en 1980, à la suite d'une visite auprès du Dr BOCK au Kenya, qui travaillait avec succès depuis 5 ans sur des expériences d'épidémiologie de la maladie.

Le premier travail a donc consisté à obtenir du matériel sain, et nous avons sélectionné des boutures saines dans des parcelles de variétés largement cultivées en Côte d'Ivoire. Pour des raisons pratiques ce travail a débuté à TOUMODI à 225 km au Nord d'ABIDJAN : on y développe en effet un centre important de culture du manioc dans le cadre de la SODEPALM de Côte d'Ivoire et l'ORSTOM, l'IDESSA et la SODEPALM avaient conclu un protocole d'accord sur les essais entrepris à TOUMODI. Cet endroit a également été choisi en raison d'une grande similitude des conditions climatiques avec celles des lieux d'expérimentation du Dr BOCK sur la côte Est du Kenya.

En 1980 nous avons donc planté 10.000 boutures des variétés suivantes : CB, BONOVA ROUGE (BR) BONOVA BLANC (BB), H57, H58, H34, Ta49, 86 et 87. En Juillet 1981 il nous en restait 4.400 (18) ce qui nous permettait de multiplier notre parc à bois et de planter 13.900 boutures saines à TOUMODI et 7.900 boutures saines à ADIOPODOUME. Cette plantation de 1981 nous a permis de comparer le taux de recontamination d'une variété CB dans 2 endroits très différents et à des dates de plantation variables (19).

En 1982 nous avons planté à TOUMODI 30.000 boutures avec 6 variétés et à ADIOPODOUME 32.100 boutures de 6 variétés. Ces plantations nous ont permis de faire des comparaisons de date de plantation, de mettre en évidence des gradients de recontamination et nous permettront par la suite d'évaluer les pertes de rendement sur une variété, et peut-être d'estimer la contamination secondaire par rapport à la contamination primaire.

Une autre optique de ce programme était la mise au point d'un test sérologique qui puisse aider à diagnostiquer la présence du virus dans le manioc, dans des plantes réservoirs ou même dans le vecteur. Ce travail a débuté par l'identification du virus (20) puis par la mise au point d'un test ELIZA (21) qui, bien qu'encore insuffisamment sensible, est désormais opérationnel.

En 1982 nous avons également commencé l'introduction de matériel végétal nouveau ; des variétés en provenance du Kenya, du Nigeria et de France :

- Du Kenya nous avons importé 18 variétés qui ont été testées par le Dr BOCK vis-à-vis de leur recontamination par la Mosaïque. Ces variétés représentent une gamme allant du matériel le plus sensible, avec 5 variétés en provenance d'Amérique du Sud, au matériel résistant aux mouches (3 variétés Indiennes et 6 variétés Kenyannes) et enfin au matériel "résistant" au virus : 4 variétés qui sont en fait des hybrides réalisés par STOREY au Kenya.

- Du Nigeria nous avons importé 6 variétés "résistantes".

- De France nous avons semé 2 variétés qui ont été assainies par thermothérapie par l'IRAT de MONTPELLIER : KATAOLI et H60.



PROPAGATION DES CLONES SAINS PAR BOUTURAGE SUR SABLE



MULTIPLICATION DES CLONES REGENERES SOUS ABRI "INSECT-PROOF"

PLAN D'ETUDE DE L'EPIDEMIOLOGIE DE LA MOSAIQUE DU MANIOC

	MULTIPLICATIONS	INTRODUCTIONS	PROSPECTIVES	EPIDEMIOLOGIE-ESSAIS	VECTEUR	RESERVOIR	SEROLOGIE
1980	1° SELECTION MANIOC SAIN à TOUMODI avec 9 v. CB, H57, H58, BR, BB, H34, Ta49, 86 et 87. 4 500 bout						- IDENTIFICATION DU VIRUS
1981	2° MULTIPLICATION à TOUMODI: 13 900 bout. et ADIOPODOUME: 7 900 bout.			- COMPARAISON DE LIEUX POUR UNE VARIETE: CB - ESSAI DATES DE PLANTATION SUR CB			- MULTIPLICATION DU VIRUS SUR NICOTIANA - MISE AU POINT PURIFICATION
1982	3° MULTIPLICATION à TOUMODI: 30 000 bout. et ADIOPODOUME: 32 100 bout.	-18 VARIETES DU KENYA dont: 5 Amer. Sud 3 Indes 10 Kenya -6 VARIETES DU NIGERIA -2 VARIETE COTE D'IVOIRE (thermothérapie)		- COMPARAISON DE LIEUX SUR 6 VAR. - ESSAI DATES DE PLANTATION - ESSAI VARIETAL - ESSAI BRISE-VENT - MISE EN EVIDENCE DE GRADIENTS - ESSAI DENSITE - CONTAMINATION PRIMAIRE ET SECONDAIRE	- MISE AU POINT DES PIEGEAGES - MISE AU POINT DES COMPTAGES - MISE AU POINT DE L'EVALUATION DU POUVOIR INFECTIEUX	- RECHERCHE DE RESERVOIRS	- PRODUCTION ANTISERUM - MISE AU POINT DU TEST ELISA
1983	4° MULTIPLICATION à TOUMODI: 30 000 bout. et ADIOPODOUME: 20 000 bout.	- MULTIPLICATION SOUS ABRI DES 20 VAR. -2 VARIETES DU NIGERIA - COLLECTION CNRS AMERIQUE DU SUD -1° TEST EN CHAMPS DES 20 VARIETES	- PROSPECTIONS MANIOC DANS DIFFERENTES REGIONS DE COTE D'IVOIRE - BOUTURAGE SOUS ABRI DES CLONES COLLECTES - EVALUATION DES DEGATS DOS A LA MOSAIQUE	- COMPARAISON DE LIEUX SUR 6 VAR. - ESSAI DATES DE PLANTATION SUR CB - ESSAI VARIETAL SUR 7 VARIETES - ESSAI TECHNIQUES CULTURALES - CONTAMINATION PRIMAIRE ET SECONDAIRE - ESSAI VARIETES DU KENYA - ESSAIS PAYSANS	- COMPTAGES ET PIEGEAGES SUR ESSAIS EPIDEMIO - EVALUATION DE L'EVOLUTION DU POUVOIR INFECTIEUX DU VECTEUR	- RECHERCHE DE RESERVOIRS - ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES PLANTES RESERVOIR	- AFFIINATION DU TEST ELISA - PRODUCTION DE ANTISERUM
1984	5° MULTIPLICATION à TOUMODI: 30 000 bout. et ADIOPODOUME: 20 000 bout.	- MULTIPLICATION SOUS ABRI DES 8 VAR. DU NIGERIA -1° TEST EN CHAMPS DE CES 8 VARIETES - EVALUATION DES 20 VARIETES DU KENYA	- MULTIPLICATION SOUS ABRI DES CLONES COLLECTES -1° TEST EN CHAMPS DE CES CLONES	- COMPARAISON DE LIEUX SUR 7 VAR. - ESSAI BANDES INFESTANTES - ESSAI BANDES SENSIBLES - ESSAI VARIETAL KENYA - ESSAIS MULTILOCAUX - ESSAIS PAYSANS	- idem	- idem	
1985		- EVALUATION DES 8 VARIETES DU NIGERIA	- EVALUATION DE CES CLONES COLLECTES EN COTE D'IVOIRE	- ESSAIS VARIETAUX - ESSAIS PAYSANS	- idem	- idem	

Toutes ces variétés introduites en très petites quantités sont actuellement en cours de multiplication en serre à l'abri des insectes, ce qui devrait nous permettre à partir d'Octobre 83 de mettre des essais variétaux en place.

Le tableau ci-joint fait état des actions de recherches envisagées pour les 3 années à venir, et ceci en tenant compte d'un renforcement en équipement, en fonctionnement, en matériel et en personnel.

4. PROPOSITIONS DE BUDGET

Nous avons prévu encore 3 années d'expérimentation afin de recueillir suffisamment de renseignements pour expliciter l'épidémiologie de la Mosaïque de Manioc, et une quatrième année pour terminer les expériences en cours (durée de 12 mois) et pour faire la synthèse des résultats acquis.

Il est bien évident que ce budget ne prend pas en compte notre fonctionnement actuel et qu'il doit donc être considéré comme un renforcement de notre activité habituelle. Notamment en ce qui concerne l'expérimentation multilocale (phase finale de cette étude) elle ne pourra être entreprise sans un équipement correct (véhicule, matériel Elisa...), sans un fonctionnement important (carburant, frais de mission...) et sans un renfort de personnel (observateur, manoeuvres et VSN).

Le présent budget ne prend pas en compte les salaires du personnel expatrié et local du laboratoire.

5. FORMATION

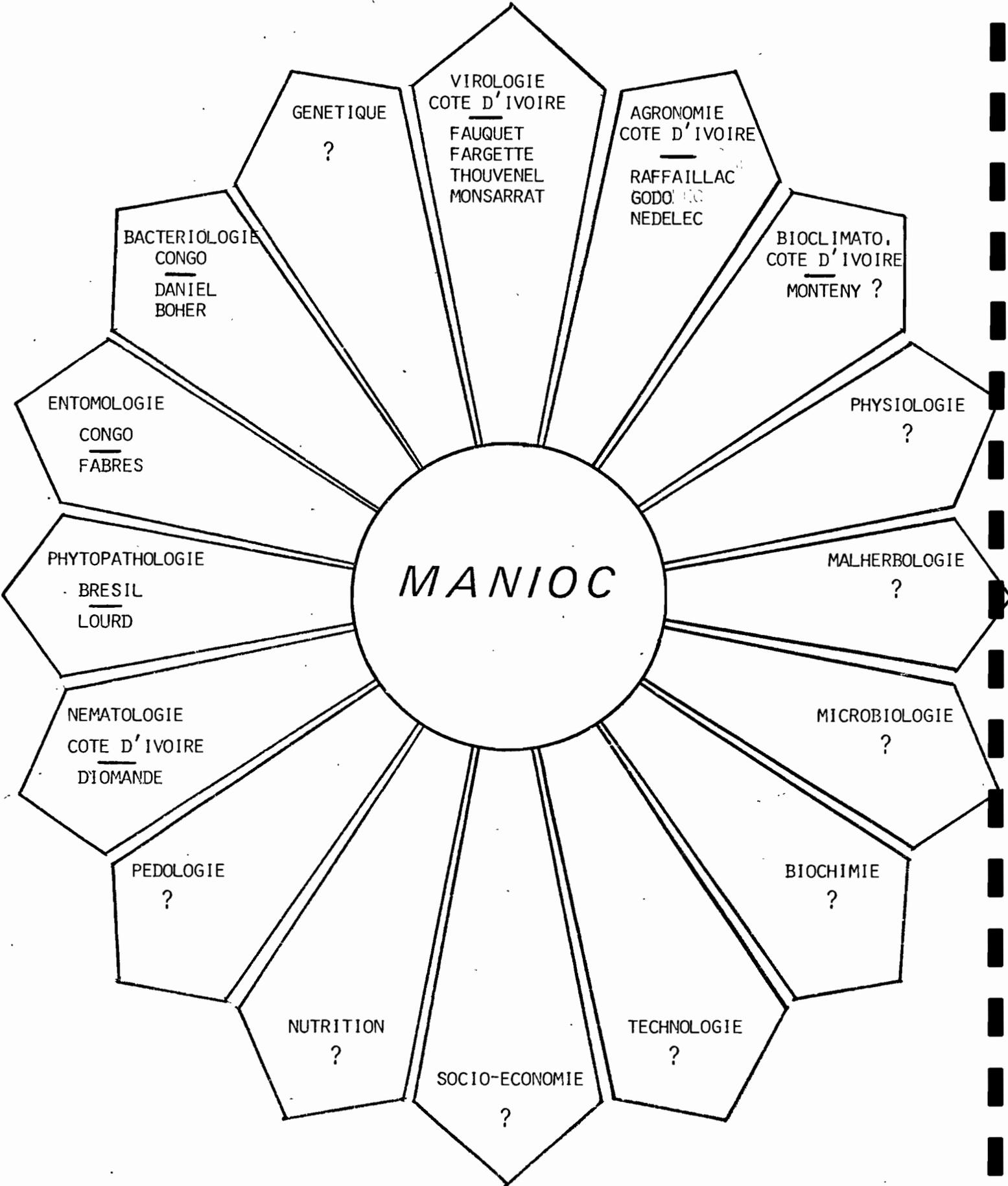
La partie formation de ce programme a été réalisée de 5 façons différentes pour le moment :

- stage de sensibilisation à la recherche : d'une durée de 2 mois, ces stages accueillent des stagiaires ivoiriens qui sortent de l'Université ou de l'Ecole d'Agriculture. Nous recevons chaque année 2 stagiaires de ce type,
- stage de longue durée (6 mois - 1 an) : nous avons participé à la formation d'un stagiaire de la FAO. Ce stagiaire voltaïque est destiné à étoffer un laboratoire de protection des végétaux installé par la FAO à Bobo-Dioulasso,
- stage d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme, dans cette optique nous avons participé à la réalisation d'un mémoire de DEA (qui se poursuit actuellement sous forme d'une thèse de 3ème cycle) d'une stagiaire béninoise,
- de plus, nous pourrions accueillir, au moins pendant le temps du programme, un technicien IAB (Institut Agricole de Bouaké) dont nous pouvons assurer la formation technique,
- enfin, nous accueillons actuellement un chercheur congolais qui a reçu un financement pour 4 ans de la Fondation International pour la Science. Son stage devra lui permettre de voir tous les aspects du programme épidémiologie de la mosaïque afin de monter un programme similaire et complémentaire du nôtre, au Congo. Nous nous attacherons à harmoniser les protocoles et dans un deuxième temps à harmoniser une partie du matériel végétal.

BUDGET EPIDEMIOLOGIE DU MANIOC
EN FRANCS FRANCAIS CONSTANTS

	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>
<u>EQUIPEMENT</u>				
1 Véhicule équipé brousse	130.000	-	-	-
Matériel ELISA	80.000	80.000	-	-
Rotor centrifugation	-	100.000	-	-
2 Tunnels insect-proof	20.000	-	-	-
2 Logettes éclairées	-	40.000	-	-
Matériel calcul	25.000	25.000	25.000	25.000
	<u>245.000</u>	<u>245.000</u>	<u>25.000</u>	<u>25.000</u>
<u>FONCTIONNEMENT</u>				
Petit matériel	30.000	30.000	30.000	-
Carburants	10.000	30.000	30.000	10.000
Frais mission	10.000	30.000	30.000	10.000
Voyages	-	-	-	-
Documentation manioc	5.000	5.000	5.000	5.000
Essais agronomiques	5.000	10.000	10.000	-
	<u>160.000</u>	<u>105.000</u>	<u>105.000</u>	<u>25.000</u>
<u>MISSIONS EXTERIEURES</u>	30.000	30.000	30.000	30.000
<u>PERSONNEL</u>				
1 Observateur	12.000	14.000	16.000	18.000
Main d'oeuvre temporaire	33.000	36.000	39.000	12.000
	<u>45.000</u>	<u>50.000</u>	<u>55.000</u>	<u>30.000</u>
<u>PERSONNEL TECHNIQUE</u>				
	1 VSN	1 VSN	1 VSN	-
<u>T O T A L</u>	<u>380.000</u>	<u>430.000</u>	<u>215.000</u>	<u>110.000</u>
<u>T O T A L VIROLOGIE</u>				<u>1.135.000</u>

LIAISONS SCIENTIFIQUES INTRA-ORSTOM A RENFORCER OU A CREER



5. RELATIONS INTRA-ORSTOM

Pour le moment les seules relations que nous ayons, à l'intérieur de l'ORSTOM, sont celles qui existent avec l'Agronomie d'Adiopodoumé qui étudie les composantes du rendement du manioc, à partir de matériel sain. Cette coopération se concrétise depuis 1982 par la réalisation d'essais en commun. Elle devrait se poursuivre en 1983 et 1984 et nous devrions aboutir à un résultat commun qui serait l'impact de la virose sur le développement végétatif et sur le rendement de différentes variétés de manioc.

Nous avons par ailleurs des relations techniques avec la Bioclimatologie d'Adiopodoumé qui nous fournit les données climatiques et nous aidera à la mise en place d'essais multilocaux. Mais il serait souhaitable que cette relation se développe, notamment par la caractérisation du vent qui transporte les vecteurs de la maladie et par l'étude des bilans énergétiques sur champs de maniocs sains.

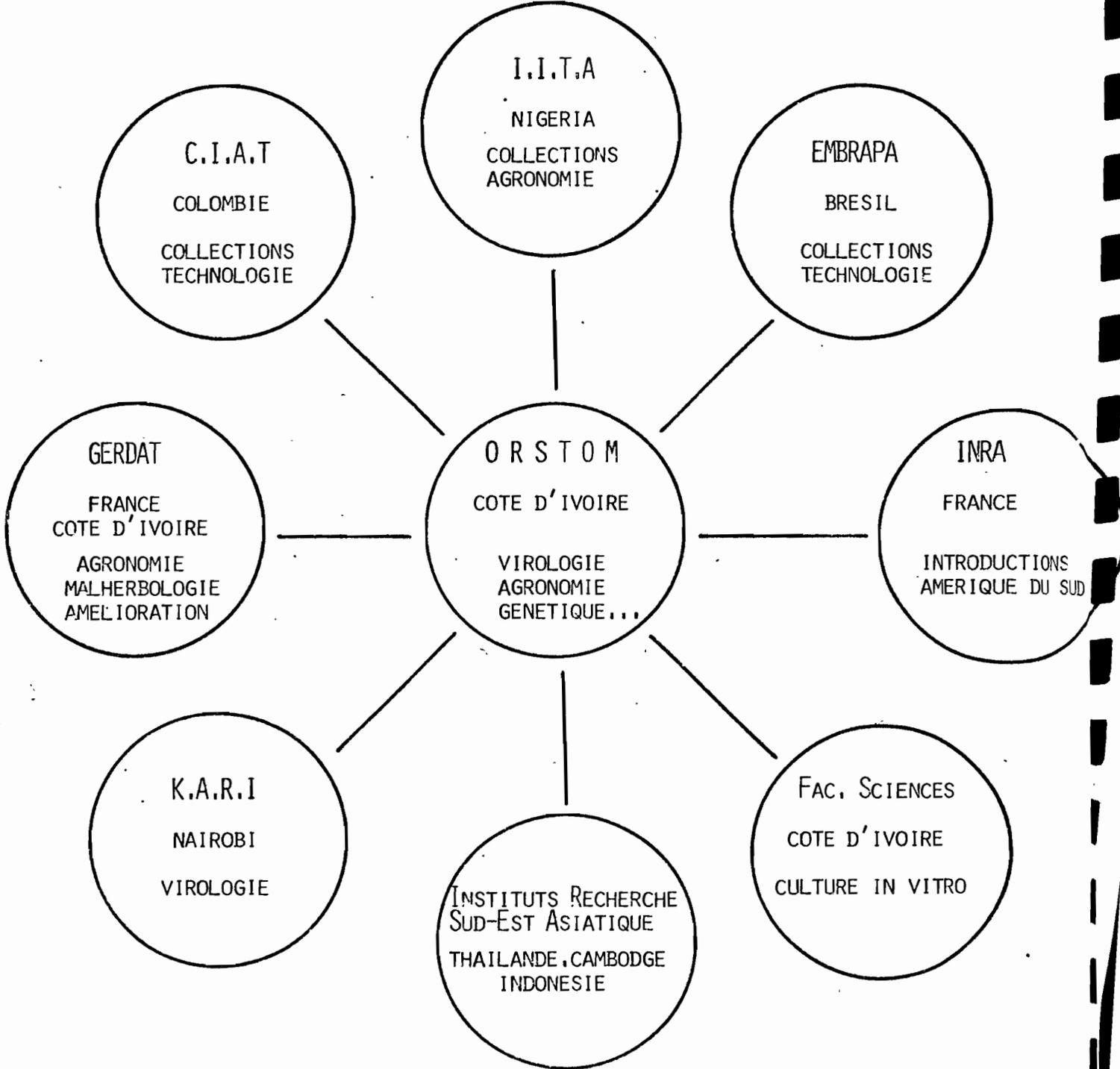
Il faut remarquer qu'actuellement aucun généticien de l'ORSTOM ne travaille sur le manioc. Cette absence de support génétique est profondément regrettable et nous fait gravement défaut.

Il faut noter également l'absence totale de relations entre le bactériologiste, l'entomologiste, le nématologiste et les phytopathologistes de l'ORSTOM qui travaillent sur le manioc que ce soit à Brazzaville, à Manaüs ou en Côte d'Ivoire.

Un certain nombre de problèmes sont communs à tous ces pays et un renforcement des relations scientifiques permettrait, sinon de les résoudre du moins de mieux les cerner.

Enfin il reste à signaler que le potentiel chercheur de l'ORSTOM devrait permettre de développer dans l'avenir un certain nombre de programmes en relation directe avec la virologie : morphogénèse du manioc sain ou malade, biochimie du manioc virosé ou sain, physiologie, pédologie, microbiologie ...

RELATIONS SCIENTIFIQUES EXTERIEURES A L'ORSTOM
A ETABLIR OU A RENFORCER



6. RELATIONS EXTRA-ORSTOM

Actuellement les relations extérieures à l'ORSTOM sont très limitées :

- Relations techniques avec l'Agronomie et l'Amélioration du Manioc du Département des Cultures Vivrières de l'IDESSA en Côte d'Ivoire.
- Relations scientifiques avec le Dr BOCK du Kenya. Agricultural Research Institute à Nairobi : discussions scientifiques et échange de matériel végétal.
- Relations techniques avec la Faculté des Sciences d'Abidjan sous la forme de cultures *in vitro* pour l'introduction de variétés de manioc.
- Relations scientifiques et techniques avec l'IITA au Nigeria pour la fourniture de matériel végétal.
- Absence totale de relations avec les Instituts Sud-Américains (CIAT ou EMBRAPA) ou avec des Instituts de Recherche du Sud-Est Asiatique (Cambodge, Thaïlande, Indonésie ...).
- Relations éventuelles avec les Instituts français (CNRS et INRA) sous forme d'introduction de collections de maniocs Sud-Américains.



ESSAIS DE RECONTAMINATION DE LA VARIETE CB A TOUMODI.



FEUILLES SAINES DE LA VARIETE CB

CONCLUSION

L'étiologie et la transmission de la Mosaïque Africaine du Manioc sont assez bien connues, tant à Adiopodoumé que dans différents pays d'Afrique. Il n'y a, par contre, que peu de travaux concernant l'impact économique de la maladie et son épidémiologie.

Or la Mosaïque Africaine du Manioc est très largement répandue sur le continent africain et constitue un facteur limitant la production de manioc.

Un programme complet d'étude, de l'impact économique et de l'épidémiologie se justifie donc pleinement. Il permettra avec le matériel végétal disponible en Côte d'Ivoire, d'établir si il est possible de contrôler la maladie, dans quelles régions et par quels moyens.

En fait les résultats acquis jusqu'à présent permettent d'envisager déjà des cultures saines de manioc dans certaines conditions, il appartiendra à notre recherche de révéler si l'on peut généraliser cette pratique.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) STOREY H.H. (1936) - Virus diseases of East African Plants. VI. A progress report on studies of the disease of cassava. East. Afric. Agric. J., II, 1, 34-39.
- (2) STOREY H.H. & NICHOLS R.F.W. (1938) - Virus diseases of East African Plants. VII. A field experiment in the transmission of cassava mosaic. East. Afric. Agric. J., III, 6, 446-449.
- (3) ALAGIANAGALINGA M.N., & RAMAKRISHNA R. (1966) - Cassava Mosaic in India. S. INDIA Hort. 14/1-4, 71-72.
- (4) BOCK K.R., E.J. GUTHRIE & G. MEREDITH (1978) - Distribution, host-range, and purification of cassava latent virus a geminivirus. Ann. Appl. Biol. 90, 361-367.
- (5) BOCK K.R. (1982) - Personal communication.
- (6) BOCK K.R., E.J. GUTHRIE & G. FIGUEIREDO (1981) - A strain of cassava latent virus occurring in coastal districts of Kenya. Ann. Appl. Biol. 99 (2), 151-159.
- (7) DUBERN J. (1979) - Quelques propriétés de la Mosaïque Africaine du Manioc. I : La transmission. Phytopath. Z., 96, 25-39.
- (8) BOCK K.R. (1980) - Cassava mosaic disease in Kenya. Associated viruses and field control. Proc. Second Int. Conf. Impact Viral Diseases of Africa, Nairobi, Kenya, 1980.
- (9) COURS G. (1951) - Le manioc à Madagascar. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série B. Tome III. Fascicule 2. 400 pp.
- (10) BOCK K.R. & GUTHRIE E.J. (1978) - African mosaic disease in Kenya. Proc. Cassava Protection workshop. CIAT, Cali, Colombia, 1977, C6-14, 41-44.
- (11) International Institute of Tropical Agriculture (1978) - Annual Report. Pathology. Productivity under CMD stress - 50-54.
- (12) VANDEVENNE R. (1980) - Principaux résultats des travaux expérimentaux effectués sur manioc à la station centrale de l'IRAT à Bouaké entre 1968 et 1975 - Rapport IDESSA - GERDAT, 87 pp.

- (13) LEWIS T. & DIBLEY G.C. (1970) - Air movement near windbreaks and a hypothesis of the accumulation of airborne insects. *Annals of Applied Biology* 66, 477-484.
- (14) ROBERT Y. (1980) - Les pucerons en Bretagne. Thèse Doc..Etat Université de Rennes 1, 242 p.
- (15) TRESH, J.M. (1976) - Gradients of plant virus diseases. *Annals of Applied Biology* 82, 381-406.
- (16) VAN DER PLANK J.E. (1960a) - Analysis of epidemics. Pages 229-289 in J.G. Horsfall, and A.E. Dimond, eds., *Plant pathology III*. Academic Press, New York.
- (17) VAN DER PLANK J.E. (1960b) - A method for estimating the number of random groups of adjacent diseased plants in a homogenous field. *Trans. R. Soc. Afr.* 31, 269-278.
- (18) FAUQUET C. & THOUVENEL J.C. (1981) - La Mosaïque du Manioc. TOUMODI. Rapport mult. ORSTOM, 6 p.
- (19) FAUQUET C., FARGETTE D. & THOUVENEL J.C. (1982) - La Mosaïque du Manioc. Essais TOUMODI - ADIOPODOUME 1981-1982 - Rapport mult. ORSTOM (en préparation).
- (20) WALTER B. (1981) - Isolation and purification of a virus transmitted from mosaic diseased cassava in the Ivory Coast. *Plant Disease* 64, 1040-1042.
- (21) FARGETTE D. (1982) - Mise au point d'un test immuno-enzymatique, ELISA, pour la détection du virus de la Mosaïque du Manioc. Rapport d'élève 2ème année ORSTOM, 32 p.

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUMÉ

Boîte Postale n° V-51 ABIDJAN
République de Côte d'Ivoire
Ivory Coast

Téléphone : 22.84.45 - 37.44.45 - 37.41.70

"ÉLABORATION ET COMPOSANTES DU RENDEMENT DU MANIOC :
PLACE DU MANIOC DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE
EN ZONE SUD CÔTE D'IVOIRE

ORSTOM - CÔTE D'IVOIRE

Laboratoire d'Agronomie

J. P. RAFFAILLAC

G. GODO

G. NEDELEC

S. AIDARA

Y. GBALLOU

PROGRAMME MANIOC

Intervention du Laboratoire d'Agronomie du Centre ORSTOM
d'Adiopodoumé

et

du Ministère de la Recherche Scientifique de Côte d'Ivoire.

L'étude sectorielle de l'impact des techniques culturales et de l'action des facteurs de production sur le rendement du manioc, telle qu'elle est habituellement pratiquée, ne permet qu'une évaluation qui le plus souvent n'est pas directement transposable en milieu réel, ni généralisable. Pour lever cet écueil à toute possibilité d'extrapolation des résultats, il importe, en amont de préciser les processus d'élaboration du rendement à travers l'analyse de ses composantes et en aval de connaître le milieu d'insertion des innovations techniques, c'est à dire les systèmes de cultures où elles seront mises en oeuvre, et dont le fonctionnement peut largement en moduler l'effet.

C'est ainsi que l'intervention du laboratoire d'Agronomie sur ce programme manioc en Côte d'Ivoire se fait à deux niveaux :

1. Celui du fonctionnement de la plante et des mécanismes d'élaboration du rendement en relation avec les conditions de milieu et les techniques culturales. Débuté en 1981 et intensifié en 1982, ce volet s'appuie sur des expérimentations au champ menées conjointement avec le laboratoire de Virologie et de Phytopathologie. Les travaux en cours portent sur divers aspects phyto-techniques de la culture du manioc : préparation du sol, densité de plantation, fertilisation minérale et organique, choix de la date de plantation, qualité de la récolte, avec une analyse complète du fonctionnement de la plante pour raisonner les différentes techniques les unes par rapport aux autres, aboutissant ainsi à la définition d'itinéraires techniques adaptés au milieu pour différentes conditions socio-économiques.

2. Celui du fonctionnement des systèmes techniques d'exploitation qui permet d'apprécier l'adéquation aux conditions réelles des thèmes à vulgariser et d'en préciser les conséquences sur l'évolution du milieu. Les travaux commencés en 1983 concernent l'identification et la hiérarchisation des facteurs limitants au niveau d'exploitations paysannes avec un volet évolution de la fertilité.

Une première échéance à ce programme a été fixée en 1986.

PERSONNEL - FORMATION

Outre la participation de chercheurs ORSTOM regroupant plusieurs disciplines, ce programme associe le Ministère de la Recherche Scientifique par le biais de l'intervention d'un chercheur agronome et d'un chercheur pédologue ivoiriens (15 mois-chercheurs prévus en 1983) ; deux techniciens supérieurs ivoiriens sont également associés à plein temps à plusieurs actions de recherche.

Depuis 1981, ce programme a pu servir de support à la formation d'un technicien supérieur ivoirien intégré fin 1982 à l'équipe, ainsi qu'à l'initiation à la recherche de deux élèves de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Abidjan. D'autres stagiaires (Université de Wageningen, ISTOM) sont également en cours de formation.

BUDGET

Actuellement l'intégralité des coûts du programme est supportée par l'ORSTOM, exception faite des salaires des chercheurs et techniciens ivoiriens.

- L'équipement actuel du laboratoire et du Service d'Expérimentation Biologique est à renforcer par l'acquisition d'un véhicule bâché pour intensifier et diversifier les interventions sur le terrain. Renforcement également de l'équipement de terrain pour une meilleure expérimentation biologique.

- Le fonctionnement annuel : celui-ci doit permettre la réalisation complète d'une moyenne de 5 ha d'essais par an (engrais, traitements, analyses de sol et de végétaux, main d'oeuvre...). Il devrait permettre également dans les années à venir de réaliser des essais multilocaux dans différents endroits de Côte d'Ivoire et particulièrement dans la région sud. Il est bien évident que le budget proposé est un renforcement du budget de fonctionnement actuel.

ORIENTATION

Compte-tenu de l'importance du manioc dans les vivriers en Afrique de l'Ouest, il est possible d'envisager dans le cadre de ce programme une extension vers les cultures associées, sujet peu abordé jusqu'à présent mais que l'objectif des pays pour l'auto-suffisance alimentaire rend essentiel. Le manioc garde en effet une place de choix dans les associations avec d'autres vivriers en milieu traditionnel, il peut également prendre place dans certaines monocultures industrielles pérennes pendant les premières années d'installation. Ce travail pourrait être mené en association avec la cellule système de culture et de production de l'IDESSA créée récemment par le Ministère de la Recherche Scientifique ivoirien. Les études par voie d'enquêtes des situations agricoles réelles feraient appel au support des structures d'encadrement et de vulgarisation agricole et à la collaboration des organismes ou sociétés de développement concernés.

RENFORCEMENT BUDGET AGRONOMIE

EN FRANCS FRANCAIS CONSTANTS

	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>
<u>EQUIPEMENT</u>				
1 véhicule équipé brousse	100 000	-	-	-
1 balance laboratoire	12 000	-	-	-
1 balance terrain	8 000	-	-	-
1 vibroculteur	-	34 000		
1 cover-crop	-	46 000	-	-
	<hr/> 120 000	<hr/> 80 000	<hr/> -	<hr/> -
<u>FONCTIONNEMENT</u>				
Petit matériel	-	-	-	-
Missions, essence	-	-	-	-
Analyses sol et végétaux	45 000	45 000	45 000	45 000
Engrais	10 000	10 000	10 000	10 000
	<hr/> 55 000	<hr/> 55 000	<hr/> 55 000	<hr/> 55 000
<u>PERSONNEL</u>				
Main d'oeuvre temporaire	10 000	10 000	10 000	10 000
TOTAL	185 000	145 000	65 000	65 000
TOTAL GENERAL AGRONOMIE	460.000,00 FF.			

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE D'ADIOPODOUMÉ

Boîte Postale n° V-51 ABIDJAN
République de Côte d'Ivoire
Ivory Coast

Téléphone : 22.84.45 - 37.44.45 - 37.41.70

"AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DU MANIOC"

ORSTOM - CÔTE D'IVOIRE

Laboratoire de Génétique

A. CHARRIER

AMELIORATION GENETIQUE DU MANIOC

1) Objet du programme :

En Côte d'Ivoire, l'amélioration génétique des Maniocs a été relativement négligée par rapport aux travaux de recherche déjà anciens de Madagascar, du Congo ou plus récents du Nigéria, du Brésil et de Colombie. Par contre, d'autres recherches pour améliorer la production du manioc en Côte d'Ivoire sont développées dans plusieurs centres de recherche (ORSTOM, IDESSA, Université) et dans différentes disciplines (défense des cultures, agronomie ..). Le démarrage d'études génétiques s'insérerait dans cet ensemble de recherches sur le Manioc et contribuerait à en élargir les voies d'approche, avec pour objectifs principaux la résistance aux principaux parasites, la valeur nutritive et technologique.

L'exécution d'un projet d'amélioration génétique cohérent nécessite donc de démarrer en Côte d'Ivoire sur des bases solides et l'acquis des autres pays.

Le choix d'une méthode de sélection ne pose pas de problème : s'agissant d'une plante allogame diploïde, sans barrière intrinsèque aux échanges géniques au sein du pool, la sélection de souches hétérozygotes, multipliées par bouturage est très classique.

Par contre, les résultats de cette sélection dépendront en grande partie du matériel végétal utilisé. Les Maniocs introduits en Afrique ont subi sur place une diversification secondaire liée aux conditions de milieu rencontrées et aux besoins des groupes ethniques utilisateurs. La diversité des Maniocs locaux est une source de matériel végétal intéressant par ses adaptations, son comportement et sa valeur qualitative. Leur introduction en collection avec des Maniocs exogènes cultivés et sauvages, spécialement ceux du centre

d'origine, l'Amérique, constituera le matériel végétal de base. Son évaluation agronomique, génétique et technologique guidera le choix des géniteurs utilisables en sélection.

2) Actions de recherche

- Création à Adiopodoumé d'une collection d'étude du matériel végétal existant en Côte d'Ivoire sans mosaïque. Cette régénération réalisée par culture in vitro de méristèmes avec les Virologues est indispensable à l'évaluation des potentialités génétiques réelles des souches de Manioc.
- Enrichissement de la collection par des prospections des cultivars traditionnels africains et par des introductions. Les espèces de Manihot apparentées à l'espèce cultivée seront aussi prises en considération (esp. M. glaziovii).
- Analyse de la variabilité enzymatique des souches en collection, en liaison avec leurs caractéristiques morphologiques, agronomiques, technologiques et leur comportement vis-à-vis des maladies.
- Hybridations contrôlées entre groupes génétiquement distincts et étude de descendance.
- Sélection de nouveaux cultivars sur la base des critères définis de façon multidisciplinaire.

3) Organigramme

- Année 1 - Régénération par culture in vitro
 Prospections des Maniocs ivoiriens
 Mise en place d'une collection à Adiopodoumé
 Mise au point des techniques d'électrophorèse
 Enrichissement des collections par introductions.
- Année 2 et 3 - Observations des caractéristiques en collection
 Variabilité enzymatique intra et inter-clonale
 Hybridations
 Enrichissement des collections par introductions.

- Année 4 - Analyse des descendance
 Synthèse des résultats sur la variabilité
 des collections et la phylogénie des maniocs.

4) Moyens

L'ORSTOM prend à sa charge le salaire d'un chercheur expatrié affecté à plein temps au programme (10 mois/chercheur). La formation d'un chercheur ivoirien et sa participation au programme est nécessaire. Les infrastructures et le personnel de laboratoire de Génétique participeront directement au programme et citées pour mémoire. Seuls les moyens du renforcement sont présent .

BUDGET Génétique du Manioc

(francs français constants)

Equipement

1 Véhicule	pm	pm	pm	pm
1 serre-Tunnel		30 000		
1 générateur électrophorèse	12 000			
1 étuve de culture			25 000	
1 arracheuse mécanique				<u>25 000</u>
I Total INVESTISSEMENT	<u>12 000</u>	<u>30 000</u>	<u>25 000</u>	<u>25 000</u>

Fonctionnement

Petit matériel	10 000	10 000	10 000	10 000
Produits chimiques	10 000	10 000	10 000	10 000
Frais mission	9 000	9 000	9 000	9 000
Voyages	6 000	6 000	6 000	6 000
Essais	10 000	10 000	10 000	10 000
Calculs	5 000	5 000	5 000	5 000
Analyses	-	10 000	-	10 000

Missions extérieures

Personnel

Observateurs	pm	pm	pm	pm
Temporaire	20 000	20 000	20 000	20 000
II TOTAL FONCTIONNEMENT	<u>90 000</u>	<u>80 000</u>	<u>90 000</u>	<u>80 000</u>

Total par années	102 000	110 000	115 000	105 000
------------------	---------	---------	---------	---------

Total général	432 000 FF			
---------------	------------	--	--	--

RÉCAPITULATIF DU BUDGET DU PROGRAMME

"AMELIORATION ET VALORISATION DE LA CULTURE DU MANIOC"

<u>EQUIPEMENT</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>
Virologie	245.000	245.000	25.000	25.000
Agronomie	120.000	80.000	-	-
Genétique	12.000	30.000	25.000	25.000
	<u>377.000</u>	<u>355.000</u>	<u>50.000</u>	<u>50.000</u>
 <u>FONCTIONNEMENT</u>				
Virologie	190.000	135.000	135.000	55.000
Agronomie	55.000	55.000	55.000	55.000
Génétique	70.000	60.000	70.000	60.000
	<u>315.000</u>	<u>250.000</u>	<u>260.000</u>	<u>170.000</u>
 <u>PERSONNEL</u>				
Virologie	45.000	50.000	55.000	30.000
Agronomie	10.000	10.000	10.000	10.000
Génétique	20.000	20.000	20.000	20.000
	<u>75.000</u>	<u>80.000</u>	<u>85.000</u>	<u>60.000</u>
 T O T A L	 767.000	 685.000	 395.000	 280.000

TOTAL GENERAL = 2.127.000