

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

O.R.S.T.O.M. Centre d'Adiopodoumé
B.P. V 51 ABIDJAN Côte d'Ivoire

ETUDE DE LA MOSAIQUE AFRICAINE DU MANIOC
(Manihot esculenta, CRANTZ)

- comportement variétal
- épidémiologie
- composantes du rendement
- multilocal

LAVILLE Jérôme
Novembre 1984

Ce rapport présente les recherches effectuées d'octobre 1983 à novembre 1984 au laboratoire de phyto-virologie de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (O.R.S.T.O.M.) à Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).

Les travaux réalisés dans le cadre de mon Service National en coopération portent sur l'étude de la mosaïque africaine du manioc.

Je tiens à remercier tout particulièrement Messieurs J.C. THOUVENEL, C. FAUQUET, D. FARGETTE du laboratoire de phytovirologie et J.P. RAFFAILLAC du laboratoire d'agronomie qui m'ont accueilli et fait part de leur expérience.

Mes remerciements vont également à Kouakou AHO, Tadjié Gaston KLAO, Teyeni FRANKANI (+), Koné VAGNAMA, Gueye TRAORE, Edouard TUO DJAKO, Kouadio AMANY, Gabriel NIBLO et Adama DOUMBIA pour leur aide lors des expérimentations au champ ou au laboratoire.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	p.1
2. MATERIELS ET METHODES	p.1
2.1 Essais variétaux	p.2
2.11 Essai "variétés"	p.2
2.12 Essai "BOCK Adiopodoumé"	p.2
2.13 Essai "BOCK Toumodi"	p.2
2.2 Essais "date de plantation"	p.3
2.21 Plantation mensuelle Adiopodoumé	p.3
2.22 Plantation mensuelle Toumodi	p.3
2.3 Essai épidémiologie	p.3
2.4 Essai "multiplication"	p.4
2.5 Essai "perte de rendement"	p.4
2.6 Essai multilocal	p.4
3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	p.5
3.1 Essais variétaux	p.5
3.11 Essai "variétés"	p.5
3.12 Essai "BOCK Adiopodoumé"	p.5
3.13 Essai "BOCK Toumodi"	p.7
3.2 Essais "date de plantation"	p.7
3.21 Plantation mensuelle Adiopodoumé	p.7
3.22 Plantation mensuelle Toumodi	p.8
3.3 Essai épidémiologie	p.8
3.4 Essai "multiplication"	p.9
3.5 Essai "perte de rendement"	p.9
3.6 Essai multilocal	p.10
4. La bactériose du manioc	p.10
5. CONCLUSION	p.11
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

1. INTRODUCTION

Le manioc, Manihot esculenta Crantz (Euphorbiacées), originaire d'Amérique latine, a été introduit au XVI siècle en Afrique.

Ses racines tubérisées, riche en amidon, récoltées entre 6 et 18 mois après la plantation, font du manioc un aliment de base ou de soudure selon les régions (ethnies, habitudes alimentaires, possibilité d'autres cultures).

L'importance de cette culture en Côte d'Ivoire explique les recherches entreprises en agronomie, génétique, et phytopathologie par divers organismes.

Le laboratoire de phytovirologie du centre d'Adiopodoumé s'intéresse depuis 1979 à la mosaïque africaine du manioc.

Cette maladie virale endémique en Afrique est largement répandue en Côte d'Ivoire, avec néanmoins des variations régionales (enquête décembre 1983). Elle provoque des pertes appréciables de rendement sans toutefois interdire toute culture.

Le virus de la mosaïque africaine du manioc (Geminivirus) est transmis par bouture issue de plantes malades et également par un insecte vecteur (Bemisia tabaci). La conjonction de ces deux modes de transmission fait qu'il n'existe pratiquement pas de plants sains de manioc dans le pays.

Cependant, la sélection massale, la thermothérapie associée à la culture in vitro et l'introduction de matériel végétal sain, ont permis de constituer une collection et un parc à bois sains. Ces plantes sont maintenues indemnes de virose en serres insect-proof à Adiopodoumé et sur la station de la SODEPALM à Toumodi (200 km. au nord d'Abidjan) où la recontamination des plantes demeure faible (10% environ).

Cette collection fait l'objet d'une surveillance régulière (éradication des plants malades, multiplication du matériel végétal sain) et sert de point de départ à la mise en place d'essais destinés à mieux comprendre les relations plante-virus-vecteur-environnement et à déterminer les paramètres intervenant dans l'évolution de la maladie.

2. MATERIELS ET METHODES

Le matériel végétal utilisé pour les différents essais est issu de plants sains multipliés en serres insect-proof à Adiopodoumé ou dans le périmètre de la SODEPALM à Toumodi.

Avant plantation, le sol est fumé (fumier de poule 9t/ha.), labouré et pulvérisé. L'écartement entre chaque plant est de 1 mètre. Périodiquement au cours de l'essai, les

adventices sont sarclées manuellement.

Tous les essais sont orientés face au vent dominant qui apporte les mouches blanches vectrices du virus.

2.1 Essais variétaux

Trois essais variétaux ont été mis en place en 83-84 à Adiopodoumé et à Toumodi.

2.11 Essai "Variétés"

L'essai de 0,49 ha. implanté à Adiopodoumé en juillet 1983 comporte 7 variétés (CB, H58, H57, Ta49, BB, BR1, BR2) en blocs de 10x10 plants disposés en carré latin (annexe 1).

On procède chaque semaine - à l'éradication des plants malades sur les 42 blocs au vent (rangées 1 à 6)
- à l'étiquetage des plants malades sur les 7 blocs sous le vent (rangée 7)
- au comptage des mouches blanches sur la face inférieure des 5 dernières feuilles d'un apex. Ce comptage est effectué sur 1 apex des 10 plantes de la diagonale des blocs des rangées 1,3,5 et 7 (280 plantes).

A 14 mois (sept. 84), les 7 blocs ayant fait l'objet d'un étiquetage sont récoltés pour évaluation du rendement.

2.12 Essai "BOCK Adiopodoumé"

L'essai de 0,25 ha. implanté à Adiopodoumé en novembre 1983 comporte 29 variétés (annexe 2). Sur le terrain, chaque variété est composée de 2 rangées de 10 plantes disposées de façon aléatoire sur chacun des 4 blocs (annexe 3).

On effectue hebdomadairement l'éradication des plants malades des blocs 1 et 2, et l'étiquetage des plants malades des blocs 3 et 4.

Sur les plantes non éradiquées, on contrôle périodiquement la croissance des plantes (hauteur, diamètre des tiges, nombre de feuilles et d'apex), la population de mouches blanches, la gravité de la maladie ainsi que des caractères morphophysiologiques (couleur, pilosité, teneur en CN, % en azote, % de matière sèche des feuilles, ramification, port des plantes).

La récolte des blocs 3 et 4 se fera en novembre 84 (12 mois).

2.13 Essai "BOCK Toumodi"

L'essai de 0,30 ha. implanté à Toumodi en juin 1984 comporte 46 variétés (annexe 4). Chaque variété est composée de 2 rangées de 10 plantes disposées de façon aléatoire sur chacun des 3 blocs (annexe 5).

On effectue régulièrement l'éradication des plants malades sur l'ensemble de l'essai.

2.2 Essais "date de plantation"

2.21 Plantation mensuelle Adiopodoumé

Commencé en 1981, cet essai consiste en la plantation mensuelle de 0,07 ha. (7 blocs de 10x10 plants) de la variété CB.

On effectue chaque semaine - l'éradication sur les 6 blocs au vent et l'étiquetage sur le 7^o bloc sous le vent des plants malades

population de mouches blanches - une estimation de la
croissance des plantes - une mesure de la

Le 7^o bloc de chaque plantation mensuelle est récolté 12 mois après sa mise en place.

2.22 Plantation mensuelle Toumodi

Effectué uniquement en mars, avril, mai, juin et juillet 1984, cet essai consiste en la plantation de 0,1 ha. (2 rangées de 5 blocs de 10x10 plants) de la variété CB (annexe 6).

On éradique périodiquement les plants malades.

2.3 Essai épidémiologie

L'essai de 0,49 ha. (variété CB) implanté à Adiopodoumé en juillet 1983 est divisé en 2 parties égales (annexe 1). Au centre de 8 blocs (4 dans la partie éradiquée et 4 dans la partie étiquetée), on a placé 4 plantes virosées au départ (boutures prisessur des plantes malades). De plus, un îlot de 50 plantes virosées a été placé dans la partie éradiquée.

On effectue chaque semaine l'éradication ou l'étiquetage des plantes malades et une estimation de la population de mouches blanches sur 70 plantes des rangées A, C, E, G.

Au cours de la récolte (sept. 84) des blocs A 5,6,7; B 5,6,7 et C 5,6,7, on note le diamètre des tiges, le nombre et le poids des racines.

2.4 Essai "multiplication"

L'essai de 0,90 ha. implanté à Adiopodoumé en novembre 1982, comporte 9x10 blocs de 10x10 plantes de la variété CB. 5 plants situés sur la diagonale de chaque bloc sont observés régulièrement. Ces 450 plantes sont récoltées à 14 mois (janvier 84)

Pour chaque plant on possède les données suivantes: poids de la bouture, date d'apparition des symptômes, IGS à 110 et 220 jours (*), nombre et poids des racines, nombre et diamètre des tiges.

(*) Indice de Gravité des Symptômes

La gravité des symptômes foliaires des plantes malades est estimée selon l'échelle de COURS.

0 = pas de symptôme

1 = symptômes de mosaïque sans réduction ni déformation de la surface foliaire

2 = mosaïque avec légère réduction et déformation du limbe

3 = forte réduction de la surface foliaire avec déformation des folioles

4 = très forte réduction et déformation des folioles

5 = folioles pratiquement réduites aux nervures

Pour un plant, chaque feuille reçoit un indice selon l'échelle ci-dessus. L'indice général du plant est donné par la formule suivante:

$$\frac{\sum_{1}^n \text{indice de la feuille}}{n} \times 1000$$

Cet indice varie donc de 0 à 5000.

2.5 Essai "perte de rendement"

L'essai de 0,56 ha. implanté à Toumodi en juillet 1984 comporte 7 variétés (CB, H58, H57, Ta49, BB, BR1, BR2). La moitié de la surface est plantée en boutures saines, l'autre moitié en boutures malades (annexe 7).

On suit périodiquement l'évolution du % de contamination de la partie plantée en boutures saines. La récolte de l'ensemble de l'essai se fera en juillet 85 (12 mois).

2.6 Essai multilocal

5 essais ont été installés en basse côte en milieu paysan (annexe 8) : 1 Akrou (0,07 ha., 21/06/84); 2 Goyemme (0,07 ha., 4/05/84); 3 Kaka (0,09 ha., 14/05/84); 4 IRHO phyto (0,10 ha., 7/05/84); 5 IRHO F 4 (0,10 ha., 7/05/84).

On effectue chaque mois sur 25 plants pris dans la diagonale des essais, des mesures de croissance (hauteur, diamètre des tiges, nombre d'apex), une estimation de la population de mouches blanches et du % de contamination de la parcelle.

La récolte est prévue 12 mois après plantation.

3. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

3.1 Essais variétaux

Le but de ces essais variétaux est de déterminer à travers un certain nombre d'observations, les caractéristiques des différentes variétés, en vue d'établir une classification et de déterminer les composantes des relations plantes-vecteur-virus..

3.11 Essai "variétés"

Les courbes en annexe 9 montrent les différences de sensibilité à l'infection des 7 variétés étudiées. Les variétés BR1, BR2 et H57 présentent un % de contamination, à 11 mois après plantation, relativement faible (inférieur à 25%), alors que celui-ci dépasse les 65% pour les variétés CB, H58, Ta49 et BB.

La relation établie entre ce % de contamination et la somme du nombre de mouches blanches/apex 300 jours après plantation (annexe 10), permet de classer à nouveau les 7 variétés en 2 groupes distincts. Les 3 variétés qui hébergent peu de mouches sont faiblement contaminées, alors que les 4 variétés qui hébergent beaucoup de mouches sont fortement contaminées.

Si l'on observe maintenant les rendements obtenus pour chacune des variétés, on obtient un classement fort différent (annexe 11). On notera au passage les forts coefficients de variations au sein des variétés : BB (68%), H57 (44%), Ta49 (50%), CB (41%), H58 (53%), BR2 (70%), BR1 (69%). Ces coefficients de variations confirment la grande plasticité du manioc.

Cet essai ne nous permet pas d'établir de relation précise entre le rendement et le % de contamination (annexe 12), en raison de la plasticité du manioc et des différences variétales. On retiendra surtout le fait que le % de plantes malades/variété est proportionnel au nombre de mouches blanches hébergées par cette variété.

3.12 Essai "BOCK Adiopodoumé"

Nous empreintons ici les conclusions du rapport de Mlle Léontine COLON sur cet essai variétal.

Le schéma en annexe 13 présente les relations établies

entre la plante, le virus et le vecteur.

L'analyse des résultats a permis de séparer 4 sous-populations:

Sous-population A: variétés n° 2, 3, 6, 9, 10, 12, 16, 24, 25, 26.

- grande sensibilité
- forte contamination
- beaucoup de mouches
- IGS forts
- (CN⁻) faible
- couleur claire
- pilosité moyenne
- croissance en hauteur faible

29. Sous-population B: variétés n° 1, 4, 5, 15, 27, 28,

- grande sensibilité
- forte contamination
- nombre de mouches moyen
- IGS forts
- (CN⁻) faible
- couleur assez foncée
- glabre
- croissance en hauteur moyenne

Sous-population C: variétés n° 13, 17, 19, 23

- moyennement résistant
- contamination moyenne
- beaucoup de mouches
- IGS faibles
- (CN⁻) forte
- couleur très claire
- très poilues
- croissance en hauteur faible

Sous-population D: variétés n° 7, 18, 20, 21, 22

- résistant
- contamination très faible
- peu de mouches
- IGS très faibles
- (CN⁻) très forte
- couleur très foncée
- glabre
- croissance en hauteur forte

La résistance d'une variété à la mosaïque africaine du manioc est composée de plusieurs facteurs que l'on peut réunir en 2 groupes: * les facteurs intervenant dans les relations vecteur-plante (activité et population du vecteur, attractivité, couleur, pilosité des feuilles, résistance à l'inoculation...)

* les facteurs intervenant dans les relations virus-plante (multiplication du virus, expression des symptômes, données physicochimiques...)

L'ensemble de ces relations se trouve inclus dans un ensemble plus vaste -l'environnement-susceptible de variations et influençant le complexe plante-virus-vecteur.

La connaissance de tous ces facteurs et de leurs interactions est une condition essentielle pour la mise en œuvre d'un programme de sélection efficace.

3.13 Essai "BOCK Toumodi"

Les premiers résultats de cet essai montrent qu'il existe également d'importantes différences variétales au niveau de la sensibilité à l'inoculation (annexe 14).

La suite des observations (% de contamination, gravité des symptômes, rendement) devrait permettre d'effectuer un classement des variétés et de sélectionner les meilleurs individus.

Il serait de plus intéressant de comparer le comportement des variétés implantées à Adiopodoumé et à Toumodi, dans des conditions environnementales différentes, et ceci jusqu'à la récolte.

3.2 Essais "date de plantation"

3.21 Plantation mensuelle Adiopodoumé

Cette étude tente de montrer l'incidence de la virose compte tenu de l'époque de plantation du manioc. Cette incidence est mesurée par - l'évolution du % de contamination
- l'évolution de la croissance
- l'évolution de l'Indice de Gravité des Symptômes
- le rendement.

Par ailleurs, les facteurs climatiques (pluviométrie, rayonnement global, température, tension de vapeur d'eau) et biologiques (population de mouches) sont analysés pour essayer de comprendre les variations observées au cours de l'année.

Une première remarque concerne les cinétiques de contamination; forte en avril, mai, novembre 83, février, mars, avril 84; faible en juin, juillet, août, septembre 83, juillet 84; moyenne en octobre, décembre 83, janvier, mai, juin 84.

Une idée de cette variation est donnée en annexe 15, où l'on a indiqué le nombre de jours nécessaire après plantation pour obtenir 50% de plantes malades. La période la plus favorable, du point de vue de la contamination, à la plantation du manioc en basse Côte d'Ivoire se situe donc en juillet-août. Il serait sans doute intéressant de déterminer les raisons de cette faible contamination (activité du vecteur, résistance de la plante).

De plus, si l'on considère la date de 110 jours comme limite de l'influence de la virose sur le rendement (Cf. 33 et 34), seules les plantations de juin, juillet, août et septembre ont plus de 50% de plants sains à cette date.

Une observation des rendements à 12 mois montre des variations au cours de l'année, mais ne nous permet pas encore (peu de données) d'établir des corrélations entre rendement-date de plantation-nombre de jours pour avoir 50% de plantes malades.

Nous avons par ailleurs recherché les corrélations

linéaires qui relient ce nombre de jours après plantation pour obtenir 50% de plantes malades, avec 3 facteurs climatologiques : rayonnement global, température, tension de vapeur d'eau (annexes 16 et 17).

Si les facteurs climatologiques semblent jouer un rôle dans les cinétiques de contamination du manioc, nous ne pouvons pour le moment qu'émettre des hypothèses quant à leurs modes d'action : - modification des caractères biophysologiques de la plante conduisant à une plus grande sensibilité ou résistance

- variation des populations de vecteurs et de leur activité.

3.22 Plantation mensuelle Toumodi

A Toumodi où le % de contamination reste faible, on note également des différences de vitesse de contamination selon les dates de plantation.

Comme à Adiopodoumé, la plantation du mois d'avril présente le plus fort % de contamination. Les cinétiques de contamination sont cependant différentes entre les plantations mensuelles d'Adiopodoumé et de Toumodi (annexe 18).

Ces 2 essais "plantation mensuelle" montrent donc que l'apparition et le développement de la virose dépend de l'époque de plantation du manioc, mais également de l'implantation géographique de la culture.

3.3 Essai épidémiologie

Un des buts de cette expérience est de préciser les notions d'inoculum interne et externe, et de savoir si la présence de pieds malades dans un champ modifie la vitesse de contamination de celui-ci.

Pour chacun des 4 types de blocs, nous avons indiqué en annexe 19, le nombre de jours après plantation pour avoir 50% de plantes malades et le % final de contamination. On remarque que les blocs contenant des plants malades au départ sont plus contaminés et plus vite que leurs homologues sans plants malades au départ. De même, les blocs étiquetés sont plus contaminés et plus vite que les blocs éradiqués.

Ces différences indiquent que les pieds malades jouent le rôle de réservoir de virus. Ces résultats indiquent également que le déplacement des mouches au sein d'une parcelle est relativement limité.

Nous avons par ailleurs établi une relation exponentielle entre la date d'apparition des symptômes et le poids des racines à la récolte (annexe 20).

Après 3-4 mois de culture, l'influence de la maladie est pratiquement nulle sur l'augmentation du rendement. Il semble donc important de pouvoir maintenir une plante saine pendant cette période en jouant par exemple sur la date de plantation (Cf. 3.2).

3.4 Essai "multiplication"

La mesure de différentes variables, nous a permis d'établir un certain nombre de corrélations entre ces variables et plus particulièrement de mettre en évidence celles qui agissent sur le rendement.

Comme pour l'essai épidémiologie (3.3), nous avons mis en évidence une relation exponentielle entre la date d'apparition des symptômes et le poids des racines à la récolte (annexe 21). Là encore, les premiers mois de culture apparaissent comme les plus importants dans l'élaboration du rendement.

Alors qu'il n'existe pas de relation linéaire entre l'Indice de Gravité des Symptômes pris à 220 jours et le rendement, ce même indice pris à 110 jours, est relié au rendement (annexe 22). On observe une perte de rendement de l'ordre de 40% entre une plante saine (IGS=0) et une plante malade (IGS=2000).

Ces remarques montrent que le maintien d'une plante saine dans les premiers mois de culture, conditionne, pour une part non négligeable, le rendement.

Nous avons par ailleurs établi des relations entre le poids de la bouture, le diamètre des tiges, le poids des racines, l'Indice de Gravité des Symptômes et la date d'apparition des symptômes (annexe 23, 24, 25 et 26). Plusieurs facteurs interviennent dans l'élaboration du rendement. Il n'est cependant pas facile de déterminer la part exacte de chacune de ces composantes et de leurs interactions.

3.5 Essai "perte de rendement"

De part les phénomènes de compensation (plasticité du manioc), l'impact exact de la virose sur le rendement reste mal connu. Aussi, la mise en place de cet essai "sain/malade" au départ, en blocs indépendants, dans des conditions où le % de contamination est faible (Toumodi), devrait permettre d'apprécier les différences entre plantes saines et plantes malades.

Cet essai comprenant 7 variétés, permettra également d'établir un classement variétal à partir des données sur le % de contamination des blocs sains, le rendement et les différences de production entre blocs sains et malades d'une même variété.

3.6 Essai multilocal

5 mois après plantation, on observe des différences importantes sur les % de contamination des champs 1 (10%), 2 (60%), 3 (35%), 4 (40%) et 5 (55%).

Il existe donc un gradient de contamination entre le bord de la mer (1) et l'intérieur des terres (5). Le fort % de l'essai n° 2 pourrait s'expliquer par le fait que ce champ est entouré de manioc malade susceptible de jouer le rôle de réservoir pour le virus. Le champ n° 3, lui aussi entouré de manioc malade, est plus faiblement contaminé. D'autres facteurs doivent certainement influer sur la contamination du manioc (Cf. 3.21).

Nous avons par ailleurs constaté que le champ n° 1, qui est le moins contaminé, héberge en moyenne 2 fois plus de mouches que les autres parcelles. Ce phénomène réside peut-être dans la faible activité du vecteur, ou dans un faible taux de mouches virulifères dans la population, ou encore dans une moindre sensibilité de la plante compte tenu des facteurs climatologiques du lieu d'implantation.

En étudiant les caractères morphologiques, on constate que le rapport diamètre moyen des tiges/hauteur, est généralement plus élevé chez les plants sains que chez les plants malades. A hauteur égale, un plant sain a des tiges d'un diamètre supérieur à celles d'un plant malade. Le rendement étant fonction du diamètre des tiges (Cf. annexe 25), on possède là un élément intéressant pour expliquer les différences, à la récolte, entre plants sains et plants malades.

Pour affiner les résultats, il est prévu de mettre à nouveau en place un essai multilocal comportant une quinzaine de parcelles en basse côte, et également sur l'axe nord-sud de l'ensemble du pays.

4. La bactériose du manioc

Signalée en 1979 dans le nord du pays, la bactériose du manioc s'est développée en mai 1984 en basse Côte d'Ivoire.

Une première étude de la maladie a conduit à l'isolement de l'agent pathogène (Xanthomonas campestris) connu dans de nombreux pays africains.

Une prospection sur le territoire ivoirien a permis de localiser plus précisément les zones affectées par la bactériose et d'évaluer l'importance des dégâts. Si dans le nord du pays, les attaques sont faibles (bien que la maladie soit signalée depuis 5 ans), il n'en est pas de même en certains points de la basse côte, où l'on a observé des chancres et de fortes défoliations.

L'ensemble de cette étude a fait l'objet d'un rapport de mission en collaboration avec J.F. DANIEL (ORSTOM Congo).

5. CONCLUSION

L'ensemble de cette étude nous a permis d'aborder plusieurs aspects des problèmes phytopathologiques du manioc.

Si le virus de la mosaïque africaine est partout présent en Côte d'Ivoire, il existe néanmoins d'importantes variations régionales (Adiopodoumé, Toumodi, essais multi-locaux) quant à la gravité et à l'impact de la maladie sur le développement du manioc.

La vitesse de contamination d'un champ diffère selon l'époque de plantation du manioc. Ces variations semblent liées aux fluctuations de la population de vecteur et dépendantes de plusieurs facteurs climatologiques.

L'observation des essais variétaux a permis de préciser la notion de variété et d'établir un certain nombre de critères (rendement, morphophysiologie, goût, sensibilité à la virose...) permettant de les différencier. Quelques variétés peu sensibles à la mosaïque, font déjà l'objet d'une multiplication à plus grande échelle.

Cependant, le développement de la bactériose du manioc en Côte d'Ivoire pose de nouvelles contraintes à ces programmes de sélection.

La connaissance des mécanismes de "résistance" (résistance à l'inoculation, frein à la multiplication du virus, composés phénoliques...) pourrait faciliter le travail de sélection.

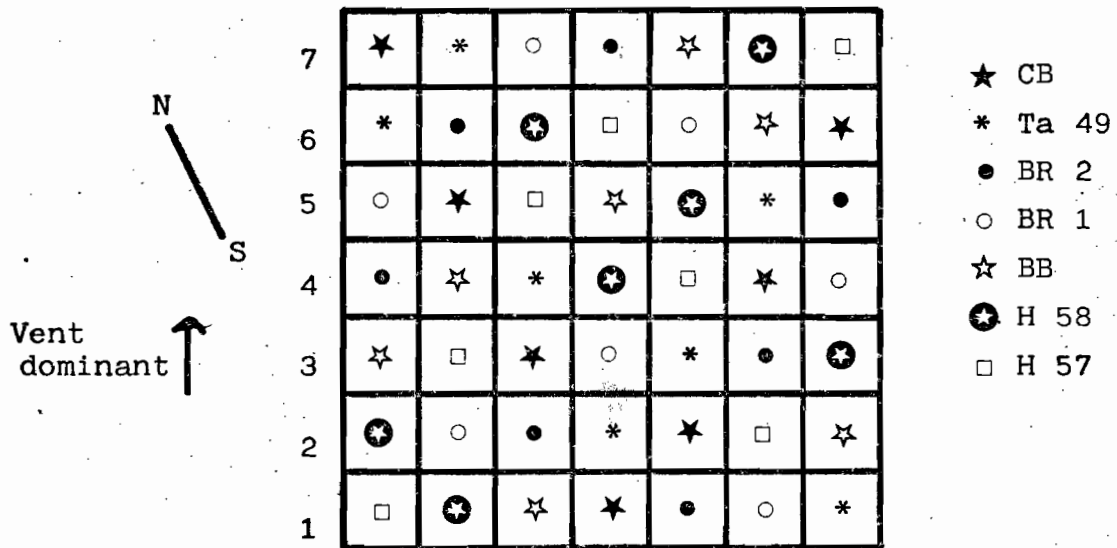
Enfin, à l'heure où le thème de l'indépendance alimentaire est dans tous les discours, il semble important de renforcer la collaboration entre agronomes, phytopathologistes et généticiens, afin d'améliorer la culture du manioc et d'envisager la vulgarisation de plants sélectionnés.

BIBLIOGRAPHIE

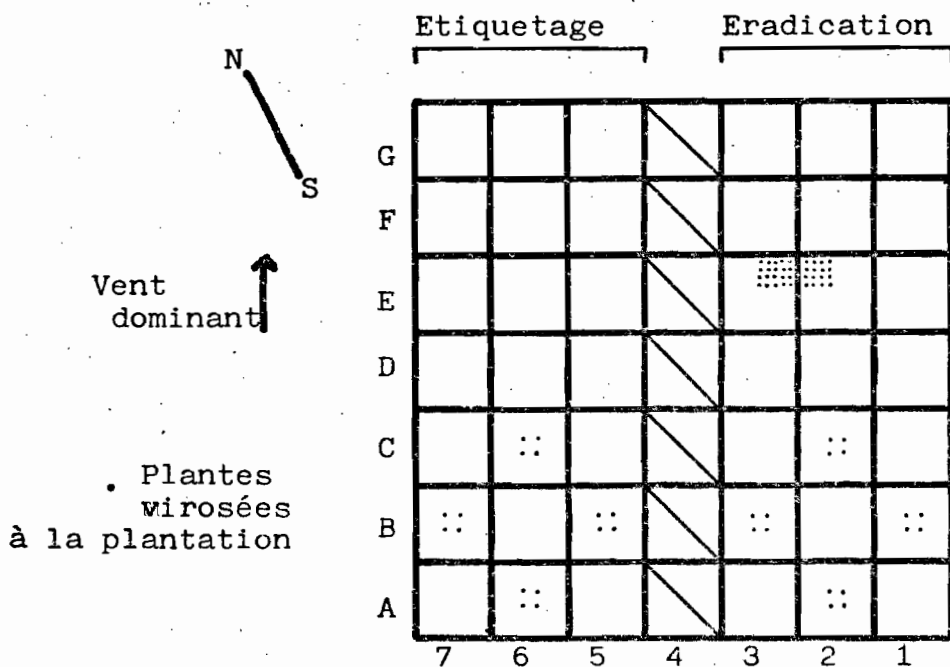
- COLON Léontine, 1984. Contribution à l'étude de la résistance variétale du manioc (Manihot esculenta, CRANTZ) vis à vis de la mosaïque africaine du manioc. Rapport de stage. ORSTOM Côte d'Ivoire.
- FARGETTE D., FAUQUET C., THOUVENEL J.C., 1984. Field studies on the spread of african cassava mosaic. Ann. Appl. Biol. (sous presse).
- FARGETTE D., LAVILLE J., THOUVENEL J.C., FAUQUET C., 1984. Losses induced by african cassava mosaic virus in relation to the way and the date of infection. Tropical Pest Management. (à paraître).
- FARGETTE D., LAVILLE J., THOUVENEL J.C., FAUQUET C., 1984. Patterns of spread of african cassava mosaic. Ann. Appl. Biol. (à paraître).
- FAUQUET C., THOUVENEL J.C., 1980. Maladies virales des plantes cultivées en Côte d'Ivoire. ORSTOM Paris. 128 p.
- RAFFAILLAC J.P., NEDELEC G., 1984. Comportement du manioc (Manihot esculenta, CRANTZ, variété CB) pour différentes densités de plantation. Premiers résultats. ORSTOM Côte d'Ivoire. 15 p.
- SILVESTRE P., ARRAUDEAU M., 1983. Le manioc. G.-P. Maisonneuve & Larose. Paris. 262 p.
- SNEDECOR W.S., COCHRAN W.G., 1971. Méthodes statistiques. ACTA. Paris. 649 p.
- TANON A., 1984. Initiation à la virologie des plantes. Rapport de stage. ORSTOM Côte d'Ivoire. 13 p.

ANNEXES

Essai "variétés"



Essai "Epidémiologie"



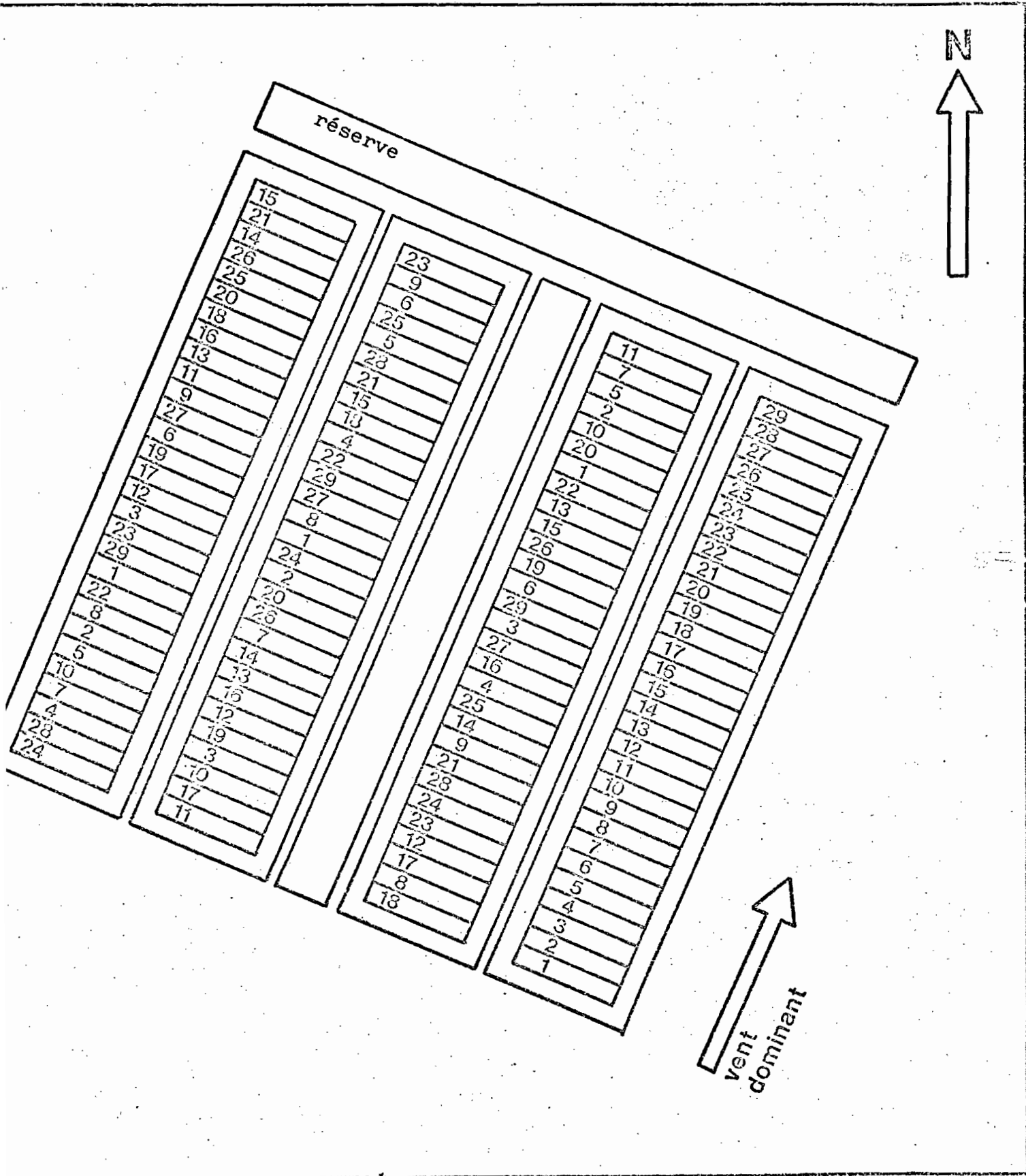
Annexe 2

Obtention du matériel sain : B = mis à la disposition par Dr. K. BOCK, Kenya,
T = Thermothérapie de matériel virosé,
S = Sélection de pieds sains dans des champs virosés.

Numéro expérimental	Nom ou numéro	Obtention matériel sain	Provenance et Parenté
1	CB	S	Zaïre
2	7902	S	IDESSA, Côte d'Ivoire
3	7901	S	IDESSA, Côte d'Ivoire
4	7905	S	IDESSA, Côte d'Ivoire
5	Minis	S	Côte d'Ivoire
6	Kataoli	T	Togo (via GERDAT Montpellier)
7	5543/156	B	Storey & Jennings (<i>M. esculenta</i> , <i>M. melanobasis</i> , <i>M. glaziovii</i>)
8	4762	B	Amérique du Sud
9	H 60	T	Madagascar
10	H 43	T	Madagascar
11	Chokorokote	B	Kenya (Côte Est)
12	Kibandameno	B	Kenya (Côte Est)
13	5318/34	B	Storey & Jennings (46106/27, <i>M. esculenta</i> , <i>M. glaziovii</i>)
14	Mwakasanga	B	Kenya (Côte Est)
15	4748	B	Amérique du Sud
16	86	S	Côte d'Ivoire
17	46106/27	B	Storey & Jennings (<i>M. esculenta</i> , <i>M. glaziovii</i>)
18	Kasimbidgi green	B	Kenya (Côte Est)
19	50284/33	B	Storey & Jennings (données croisement manquantes)
20	Aïpin Valenca	B	Brésil, via Zaïre
21	Garimoshi	B	India
22	Nusu Rupia	B	India
23	Kasimbidgi red	B	Kenya (Côte Est)
24	4756	B	Amérique du Sud
25	Mpira	B	India
26	4760	B	Amérique du Sud
27	Viro 3	S	Côte d'Ivoire
28	Viro 4	S	Côte d'Ivoire
29	Viro 9	S	Côte d'Ivoire

Essai " BOCK Adiopodoumé "

Liste des variétés de manioc



Essai " BOCK Adiopodoumé "

n°	var.	origine
1	CB	RCI
2	7902	IDESSA
3	7901	"
4	7905	"
5	MINIS	RCI
6	KATAOLI	TOGO
7	5543/156	KENYA
8	4762	A.S.
9	H60	MADA.
10	H43	"
11	CHOKORO.	KENYA
12	KIBANDA.	"
13	5318/34	"
14	MWAKA.	"
15	4748	A.S.
16	86	RCI
17	46106/27	KENYA
18	KASIM. G.	"
19	50284/33	"
20	AIPIN VAL.	"
21	GARIMOSHI	INDES
22	NUSU RUPIA	"
23	KASIM. R.	KENYA
24	4756	A.S.
25	MPIRA	INDES
26	4760	A.S.
27	VIRO.3	RCI
28	VIRO.4	RCI
29	VIRO.9	RCI
30	VIRO.1	RCI
31	VIRO.2	RCI
32	30211	NIGERIA
33	30572	"
34	30337	"
35	60444	"
36	?	
37	30395	"
38	30555	"
39	B32	RCA
40	A13	RCA
41	BAKRE	RCI
42	H3	MADA.
43	30040	NIGERIA
44	30786	"
45	TOUMODI	RCI
46	KIBANDA.V.	KENYA

Essai " BOCK Toumodi "

Liste des variétés de manioc

	CB 21.	CB	CB	CB	CB	CB	14
B 41.							
1		37			33		
2		18			23		
3		20			23		
4		1			35		
5		32			23		
6		10			41		
7		23			43		
8		39			23		
9		11			19		
10		14			46		
11		23			40		
12		9			45		
13		22			18		
14		4			17		
15		8			20		
16		43			15		
17		17			14		
18		35			44		
19		33			13		
20		24			23		
21		45			38		
22		15			37		
23		7			34		
24		6			23		
25		42			23		
26		27			32		
27		13			20		
28		19			26		
29		20			25		
30		23			24		
31		34			12		
32		20			20		
33		12			10		
34		38			9		
35		5			8		
36		41			7		
37		44			5		
38		3			6		
39		46			21		
40		40			22		
41		21			20		
42		2			4		
43		23			3		
44		25			20		
45		23			2		
46		26			1		
31.							

24 1.



Essai
" BOCK Toumodi "

Toumodi Essai "date de plantation"

10 l.

10 l.

N
|
S

Juillet
10/07/84

Juin
4/06/84

Mai
30/04/84

Avril
2/04/84

Mars
27/02/84

Toumodi Essai "perte de rendement"

SAIN

MALADE

10

10

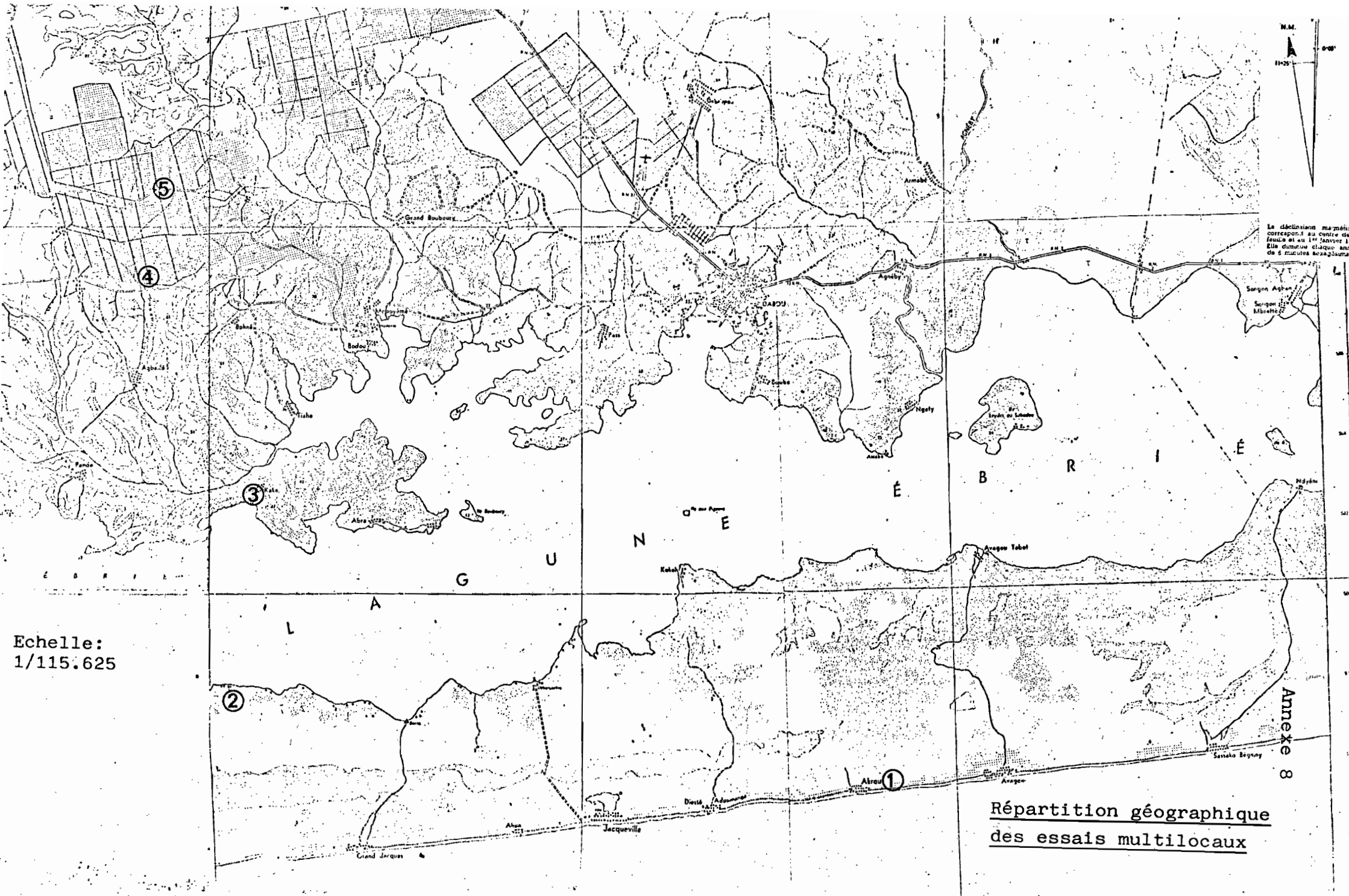
N
|
S

CB	BB	H57	BR1
H58	BR2	Ta49	CB
BB	H57	BR1	H58
BR2	Ta49	CB	BB
H57	BR1	H58	BR2
Ta49	CB	BB	H57
BR1	H58	BR2	Ta49

CB	BB	H57	BR1
H58	BR2	Ta49	CB
BB	H57	BR1	H58
BR2	Ta49	CB	BB
H57	BR1	H58	BR2
Ta49	CB	BB	H57
BR1	H58	BR2	Ta49

BR1=BR2=BR

CB=B7 ou B4



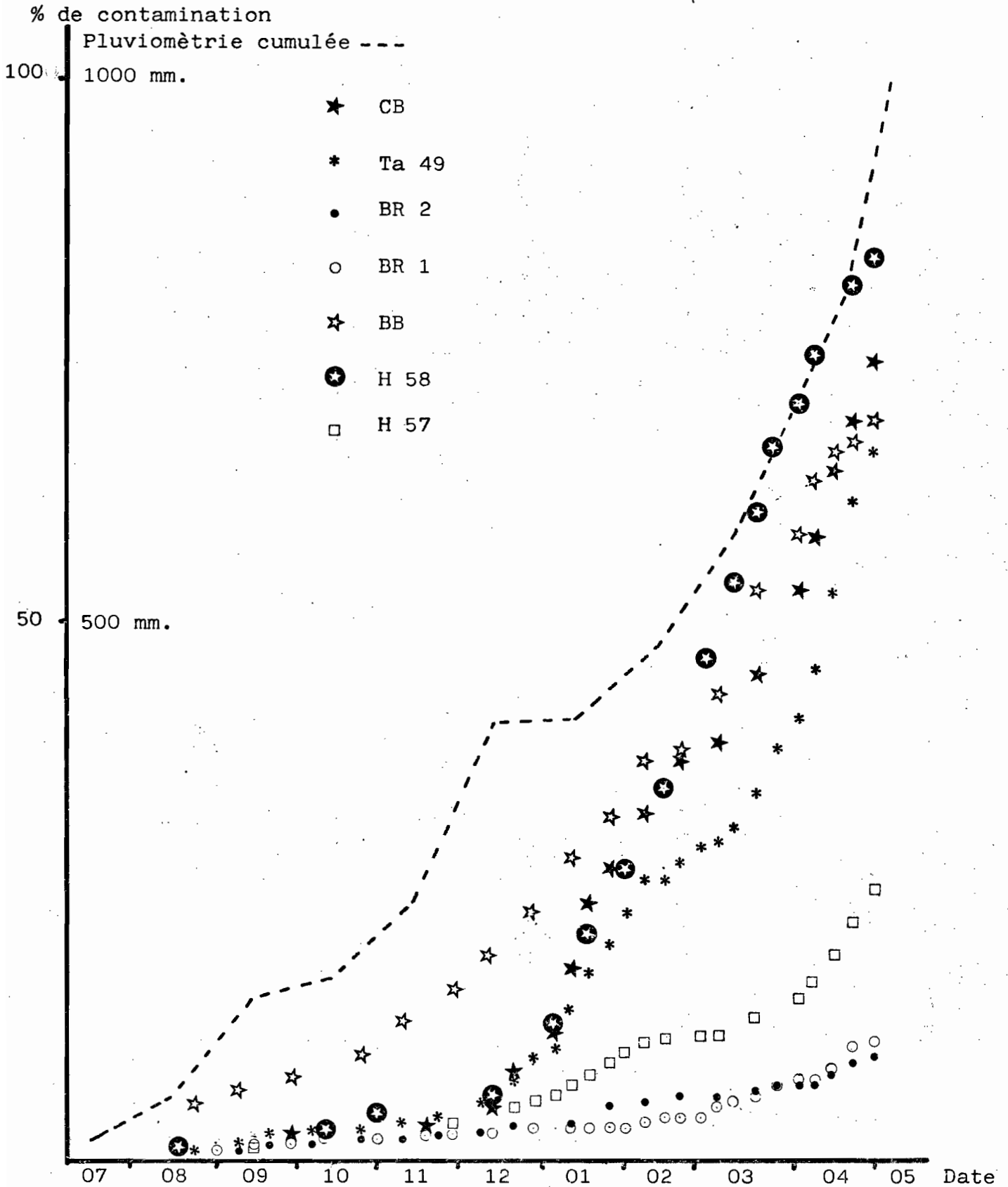
La déclinaison magnétique correspond au centre de l'année et au 1^{er} Janvier 1950 Elle diminue chaque année de 6 minutes de déclinaison



Echelle: 1/115.625

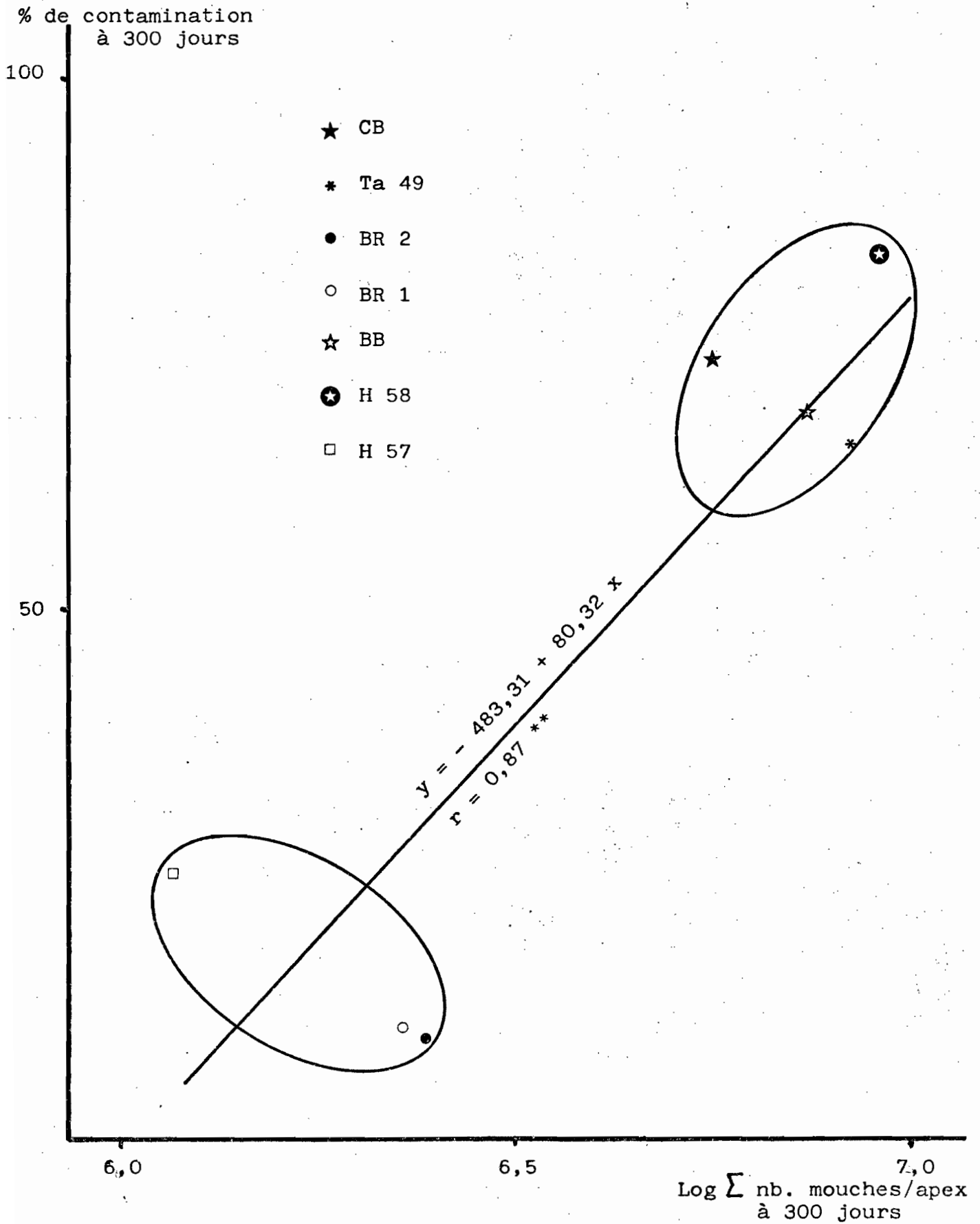
Répartition géographique
des essais multilocaux

Annexe 8



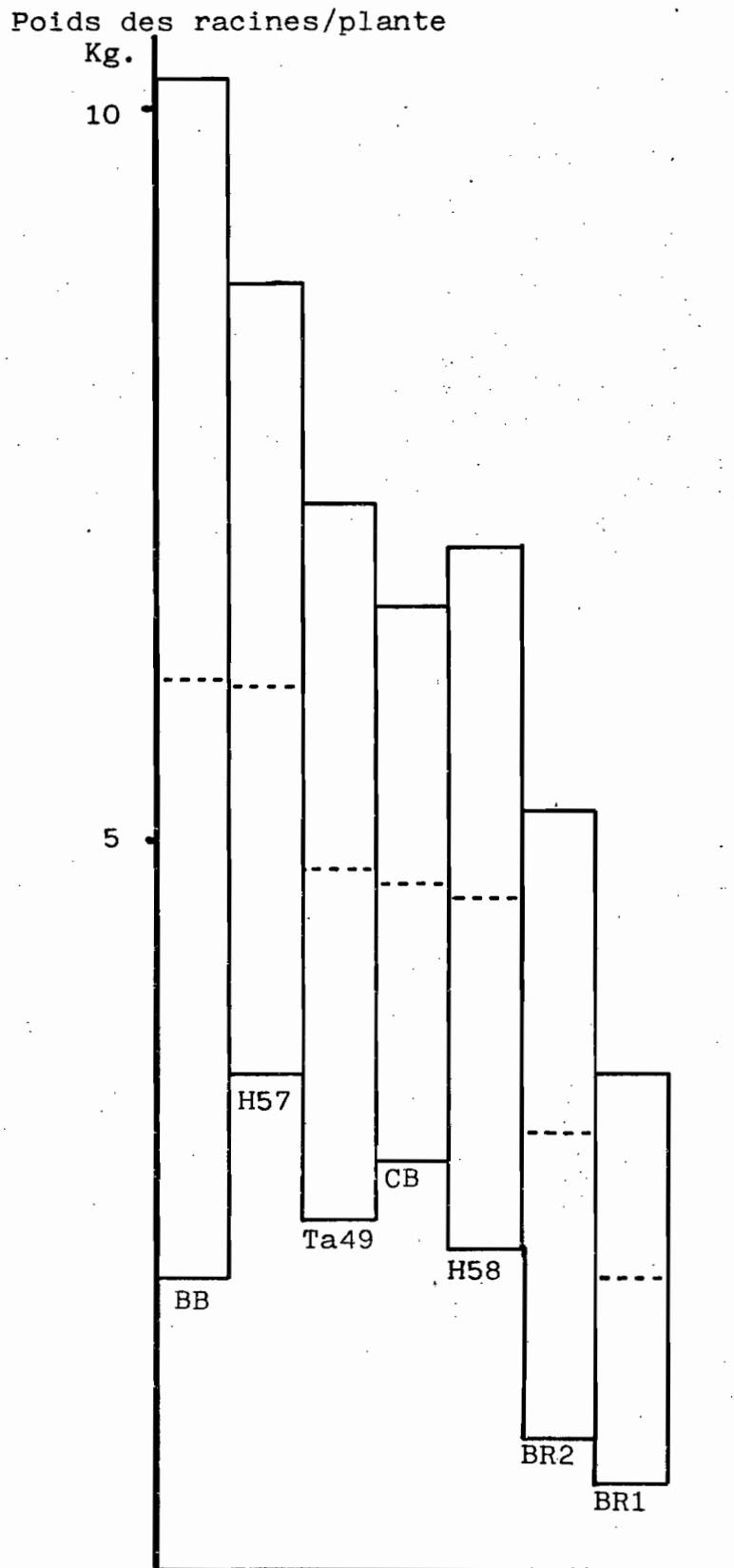
Essai " variétés "

Evolution du % de contamination de 7 variétés
de manioc à Adiopodoumé



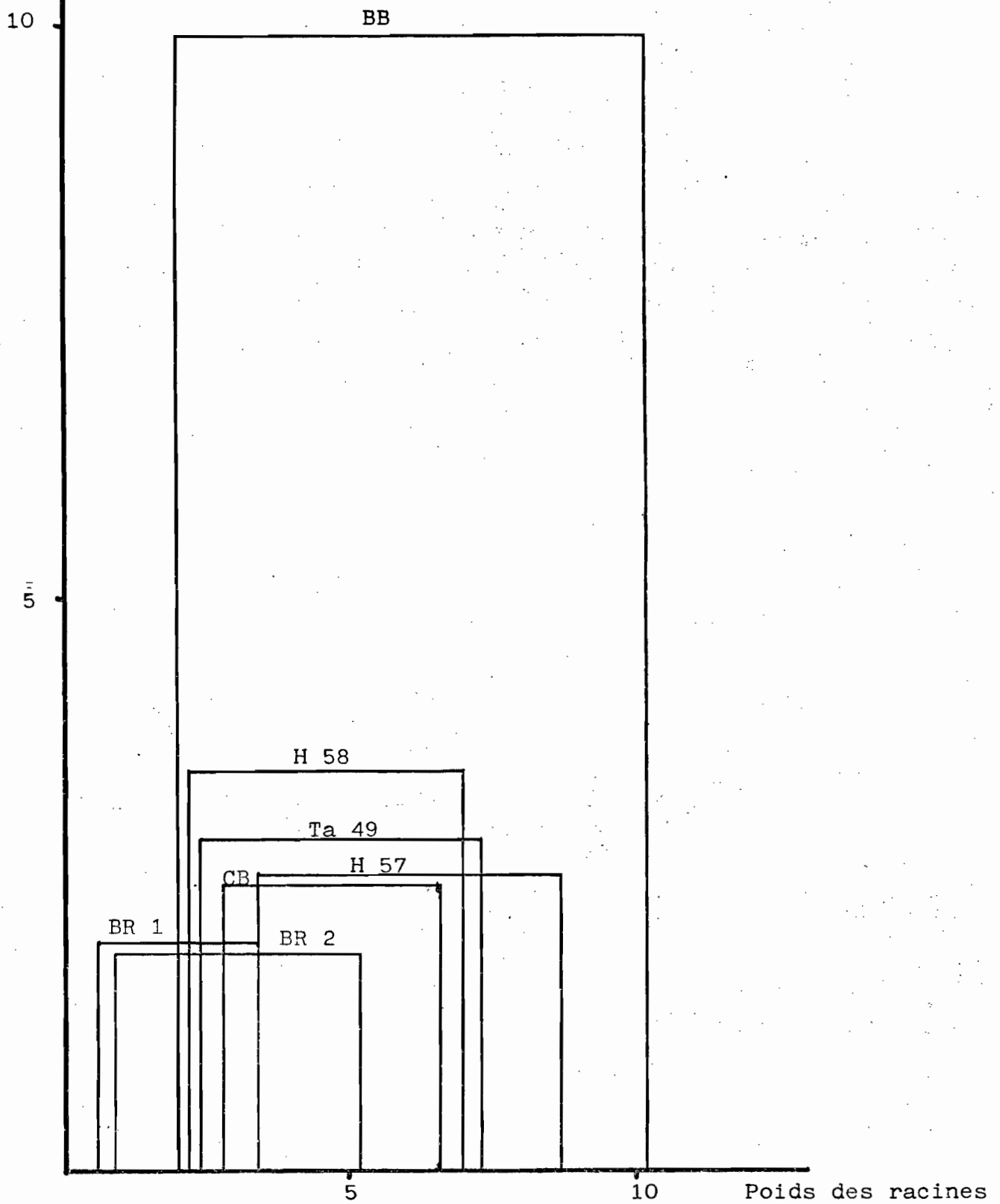
Essai " variétés "

Relation entre le nombre de mouches blanches et le % de contamination de 7 variétés de manioc à Adiopodoumé



Comparaison du rendement (à 14 mois) de
7 variétés de manioc à Adiopodoumé

% de contamination
à 110 jours



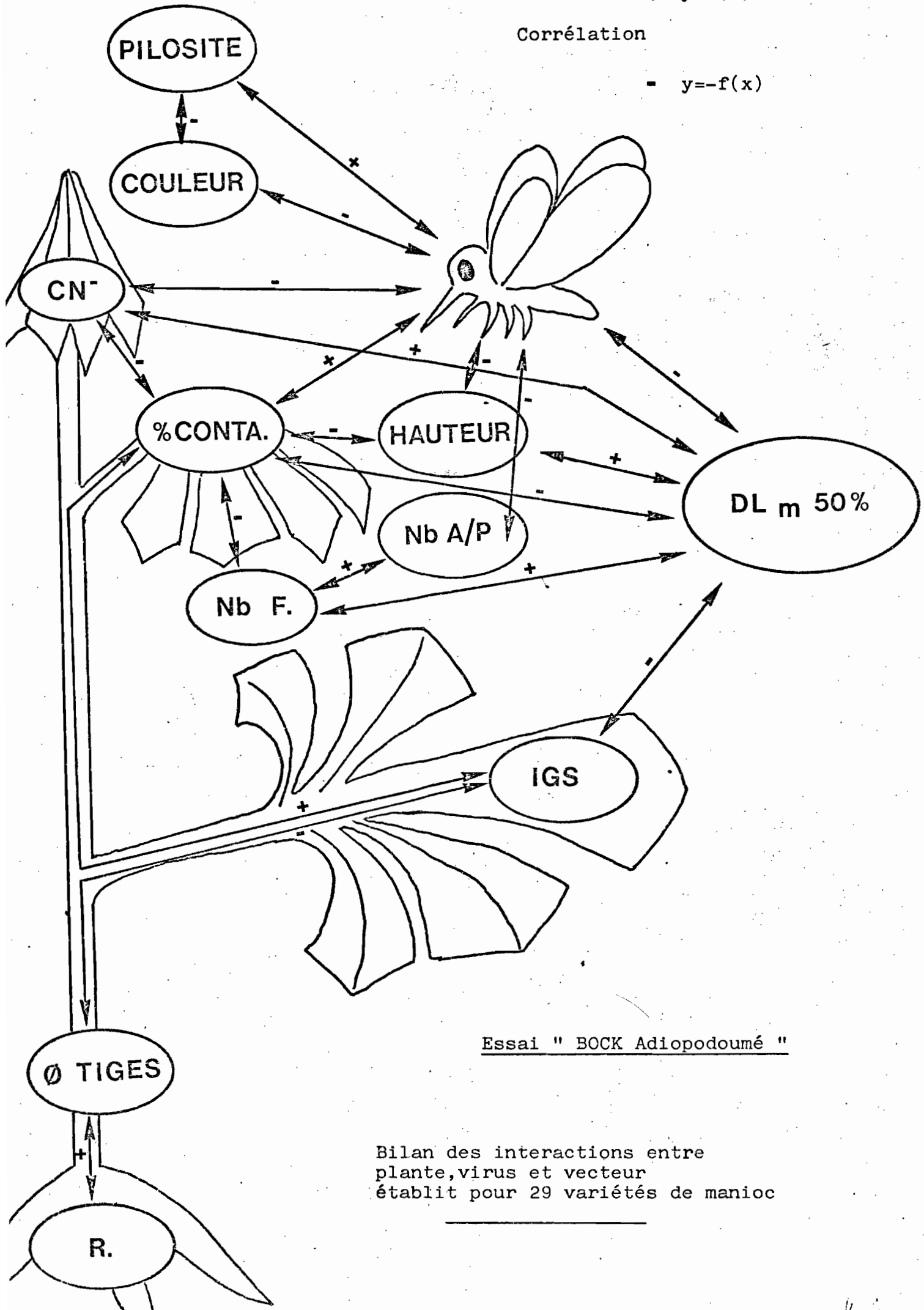
Essai "variétés Adiopodoumé"

Comparaison du rendement (à 14 mois) de 7 variétés
de manioc en fonction du % de contamination à 110 jours

+ $y=f(x)$

Corrélation

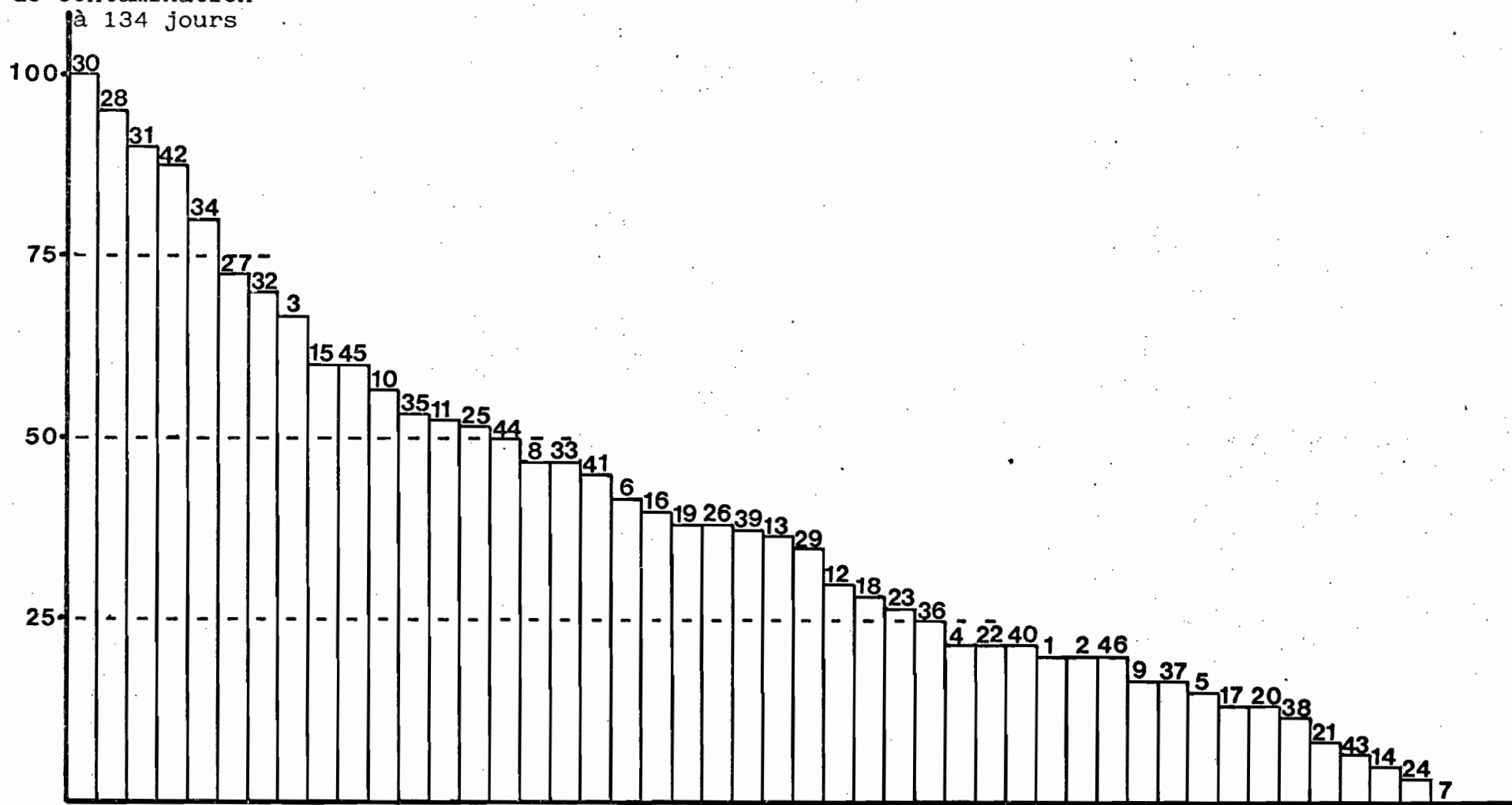
- $y=-f(x)$



Essai " BOCK Adiopodoumé "

Bilan des interactions entre
plante, virus et vecteur
établit pour 29 variétés de manioc

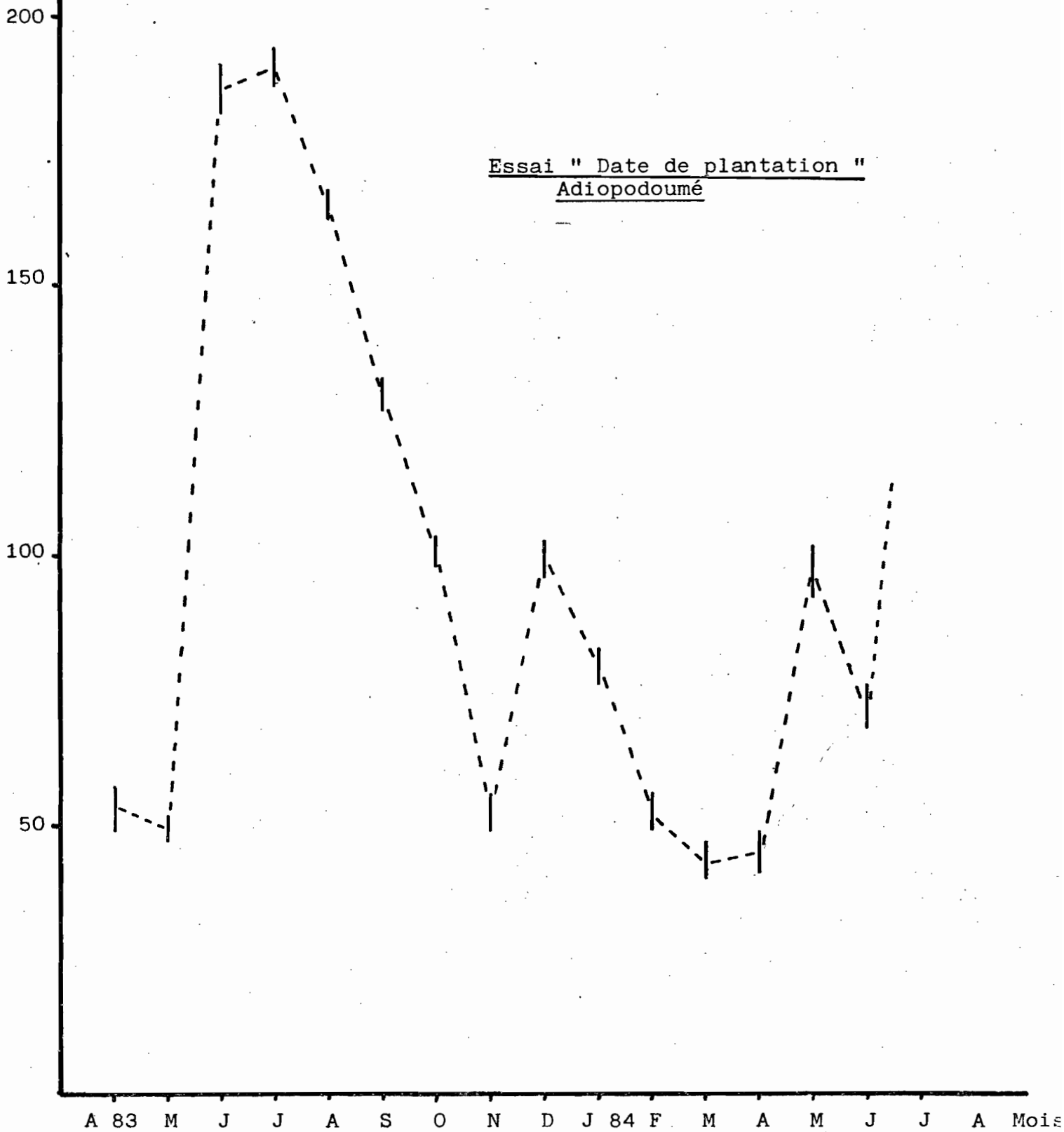
% de contamination
à 134 jours



Essai "BOCK Toumodi"

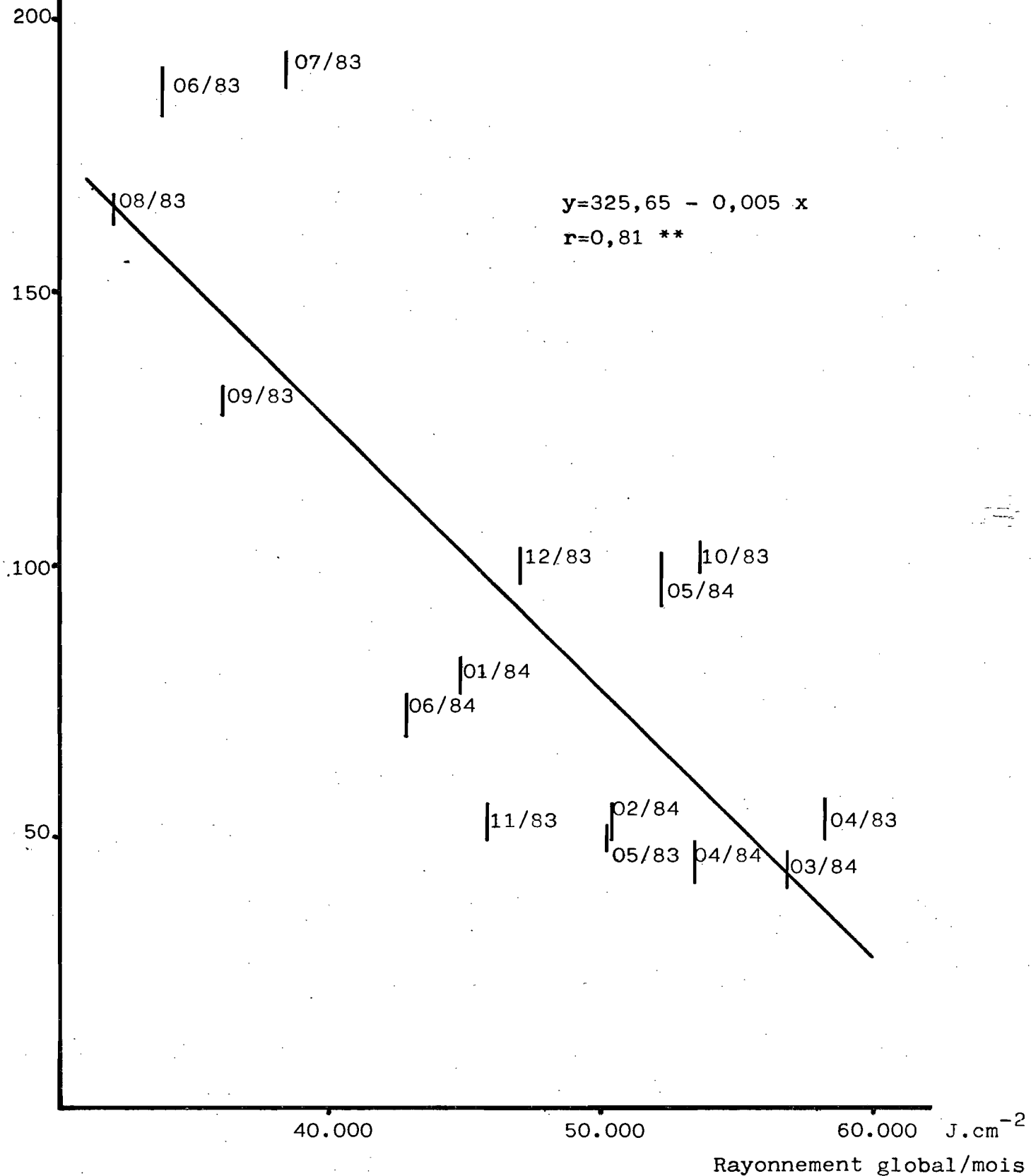
Comparaison de 46 variétés de manioc vis à vis de la sensibilité à l'inoculation par le virus de la mosaïque africaine du manioc.

Nb. de jours après plantation
pour obtenir 50% de plantes malades



Influence de la date de plantation
sur la vitesse de contamination d'un champ de manioc
(var. CB) par le virus de la mosaïque africaine du
manioc.

Nb. de jours après plantation pour
obtenir 50% de plantes malades



Essai plantation mensuelle Adiopodoumé

Influence du rayonnement global émis lors du premier
mois de culture sur la vitesse de contamination d'un
champ de manioc (variété CB)

X \ Y	j50%	R.G.	t°moy.
R.G.	r=0,81 ** a=325,65 b=-4,98.10 ⁻³		
t°moy.	r=0,90 ** a=1108,77 b=-37,65	r=0,92 ** a=-1,22.10 ⁵ b=6230,14	
\bar{e} moy.	r=0,70 ** a=786,51 b=-23,84	r=0,73 ** a=-70290,80 b=4020,87	r=0,81 ** a=7,81 b=0,66

$$Y = a + b X$$

j50% : nombre de jours après plantation pour avoir 50% de plantes malades

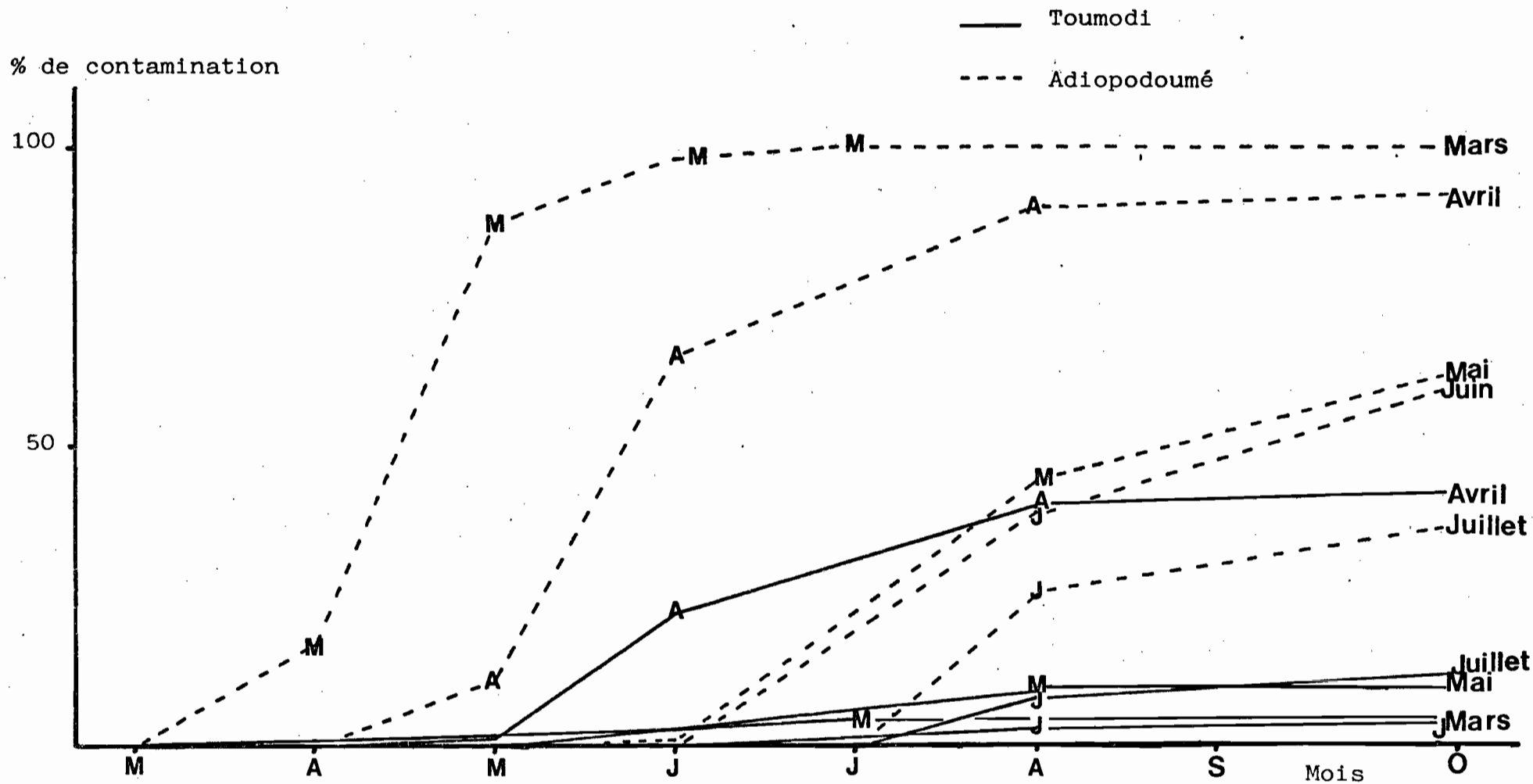
R.G. : rayonnement global (J.cm⁻²)

t°moy. : température mensuelle moyenne (°C)

\bar{e} moy. : tension de vapeur d'eau mensuelle moyenne (millibars)

Essai "plantation mensuelle adiopodoumé"

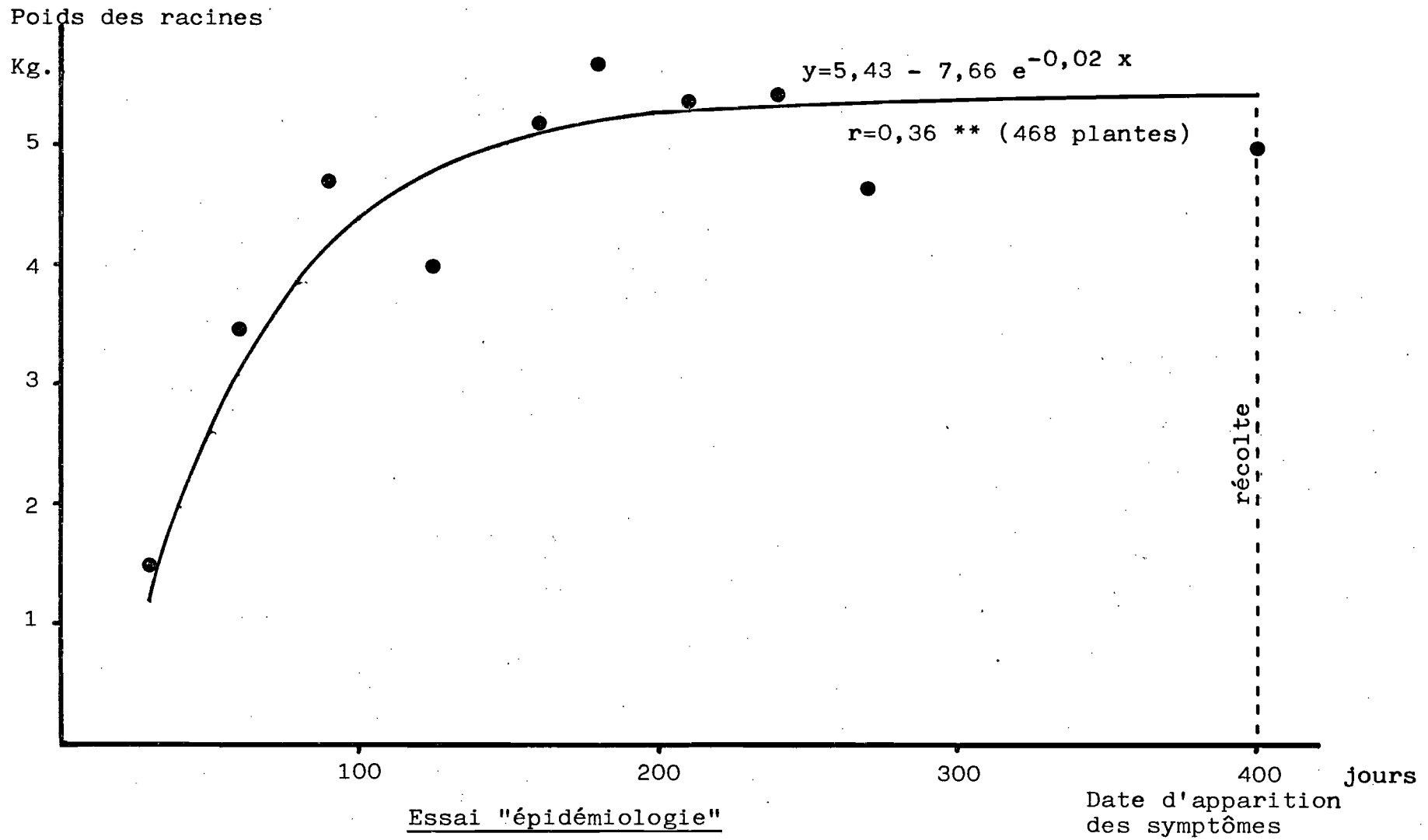
Recherche de corrélations entre une mesure de la vitesse de contamination d'un champ de manioc par le virus de la mosaïque africaine, et 3 facteurs climatologiques



Influence de la date de plantation sur le pourcentage de contamination d'un champ de manioc (var. CB) par le virus de la mosaïque africaine du manioc à Toumodi et à Adiopodoumé

Blocs	Nombre de jours après plantation pour avoir 50% de plants virosés	% de contamination 284 jours après plantation
Eradiqués n° A 1,3; B 2; C 1,3	242	69
Eradiqués + 4 plants malades n° A 2; B 1,3; C 2	202	77
Etiquetés n° A 5,7; B 6; C 5,7	201	87
Etiquetés + 4 plants malades n° A 6; B 5,7; C 6	187	90

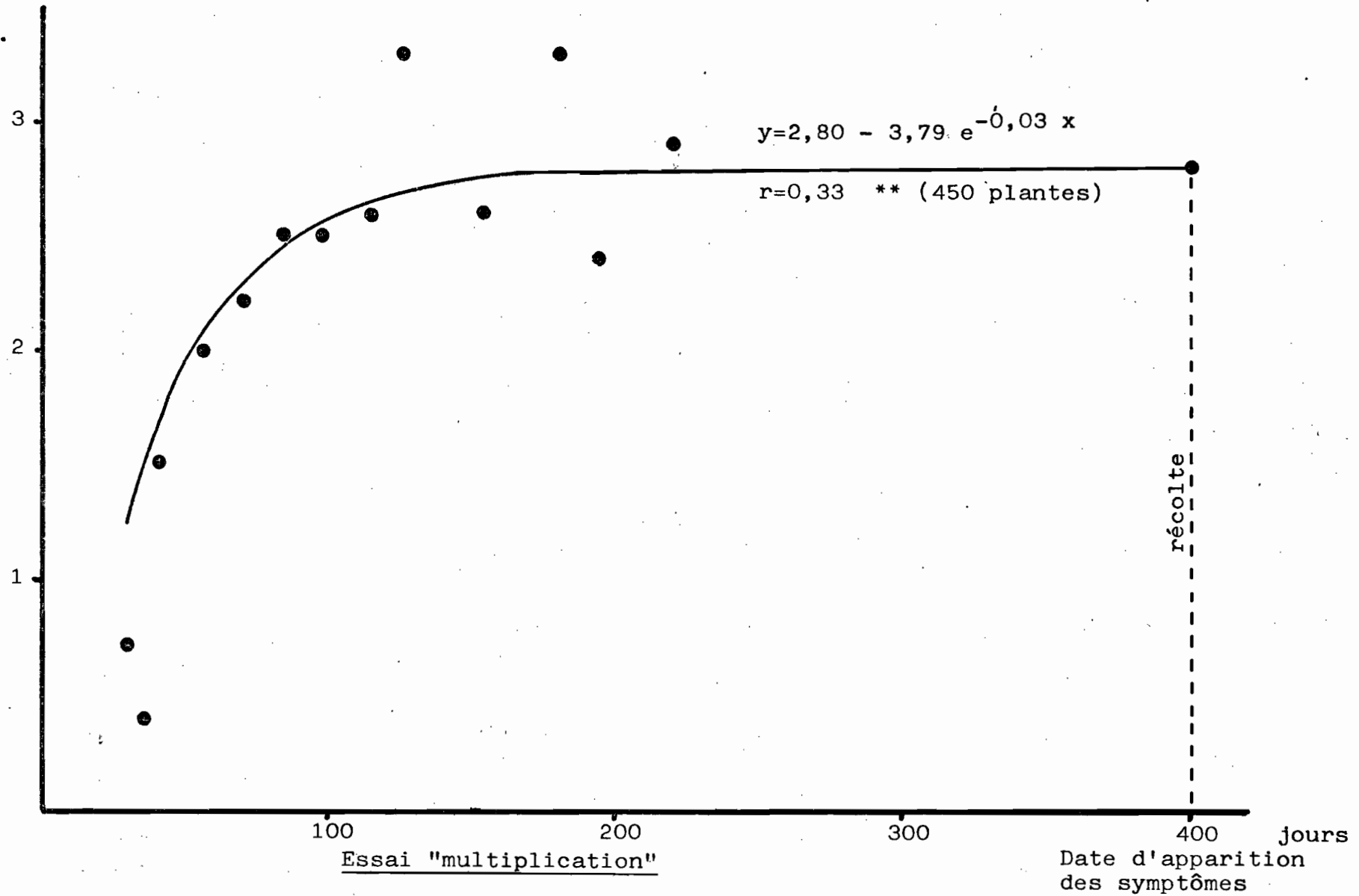
Essai "épidémiologie"



Influence de la date de contamination du manioc par le virus de la mosaïque africaine sur le rendement

Poids des racines

kg.



Essai "multiplication"

Influence de la date de contamination du manioc par le virus de la mosaïque africaine sur le rendement

Poids des racines

kg.

3

2

1

500

1000

1500

2000

Essai "multiplication"

Indice de Gravité des
Symptômes à 110 jours

Influence de la gravité des symptômes sur le rendement

$$y = 2,65 - 8,25 \cdot 10^{-4} x$$

(400 plantes)

$r = 0,27$ **

Poids des racines

kg.

6

5

4

3

2

1

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

g.

$$y=1,28 + 0,01 x$$

$$r=0,15 **$$

(450 plantes)

Essai "multiplication"

Poids de la bouture

Relation entre le poids de la bouture mise en place
et le rendement

Poids de la bouture

g.

90

80

70

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

cm.

Essai "multiplication"

Somme des diamètres des tiges

Relation entre le poids de la bouture mise en place et le diamètre des tiges

$$y = 69,14 + 0,11 x$$

(448 plantes)

$$r = 0,13 **$$

Poids des racines

kg.

7

6

5

4

3

2

1

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

cm.

Essai "multiplication"

Estimation du rendement par la mesure du diamètre des tiges

$y=1,45 \cdot 10^{-7} x^{4,07}$

$r=0,72 **$

3 tiges
 $y=6,96 \cdot 10^{-8} x^{3,98}$

$r=0,73 **$

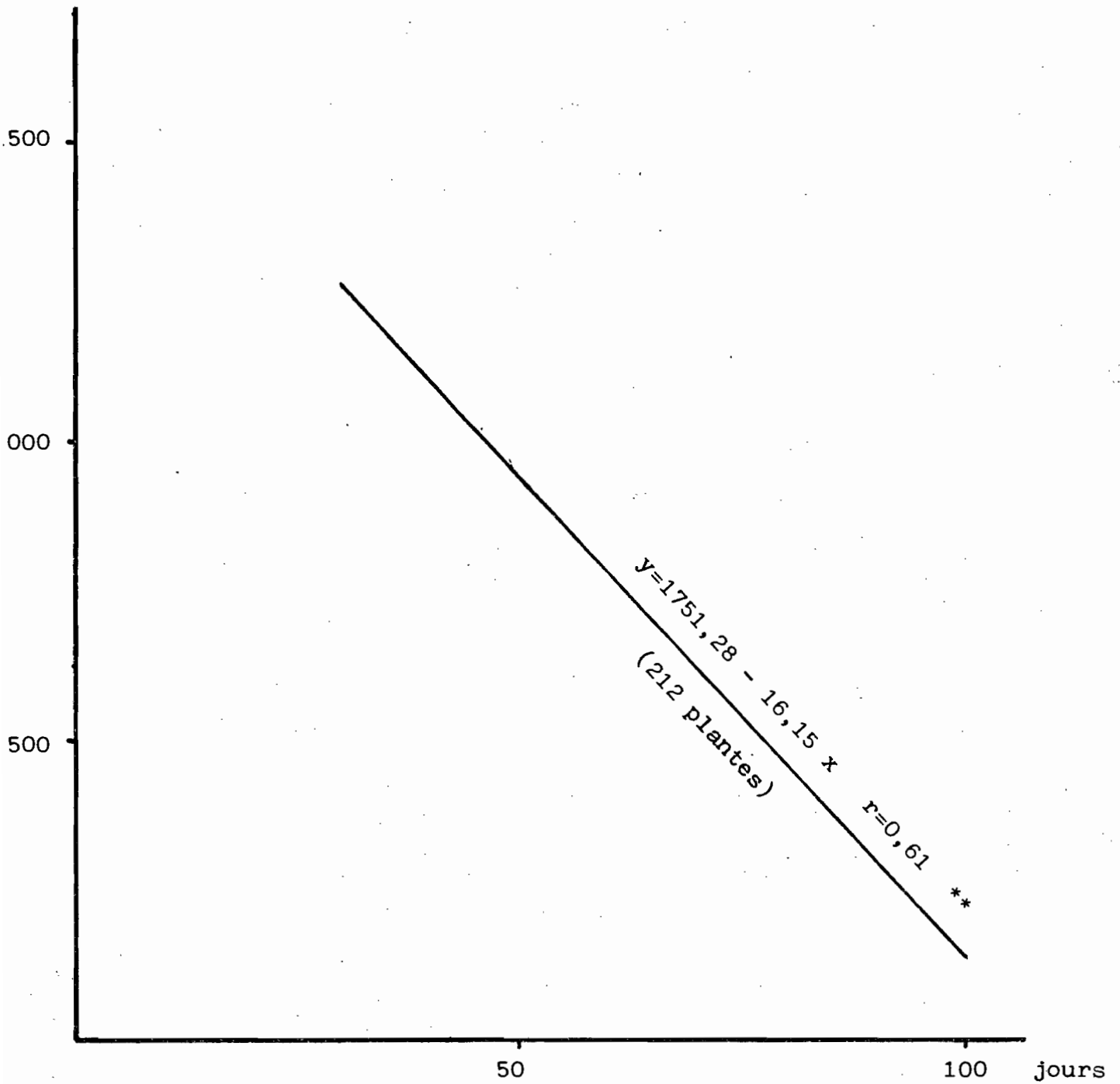
4 tiges
 $y=4,55 \cdot 10^{-9} x^{4,41}$

$r=0,73 **$

1 tige
 $y=5,18 \cdot 10^{-5} x^{2,89}$

$r=0,67 **$

Indice de Gravité
les Symptômes à 110 jours



Essai "multiplication"

Relation entre la date d'apparition des
symptômes et la gravité des symptômes

Date d'apparition
des symptômes