

ANPP - TROISIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES
RAVAGEURS EN AGRICULTURE
MONTPELLIER 7-8-9 DÉCEMBRE 1993

ÉLABORATION DE PLANS D'ÉCHANTILLONNAGE COMMUNS A DEUX
RAVAGEURS: EXEMPLE DE DEUX ACARIENS PHYTOPHAGES (ACARI:
TETRANYCHIDAE) ATTAQUANT LE MANIOC

O. BONATO et J. GUTIERREZ

Laboratoire d'Acarologie INRA-ENSA_M-ORSTOM
2, Place Viala, 34060 MONTPELLIER CEDEX 1

RÉSUME:

L'analyse de la répartition spatio-temporelle de deux acariens phytophages du manioc (Acari: Tetranychidae) permet de choisir une unité d'échantillonnage commune pour l'estimation des populations. Basés sur cette unité, des plans d'échantillonnages binomial, énumératif et séquentiel sont élaborés afin d'optimiser les prélèvements de feuilles.

Mots-clés: Tetranychidae, échantillonnage, binomial, énumératif, séquentiel

SUMMARY:

DEVELOPMENT OF COMMON SAMPLING PLANS: CASE OF TWO SPIDER MITES (ACARI: TETRANYCHIDAE) INJURIOUS TO CASSAVA

The spatio-temporal distribution of two cassava spider mites (Acari : Tetranychidae) is analysed to choose a common sampling unit for population estimations. Sampling plans (binomial, enumerative and sequential) are developed to optimize leaf-samplings.

Key-words: Tetranychidae, sampling, binomial, enumerative, sequential

INTRODUCTION

L'étude de la dynamique des populations est un des aspect fondamentaux de tout programme de lutte contre un ou plusieurs ravageurs. Les comptages d'individus se révélant généralement très fastidieux, dans le cadre d'un contrôle rationnel d'une espèce, a fortiori lorsque plusieurs taxons sont impliqués, il est important de disposer de procédures simples, rapides et précises qui permettent une estimation correcte des densités. Le but de ce travail est de montrer à l'aide d'un exemple, celui de deux acariens phytophages attaquant le manioc, l'acarien vert du manioc *Mononychellus progresivus* Doreste et l'acarien rouge du cotonnier *Oligonychus gossypii* (Zacher), les étapes nécessaires à l'élaboration de plans d'échantillonnages communs permettant une estimation simultanée des densités de leurs populations.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Les champs expérimentaux. Deux parcelles plantées en novembre 1989, infestées naturellement et situées dans deux sites différents du Sud Congo (Mantsoumba et Kombé), ont été étudiées pendant une saison humide et une saison sèche.

La parcelle de Mantsoumba appartient à une plantation industrielle située à 250 km de Brazzaville dans la région de la Bouenza. Elle est plantée avec la variété de manioc 1M20 à la densité de 1 bouture/m² et couvre une superficie de 1700m². A Kombé, localité proche de Brazzaville de 17km, l'étude s'est déroulée en parcelle paysanne. Le champ d'une superficie d'environ 800m² compte deux variétés de manioc (M'Pembé et Moudouma) plantées en proportions égales pour une densité de 3 à 5 boutures/m².

Répartition intra-plant. Sélection de l'unité d'échantillonnage commune. La première étape lors de l'élaboration d'un plan d'échantillonnage commun concerne l'obtention d'une unité commune, dont le choix ne peut se faire qu'après analyse de la répartition intra-plant de chacun des ravageurs considérés. Dans ce travail, la répartition intra-plant de *M. progresivus* et d'*O. gossypii* est étudiée de la manière suivante: on détermine par plant, les densités d'acariens présents sur les trois feuilles d'un même rameau : une jeune feuille (la 3^{ème} en partant de l'apex), la première feuille entièrement développée (FDL) (YANINEK, 1985) et une vieille feuille (la 4^{ème} en partant du bas). Des prélèvements de feuilles sont réalisés tout les 15 jours pendant 13 mois à Kombé et mensuellement pendant 18 mois à Mantsoumba. Dans chacune des parcelles 30 plants sont choisis à chaque prélèvement. Pour cela, on divise la parcelle dans le sens de la longueur en un nombre égal au nombre de plants à prendre (30). On sélectionne au hasard dans chacune de ces bandes un plant, sur lequel on prélève les trois feuilles d'un même rameau. On dénombre pour chaque feuille et pour chaque espèce les stades mobiles (immatures + adultes). Les densités relatives de *M. progresivus* et d'*O. gossypii* enregistrées sur chacune des trois feuilles sont comparées par le biais des analyses de variance après transformation logarithmique des données (ZAR, 1984). Si l'analyse révèle une différence, un test F de SCHEFFE ($\alpha = 0,05$) permet de déterminer les feuilles entre lesquelles la moyenne diffère.

Répartition inter-plant. L'unité d'échantillonnage étant choisie, la deuxième étape consiste à analyser à l'intérieur du champ, la répartition des densités relatives des deux acariens entre les rameaux de différents plants. L'utilisation de la loi de puissance de TAYLOR (1961) sous sa forme logarithmique (SOUTHWOOD, 1978) s'avère bien adaptée:

$$\log s^2 = \log a + b \log m \quad (1)$$

s^2 = variance, m = moyenne, a et b coefficients d'ajustement. Connaissant a , Taylor (1961) considère b comme une mesure de la dispersion. Selon la valeur de b , $b > 1$, $b = 1$ ou $b < 1$, on a respectivement une distribution agrégée, au hasard ou régulière.

Développement d'un plan d'échantillonnage commun.

Relation entre nombre d'acariens par feuille et proportion d'unités d'échantillonnage communes infestées.

Nous avons choisi le modèle d'échantillonnage binomial (présence-absence) proposé par NACHMAN (1984), pour lequel le pourcentage d'unités d'échantillonnage communes (feuilles) infestées de toutes les plantes des deux parcelles est fonction du nombre moyen d'acariens. Son application n'est pas spécifique d'un type de distribution et les valeurs des paramètres proviennent directement des observations de terrain:

$$p = 1 - \exp(-\alpha' m^{\beta'}) \quad (2)$$

p = proportion de feuilles infestées, m = moyenne, α' et β' = paramètres estimés après linéarisation de l'équation (2) (NACHMAN, 1984).

Plan d'échantillonnage binomial

On souhaite estimer la proportion (p) de feuilles infestées en fonction de la densité moyenne d'acariens observée. Le nombre optimal de feuilles à prélever pour estimer la proportion de feuilles infestées, avec un niveau de précision donné, est déterminé d'après KARANDINOS (1976):

$$n = \left(\frac{t}{D_o} \right)^2 \frac{1-p}{p} \quad (3)$$

n = nombre de feuille à prélever, D_o = niveau de précision, t = valeur du t de STUDENT, p = proportion d'unités d'échantillonnage infestées.

Plan d'échantillonnage énumératif

Nous avons utilisé ce modèle proposé par KARANDINOS (1976), pour obtenir une nouvelle relation entre nombre de feuilles à prendre (n) et nombre d'acariens observés (m). Connaissant m , il suffit de calculer la valeur de p correspondante (éq. 2), et de la remplacer dans l'équation (3) afin de déterminer n .

$$n = \left(\frac{t}{D_o} \right)^2 \frac{1 - (1 - \exp(-\alpha' m^b))}{1 - \exp(-\alpha' m^b)} \quad (4)$$

Le niveau de précision D_o reste toujours relatif à la proportion de feuilles infestées même si il s'agit d'un plan d'échantillonnage énumératif. L'équation (4) ne tient pas compte de l'erreur introduite lors de la transformation de p dans (3).

Plan d'échantillonnage séquentiel

Qu'il s'agisse de *M. progresivus* ou d'*O. gossypii*, lorsque la densité moyenne est inférieure à 5 ou supérieure à 30 stades mobiles/feuille, la proportion de feuilles infestées se trouve en dehors du domaine d'application du modèle de KARANDINOS. Dans ces conditions, le nombre optimal de feuilles à prélever, pour un niveau de précision donné, est donné par l'équation de GREEN (1970):

$$\log T_n = \frac{\log(D_o^2/a)}{(b-2)} + \frac{(b-1)}{(b-2)} \log n \quad (5)$$

T_n = nombre cumulatif d'acariens, n = nombre de feuilles, a et b proviennent de la loi de puissance de TAYLOR, et D_o = niveau de précision.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Répartition intra-plant. Nous avons considéré uniquement la distribution des stades mobiles (immatures + adultes). *M. progresivus* a la même répartition dans chacune des deux parcelles et pendant les 2 saisons (sèche et humide) du suivi. Les densités relatives des stades mobiles de *M. progresivus* les plus élevées sont toujours retrouvées sur la jeune feuille et la première feuille entièrement développée (FDL), c'est-à-dire dans les deux strates supérieures du plant de manioc. La densité observée sur la vieille feuille est toujours très faible (10 % de la densité relative de la FDL), voire pratiquement nulle, même en cas de pullulation. D'après les analyses statistiques effectuées, les acariens verts semblent se répartir également dans la partie apicale et la partie moyenne des plants de manioc.

O. gossypii. On retrouve toujours les densités relatives les plus élevées sur la FDL et sur la vieille feuille. La densité observée sur la jeune feuille est très faible même lors des périodes de pullulation et ne représente en moyenne que 10 % de la densité

relative la plus importante observée à chaque échantillonnage. Les comparaisons statistiques ont montré qu'*O. gossypii* se répartit préférentiellement dans la partie moyenne et la partie basse de la plante.

Les analyses de distribution de l'acarien vert et de l'acarien rouge attestent que la première feuille entièrement développée (FDL) peut être choisie comme unité d'échantillonnage commune. Les densités relatives de *M. progresivus* et d'*O. gossypii* observées sur cette feuille caractérisent bien les populations présentes sur la plante et peuvent permettre aisément l'estimation de leur densité absolue (YANINEK *et al.*, 1991; BONATO, 1993).

Répartition inter-plant. Les paramètres a et b de la loi de puissance de TAYLOR (1961) estimés à partir des données recueillies dans les deux parcelles sont $a=0,89$, $b=1,64$ ($r^2=0,91$) pour *M. progresivus*, et $a=0,72$, $b=1,55$ ($r^2=0,95$) pour *O. gossypii*. Les valeurs de a étant proche de 1, et celles de b étant supérieures à 1 dans les deux cas, *M. progresivus* et *O. gossypii* ont une distribution agrégée.

Développement d'un plan d'échantillonnage commun.

Plan d'échantillonnage binomial

Les coefficients du modèle de NACHMAN (1984) (fig. 1, A et B) ont été déterminés après linéarisation de l'équation (2) : $\alpha' = 0,32$ et $\beta' = 0,62$ pour *M. progresivus*, $\alpha' = 0,26$ et $\beta' = 0,62$ pour *O. gossypii*.

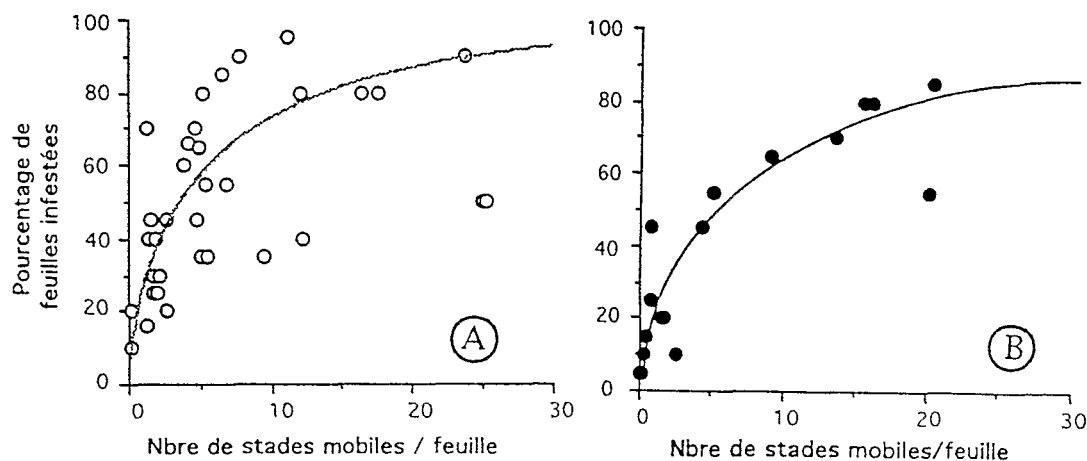


Fig. 1. Prédiction de la proportion de feuilles infestées en fonction de la densité relative des stades mobiles d'après le modèle de NACHMAN (éq. 3) (—), symboles = observations de terrain: MANTSOUMBA et KOMBE. Percentage of leaves infested versus mobile stages. Observed values (symbol) and predicted densities based on Nachman's (1984) model (solid line). A = *Mononychellus progresivus*; B = *Oligonychus gossypii*.

Le modèle binomial de NACHMAN (1984) montre que quelle que soit l'espèce d'acarien (rouge ou vert), la proportion de feuilles infestées est supérieure à 90% dès que l'on dépasse 30 stades mobiles par FDL.

Plan d'échantillonnage énumératif.

Il est nécessaire de disposer d'un plan d'échantillonnage énumératif afin de pouvoir estimer de manière un peu plus précise les densités relatives de ces deux acariens. L'incorporation des valeurs des coefficients a' et b' du modèle de NACHMAN (1984) (éq. 2) dans le modèle de KARANDINOS (1976) (éq. 4) permet d'obtenir les résultats suivants : le nombre optimal de FDL à prendre pour estimer convenablement les populations de *M. progresivus* et d'*O. gossypii*, avec un niveau de précision D_0 , est indiqué sur les figures 10 et 11. Pour chacune des deux espèces d'acariens, tant que les densités relatives observées restent dans un intervalle compris entre 5 et 30 stades mobiles par feuille ($D_0 = 0.2$ ou 0.3) le prélèvement de 30 à 75 feuilles est nécessaire pour estimer convenablement les populations d'acariens présents. En dehors de ces limites il est préférable d'utiliser le plan d'échantillonnage séquentiel qui permet d'optimiser son échantillonnage et de minimiser le nombre de feuilles à prélever afin d'obtenir une estimation correcte des densités en fonction d'un niveau de précision défini.

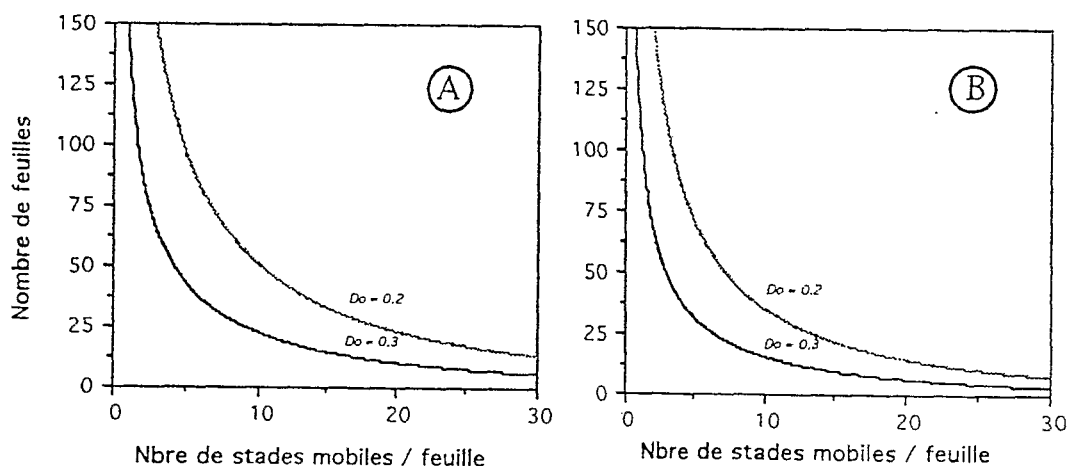


Fig. 2. Nombre de feuilles à prélever pour estimer le nombre de stades mobiles avec des niveaux de précision $D_0 = 0,2$ et $D_0 = 0,3$. Number of samples required to estimate mobiles stages per leaf using an enumerative sampling procedure for a given level of precision D_0 . A = *Mononychellus progresivus*; B = *Oligonychus gossypii*.

L'utilisation de procédures d'échantillonnage permettant l'estimation des populations est un des aspects importants de chaque programme de lutte contre un ou plusieurs ravageurs. L'analyse de la répartition intra-plant de l'acarien vert *M. progresivus* et de l'acarien rouge *O. gossypii*, tous deux présents dans les parcelles de manioc, a permis de sélectionner la première feuille entièrement développée (FDL) comme unité

d'échantillonnage commune. Basés sur l'examen de cette FDL on a pu proposer plusieurs plans d'échantillonnage communs.

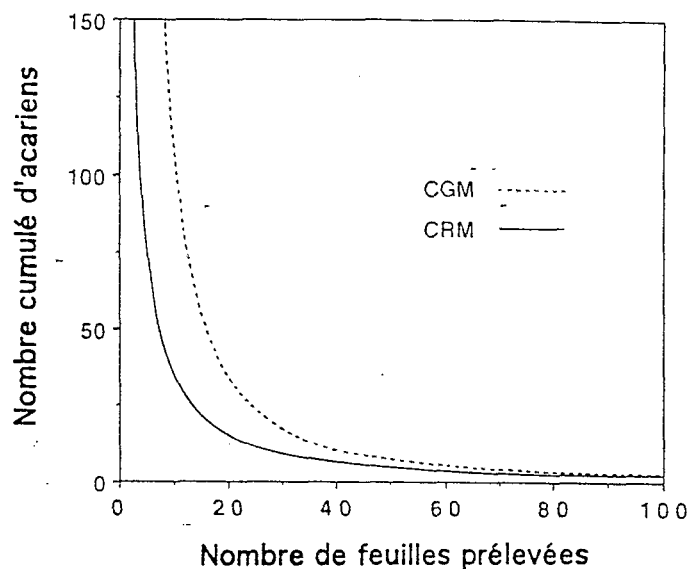


Fig. 3. Nombre optimal de feuilles à prélever en fonction du nombre de stades mobiles cumulés (avec un niveau de précision $D_0 = 0,2$. Stop lines for constant-precision sequential samples for the mobile stages. CGM = *Mononychellus progresivus*; CRM = *Oligonychus gossypii*.

L'utilisation du plan d'échantillonnage binomial (présence-absence) et du plan d'échantillonnage énumératif donne des résultats fiables tant que les populations de chacun des acariens restent dans des limites comprises entre 5 et 30 stades mobiles par FDL (figs. 1 et 2). Au delà de ces limites, afin d'avoir des estimations plus précises, il est préférable d'utiliser le plan d'échantillonnage séquentiel (fig. 3). Toutefois, dans le cadre d'un contrôle rapide des niveaux de populations, et d'après les résultats obtenus avec le plan d'échantillonnage binomial, le plan d'échantillonnage énumératif et le plan d'échantillonnage séquentiel, 30 FDL de 30 plants pris au hasard le long de la parcelle (selon la procédure proposée, voir à Répartition intra-plant) suffisent pour estimer correctement les densités des deux acariens.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BONATO O., 1993 - Dynamique des populations de l'acarien vert du manioc *Mononychellus progresivus* et de l'acarien rouge *Oligonychus gossypii* au Congo. Modélisation du sous-système acariens phytophages-manioc. Thèse Doc., Université Montpellier II. 146 pp.

GREEN G. H., 1970 - On fixed precision level sequential sampling. Res. Pop. Ecol. 12, 249-251.

KARANDINOS M. G., 1976. - Optimum sample size and comments on some published formulae. Bull. Entomol. Soc. Am. 22, 417-421.

NACHMAN G., 1984. - Estimates of mean population density and spatial distribution of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseeidae) based upon the proportion of empty sampling units. J. Appl. Ecol. 21, 903-913.

SOUTHWOOD T.R.E., 1978. - Ecological methods. Chapman & Hall, London, 524 pp.

TAYLOR L.R., 1961. - Aggregation, variance and the mean. Nature 189, 732-735.

YANINEK J. S., 1985. - Field monitoring of *Mononychellus tanajoa* populations. Annual Report-1984. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigéria. 136-138.

YANINEK J. S., J. BAUMGÄRTNER et A. P. GUTIERREZ, 1991. - Sampling *Mononychellus tanajoa* (Acari; Tetranychidae) on cassava in Africa. Bull. Entomol. Res. 81, 201-208.

ZAR J. H., 1984. - Biostatistical analysis. Second Edition. Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, N. J. 718pp.