

TAUX INTRINSEQUE D'ACCROISSEMENT NATUREL DE LA COCHENILLE DU MANIOC,  
PHENACOCCLUS MANIHOTI MATILE-FERRERO (HOMOPTERES, PSEUDOCOCCIDAE).

INTERET D'UNE METHODE SIMPLIFIEE D'ESTIMATION DE  $r_m$

B. LE RÜ<sup>(1)</sup> et B. PAPIEROK<sup>(2)</sup>

(1) Centre ORSTOM de Brazzaville, B.P. 181, Brazzaville, R.p. du Congo.

(2) Institut Pasteur, 25, rue du Dr Roux, 75724 Paris Cedex 15, France.

I. INTRODUCTION

La croissance d'une population animale est fonction de la durée de développement, de la fécondité et de la mortalité des individus, chacun de ces paramètres étant lui-même influencé par les facteurs des milieux. Si on désigne par  $N$  l'effectif d'une population à croissance exponentielle et le temps par  $t$ , le taux de croissance de la population,  $r$ , est tel que:

$$\frac{dN}{dt} = rN \quad (1)$$

soit, après intégration:

$$N_t = N_0 e^{rt} \quad (2)$$

où:  $N_t$  = Nombre d'individus au temps  $t$ ,  $N_0$  = Nombre d'individus au temps 0.

$r$  est constant dans le cas d'une population caractérisée par une distribution stable des âges et évoluant dans un environnement illimité.

Introduit à l'origine dans les études de démographie humaine (LOTKA, 1925), le taux de croissance a fait l'objet d'application aux populations de petits rongeurs élevés en laboratoire (LESLIE et RANSON, 1940). A la suite de BIRCH (1948), de nombreux travaux ont été consacrés aux possibilités d'utilisation de ce paramètre dans le cas des insectes. En effet, l'étude expérimentale des variations du taux de croissance en fonction des conditions du milieu est utile à la compréhension de la dynamique des populations (FRAZER, 1972; GUTIERREZ, 1976; DELOBEL et UNNITHAN, 1983). Au plan pratique, ce paramètre peut être utilisé dans les études de sélection variétale, le taux de croissance de la population d'un ravageur étant proportionnel au niveau de sensibilité de la plante hôte (BENGSTON, 1970). De même, l'efficacité d'un parasite ou d'un prédateur peut être estimée à l'aide de ce paramètre.

La valeur maximale du taux de croissance,  $r_m$ , est définie comme le taux intrinsèque d'accroissement naturel (BIRCH, 1948; ANDREWARTHA et BIRCH, 1954) ou encore la capacité innée d'accroissement (LAUGHLIN, 1965). Expérimentalement le calcul de  $r_m$  est effectué après établissement d'une table de vie et de natalité. On suit l'évolution d'une cohorte (membres nés ensemble) en déterminant quotidiennement la mortalité et la fécondité femelle par femelle. Une table de vie et de natalité donne la proportion de femelles en vie au jour  $x$

(probabilité de survie), soit  $l_x$ , le nombre de descendants femelles nés d'une femelle d'âge ( $x$ ) soit  $m_x$ , d'où le nombre de descendants femelles produits chaque jour par une femelle présente au temps 0, soit  $l_x m_x$ .

$$r_m \text{ est tel que: } e^{-r_m x} l_x m_x d_x = 1 \quad (3)$$

BIRCH (1948) a introduit une approximation de cette équation:

$$\sum e^{-r_m x} l_x m_x = 1 \quad (4)$$

à partir de laquelle on peut calculer  $r_m$  par approximations successives.

Le taux de reproduction,  $R_0$  est égal à:

$$R_0 = \sum l_x m_x \quad (5)$$

On peut également déterminer la durée moyenne d'une génération  $T_m$  qui est telle que:

$$T_m = \frac{\text{Log } R_0}{r_m} \quad (6)$$

Le calcul de  $r_m$  nécessite une étude expérimentale longue (tables de vie et de natalité avec des relevés quotidiens) et l'accès à des moyens de calcul hautement perfectionnés. Plusieurs auteurs ont donc proposé des méthodes simplifiées de détermination. HOWE (1953) a ainsi établi que, pour des insectes dont la période reproductive est courte (2 semaines dans le cas du Coléoptère Anobiidae Lasioderma serricornis (F)),

$$r_m = \text{Log}_e k/d + \frac{1}{2} l \quad (7)$$

où  $l$  = période reproductive (en jours),  $d$  = durée de développement,  $k$  = nombre d'oeufs femelles.

Cet auteur a d'autre part introduit des coefficients de pondération applicables dans le cas d'insectes ayant une durée de développement et une période de reproduction longues (comme la plupart des insectes des denrées).

ANDREWARTHA et BIRCH (1954) ayant considéré que  $\frac{\text{Log } R_0}{T_m}$  est un

bon estimateur de  $r_m$  lorsque  $R_0$  est petit, LAUGHLIN (1965) définit la capacité d'accroissement par individu,  $r_c$ , tel que:

$$r_c = \frac{\text{Log } R_0}{T_c} \quad (8)$$

où  $T_c$  est l'âge moyen des femelles élevées en cohorte à la naissance des femelles de la génération suivante.  $T_c$  correspond à l'âge des femelles lorsque la moitié des oeufs sont pondus. Il est déterminé graphiquement à

partir des données de la table de vie (BENGSTON, 1969).

Le paramètre  $r_c$  apparaît comme une bonne approximation de  $r_m$  quand  $R_0$  n'est pas trop grand et que tous les individus se reproduisent en même temps sur une courte période (SOUTHWOOD, 1978).

Récemment WYATT et WHITE (1977) ont mis au point une méthode simplifiée d'estimation de  $r_m$  applicable dans le cas des pucerons et des tétranyques. S'appuyant sur les observations de DELOACH (1974) qui avait remarqué que, chez plusieurs espèces de pucerons, 95 % de la descendance (soit  $M_d$ ) apparaît dans un intervalle de temps  $d$  égal à la période préreproductive (de la naissance jusqu'à l'apparition de la première larve), ces auteurs n'effectuent les observations nécessaires à l'établissement des tables de vie que pendant une période  $2d$  après la naissance. Ils ont ainsi montré qu'une bonne approximation de  $r_m$  est donnée par la formule:

$$r_m = 0,738 \frac{\text{Log } M_d}{d} \quad (9)$$

Comparativement aux méthodes proposées par BIRCH (1948), HOWE (1953) et LAUGHLIN (1965), le procédé d'estimation de  $r_m$  établi par WYATT et WHITE (1977) a l'avantage de réduire le nombre des observations nécessaires à son calcul. En contrepartie, il néglige la mortalité durant toute la période d'étude.

Dans le cadre d'une étude autoécologique de la cochenille du manioc, Phenacoccus manihoti Matile-Ferrero (Homoptères Coccoidea, Pseudococcidae), nous avons été amenés à proposer une simplification dans la démarche expérimentale établie par LAUGHLIN (1965). Nous avons ainsi établi une approximation de  $r_c$ , que nous nommons  $r_c$  approché. Les valeurs de  $r_c$  approché s'étant révélées, pour P. manihoti, très proches de celles de  $r_c$ , nous avons essayé de préciser les possibilités d'application du  $r_c$  approché à d'autres insectes et à des acariens possédant des caractéristiques biologiques très différentes. Les valeurs de  $r_c$  approché ont été comparées aux valeurs respectives de  $r_m$  estimées selon BIRCH (1948), LAUGHLIN (1965) et WYATT et WHITE (1977). Les méthodes de calcul proposées par HOWE (1953) n'ont pas été prises en considération dans le présent travail en raison de conditions d'utilisation très restrictives.

## II. METHODE SIMPLIFIEE D'ESTIMATION DE LA CAPACITE INNEE D'ACCROISSEMENT DANS LE CAS DE P. manihoti

La table de vie et de natalité de Phenacoccus manihoti, espèce se reproduisant par parthénogenèse thélytoque a été établie à une température de  $27 \pm 7^\circ\text{C}$  et à une humidité relative de  $75 \pm 24 \%$  (LE RÜ, 1984). Les résultats en sont donnés dans le tableau 1.

Age des femelles en jour	proportion des femelles survivantes (en proba- bilité de survie)	nombre d'oeufs femelles/femelle et par jour	$l_x m_x$	$l_x m_x$ cumulé
x	$l_x$	$m_x$		
0 - 31	1	0		oeuf - larve maturité sexuelle
32	1	28,8	28,8	28,8
33	1	30,1	30,1	58,9
34	1	29,7	29,7	88,6
35	1	27,4	27,4	116,0
36	1	30,5	30,5	146,5
37	1	28,2	28,2	174,7
38	1	27,2	27,2	201,9
39	1	29,8	29,8	231,7
40	1	30,2	30,2	261,9
41	1	26,1	26,1	288,0
42	0,96	22,3	21,4	309,4
43	0,89	19,4	17,3	326,7
44	0,82	19,5	16,0	342,7
45	0,78	17,3	13,5	356,2
46	0,64	14,3	9,2	365,4
47	0,53	11,0	5,8	371,2
48	0,46	10,1	4,6	375,8
49	0,46	7,5	3,4	379,2
50	0,42	7,3	3,1	382,3
51	0,32	6,3	2,0	384,3
52	0,21	3,9	0,8	385,1
53	0,10	3,1	0,3	385,4
54	0,06	2,1	0,2	385,5
55	0,06	2,0	0,1	385,6
56	0,06	0,79	0,05	385,65
57	0,06	0,43	0,03	385,68
58	0,06	0,36	0,02	385,70
59	0,06	0,25	0,02	385,72
60	0	0	0	385,72

$$R_0 = \sum l_x m_x = 385,7 \text{ oeufs femelles/femelle}$$

TABLEAU 1. Table de vie et taux net de reproduction,  $R_0$ , de Phenacoccus manihoti à  $27 \pm 7^\circ\text{C}$  et  $75 \pm 24\%$  H.R. (établis à partir de 28 femelles).

Le taux de reproduction  $R_0$  est égal à 385,7 oeufs femelles/femelle. La détermination graphique de  $T_c$  donne  $T_c = 37,4$  jours (Fig. 1), d'où:

$$r_c = \frac{\text{Log } 385,7}{37,4} = 0,159$$

L'examen de la table de vie et de natalité de la cochenille du manioc révèle que la fécondité de cet insecte est élevée (supérieure ou égale en moyenne à 300 - 400 oeufs). Les femelles commencent à mourir le 12<sup>ème</sup> jour, alors que plus de 75 % des oeufs sont pondus. Ceci nous autorise à considérer comme négligeable la mortalité des femelles tout au long de l'expérience. Dans ces conditions,  $l_x$  approché qui est égal à 1 - probabilité de mort au cours de la période embryonnaire et larvaire, est constant tout au long de la période reproductive et  $R_0$  approché est tel que:

$$R_0 \text{ approché} = l_x \text{ approché } \Sigma m_x \quad (10)$$

où  $\Sigma m_x$  = nombre cumulé de descendants femelles/femelle, par conséquent

$$r_c \text{ approché} = \frac{\text{Log } R_0 \text{ approché}}{T_c \text{ approché}} \quad (11)$$

En principe, on pourrait déterminer  $\Sigma m_x$  par le seul comptage, en fin de la période reproductive, de la descendance femelle issue d'une cohorte de femelles. Dans la pratique cependant, comme l'éclosion éventuelle d'individus avant la fin de la période reproductive risque de perturber les résultats, il pourra s'avérer nécessaire d'effectuer plusieurs relevés à des intervalles plus ou moins rapprochés, compte tenu de la durée de développement embryonnaire. C'est ainsi que, dans le cas de la cochenille du manioc, nous avons établi la table de vie et de natalité à partir de relevés hebdomadaires, la durée de développement embryonnaire de cet Homoptère étant en effet de  $7,8 \pm 0,4$  j à  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  et  $75 \pm 5$  % H.R. (LE RÜ, 1984) (Tableau 2).

Dans le cas particulier de P. manihoti, la mortalité embryonnaire et larvaire est pratiquement nulle (LE RÜ, 1984).  $l_x$  est donc égal à 1 et  $R_0$  approché (=  $\Sigma m_x$ ) à 435,5 oeufs femelles/femelle. Comme la détermination graphique de  $T_c$  approché donne  $T_c$  approché = 38,6 jours (Fig. 1), nous obtenons:

$$r_c \text{ approché} = \frac{\text{Log } 435,5}{38,6} = 0,157$$

A partir de la table de vie et de natalité de P. manihoti établie par BOUSSIENGUÉ (1979) dans des conditions thermohygrométriques semblables, nous

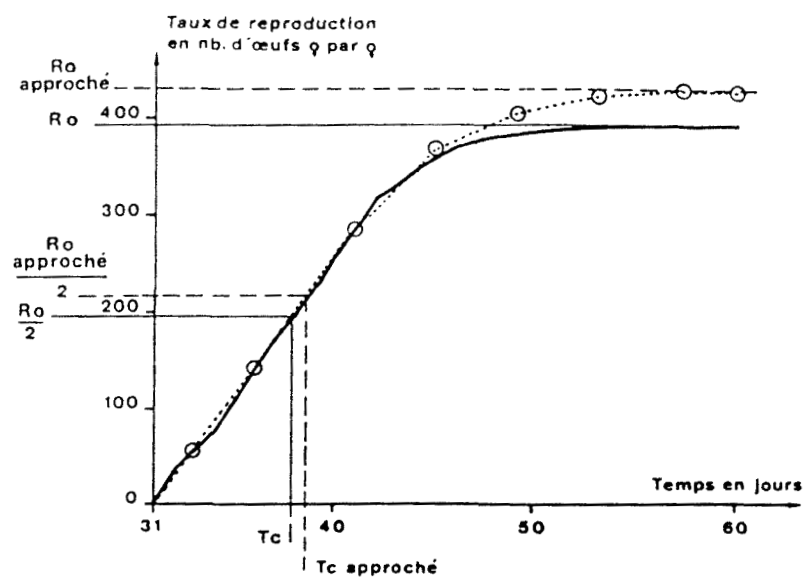


FIGURE 1. Détermination graphique de l'âge moyen des femelles de *Phenacoccus manihoti* lorsque la moitié des oeufs sont pondus,  $T_c$ , et de  $T_c$  approché (à  $27 \pm 7^\circ\text{C}$  et  $75 \pm 24\%$  H.R.).

Age des femelles en jour	Nb d'oeufs femelles/femelle entre 2 relevés successifs	$m_x$ approché	$m_x$ approché cumulé
x			
0 - 31	0		oeuf - larve maturité sexuelle
33	58,9		58,9
37	115,8		174,7
41	113,3		288,0
45	78,5		366,5
49	42,5		409,0
53	17,5		426,5
57	7,2		433,7
60	1,8		435,5

$$R_0 \text{ approché} = \sum m_x \text{ approché} = 435,5 \text{ oeufs femelles/femelle}$$

TABLEAU 2. Table de vie simplifiée et taux net de reproduction,  $R_0$ , de *Phenacoccus manihoti* établis sur la base de relevés effectués tous les 4 jours en moyenne (à partir des données du tableau 1). La probabilité de survie des femelles,  $l_x$ , est égale à 1 jusqu'à la fin de la période reproductive.

trouvons, pour  $r_c$  et pour  $r_c$  approché, les valeurs respectives de 0,160 et de 0,158. En ce qui concerne l'étude de IHEAGWAM (1981), ces 2 paramètres n'ont pu être estimés, car nous ne disposons pas de toutes les données nécessaires.

La similitude remarquable observée, dans le cas du travail de BOUSSIENGUÉ et du nôtre, entre la valeur du  $r_c$ , calculée à partir des relevés quotidiens et celle du  $r_c$  approché, calculée à partir des relevés bihebdomadaires, peut s'expliquer de la manière suivante: comme nous considérons nulle la mortalité des femelles tout au long de la période de la ponte,  $R_o$  approché est supérieur à  $R_o$ . La différence entre ces 2 valeurs est d'autant plus atténuée que la fécondité est importante. Le passage en logarithme a également pour effet d'atténuer la surestimation de  $R_o$  approché par rapport à  $R_o$ . De même,  $T_c$  approché est supérieur à  $T_c$ , la différence étant d'autant plus atténuée que  $T_c$  est élevé. Ces 2 surestimations se compensent au niveau du calcul du  $r_c$  approché.

### III. COMPARAISON DES DIFFERENTES METHODES D'ESTIMATION DU TAUX INTRINSEQUE D'ACCROISSEMENT NATUREL

La méthode simplifiée d'établissement de la capacité d'accroissement présentée ici a été mise au point dans le cas particulier de Phenacoccus manihoti. Il était intéressant dès lors de rechercher les possibilités de son application à des insectes ou des acariens présentant des caractéristiques biologiques très différentes notamment en ce qui concerne le taux de reproduction  $R_o$  et la durée moyenne d'une génération.

Une trentaine d'exemples ont été choisis dans la littérature, correspondant à 19 espèces d'insectes appartenant à divers ordres (Homoptères, Hétéroptères, Coléoptères et Diptères) et 2 espèces d'acariens. Le taux de reproduction  $R_o$  est compris entre 2,3 dans le cas de Niptus hololeucus (Faldermann) (Coléoptères Ptinidae) (HOWE, 1953) et 843,2 oeufs femelles/femelle chez Drosophila melanogaster Meigen (Diptères Drosophilidae) (DAVID et FOUILLET, 1971). L'âge moyen,  $T_c$ , est compris entre 5,9 dans le cas de Myzus persitae (Sulzer) (Homoptères Aphididae) (BARLOW, 1962) et 287,3 jours chez Mezium affini Boieldieu (Coléoptères Ptinidae) (HOWE, 1953).

Pour chacun des exemples pris en considération, nous disposons d'une part, de la valeur du  $r_m$  (d'après BIRCH), et d'autre part, soit d'une table de vie complète, soit des valeurs de  $R_o$  et de la mortalité et de la durée de

TABLEAU 3. Paramètres biologiques de différents insectes et acariens et valeurs correspondantes de plusieurs estimations de la valeur maximale de leur taux de croissance:  $r_m$ ,  $r_c$  et  $r_c$  approché (sur 28 exemples pris dans la littérature).

Espèce	Position systématique	Référence	Mortalité larvaire %	R <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> graphique jour	F <sub>m</sub> BIRCH	F <sub>m</sub> WATT et WHITE	r <sub>c</sub> LAUGHLIN	r <sub>c</sub> approché	r <sub>c</sub> variation BIRCH	r <sub>c</sub> variation WATT et WHITE/F <sub>m</sub> BIRCH	r <sub>c</sub> variation WATT et WHITE/F <sub>m</sub> BIRCH
<i>Drosophila melanogaster</i> Meigen	: Dipt. Drosophilidae	: DAVID & FOUILLET, 1971	: 5,0	: 843,2	: 20,7	: 0,450	: 0,490	: 0,325	: 0,325	: 38,5	: 38,5	: 8,2
"	: "	: SIDDIQUI & BARLOW, 1972	: 31,3	: 144,0	: 31,5	: 0,239	: 0,259	: 0,158	: 0,163	: 51,3	: 46,6	: 8,4
"	: "	:	: 32,6	: 209,0	: 22,9	: 0,376	: 0,457	: 0,232	: 0,240	: 62,1	: 56,7	: 21,5
<i>Calandra orizae</i> L.	: Col. Curculionidae	: BIRCH, 1948	: 10,0	: 113,6	: 58,1	: 0,109	: 0,106	: 0,081	: 0,086	: 33,7	: 26,7	: 2,8
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	: Col. Tenebrionidae	: LESLIE & PARK, 1949	: 46,0	: 275,0	: 80,0	: 0,101	: 0,129	: 0,070	: 0,070	: 44,3	: 44,3	: 27,7
<i>Lasioderma serricornæ</i> (F.)	: Col. Anobiidae	: LEFKOVITCH, 1963	: 5,0	: 13,2	: 35,6	: 0,073	: 0,076	: 0,073	: 0,076	: 0	: 4,1	: 4,1
<i>Eurostus helleri</i> Reitter	: Col. Ptinidae	: HOWE, 1953	: 71,0	: 3,1	: 115,6	: 0,010	: 0,028	: 0,010	: 0,010	: 0	: 0	: 180,0
<i>Gibbum psylloides</i> Czemp.	: "	:	: 73,0	: 75,2	: 182,6	: 0,034	: 0,050	: 0,027	: 0,024	: 25,9	: 41,7	: 47,0
<i>Mezium affini</i> Boieldieu	: "	:	: 86,0	: 64,2	: 287,3	: 0,023	: 0,044	: 0,014	: 0,015	: 64,3	: 53,3	: 91,3
<i>Niptus hololeucus</i> (Faldermann)	: "	:	: 95,0	: 2,3	: 138,1	: 0,006	: 0,027	: 0,006	: 0,007	: 0	: 16,7	: 350,0
<i>Ptinus fur</i> (L.)	: "	:	: 72,0	: 10,8	: 182,3	: 0,013	: 0,018	: 0,013	: 0,013	: 0	: 0	: 38,5
<i>Ptinus sexpunctatus</i> Panzer	: "	:	: 81,0	: 4,1	: 227,5	: 0,006	: 0,012	: 0,006	: 0,007	: 0	: 16,7	: 109,0
<i>Ptinus tectus</i> Boieldieu	: "	:	: 60,0	: 116,1	: 149,6	: 0,049	: 0,062	: 0,032	: 0,034	: 53,1	: 44,1	: 26,5
<i>Stetomezium squamosum</i> Hinton	: "	:	: 76,0	: 41,0	: 190,6	: 0,025	: 0,043	: 0,019	: 0,020	: 31,6	: 25,0	: 72,0
<i>Trigonogenius globulus</i> Solier	: "	:	: 70,0	: 49,8	: 171,8	: 0,032	: 0,045	: 0,023	: 0,022	: 39,1	: 45,4	: 40,6
<i>Distantiella theobroma</i> (Distant)	: Het. Miridae	: PIART in LE BERRE, 1976	: 70,0	: 12,7	: 39,0	: 0,063	: 0,092	: 0,065	: 0,075	: 3,1	: 16,0	: 31,5
<i>Phenacoccus manihoti</i> Matile-Ferrero	: Hom. Pseudococcidae	: BOUSSIENGUE, 1979	: 0	: 590,7	: 40,0	: 0,155	: 0,151	: 0,160	: 0,158	: 3,1	: 1,9	: 2,6
<i>Aphis fabae</i> Scopoli	: Hom. Aphididae	: FRAZER, 1972	: 0	: 79,3	: 15,2	: 0,359	: 0,401	: 0,288	: 0,288	: 24,6	: 24,6	: 11,7
<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris)	: "	:	: 6,5	: 97,0	: 13,0	: 0,404	: 0,411	: 0,352	: 0,352	: 14,8	: 14,8	: 1,7
<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas)	: "	: BARLOW, 1962	: 5,0	: 33,9	: 17,8	: 0,174	: 0,196	: 0,203	: 0,162	: 14,3	: 7,4	: 11,2
"	: "	:	: 31,0	: 24,4	: 13,1	: 0,219	: 0,151	: 0,244	: 0,217	: 10,2	: 0,9	: 45,0
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	: "	:	: 2,0	: 78,3	: 12,7	: 0,340	: 0,453	: 0,342	: 0,347	: 0,6	: 2,0	: 25,0
"	: "	:	: 24,0	: 15,1	: 6,0	: 0,450	: 0,545	: 0,457	: 0,476	: 1,5	: 5,5	: 17,4
<i>Tetranychus urticae</i> Koch	: Acar. Tetranychidae	: BENGSTON, 1970	: 0	: 18,9	: 15,8	: 0,199	: 0,229	: 0,186	: 0,204	: 7,0	: 2,5	: 15,1
"	: "	:	: 0	: 9,0	: 18,1	: 0,130	: 0,160	: 0,121	: 0,115	: 7,4	: 13,0	: 23,1
<i>Tetranychus neocaledonicus</i> André	: "	: GUTIERREZ, 1976	: 0	: 50,5	: 18,2	: 0,230	: 0,269	: 0,215	: 0,209	: 7,0	: 10,0	: 14,5
<i>Tetranychus mcDanieli</i> McGregor	: "	: TANIGOSHI, 1975	: 0	: 75,7	: 19,4	: 0,245	: 0,290	: 0,223	: 0,251	: 9,9	: 2,4	: 18,4
"	: "	:	: 0	: 56,1	: 26,9	: 0,187	: 0,181	: 0,149	: 0,166	: 5,5	: 12,6	: 3,3



	$r_m$ BIRCH	$r_m$ WYATT et WHITE	$r_c$ LAUGHLIN	$r_c$ approché
$r_m$ BIRCH	1,000	0,991	0,983	0,985
$r_m$ WYATT et WHITE		1,000	0,969	0,968
$r_c$ LAUGHLIN			1,000	0,998
$r_c$ approché				1,000

TABLEAU 4. Coefficients de corrélation entre différentes estimations de la valeur maximale du taux de croissance des arthropodes:  $r_m$ ,  $r_c$  et  $r_c$  approché (sur l'ensemble des 23 exemples présentés dans le tableau 3).

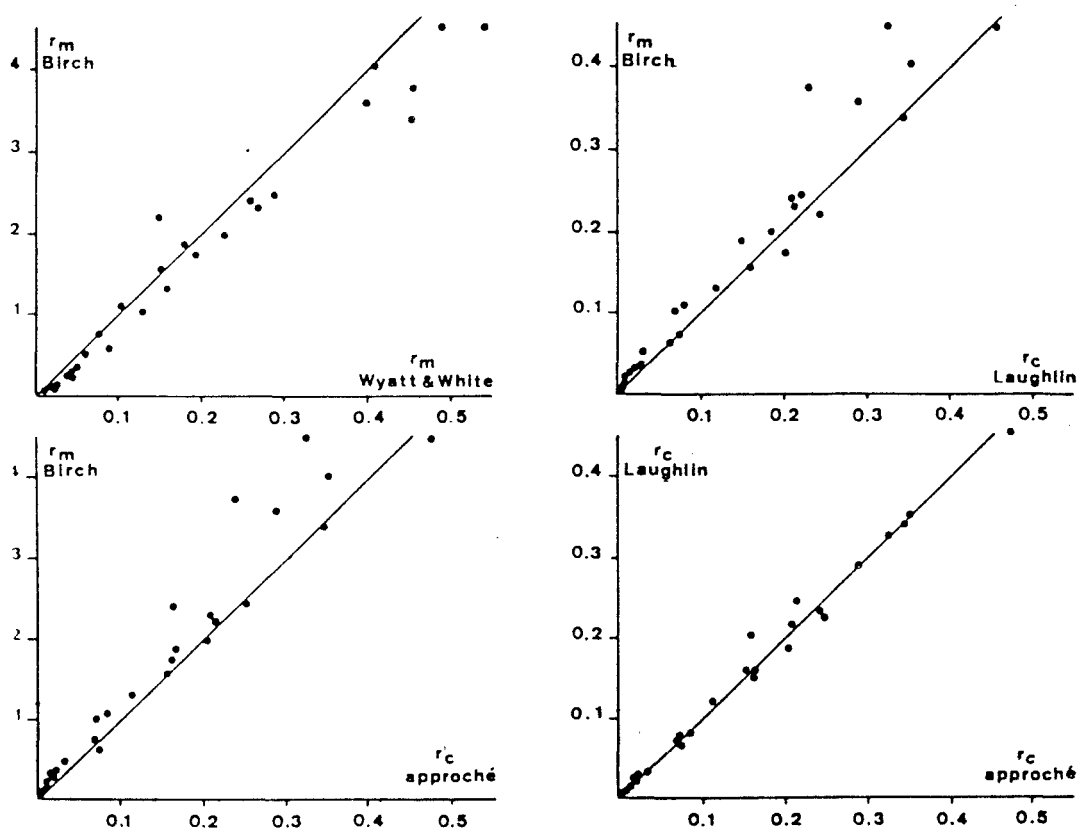


FIGURE 2. Représentation graphique des correspondances entre différentes estimations de la valeur maximale du taux de croissance des arthropodes:  $r_m$ ,  $r_c$  et  $r_c$  approché (sur l'ensemble des 28 exemples présentés dans le tableau 3).

vie larvaire. Nous avons pu ainsi comparer dans chaque cas, l'estimation du  $r_m$  d'après WYATT et WHITE (1977), celle du  $r_c$  (LAUGHLIN, 1965) et celle calculée d'après la méthode simplifiée établie dans le cas de la cochenille du manioc, à l'estimation du  $r_m$  d'après BIRCH (1948) prise ici en référence. L'ensemble des données est présenté dans le tableau 3. Les différentes estimations de la valeur maximale du taux de croissance ont été comparées entre elles grâce au calcul des coefficients de corrélation (Tableau 4). Les correspondances entre les différentes estimations prises 2 à 2 sont représentées dans la figure 2.

Les valeurs de  $r_m$  d'après BIRCH et d'après WYATT et WHITE, celles de  $r_c$  et de  $r_c$  approché sont en étroite corrélation entre elles (coefficient de corrélation toujours supérieur à 0,96). La corrélation la plus forte (0,998) est observée entre le  $r_c$  et le  $r_c$  approché. Leur correspondance est également bien visible sur la figure 2. C'est l'estimation du  $r_m$  d'après WYATT et WHITE qui se rapproche le plus de celle du  $r_m$  d'après BIRCH (coefficient de corrélation égal à 0,991). Dans la majorité des cas, les valeurs du  $r_m$  (d'après BIRCH) sont inférieures aux valeurs correspondantes estimées d'après WYATT et WHITE; à l'inverse, elles sont supérieures à celles du  $r_c$  et du  $r_c$  approché. (Fig. 2).

C'est entre les valeurs du  $r_m$  (d'après BIRCH) et les estimations correspondantes d'après WYATT et WHITE que sont observés les écarts les plus importants: le pourcentage de variation est en effet supérieur à 80 % dans 4 cas seulement (moyenne: 44,2 %). La valeur maximale du pourcentage de variation du  $r_c$  par rapport au  $r_m$  d'après BIRCH est de 64,3 % (moyenne: 20,5 %); elle est de 56,7 % dans le cas du  $r_c$  approché (moyenne: 20,5 %) (Tableau 3).

On peut remarquer que les écarts les plus importants entre le  $r_m$  (d'après BIRCH) et son estimation d'après WYATT et WHITE, sont surtout observés lorsque la mortalité larvaire est élevée. En revanche, les valeurs correspondantes du  $r_c$  et du  $r_c$  approché ne s'écartent pas d'une manière importante de la valeur du  $r_m$  (d'après BIRCH) (Tableau 3). Ceci est probablement lié au fait que WYATT et WHITE (1977) considèrent comme nulles les mortalités larvaire et imaginaire. En revanche, celles-ci sont prises en compte dans le calcul du  $r_m$  (d'après BIRCH) et du  $r_c$ : seule la mortalité larvaire l'est dans le calcul du  $r_c$  approché.

#### IV. CONCLUSION

Il apparaît en conclusion que les 3 méthodes que nous venons de comparer, celle de LAUGHLIN, celle de WYATT et WHITE et celle que nous proposons, donnent une bonne estimation du taux intrinsèque d'accroissement naturel,  $r_m$ , d'un insecte ou d'un acarien. Toutes les trois font intervenir des procédés de calcul simples. La méthode du  $r_c$  approché a l'avantage de ne pas nécessiter d'observations quotidiennes, ce qui permet de réaliser simultanément un plus grand nombre d'observations expérimentales.

Les résultats obtenus avec Phenacoccus manihoti montrent l'intérêt d'un travail méthodologique préalable dans les recherches nécessitant la connaissance du taux intrinsèque d'accroissement naturel. On pourrait, dans un premier temps, procéder à l'établissement de 3 tables de vie complètes, une dans des conditions optimales et deux dans des conditions défavorables. L'analyse comparative des données recueillies devrait permettre de déterminer la méthode d'estimation de  $r_m$  qui soit à la fois la moins astreignante dans la pratique et la mieux adaptée à l'objectif des recherches compte tenu des caractéristiques biologiques de l'animal étudié.

Grâce à la mise au point d'une méthode simplifiée d'estimation de  $r_m$ , nous pouvons maintenant envisager d'approfondir l'étude de certains aspects de la biologie et de l'écologie de la cochenille du manioc, notamment: 1) relations existant entre les variations d'abondance de la cochenille et les facteurs physiques de l'environnement; 2) influence de l'état physiologique de la plante sur la dynamique des populations de la cochenille; 3) génétique de la résistance variétale du manioc à P. manihoti. Ainsi pourraient être précisées les conditions agronomiques les plus défavorables au développement de la cochenille du manioc en Afrique intertropicale.

#### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Monsieur J. DEJARDIN (ORSTOM, Bondy) pour ses conseils en matière d'analyse des données.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWARTHA H.G. & BIRCH L.C., 1954.- The distribution and abundance of animals. Chicago University Press.
- BARLOW C.A., 1962.- The influence of temperature on the growth of experimental populations of Myzus persicae (Sulzer) and Macrosiphum euphorbiae (Thomas) (Aphididae). Can. J. Zool., 40, 145-156.
- BENGSTON M., 1969.- Effect of various temperatures and relative humidities on the population growth potential of Tetranychus urticae (Koch). Div. Plant Ind., Queensland Dept. Prim. Indus., Bull. 497.
- BENGSTON M., 1970.- Effect of different varieties of the apple host on the development of Tetranychus urticae (Koch). Queensland J. agric. anim. Sci., 27, 95-114.
- BIRCH L.C., 1948.- The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol., 17, 15-26.
- BOUSSIENGUÉ J., 1979.- Contribution à la biologie de Phenacoccus manihoti Mat. Ferr. ravageur du manioc au Congo. Rapport de stage, O.R.S.T.O.M. Brazzaville.
- DAVID J. & FOUILLET P., 1971.- Le taux intrinsèque d'accroissement naturel chez Drosophila melanogaster Meig.; intérêt de ce paramètre pour les études de dynamique des populations. La Terre et la Vie, 118, 378-394.
- DE LOACH C.J., 1974.- Rate of increase of populations of Cabbage, Green Peach, and Turnip Aphids at constant temperatures. Ann. Ent. Soc. Amer., 67, 332-340.
- DELOBEL A.G.L. & UNNITHAN G.C., 1983.- Influence des températures constantes sur les caractéristiques des populations d'Atherigona soccata (Diptères Muscidae). Acta Oecologica, Oecol. Applic., 4, 351-368.
- FRAZER B.D., 1972.- Life tables and intrinsic rates of increase of apterous black bean aphids and pea aphids, on broad bean. Can. Ent., 104, 1717-1722.
- GUTIERREZ J., 1976.- Etude biologique et écologique de Tetranychus neocaledonicus André (Acariens Tetranychidae). Thèse d'Etat. Travaux et Documents de l' ORSTOM.
- HOWE R.W., 1953.- Studies on beetles of the family Ptinidae VIII. The intrinsic rate of increase of some Ptinid beetles. Ann. Appl. Biol., 40, 121-151.
- IHEAGWAM E.U., 1981.- The influence of temperature on increase rates of the cassava mealybug Phenacoccus manihoti Mat.-Ferr. (Homoptera, Pseudococcidae). Rev. Zool. afr., 95, 959-967.

- LAUGHLIN R., 1965.- Capacity for increase: a useful population statistic. J. Anim. Ecol., 34, 77-91.
- LE BERRE J.R., 1976.- Ecologie: Dynamique des populations animales. Laboratoire d'Entomologie et d'Ecophysiologie expérimentales, Université Paris XI (Orsay).
- LEFKOVITCH L.P., 1963.- Census studies on unrestricted populations of Lasioderma serricornis (F.) (Coleoptera: Anobiidae). J. Anim. Ecol., 32, 221-231.
- LE RÜ B., 1984.- Contribution à l'étude de l'écologie de la cochenille du manioc, Phenacoccus manihoti (Hom. Coccoidea, Pseudococcidae) en République Populaire du Congo. Thèse de 3e cycle. Université de Paris XI (Orsay).
- LESLIE P.H. & PARK T., 1949.- The intrinsic rate of natural increase of Tribolium castaneum Herbst. Ecology, 30, 469-477.
- LESLIE P.H. & RANSON R.H., 1940.- The mortality, fertility and rate of natural increase of the vole (Microtus agrestis) as observed in the laboratory. J. Anim. Ecol., 9, 27-52.
- LOTKA A.J., 1925.- Elements of physical biology. Williams & Wilkins, Baltimore.
- SIDDIQUI W.H. & BARLOW C.A., 1972.- Population growth of Drosophila melanogaster (Diptera: Drosophilidae) at constant and alternating temperatures. Ann Ent. Soc. Am., 65, 993-1001.
- SOUTHWOOD T.R.E., 1978.- Ecological methods. Second edition. Chapman and Hall, Baltimore.
- TANIGOSHI L.K., HOYT S.C., BROWNE R.W. & LOGAN J.A., 1975.- Influence of temperature on population increase of Tetranychus mcdanieli Ann. Ent. Soc. Am., 68, 972-978.
- WYATT J.T. & WHITE P.F., 1977.- Simple estimation of intrinsic increase rates for Aphids and Tetranychid mites. J. Appl. Ecol., 14, 757-766.



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

**LA COCHENILLE DU MANIOC  
ET SA BIOCOENOSE  
AU CONGO  
1979-84**

G. FABRES

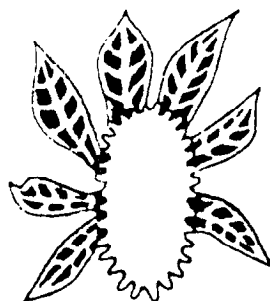
B. LE RU

A. KIYINDOU

A. BIASSANGAMA

J. BOUSSIENGUE

S. EPOUNA MOUINGA



TRAVAUX DE L'EQUIPE FRANCO-CONGOLAISE

ORSTOM • DGRS

Brazzaville BP 181 R P du Congo