

LES ÉTUDES DE DÉMOGRAPHIE
CHEZ LES COCHENILLES DIASPINES.
APPLICATIONS A TROIS ESPÈCES NUISIBLES
A L'ORANGER EN TUNISIE.
CAS PARTICULIER D'UNE ESPÈCE
A GÉNÉRATIONS CHEVAUCHANTES :
PARLATORIA ZIZIPHI LUCAS

B. SIGWALT

*Office de la Recherche scientifique et technique d'Outre-Mer
Mission Tunisie (1)*

RÉSUMÉ

L'étude démographique des populations de Cochenilles Diaspines à générations chevauchantes pose des problèmes d'échantillonnage complexes, limitant les possibilités de construction des tables de mortalité. Chez *Parlatoria ziziphi* LUCAS, sur Oranger, la génération de printemps qui s'installe sur la nouvelle végétation se comporte comme une génération séparée, élément simple de la population complète. Une première table de mortalité a pu être établie.

INTRODUCTION

Les études de démographie chez les insectes utilisent de plus en plus largement la construction de tables de mortalité. Celles-ci permettent de déterminer l'importance relative des facteurs responsables de l'évolution d'une population. Dans la suite de l'étude, on peut isoler ceux qui sont à l'origine des fluctuations, facteurs-clé de MORRIS, et mettre en évidence les points de faiblesse du cycle biologique (GERI et DUSAUSOY, 1966). On passe alors naturellement aux travaux de lutte biologique ou de lutte intégrée.

(1) Adresse actuelle : Projet F. A. O., Station de Recherches agricoles, Chania, Crète (Grèce).

Lorsque l'espèce présente des générations chevauchantes, la construction de tables de mortalité pose des problèmes particuliers. On peut en effet envisager (SOUTHWOOD, 1966) :

— des tables de mortalité « horizontales » qui décrivent l'évolution numérique des générations successives issues d'une population mère, déterminée à l'origine par l'observateur. Cette population, constituée en principe par des individus se trouvant tous au même stade d'évolution, définit une « cohorte » réelle. Le passage de cette cohorte aux différents stades d'évolution sera plus ou moins facile à observer suivant le degré de synchronisation du cycle, c'est-à-dire suivant le degré de chevauchement des différents stades. A la limite, lorsque le chevauchement dépasse une génération complète, l'isolement suivi de la cohorte initiale au sein de la population totale devient pratiquement impossible ;

— des tables « verticales » qui s'appliquent aux espèces à générations chevauchantes. Leur emploi est toutefois limité aux populations dans lesquelles on peut déterminer une *structure d'âge* (PRESSAT, 1961). Le calcul des « indices démographiques » introduit en outre l'hypothèse d'une population stationnaire. Chez les insectes où on ne détermine le plus souvent qu'une *structure par stades* s'approchant rarement d'une structure d'âge, cette technique est également peu applicable, d'autant plus que la recherche a précisément pour objet l'étude des facteurs de fluctuations.

L'examen des populations d'insectes à générations chevauchantes est ainsi relativement limité ou fractionné suivant des sujets d'intérêt spéciaux dont la détermination des taux de parasitisme est l'illustration la plus courante.

A partir d'une description de la population, on utilise généralement des indices relatifs. Sur chaque prélèvement on établit le pourcentage de chaque stade, le taux d'individus morts, le taux de parasitisme etc. et l'interprétation de séries d'échantillons, obtenues dans le temps ou dans l'espace, s'effectue directement par comparaison de ces indices.

Les problèmes d'échantillonnage ne seront pas toujours aisés à résoudre. On doit garder à l'esprit que dans les comparaisons de proportions, la dimension de l'échantillon est d'abord le nombre d'unités de prélèvement et non la taille du prélèvement. Ce nombre doit croître avec l'hétérogénéité du milieu. Cette précaution n'est pas toujours facile à observer et on peut être amené à ne collecter que de petits échantillons. Les difficultés d'interprétation qui en résultent sont souvent signalées à propos du taux de parasitisme (SIMMONDS, 1948 ; DE BACH, 1964).

Un certain nombre de ces problèmes seront illustrés par les travaux réalisés récemment en Tunisie sur trois espèces de Cochenilles Diaspines nuisibles à l'Oranger.

MATÉRIEL D'ÉTUDE. PREMIERS TRAVAUX EFFECTUÉS

Parmi les cochenilles nuisibles aux agrumes en Tunisie, trois espèces de Diaspines sont particulièrement importantes :

Chrysomphalus dictyospermi MORGAN,
Parlatoria ziziphi LUCAS,
Lepidosaphes beckii NEWMAN.

Leur étude écologique a été entreprise en 1961 par BENASSY et SORIA, pour déterminer tout d'abord leurs statuts particuliers : cycle, faune antagoniste, dynamique générale des populations, puis les possibilités de lutte biologique. Parallèlement une série de mises au point sur la lutte insecticide était entreprise par TOUZEAU (1961, 1963), puis par SIGWALT et SORIA (SIGWALT et SORIA, 1965 ; SIGWALT, 1965), de façon à profiter des connaissances acquises au cours de l'étude écologique.

Celle-ci montrait (BENASSY et SORIA, 1964) que ces trois espèces sont polyvoltines — 3 générations par an en général — et présentent un chevauchement de générations croissant dans l'année.

C. dictyospermi a une première génération de printemps bien tranchée mais les générations d'été et d'automne se recouvrent partiellement. Après l'hivernage, la population est presque entièrement constituée de femelles. *L. beckii* et *P. ziziphi* arrivent, par contre, au printemps avec des individus à tous les stades et le chevauchement de générations devient constant.

Les problèmes d'échantillonnage abordés

Chez les Diaspines, la larve néonate, mobile, constitue le seul stade de dispersion, active ou passive. Après sa fixation au support végétal, l'individu évolue sur place et on n'a pas de problème technique pour effectuer un prélèvement sur la quasi-totalité de la population. Après sa mort, l'individu laisse même son bouclier comme témoin, ce qui n'est pas toujours un avantage d'ailleurs.

Le milieu est le plus souvent constitué par un verger plus ou moins homogène et DE BACH (1958) considère qu'à la limite un seul arbre peut être considéré comme échantillon représentatif pour étudier le taux de contamination général. Cette opinion est discutée par MORRIS (1960). La dispersion des larves mobiles par le vent dans le verger peut interférer avec l'évolution réelle de la population de chaque arbre et la masquer.

Quoiqu'il en soit, l'hétérogénéité est importante au niveau de l'arbre. Une répartition différentielle des Cochenilles, suivant l'exposition, le niveau de hauteur ou de profondeur dans la couronne, est généralement évidente. On doit également tenir compte de l'âge du support. Si on prévoit des prélèvements foliaires, par exemple, des feuilles d'âge différent constituent des sous-populations distinctes. La feuille d'un an qui porte déjà des femelles pondueuses n'est pas dans les mêmes conditions d'infestation que la jeune feuille de l'année, et les chevauchements de générations qu'on pourra respectivement observer seront différents.

L'échantillonnage usuel ne peut matériellement tenir compte de toutes ces strates et il est généralement constitué par un échantillon « moyen » de 24 feuilles prélevées suivant un protocole systématique : 4 orientations \times 3 hauteurs \times 2 niveaux de profondeur (DE BACH, *l. c.*). On doit remarquer que DE BACH utilisait ce protocole pour déterminer des taux d'infestation et reconnaissait que la méthode n'était plus précise en cas d'infestation forte : plus de 50 cochenilles environ dans l'échantillon. En fait, comme une infestation faible se répartit généralement en loi de Poisson, c'est-à-dire au hasard, l'utilisation d'un protocole systématique est alors sans inconvénient.

L'accroissement de population intervient ensuite à partir de microfoyers situés dans les strates favorables. La répartition des individus dans l'arbre suit alors des

fonctions de distribution « contagieuses » et suivant les buts recherchés, on doit recourir à des échantillonnages séquentiels ou stratifiés. Le maintien du protocole systématique précédent a pour conséquence de donner un poids prépondérant aux feuilles tirées dans les strates favorables à l'espèce, c'est-à-dire dans celles où les facteurs de mortalité sont les moins actifs.

L'étude démographique pose un autre problème : l'effectif de la population dénombrée doit être assez grand pour que les pourcentages calculés aient une précision suffisante. BENASSY (1961) fixe ainsi la taille minimale de l'échantillon à 1 000 cochenilles, vivantes ou mortes. Au seuil de probabilité de 95 p. 100, les proportions calculées sur la population totale ont alors un intervalle de confiance inférieur ou égal à ± 3 p. 100 et celles calculées sur la population vivante, rarement inférieure à 250 individus, ont cet intervalle légèrement plus ouvert : ± 6 p. 100.

Cette nécessité de compter 1 000 cochenilles, alliée à l'échantillonnage systématique, amène un biais supplémentaire. L'échantillon devra comporter des feuilles très contaminées ou sinon être complété et l'opérateur aura tendance à assurer ce complément par des feuilles très infestées. En définitive, l'échantillon reflétera pratiquement la structure démographique d'un nombre réduit de feuilles : les plus infestées, et donc en général des feuilles âgées, tirées des strates favorables.

Détermination du cycle biologique

La détermination du cycle biologique se fera par comparaison des structures successives observées dans le temps. L'augmentation du pourcentage d'un stade donné est l'indice du passage de la population à ce stade (VASSEUR et SCHVESTER, 1957). On peut remarquer que cela ne vaut que si les générations sont bien tranchées. Sinon, on ne peut donner qu'une conclusion plus restreinte : la majorité de la population évolue suivant ce schéma.

Ainsi, parmi les trois espèces étudiées, *Chrysomphalus dictyospermi* ne pose pas de problème d'interprétation, mais les conclusions relatives aux deux autres espèces sont plus délicates. On peut diagnostiquer à peu près sûrement trois générations pour *Lepidosaphes beckii*, mais ce ne sera qu'une présomption pour *Parlatoria ziziphi*.

On doit alors recourir à des élevages pour connaître plus précisément la durée d'évolution de chaque génération. Les travaux effectués dans ce sens ont pu montrer qu'une diapause estivale peut apparaître chez une partie de la génération de printemps, ce qui est indiscernable sur les relevés de structure démographique. De même les individus fixés en début d'hiver ne donnent des femelles pondieuses qu'au début de l'été suivant.

Si, à chaque génération, une partie de la population peut évoluer en cycle court et l'autre en cycle long l'étude démographique quantitative devra alors pouvoir déterminer les proportions respectives de ces deux fractions, et ce renseignement ne peut être fourni par l'analyse directe de structure. Pour réaliser l'étude démographique, il paraît dès lors nécessaire de s'abstraire du chevauchement de générations ou, en d'autres termes, d'analyser le processus d'installation des générations successives de l'insecte sur son hôte.

MÉTHODE D'ÉTUDE

On suivra la contamination progressive d'une série de jeunes feuilles de printemps, contemporaine de la première génération annuelle de cochenilles. L'installation de cette génération s'effectue par immigration et fixation naturelles. L'évolution de cette population, outre les immigrations ultérieures, détermine les chevauchements que l'on observera sur ces mêmes feuilles, plus âgées.

Il est préférable de ne pas opérer immédiatement par prélèvement, mais de suivre les mêmes feuilles sur l'arbre le plus longtemps possible. On est ainsi directement informé de la distribution des contaminations naturelles. Ce renseignement est important pour déterminer le modèle d'échantillonnage qui sera adopté pour les prélèvements ultérieurs.

Les examens successifs doivent être assez rapprochés pour délimiter la date d'implantation de chaque individu et surtout pour ne pas soustraire à l'observation les implantations infructueuses, rapidement éliminées. Deux relevés par semaine ont paru suffisants.

Une telle méthode est toutefois limitée dans ses résultats. On ne peut observer directement l'individu sous son bouclier et des erreurs peuvent se faire dans la détermination des phases d'évolution de la femelle et du mâle. Les causes de mortalité seront également mal précisées. Dans la suite de l'étude, il faut prévoir l'analyse parallèle de prélèvements comparables à l'échantillon étudié sur place.

Application au cas de Parlatoria ziziphi LUCAS

C'est une espèce commune, appelée localement Pou noir de l'oranger. Elle peut manifester des pullulations intenses dans les vergers serrés, mal aérés. Elle prend une importance économique particulière du fait qu'elle résiste bien aux nettoyages, au cours du conditionnement des fruits.

L'étude a été menée près de Tunis, dans un petit verger d'une centaine d'arbres. Les observations ont été réparties sur trois arbres contigus de la variété « Maltaise ».

Au printemps 1965, une trentaine de bouquets de feuilles ont été repérés sur chaque orientation cardinale et chaque feuille a été numérotée. Un tel échantillon représente environ la moitié de la végétation de l'année. Sur cet ensemble repéré, deux bouquets ont été tirés au sort par orientation et par arbre. Le reste devait servir aux prélèvements de comparaison.

Les observations ont finalement porté sur les 91 feuilles de 23 bouquets,

A chaque relevé, l'observateur note l'état de la population présente sur chaque feuille. Il aurait été souhaitable que chaque feuille ait une fiche particulière comportant un schéma sur lequel on peut localiser chaque cochenille au fur et à mesure de son implantation. L'expérience montre que cela double, sinon triple, la durée des relevés, ce qui aurait amené à réduire d'autant la taille de l'échantillon.

De la comparaison de relevés successifs, on doit alors déduire le passage des individus aux différents stades.

Les cochenilles sont classées en huit catégories, (voir schéma page suivante).

Les deux premières phases (N, L⁻) sont très courtes : 1 à 2 jours chacune, et ne sont pas toujours observées. Souvent la cochenille n'est repérée que lorsque le bouclier est entièrement noir (stade L). On admet alors qu'elle aurait dû être vue en N ou L⁻ aux précédents comptages. Le cycle individuel est ainsi un peu allongé, peut-être de deux jours dans le plus mauvais cas, mais c'est sans importance en regard des avantages de cette convention sur le plan quantitatif. Si on désire construire par la suite une table de mortalité, on a intérêt à répertorier chaque individu dès sa naissance, dans notre cas, dès sa fixation.

Exemple de relevé

Soit par exemple la première feuille d'un bouquet examiné en exposition ouest :

14 mai 6 N 2 L⁻
18 mai 5 N 2 L⁻ 2 L.

On admet que les deux L viennent des deux L⁻ précédentes et que des 6 N du 14, quatre sont mortes et deux ont poursuivi leur évolution :

21 mai 4 N 4 L⁻ 3 L

Quatre N du 18 ont évolué, la cinquième est morte. Une des deux L⁻ est passée au stade L et s'ajoute aux deux déjà présentes. On se trouve là devant une ambiguïté : les L peuvent

<i>1^{er} stade</i>		N : Larves nouvellement fixées L ⁻ : Larves jeunes L : Larves bien développées
<i>2^e stade</i> M 2 ^e stade mâle	L ₂ 2 ^e stade femelle	
<i>Adultes</i> M Mâle		
		F _j : Femelle jeune F _o : Femelle ovigère F _p : Femelle pondreuse

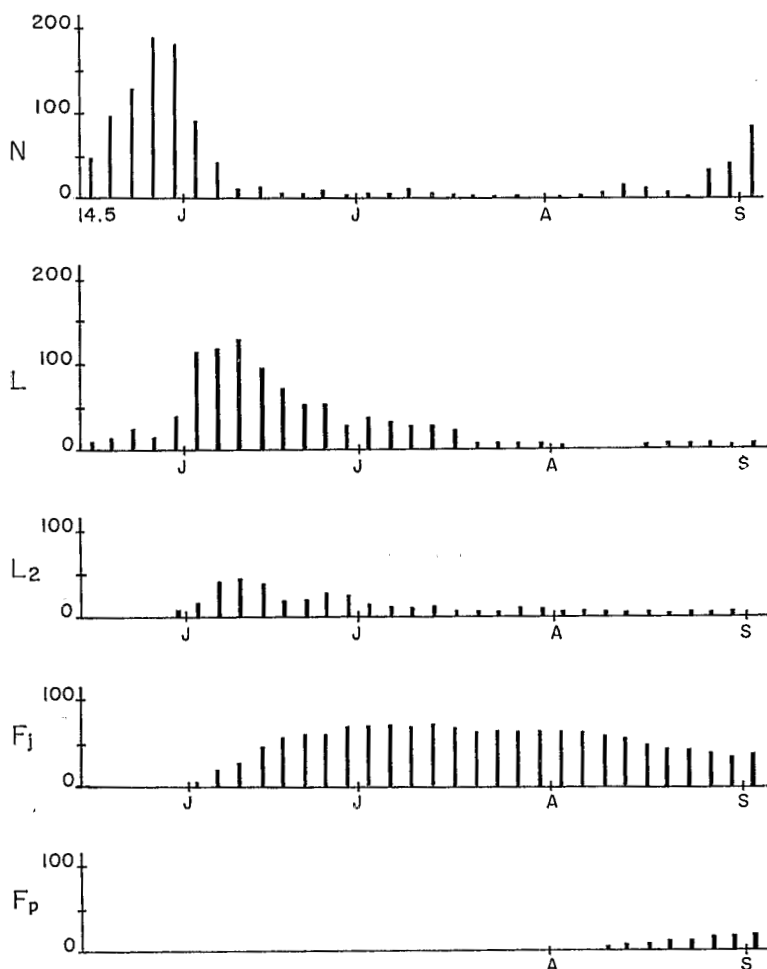


FIG. 1. — Évolution de la population de *Parlatoria ziziphi* LUC. sur jeunes feuilles de printemps. Tunis, 1965. (Effectifs réels)

également correspondre au passage à ce stade de 2 L⁻ et au maintien d'une seule des L précédentes. On a pris en principe la larve la plus âgée comme survivante, ce qui peut conduire à allonger le cycle. Un second collationnement est nécessaire et est effectuée en fin d'évolution de l'individu. Si la durée du stade est anormale, on recherche la L⁻ la plus proche du cycle normal et on rejette la L de première hypothèse.

De proche en proche, on obtient ainsi pour chaque feuille l'évolution de la population sur toute l'étendue du cycle.

On peut remarquer que cette technique revient pratiquement à l'observation d'un élevage naturel. On peut prévoir un protocole analogue tout le long de l'année. Sur feuilles encore non infestées, ou nettoyées au préalable, on peut observer les résultats des immigrations naturelles et donc constituer une cohorte nettement définie si nécessaire.

RÉSULTATS OBTENUS SUR LA GÉNÉRATION DE PRINTEMPS

Ces résultats sont résumés dans le tableau 1 et la figure 1.

La génération de printemps apparaît nettement délimitée.

Elle se constitue au courant du mois de mai, le maximum des fixations se situant fin mai. Les premières femelles pondueuses apparaissent au milieu d'août.

Évolution des effectifs pour le stade N

Il n'y a pas d'ambiguïté possible, ce stade n'apparaissant qu'une fois au cours des relevés. La courbe de variation est parfaitement nette. La seconde quinzaine de juillet sépare les deux générations printemps-fin d'été.

On remarquera que cela ne signifie pas qu'il n'existe pas de femelles pondueuses en activité à cette époque. En réalité, les jeunes larves mobiles ne sont pas en mesure d'essaimer. Elles sont détruites avant d'avoir pu se fixer. On peut attribuer aux fortes chaleurs de cette période ce coup d'arrêt au chevauchement de générations.

Évolution des effectifs des stades L et L₂

Cette fois, le même individu peut apparaître au cours de plusieurs relevés successifs, en moyenne 4 pour le stade L, et 2 pour les L₂. Ces nombres correspondent évidemment à la durée du stade.

Un certain étalement apparaît donc dans les courbes représentatives. On notera que cet étalement est accentué par le fait que les individus parasités évoluent plus lentement que les normaux. D'autre part, le bouclier ne se détache pas immédiatement et un individu mort peut ainsi être décompté très longtemps.

Évolution des effectifs pour le stade F₁

De la même façon, le même individu apparaît sur une série de relevés successifs. Mais cette fois, l'étalement de la courbe correspond à une diapause estivale. L'effectif n'évolue pratiquement pas au cours du mois de juillet.

Femelles pondueuses

L'effectif des femelles pondueuses se constitue dans la seconde quinzaine d'août. Du stock de femelles jeunes encore présent au 3 septembre, trois nouvelles pondueuses seulement se déclareront jusqu'au 20 septembre (hors graphique). Il n'a pas été

possible de vérifier si certaines femelles continuaient leur évolution, les observations s'étant arrêtées début novembre. Toutefois, aucune de ces femelles n'est passée ponctuelle en octobre. On les comptera donc comme mortes au 20 septembre.

TABLEAU I
Évolution de la population de *Parlatoria ziziphi* LUC.
sur jeunes feuilles de printemps

Date	Stade N	L	L ₂	F _j	F _p
14-5	50	11			
18-5	101	16			
21-5	130	25			
25-5	188	16			
28-5	183	39	1		
4-6	87	114	16	1	
8-6	44	122	40	19	
11-6	12	130	47	26	
15-6	14	95	38	45	
18-6	6	74	22	56	
21-6	2	55	20	61	
25-6	10	54	25	62	
29-6	1	30	25	70	
2-7	5	40	15	72	
6-7	4	35	10	70	
9-7	10	31	8	70	
13-7	4	29	8	70	
16-7	1	24	6	69	
20-7	1	10	7	65	
23-7	0	10	7	65	
27-7	1	8	9	64	
30-7	1	6	9	64	
2-8	2	5	6	65	
6-8	2	0	7	64	
10-8	7	0	4	60	2
13-8	21	0	5	57	5
17-8	13	2	4	51	7
20-8	12	7	1	45	9
24-8	4	7	1 + 1	40	11
27-8	32	6	1 + 4	38	13
31-8	39	5	1 + 3	36 + 1	14
3-9	83	9	0 + 4	35 + 2	14

Nota : les 14 et 18-5, les observations ont porté respectivement sur 46 et 67 feuilles, le protocole étant en cours de mise en place. Les observations ont ensuite porté sur 91 feuilles.

A partir du 24-8, on a séparé pour les L₂ et F_j les individus de la génération de fin d'été.

ÉVOLUTION QUANTITATIVE DE LA GÉNÉRATION DE PRINTEMPS

Une première interprétation quantitative peut être donnée à partir des résultats précédents.

La cohorte initiale est constituée de la somme des implantations observées du début au 20 juillet. Leur nombre s'élève à 853.

Le stade L₁ a été observé 979 fois, mais on divisera ce nombre par 4, durée moyenne du stade : $979/4 = 245$.

De même, le stade L₂ est relevé chez : $343/2 = 171$ individus.

Pour les femelles jeunes, on profitera de la stabilisation de l'effectif en juillet : 70 individus environ.

Les femelles pondieuses enfin ont leur effectif fixé à 17 individus.

ÉBAUCHE DE TABLE DE MORTALITÉ

En éliminant le chevauchement de générations par cette technique d'étude, on peut revenir à la construction d'une table de mortalité « horizontale ».

Les résultats précédents ne sont toutefois que très partiels. On ne dispose pas d'une évaluation quelconque concernant la population de néonates émigrant des feuilles âgées, ni d'une évaluation de fécondité. En ne considérant que les stades, fixés, on ne dispose pas non plus de taux de parasitisme ou de mortalité naturelle qu'il aurait fallu obtenir d'échantillons comparables.

On se bornera donc à un tableau brut (tabl. 2).

TABLEAU 2

*Première table de mortalité pour Parlatoria ziziphi LUC.
Génération de printemps. Ariana, 1965. Oranger « maltaise »*

Stade <i>x</i>	Survivants <i>S_x</i>	Décès <i>D_x</i>	Quotient de mortalité $Q_x = D_x/S_x$
N	853	608	71
L	245	74	30
L ₂ (femelles)	171	101	59
F ₁	70	53	76
F ₂	17		

Le taux de mortalité le plus faible se situe chez la larve de premier stade, entre l'implantation réussie et le passage au deuxième stade. La réussite d'une bonne implantation est un facteur important de survie pour la population. Les conditions de climat paraissent responsables de la mortalité à ce stade. On se trouve en juin, avec l'insolation maximale, sur les feuilles extérieures de la couronne. On peut rapprocher ces résultats de ceux de BENASSY et SORIA (l. c.). Le taux de larves mobiles est en effet toujours important sur les feuilles âgées et il semble donc que l'essaimage devienne infructueux dès le mois de juin. Entre juillet-août, il devient pratiquement nul, ce qui provoque la coupure de fait entre les deux générations de printemps et de fin d'été.

A partir du second stade larvaire, le parasitisme par *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW. intervient. Le taux de parasitisme évalué sur l'échantillon « moyen » de

24 feuilles ne peut être manié qu'avec précautions, la population offerte au Chalcidien étant différente. On peut considérer toutefois que près de la moitié de la mortalité enregistrée à ces stades peut provenir de l'*Aspidiotiphagus*, son taux de présence étant de 20 à 30 p. 100. L'observation directe des trous de sortie montre deux périodes d'émergences : début juillet et deuxième quinzaine d'août. On peut ainsi penser que la génération de *Parlatoria* est soumise à l'attaque de deux générations de l'Aphélinide. L'importance du parasitisme dans la limitation des populations de la cochenille paraît ainsi sous-évaluée.

DÉVELOPPEMENTS ÉVENTUELS DE L'ÉTUDE ET CONCLUSIONS

L'étude de la population suivant ce schéma stratifié laisse espérer des résultats intéressants.

L'origine de ce travail a été en fait la recherche d'une méthode cohérente d'échantillonnage. Devant la superposition de deux facteurs d'hétérogénéité fondamentaux : le chevauchement de générations chez l'insecte et la complexité du support végétal, feuilles d'âge différent en particulier, il était nécessaire de décomposer le problème. Partant de l'élément le plus simple, on a recherché le processus d'installation d'une nouvelle population sur une nouvelle végétation.

Il est bien évident qu'on n'a ainsi obtenu qu'une formation fragmentaire qui devra être complétée par l'observation des générations ultérieures, par l'examen au laboratoire de prélèvements comparatifs, par la constitution de populations artificielles en jouant par exemple sur le nombre de femelles pondeuses qu'on laissera en place.

La construction de tables de mortalité complètes, analogues à celles qui sont déjà connues chez les espèces à générations séparées, devrait en résulter. Celle qui a été présentée n'est qu'une ébauche mais signifie aussi que, sur une strate particulière, celle des jeunes feuilles de printemps, la première génération de cochenilles se comporte comme un élément simple et peut servir de base de comparaison dans le temps ou dans l'espace, comme produit d'une population complexe, beaucoup moins aisée à saisir.

Reçu pour publication en octobre 1970.

SUMMARY

DEMOGRAPHIC STUDIES OF DIASPINE SCALES.
APPLICATIONS TO THREE SPECIES NOXIOUS FOR ORANGE TREES IN TUNISIA.
PARTICULAR CASE OF A SPECIES WITH OVERLAPPING GENERATIONS :
PARLATORIA ZIZIPHI LUCAS

Complex problems are to be solved to define valid sampling techniques of the populations of diaspine scales with overlapping generations in order to study their demography and to establish life tables. In the case of *Parlatoria ziziphi* LUCAS, living on orange trees, the spring generation which colonizes annual shoots behaves like a separate generation, elementary part of global population. A first type of life table has been established.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENASSY C., 1961. Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs écologiques sur la limitation des pullulations de Cochenilles diaspinées. *Ann. I. N. R. A., Sér. C, Épiphyties*, H.-S. 1, 157 p.
- BENASSY C., SORIA F., 1964. Observations écologiques sur les Cochenilles diaspinées nuisibles aux agrumes en Tunisie. *Ann. I. N. R. A. T.*, 37, 193-222.
- DEBACH P., 1958. The role of weather and entomophagous species in the natural control of insect populations. *J. econ. Entomol.*, 51, 474-484.
- DEBACH P., 1964. *Biological control of insect pests and weeds*. Chapman and Hall, Londres, 844 p.
- GERI C., DUSAUSOY G., 1966. Étude d'une population de *Diprion pini* (Hym. Symphytes) en forêt de Fontainebleau. II. Établissement d'une table de mortalité. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N. S.)*, 2, 535-548.
- MORRIS R. F., 1960. Sampling insect populations. *Ann. Rev. Entomol.*, 5, 243-264.
- PRESSAT R., 1961. *L'analyse démographique. Méthodes, résultats, applications*. P. U. F., Paris, 402 p.
- SIGWALT B., 1965. Le contrôle insecticide des Diaspinées des agrumes. *Méthodologie des essais. C. R. Congr. Prot. Cult. Trop. Marseille*, 8 p.
- SIGWALT B., SORIA F., 1965. La lutte chimique contre les Diaspinées des agrumes de Tunisie. *C. R. C. A. Z. F., Tunis*, 52-57.
- SIMMONDS F. J., 1948. Some difficulties in determining by means of field samples the true value of parasitic control. *Bull. Entomol. Res.*, 39, 435-440.
- SOUTHWOOD T. R. E., 1966. *Ecological methods*. Methuen, Londres, 391 p.
- TOUZEAU J., 1961 et 1963. Rapport d'activité et d'expérimentation en défense des cultures. *S. E. A. Serv. Prod. Veg. Def. Cult.* pour 1961, 50-65 ; et pour 1963, 89-90.
- VASSEUR R., SCHVESTER D., 1957. Biologie et écologie du Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* comst.) en France. *Ann. I. N. R. A., Sér. C, Épiphyties*, 8, 5-66.

LES ÉTUDES DE DÉMOGRAPHIE
CHEZ LES COCHENILLES DIASPINES.
APPLICATIONS A TROIS ESPÈCES NUISIBLES
A L'ORANGER EN TUNISIE.
CAS PARTICULIER D'UNE ESPÈCE
A GÉNÉRATIONS CHEVAUCHANTES :
PARLATORIA ZIZIPHI LUCAS

B. SIGWALT

*Office de la Recherche scientifique et technique d'Outre-Mer
Mission Tunisie*

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 5007-EX1

Annales de Zoologie-Écologie animale

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, Paris-7^e

1 OCT. 1971

SIGWALT