

Étude du cycle du *Zonocerus variegatus* en Basse Côte d'Ivoire

par **Maurice VUILLAUME**

INGÉNIEUR I. A. N., DOCTEUR ÈS SCIENCES.

Si l'on considère les dégâts causés chaque année par le Zonocerus, aussi bien dans les cultures fruitières que dans les cultures en général, on se rend compte de l'importance que doit prendre la lutte contre cet insecte. Pour lutter efficacement contre un parasite, il faut bien le connaître. C'est dans ce but que nous avons entrepris l'étude biologique du Zonocerus variegatus. Nous avons publié récemment (1) dans « Fruits » une note relative aux moyens préconisés pour se défendre contre cet Acridien, nous allons maintenant reprendre en détail l'étude de quelques points de sa biologie, et, dans une première note, parler du cycle de cet insecte. Cette question demande d'être connue parfaitement, car c'est elle qui donnera les renseignements nécessaires sur la période la plus favorable aux traitements.

Lieu d'étude.

La plupart de nos observations ont été faites dans une plantation d'ananas située au bord de la lagune Ébrié à 20 km d'Abidjan, au cours des années 1950 et 1951. Cette plantation (fig. 1) est caractérisée par une dépression dont le niveau se situe à 1 m environ au-dessus du niveau de la lagune et un plateau qui domine celle-ci à une altitude de 30 à 32 m. Elle est bordée, d'une part, par la lagune, d'autre part, par la forêt.

Cycle donné par différents auteurs.

Les données concernant le cycle de développement du *Zonocerus* sont assez peu nombreuses et très incomplètes. D'assez nombreux auteurs le mentionnent comme parasite de cultures sans s'attarder à l'étude du cycle (2).

D'après SCHOUTEDEN (1914) [4] dans l'Est de l'Afrique, les larves de *Zonocerus variegatus* et *Z. elegans* apparaissent en octobre et on peut les observer jusqu'en mars suivant.

LAMBORN [3] en 1915 écrit : « Les *Zonocerus variegatus*, le plus grand fléau des feuilles de Coton, arrivèrent subitement en novembre et défolièrent de nombreux plants. »

Ce n'est qu'en 1940 que GOLDING [2] donne des renseignements un peu plus précis et notamment le tableau page suivante.

Il observe donc une génération par an. Au cours de ces années, la vie larvaire a duré 104, 108, 98, 110 jours. La durée moyenne de chacun des stades larvaires a été de 14, 20, 23, 25 et 22 jours. Des observations faites en plein champ à Ibadan donnèrent des résultats analogues. Parfois cependant, les sauterelles éclosent au printemps et, dans sa publication, l'auteur cite quelques dates en dehors du tableau ci-après. On note d'après ces données, l'existence de 5 stades seulement.

VILARDEBO [5] donne quelques détails sur ce cycle. Il signale en Guinée des éclosions en novembre, moment où règne une humidité indispensable, dit-il, à l'éclosion. La vie larvaire durerait 4 mois, et les adultes vivraient deux mois et demi à trois mois. Les éclosions se situeraient entre le 15 et le 20 novembre.

(1) « Fruits », vol. 8, n° 9, 1953.

(2) Voir VUILLAUME (M.), 1953. Thèse, Paris. Biologie et comportement du *Zonocerus variegatus*.

	1932	1933	1934	1935	1936
Copulation :					
début.....	15 mars	16 avril	3 avril	18 mars	20 mars
fin	20 juin	18 juin	4 mai	—	10 juillet
Oviposition.....	6 avril	—	7 avril	12 avril	23 avril
Dernier adulte mort	4 juillet	22 juillet	28 juillet	31 juillet	25 août
Éclosion	21-30 oct. 1 ^{er} nov.	18-24 oct. 6-27-29 nov.	31 oct. 9-16 nov.	30 oct. 9-14 nov.	2-4-7-9-12- 16 nov.
Dernière mue	2 févr. 1933	30 janv. 1934	6 févr. 1935	17 févr. 1936	3 mars 1937

Cycle observé en basse Côte d'Ivoire.

Avant de donner le cycle du *Zonocerus* en Côte d'Ivoire, nous allons citer une série d'observations que nous avons faites en 1950 et 1951 (voir tableau suivant) :

Ces quelques données montrent à quel point il est difficile de tirer un cycle précis si on ne fait des observations fréquentes et prolongées. On assiste, en effet, à un chevauchement de lignées qui, avec les migrations, rendent le problème assez compliqué.

DATE	LIEU	STADES	NOMBRE
11-2-50	près du marigot	III à adultes	très nombreux
10-3-50	plantation ananas carré 14	accouplements	nombreux
20-4-50	partout	adultes	rares
12-5-50	plantation ananas	adulte	I
16-9-50	— —	stade I à adultes	nombreux
10-10-50 à 6-11	plantation carré 6	éclosions et larves III, IV, V	nombreux
21-11-50	— —	larves VI et accouplements	
6-12-50	— —	larves I à VI	nombreuses
—	— —	adultes anciens accouplés	quelques-uns
22-12-50	— —	apparition des adultes	
31-1-51	plantation	accouplements	quelques-uns
24-2-51 à 15-3	—	tentatives de ponte	nombreuses
5-3-51	— carré 3	on retire 156 pontes dans 2 m ² , la ponte continue	
5-4-51	—	disparition des <i>Zonocerus</i>	
17-4-51 à 15-5	— carré 6	adultes	2
		éclosions	nombreuses
		larves II	quelques-unes
30-7-51	carré 6 et points 18 et 19	adultes (parasités)	3
		larves V, VI	26
13-8-51	près de la case du planteur	larves VI	3
		adulte	I ♀
3-9-51	carré 3 et 7	éclosions	commencement
15-11-51	plantation	adultes	quelques-uns
		larves III à VI	nombreuses

Examinons, par exemple, compte tenu de ces remarques, ce qui s'est passé dans le carré 14.

Le 10-3 nous trouvons de nombreux adultes accouplés, rassemblés comme ils le sont en général au moment de la ponte. Au cours de la deuxième quinzaine d'avril, les adultes deviennent rares puis disparaissent.

Le 17-10-50 nous y récoltons des larves II et observons des éclosions. D'après l'état des larves les plus âgées, nous pouvons supposer que les premières éclosions ont eu lieu vers le premier octobre.

Le 31-10 au même endroit, les larves III apparaissent. Le 6-11 nous voyons dans le même carré des larves I, II, III, les éclosions continuant. Le 13-11 nous remarquons les premières larves de stade IV. Le 6-12 nous y rencontrons des larves V. Le 8-1-51 les larves VI sont nombreuses, et nous trouvons déjà des adultes. Le 24-2 nous observons des accouplements

et des femelles en train de pondre. Le 20-4, les *Zonocerus* ont disparu.

Les éclosions reprennent vers le 20-8-51, d'après l'âge des larves que l'on trouve le 19-9. Deux mois plus tard il reste encore des larves II. Les éclosions se poursuivent donc pendant près de trois mois (sept., oct. et nov.). Les stades larvaires durent de 3 mois 1/2 à 4 mois. Les accouplements commençant fin janvier, les adultes sont sexuellement mûrs moins d'un mois après la deuxième mue. La ponte débute en février et continue en mars et avril. Après avoir pondu 3 à 5 oothèques, les adultes meurent et le cycle recommence.

Nous n'avons donc affaire qu'à une génération par an. Le stade œuf dure 7 mois environ.

En un autre endroit de la plantation (bordure du carré 6) nous retrouvons aux mêmes dates les mêmes

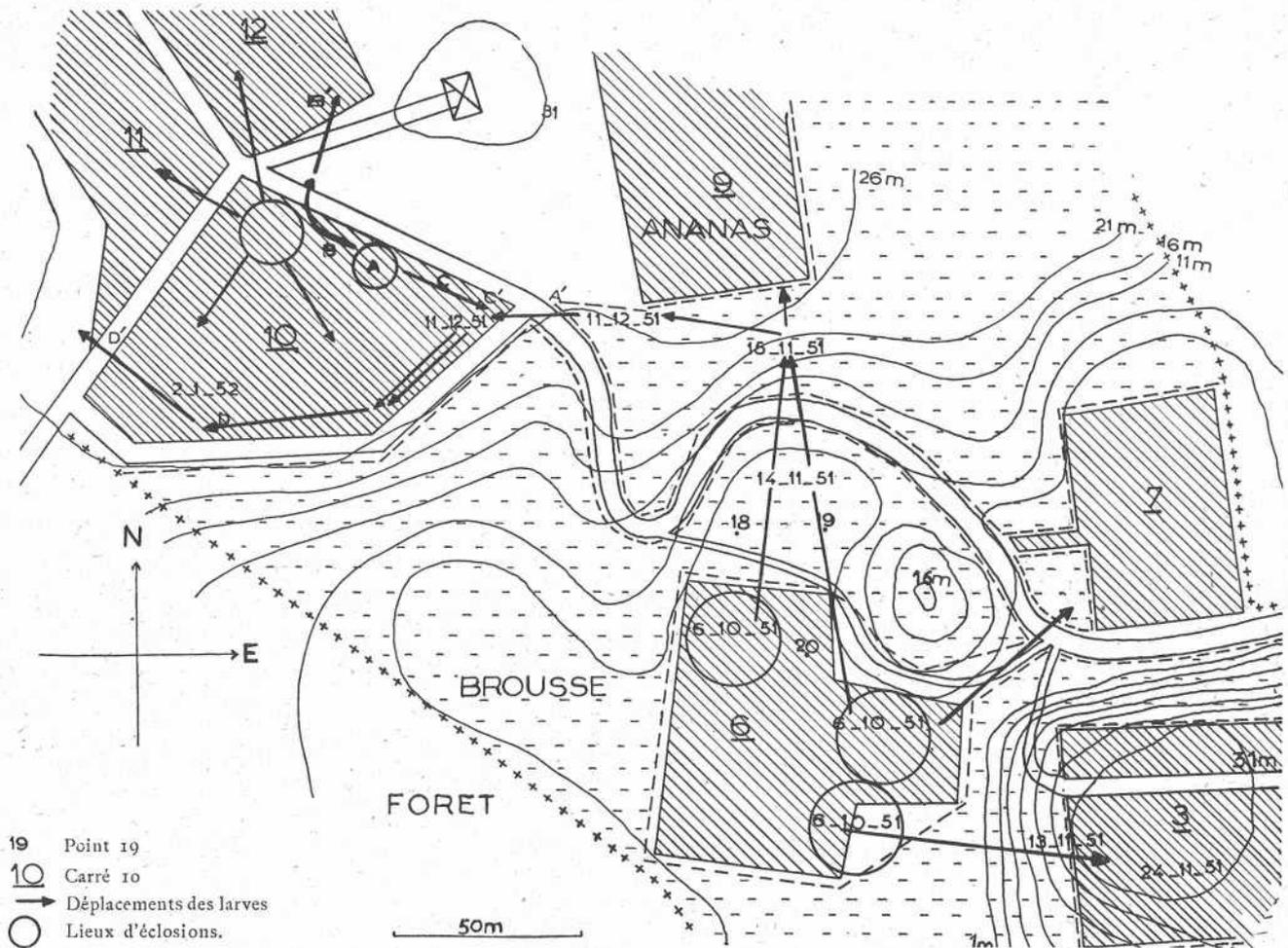
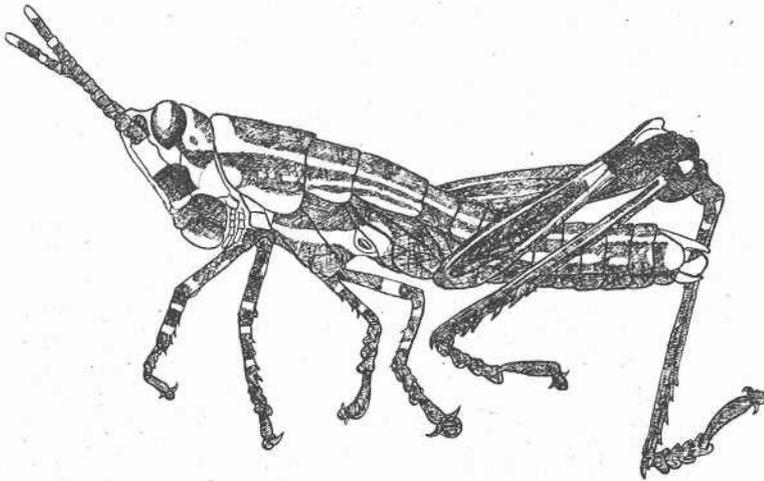
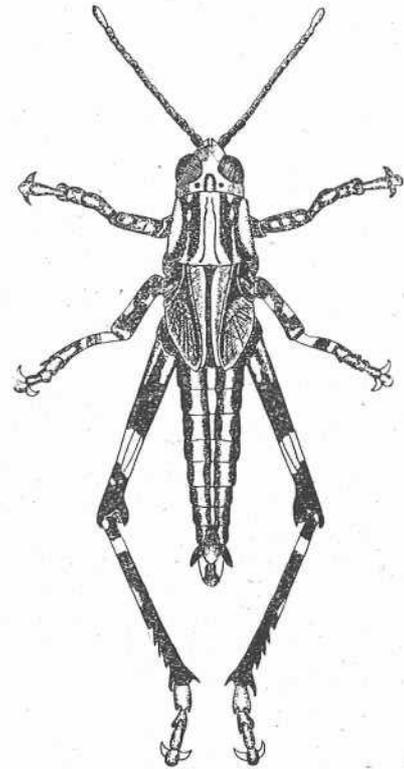


FIG. 1. — Plan du lieu de nos observations.



A gauche :
FIG. 2. — Larve du 3^e stade (13 mm).



A droite :
FIG. 3. — Larve du 6^e stade (30 mm).

phénomènes. En plus de la génération dont le cycle est précédemment décrit, il en apparaît une seconde ou plutôt une autre lignée qui se situe à une autre période de l'année, les éclosions ayant lieu en avril et mai. Cette lignée est bien moins importante en nombre et est victime d'un parasite (*Tachinaire*) qui causa de très grands ravages en 1950 et en 1951 dans les populations de *Zonocerus*. Cette lignée est intéressante à considérer parce qu'elle subit un régime saisonnier différent : pontes au cours de la saison des pluies qui vont devoir résister à la grande saison sèche, les éclosions se situant à la fin de celle-ci. Les larves se développent ensuite pendant la saison des pluies.

Au point 32, nous avons observé les premiers adultes en train de pondre, le 24-2-51. Les premières éclosions ont lieu le 3-9. La durée de la vie embryonnaire a donc

été de 191 jours. Elle est légèrement inférieure à ce qu'elle est au laboratoire et en divers endroits de la plantation. Cette diminution de la durée de la vie embryonnaire est due à une différence de température ou plutôt à une différence de durée de la période diurne, où la température est suffisante pour le développement des œufs. Nous y reviendrons plus loin.

Nous expliquons de la même manière la durée minimum de développement des œufs que nous avons mis à l'étuve à 31° d'une façon continue. Si cette température est voisine de celle qui régnait au laboratoire durant la journée, pendant la saison sèche (31°), elle est supérieure à la température nocturne (27°).

Observations faites en dehors de la plantation dont nous avons parlé.

Nous figurons dans le tableau ci-dessous les principales :

DATE	LIEU	STADES	NOMBRE
25-8-51	Akandjé (station du Caféier)	I, II, III, IV, V	nombreuses
20-8-51	Ono (1)	III, IV, V	nombreuses
20-9-51	Bananeraie à 3 km N.-E. de la plantation d'ananas	I, II, à VI	nombreuses
12-10-47	N'Dzida (2)	I, II	nombreuses
10-11 à fin déc.	Bananeraie à 3 km N.-E. de la plantation d'ananas	pontes	nombreuses

(1) Rapport oral de M. JOVER. (2) Rapport oral de M. LEDOUX.

Dans cette bananeraie et aux abords de celle-ci qui occupe une vallée, il semble y avoir un phénomène curieux : au fur et à mesure que l'on avance dans la vallée, les *Zonocerus*, à la même date, sont à un stade de plus en plus avancé et, sur une distance de 3 km, on remarque un décalage égal à la durée de 3 stades (de larves au 4^e stade nous passons aux adultes). Y a-t-il des conditions microclimatiques spéciales, suffisantes à expliquer ce phénomène ? C'est un problème qui reste à résoudre. Le même fait se reproduit identique chaque année, si on en croit le rapport du planteur. Peut-être nous trouvons-nous simplement en présence du même décalage que nous avons observé à Akandjé, à moins de 40 km de ce lieu.

Il ressort de ces quelques données que le cycle du *Zonocerus* n'est pas aussi absolu que les précédents auteurs l'ont signalé, et nous pouvons, en Basse Côte d'Ivoire du moins, trouver des *Zonocerus* à tous les stades à n'importe quel moment de l'année. Ce phénomène doit se généraliser à l'A. O. F. GOLDING signale d'ailleurs la présence de quelques individus à des périodes qui ne lui semblent pas normales. Il reste à faire dans ce domaine, des observations nombreuses en des endroits différents.

Quelques observations effectuées en Côte d'Ivoire.

Au cours des tournées, nous avons trouvé des *Zonocerus* dans les localités suivantes et aux stades suivants :

DATE	LIEU	STADES	NOMBRES
15-8-50	Seguela	adultes	nombreux
16-2-51	Abengourou	IV, V, VI	—
—	Agnibilekro	III, IV, V	quelques-unes
1-5-51	Zuenoula et Man (Tonkouy)	I, II, III	nombreuses
20-6-51	Ferkessedougou	III, IV, V, VI	quelques-unes
22-6-51	Bouaké	III à adultes	nombreux

A Ferkessedougou, le maximum de pullulation des adultes se situe, d'après GAUTHIER, en mai.

Ce sont là des données trop peu nombreuses pour pouvoir en tirer des conclusions précises, mais il semble cependant qu'il y ait un retard de plus en plus grand dans l'apparition des *Zonocerus* au fur et à mesure que l'on quitte la région de forêt pour aller en savane où l'on se dirige vers des climats de plus en plus secs.

D'après MALLAMAIRE (rapport oral), au Soudan les éclosions ont lieu en mai, donc en saison sèche. Ceci permet de supposer que les œufs résistent à la sécheresse, et avec sa distribution en forêt, que l'insecte est originaire de savane plutôt que de forêt.

Cycle au laboratoire.

Nous avons élevé le *Zonocerus* au laboratoire et dans des cages grillagées dans la nature. Les résultats obtenus dans les différentes conditions coïncident avec les observations faites en plein champ.

La plupart des éclosions ont lieu en septembre, octobre et novembre. Les œufs avaient été pondus en février, mars et avril. Nous figurons dans le tableau ci-contre quelques dates de pontes et d'éclosions :

Pontes	Éclosions	durée d'incubation
28-2-50	6-10-50	220 jours
1-3-50	12-11-50	257 —
1-3-50	15-11-50	260 —
1-3-50	18-11-50	263 —
25-5-50	22-11-50	200 —
24-2-51	9-9-51	199 —
28-3-51	29-10-51	215 —
Moyenne.....		230 jours

Les durées des stades ont été les suivants :

I	II	III	IV	V	VI	Total
19	17	16	17	18	22	109
22	17	16	20	21	18	114
20	16	15	15	17	21	104
18	15	14	16	15	20	98
21	16	16	18	16	21	108

Ces données correspondent à des individus groupés dans des cages, le groupement et l'isolement ayant des répercussions sensibles (VUILLAUME M.) [7].

Chaque stade est facile à différencier. En voici quelques caractères :

STADES	LONGUEUR	LONGUEUR DU FÉMUR	NOMBRE D'ARTICLES AUX ANTENNES	AILES
I	mm 8-10	mm 4	8	0
II	10-12	5,5-6	10	0
III	12-15	7	12	apparition d'ébauches alaires (fig. 2)
IV	15-18	9	14	ébauches alaires nettes
V	18-25	11-12	16	petites ailes
VI	25-35	13-15	17-18	ailes moyennes (fig. 3)
Adulte	35-45	17-18	18	grandes ailes (fig. 4)

A partir du 5^e stade, il est très facile de les distinguer; les stades plus jeunes peuvent l'être également, par le nombre d'articles aux antennes et par la longueur du fémur. Il est facile aussi de les distinguer par l'étendue de la surface blanche de la partie latérale et inférieure du pronotum, qui grandit à chaque mue.

La maturité sexuelle est atteinte un mois environ après la dernière mue, les pontes ont alors lieu presque immédiatement.

Les adultes vivent de 2 à 3 mois puis meurent. Les cadavres disparaissent alors rapidement.

Dans les élevages, les adultes semblent avoir une longévité plus grande que dans la nature. En 1950, les

derniers adultes de nos élevages entrepris en février meurent le 2 août, alors que les *Zonocerus* laissés dans la nature, à l'endroit du prélèvement ont tous disparu avant la fin du mois d'avril.

La ponte (fig. 5, 6 et 7).

Comme la plupart des Acridiens, la femelle de *Zonocerus* dépose ses œufs dans la terre. Ceux-ci sont agglomérés en une oothèque longue de 4 à 7 cm, d'un diamètre d'un cm environ et renfermant de 30 à 120 œufs.

Une femelle prête à pondre se reconnaît facilement à son abdomen distendu par les œufs qu'il renferme. Celui-ci dépasse largement en arrière des élytres. Avant de pondre une femelle est agitée, rôde sur le sol comme pour prospecter celui-ci. Dans une cage il n'est pas rare d'en voir une creuser plusieurs trous sans pondre pour cela. Il en est de même dans la nature et c'est le cas chez de nombreux Acridiens. Ne trouve-t-elle pas là un sol aux propriétés physiques convenables? Cela peut se concevoir dans la nature, mais le phénomène se reproduisant de la même façon dans les cages d'élevages, cette hypothèse ne peut être retenue. De nombreux auteurs pensent qu'il s'agit là d'actes instinctifs. Le sol d'une cage de faible étendue peut être considéré comme un milieu homogène du point de vue physique. Dans nos élevages celui-ci était retourné tous les jours sur une profondeur de 8 à 10 cm. Il se faisait ainsi un mélange qui ne tardait pas à s'homogénéiser. Les femelles continuaient cependant à creuser plusieurs trous avant de pondre.

On peut répliquer que dans la nature, le sol n'est pas aussi meuble, mais dans les deux cas, le phénomène se passe de la même manière; et pourquoi pondent-elles après plusieurs jours de tâtonnements? On peut trouver des pontes accrochées au grillage des

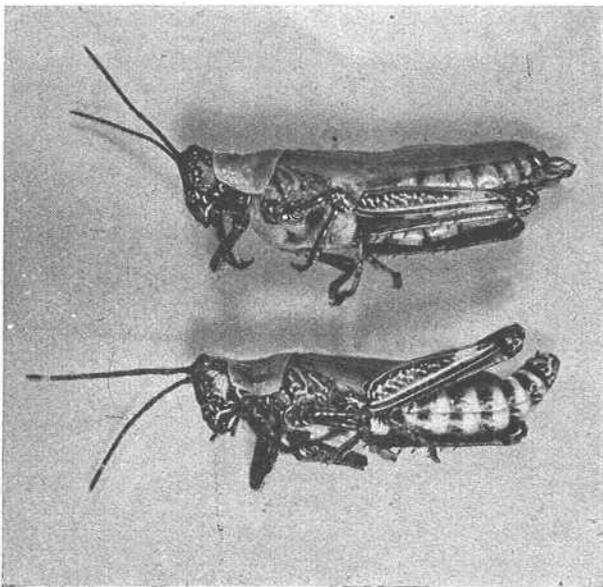
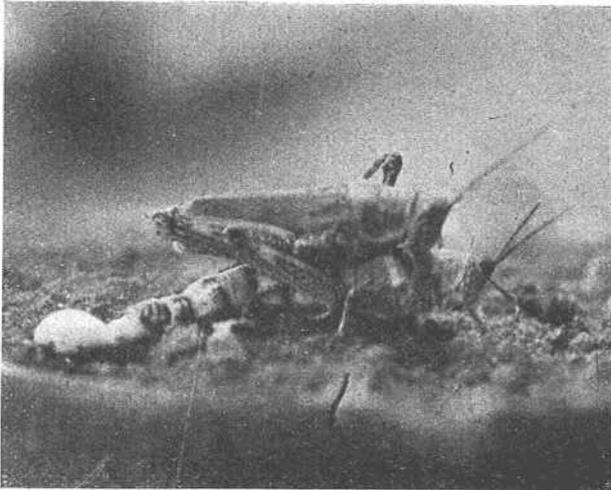
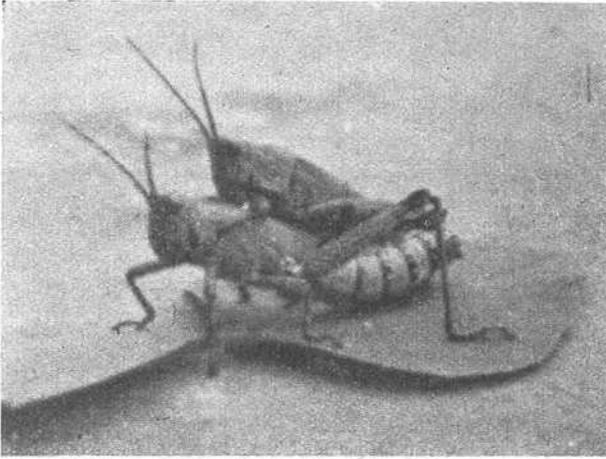


FIG. 4. — Femelle (en haut) et mâle (en bas) de *Zonocerus variegatus* (gr. nat.) (Photo Verge).



En haut :

FIG. 5. — Accouplement. (Photo M. Vuillaume).

En bas :

FIG. 6. — Femelle en train de déposer ses œufs sur le sol.
Noter la présence du mâle sur son dos pendant la ponte.
(Photo M. Vuillaume).

cages d'élevage, aussi bien que dans la nature, on en trouve suspendues à la végétation ou simplement déposées sur le sol (fig. 6). Dans ce cas, s'agit-il d'un état déficient de l'oviscapte de la femelle ? Il est difficile d'y répondre. La teneur en eau libre du sol joue un rôle qu'il est facile de mettre en évidence. Nous avons placé des adultes mâles et femelles provenant du même endroit, en nombre égal, dans deux cages identiques dans lesquelles nous donnions la même nourriture. La terre d'une cage avait été au préalable desséchée alors que l'autre était maintenue à une humidité normale. Nous avons conservé la même différence pendant

3 jours. Tandis que nous n'avons trouvé aucune ponte dans la terre desséchée, nous avons récolté les pontes suivantes dans l'autre cage :

le 1 ^{er} jour	4 pontes
le 2 ^e jour	7 —
le 3 ^e jour	2 — (22 pontes en 8 jours).

Après 3 jours nous avons arrosé la terre de l'autre cage. Immédiatement les femelles se sont mises à pondre et nous avons fait les récoltes suivantes :

le 1 ^{er} jour après l'arrosage . .	9 pontes
le 2 ^e — — — — —	2 (16 en 5 jours).

Cette simple expérience montre les relations qu'il y a entre la ponte et la teneur en eau du sol.

Date de la ponte.

Nous avons vu en parlant du cycle du *Zonocerus* qu'il était possible de trouver des femelles en train de pondre, pendant une grande partie de l'année. Au laboratoire, nous en avons obtenu sans interruption du mois de novembre au mois de juin. Quant aux larves que nous trouvons le 26-4 dans le carré 6, elles peuvent provenir de pontes datant du mois d'août précédent. Pendant le mois de juillet seul, nous ne trouvons pas trace de ponte. Des observations plus prolongées permettraient peut-être d'en trouver.

Lieu de la ponte.

« Le choix du terrain de ponte n'est pas indifférent et il semble étroitement restreint chez les Acridiens. L'insecte paraît attacher surtout une très grande importance à la constitution du sol ou, plus exactement, à ses propriétés physiques. Les différentes espèces montrent d'ailleurs à ce sujet des besoins extrêmement variables, la préférence des unes comme le Criquet migrateur, étant pour les sols meubles, les autres comme le Criquet marocain, recherchant les terres arides, non cultivées ; d'autres, enfin, préfèrent les régions sableuses » (CHOPARD) [1].

En Guinée, VILARDEBO localise les pontes aux bas-fonds ; en Côte d'Ivoire, nous en avons trouvé à toutes les altitudes jusqu'à 1.000 m sur le mont Tonkoy.

En 1950, nous avons recherché les éclosions de *Zonocerus* dans la plantation d'ananas, en passant toutes les semaines en chaque endroit de celle-ci. Durant ces observations, nous avons constaté la présence de larves naissantes dans des endroits très variés, sur les hauteurs et dans les bas-fonds, dans les carrés d'ananas comme dans la brousse environnante, dans les rangées d'ananas à l'ombre d'arbres ou de buissons, et dans les rangées sans ombre, dans des endroits à sol humide

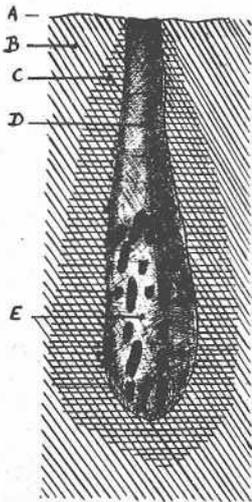


FIG. 7. — Ponte en place dans le sol.

- A : Niveau du sol.
- B : Terre ordinaire.
- C : Zone plus humide.
- D : Mucus sans œufs.
- E : Mucus avec œufs.

aussi bien que dans les sols beaucoup plus secs, dans des sols sableux et dans des sols argileux, enfin, à proximité de points d'eau ou à des endroits très éloignés en altitude et en distance. Il n'en reste pas moins cependant que le *Zonocerus* comme les autres acridiens, même s'il le peut, ne pond pas n'importe où.

Il peut pondre partout : en effet, nous trouvons quelques petits groupes de larves très parsemés dans la plantation. Celles-ci peu nombreuses correspondent à l'éclosion d'une seule ou de quelques pontes. L'oothèque a été déposée sous une rangée d'ananas pouvant donner suffisamment d'ombre ou une température favorable à

la femelle pendant la ponte. Ce n'est pas là les plus redoutables bandes, celles qui vont causer les plus grands ravages dans les plantations. Il suffit, en effet, de laisser faire les parasites et prédateurs pour voir celles-ci s'amenuisant et finissant souvent par disparaître.

A côté de ces pontes isolées, il existe de véritables « pondoirs » dans la nature où l'on peut trouver des densités d'oothèques très importantes. Nous avons fait quelques prélèvements dans ces pondoirs où nous comptons par dizaines les femelles en train de pondre. Nous avons ainsi pu récolter plus de 100 pontes dans 2 m² (jusqu'à 156). Le choix de ces pondoirs semble être déterminé par la température seule. On les trouve, en effet, toujours à l'ombre d'un arbre, arbuste ou buisson, où la température est exactement celle préférée par les *Zonocerus*, soit 35° environ. Nous avons prospecté la terre voisine de la zone ombragée la journée durant, sans trouver une seule ponte. N'ont-ils pas pondu au point 31 (carré 3) au cours de leur déplacement parce que la température a monté brusquement ? Pendant le stationnement en 31, il a plu et la température en terrain découvert a baissé sensiblement ; elles se trouvaient là dans des conditions optima, aussi ont-elles commencé à creuser de nombreux trous. La pluie ayant cessé, la température s'est élevée d'une façon rapide et appréciable, elles se sont alors dirigées en 32, à quelques mètres de là, où se trouvait un buis-

son leur produisant l'ombre nécessaire et la température adéquate.

Chaque fois que l'on trouve des éclosions en grand nombre, elles ont toujours lieu dans des endroits semblables. Dans le carré 3, par exemple, d'autres pontes également nombreuses ont eu lieu sous un autre buisson situé à 100 m du 1^{er}. En dehors de ces 2 pondoirs, nous n'avons trouvé aucune autre éclosion. Il existe rarement plus d'un pondoir dans un rayon de 30 à 50 m, le thermopreferendum s'ajoutant à l'interattraction suffit à grouper tous les adultes d'une telle surface (VUILLAUME) [6].

Connaissant les lieux de ponte possible, nous avons essayé de voir quels pouvaient être les lieux d'incubation des œufs. D'après les observations et les expériences que nous avons faites, les œufs de *Zonocerus* peuvent se développer presque partout, sauf en plein soleil, où les effets de la température s'ajoutent à ceux de la sécheresse du sol.

Description de la ponte.

Après avoir tâtonné quelque temps, souvent plusieurs jours, la femelle creuse le trou définitif dans lequel elle va déposer ses œufs suivant le mode décrit maintes fois chez les Acridiens. Nous ne le rappellerons pas ici, pas plus que nous ne parlerons des processus d'éclosion et de mues (fig. 6 et 8). Pendant qu'elle

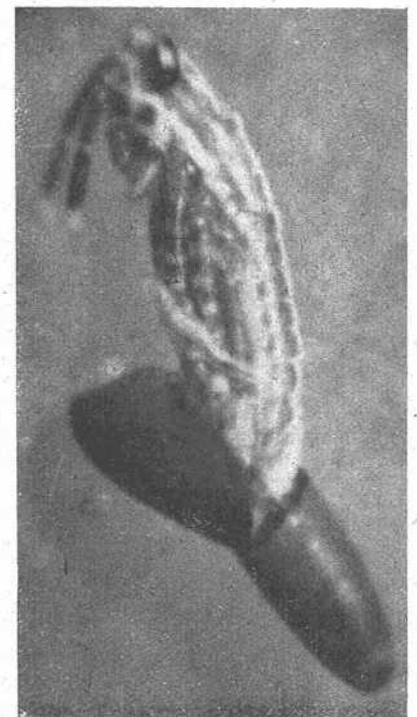


FIG. 8. — Deux étapes de l'éclosion d'une larve. Noter l'exuvie sur la fig. de droite (Photo M. Vuillaume).

pond une femelle a souvent un mâle sur le dos. La ponte terminée, la femelle abandonne aussitôt ses œufs, n'en prenant aucun soin. La ponte est alors facilement repérable par la partie de mucus qui affleure le niveau du sol. Le mucus durcit rapidement et la ponte peut être prélevée sans dommages.

Les œufs sont subcylindriques, légèrement incurvés au centre. D'abord jaune, leur chorion brunit rapidement. Le pôle apical est toujours placé vers le haut.

Développement embryonnaire, résistance des œufs.

Au cours du développement embryonnaire, l'œuf ne subit aucune modification d'aspect extérieur. Nous avons donné précédemment quelques durées de ce développement, dans la nature et au laboratoire. Il varie de 200 à 260 jours. Il est très long si on le compare à celui des Acridiens grands migrants. Cette différence de 60 jours est faible si on considère la durée d'éclosion d'une seule ponte qui peut être de 20 jours et plus.

A) Action de la température.

a) Température relativement élevée.

Cette homogénéité dans la durée de la vie embryonnaire doit être due à la constance de la température dans les différents lieux de ponte. Ceux-ci se trouvant toujours à l'ombre, sont dans des conditions identiques. Nous avons vu au point 32 des pontes se développer relativement vite (191 jours) parce qu'elles se sont trouvées, après débroussement, à une température légèrement supérieure pendant une durée du jour plus grande. Le phénomène semble être le même, mais plus accentué, avec des pontes que nous avons ramenées en France et placées à l'étuve dès notre arrivée. Nous prélevions journalièrement les pontes d'un élevage qui étaient aussitôt enfouies dans le sol à 4 ou 5 cm de profondeur, à l'ombre d'un buisson dans des conditions voisines de la normale. Le 5 janvier 1952, nous avons prélevé toutes ces pontes pour les placer à l'étuve à 31-32°, et les maintenir à cette température jour et nuit. Avec ces pontes nous avons observé les durées de développement embryonnaire suivantes : 148, 147, 162, 156, 152, 149, 160, 150, 177, 173, 169 jours. Nous avons ainsi obtenu des éclosions après 148 jours d'incubation, soit 80 jours en moins de la durée moyenne. Pendant le développement embryonnaire, nous avons fait quelques coupes d'œufs qui nous ont révélé la présence d'une diapause de 3 mois et demi, avant que le développement ait commencé. Si on tient compte de la durée de l'éclosion d'une seule ponte (15 à 20 jours)

nous remarquons qu'une ponte du 28-9-51 se développe aussi vite que celles du 10 au 15 décembre. Cette diminution de la durée du stade œuf n'est donc pas due à une rupture de diapause mais simplement à une augmentation de la vitesse de développement, ou à une réduction de la durée de développement réel. Des œufs placés dans la nature doivent évoluer au-dessus d'un seuil de température assez élevé, compris entre la température diurne et la température nocturne. Ce seuil, en dessous duquel le développement cesse la nuit dans la nature est supprimé à l'étuve, aussi le développement a lieu 24 h. sur 24. Il est alors ramené de 120 à 50 jours environ, hormis la diapause. Pour déterminer ce seuil, il suffit de tracer une sécante parallèle à l'axe des temps sur une courbe de température du sol au niveau des œufs, dont la longueur est donnée par le rapport du temps de développement à l'étuve au temps du développement dans la nature, soit 50/120, ce qui correspond à une durée de 10 heures par jour. Ce seuil se situe vers 28° d'après les courbes de température que nous avons au laboratoire, où les pontes se développent aussi vite que dans la nature. Cette hypothèse est facile à vérifier, et à partir de là, on doit pouvoir faire éclore des pontes à volonté au-dessus d'une durée minimum de 150 jours. Des résultats obtenus à partir de pontes d'âges différents semblent favorables à cette hypothèse. C'est le cas des pontes dont le développement dure 169, 173 et 177 jours.

b) Action des températures basses.

Nous avons essayé de rompre la diapause en faisant agir certains agents physiques et chimiques. Nous avons soumis des pontes à la température du frigidaire (moins 4, moins 16°), et à celle de la chambre froide à différentes périodes de la vie de l'œuf sans modifier si peu soit-il, la durée du développement embryonnaire. On peut toutefois déduire de ces expériences la résistance des œufs aux basses températures. Les œufs résistent à — 4° pendant plus de 500 heures consécutives pendant toute la période de la diapause, sans modifications de la durée de développement.

Les œufs résistent à — 16°, mais le refroidissement ne peut dépasser 15 heures. Des pontes de 138 jours qui ont commencé à se développer supportent également la même température pendant 15 heures, mais sont détruites par un froid plus prolongé.

B) Action de la teneur en eau libre du sol.

Pour mesurer la teneur en eau libre du sol, nous prélevons 20 g de terre dans la couche comprise entre 8 et 3 cm. Nous évaluons la teneur en eau de la manière

suivante : évaporation de l'eau contenue dans la terre en brûlant une quantité suffisante d'alcool mélangé à la terre pour amener celle-ci à un poids constant. Par différence nous avons la teneur approchée en eau libre.

Nous avons alors préparé une série de bocaux contenant de la terre à différentes teneurs en eau, en allant de la terre sèche à la terre saturée, et y avons placé des pontes. Ces bocaux renfermaient 1 kg de terre sèche, plus une quantité d'eau variable et étaient fermés par un couvercle en verre sans joints hermétiques. On ralentissait ainsi la vitesse d'évaporation de l'eau. De plus l'atmosphère intérieure du bocal était constamment saturée d'eau grâce à un tube plein qui y débouchait. On contrôlait régulièrement la teneur en eau de chaque récipient, et remplaçait la terre afin de l'aérer. Nous avons réalisé la série suivante de teneur en eau : 0 %, 1,25 %, 3,38 %, 6,54 %, 9,09 %, 11,11 %, 13,04 %, 14,91 %, 16,66 %, 18,84 %, et deux bocaux renfermant de l'eau en excès. Quatre ou cinq pontes étaient placées dans chacun des bocaux.

Les œufs ne résistent pas à une terre desséchée totalement et en moins de 15 jours sont complètement déshydratés. Une teneur de 1,25 % suffit et convient aussi bien que toutes les teneurs supérieures. Les vitesses de développement ne se trouvent nullement affectées. Des œufs de 15 jours résistent à une immersion de 14 jours et se développent dans un délai normal. Des œufs qui ont commencé de se développer résistent également à une immersion pouvant aller jusqu'à 80 jours à condition de renouveler la terre tous les 15 jours. Ces quelques expériences nous montrent la résistance des œufs de *Zonocerus* à la sécheresse et à l'humidité. Nous avons fait des prélèvements de terre en différents endroits de la plantation. Des mesures faites, il résulte que les œufs de *Zonocerus* peuvent se développer partout, sauf dans des endroits immergés pendant trop longtemps. La température exclut aussi les sols dénudés, celle-ci atteignant facilement 48 et 50° en saison sèche, à 5 cm de profondeur. Dans ce cas c'est plus la température que la faible teneur en eau qui est néfaste, car au cours de nos mesures, nous avons toujours trouvé plus de 1 % d'eau. De plus dans la nature les pontes sont placées dans un trou artificiel différent de celui où elles sont dans les bocaux. La femelle en enfonçant son oviscaphe serre la terre de la périphérie et forme un véritable drain. Il se produit à cet endroit, par capillarité, un appel d'eau (fig. 7).

Nous avons prélevé de la terre immédiatement autour des pontes, et à 20 cm dans des endroits également ombragés, nous avons trouvé le 2-4-51, en 32 : 7 % d'eau autour de la ponte pour 3,5 à 20 cm et le 24-4, 4,4 % autour de la ponte pour 2,95 à 20 cm.

C) Action de la centrifugation.

Nous n'avons obtenu des éclosions qu'à partir d'œufs ayant subi une centrifugation à 1.800 tours/min. pendant une minute. Ces œufs se sont développés dans un délai normal. Les œufs ne résistent ni à une centrifugation plus rapide ni plus prolongée.

D) Action de facteurs chimiques.

Tentant de rompre la diapause, nous avons également soumis des œufs à des vapeurs de chloroforme, d'éther acétique, d'éther sulfurique. Les œufs se sont développés normalement. Des œufs isolés ont résisté à des atmosphères saturées pendant des temps variant de 1 à 40 minutes.

En résumé, le *Zonocerus*, très polyphage, est caractérisé par un développement embryonnaire long, avec diapause. Les six stades larvaires s'effectuent en 100 jours environ. La vie des adultes est de 3 mois. Les œufs très résistants sont déposés dans de véritables pondoires naturels.

Dans une plantation donnée, la majorité des éclosions a lieu à une période précise de l'année, il est toutefois impossible de la généraliser et c'est à chaque planteur qu'incombe le rôle de déterminer le cycle dans son secteur.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] 1938. CHOPARD (L.). — La biologie des Orthoptères. Lechevalier, Paris.
- [2] 1940. GOLDING. — Notes on the Variegatus Grasshoppers : *Zonocerus variegatus* in Nigeria. *Bull. Ent. Res.*, p. 543-550.
- [3] 1915. LAMBORN. — The agricultural pests of the Southern Provinces Nigeria. *Bull. Ent. Res.*, V, pt. 3, p. 197-217.
- [4] 1914. SCHOUTEDEN. — Les Orthoptères nuisibles aux plantations en Afrique. *Rev. Zool. Afr.*, III, n° 3.
- [5] 1948. VILARDEBO (A.). — Un ennemi important des cultures fruitières tropicales. *Zonocerus variegatus*. *Fruits d'Outre-Mer*, vol. 3, n° 9.
- [6] 1953. VUILLAUME (M.). — Biologie et comportement du *Zonocerus variegatus*. Thèse, Paris (sous presse).
- [7] Effet de groupe chez le *Zonocerus variegatus*. (A paraître).