

**ANALYSE DES FACTEURS DE PULLULATION
DU CRIQUET ITALIEN (*CALLIPTAMUS ITALICUS* (L.))
EN POITOU-CHARENTES**

**OUTBREAKS OF THE ITALIAN LOCUST
(*CALLIPTAMUS ITALICUS* (L.))
IN POITOU-CHARENTES (FRANCE)**

par **Alain Louveaux (*)**, **Jean-Yves Peyrelongue (**)**
et **Yves Gillon (***)**

(note présentée par **Paul Pesson**)

pas vu ds HZ

RÉSUMÉ

Des pullulations de criquets italiens (*Calliptamus italicus*) ont été observées en 1986 et 1987 dans la région Poitou-Charentes. Nous donnons un historique des précédentes pullulations ainsi que l'inventaire des autres espèces qui ces dernières années ont posé des problèmes en France.

L'observation d'une population de criquets italiens au sud de Poitiers deux années de suite, a permis de préciser quelques caractéristiques du développement et de la reproduction de cet insecte et d'analyser le mécanisme de déstabilisation démographique qui aboutit à une pullulation.

La durée pendant laquelle l'insecte peut se reproduire et la stabilité du milieu qu'il colonise sont les deux facteurs clés de sa dynamique : la pratique qui consiste à cultiver la luzerne sur des sols pauvres et sensibles à la sécheresse a maintenu des biotopes pour le criquet italien. Le retour d'une nouvelle séquence climatique favorable à l'expression optimale du potentiel biotique, quarante ans après la dernière pullulation a provoqué la résurgence d'un problème toujours latent.

SUMMARY

*Plague upsurges of *Calliptamus italicus* have been observed in Poitou-Charentes*

1986 et dans une moindre mesure 1987 ont été marquées en France, par une recrudescence des Acridiens et du criquet italien *Calliptamus italicus* en particulier (Louveaux et Gillon 1986).

Nous avons suivi pendant ces deux années les pullulations qui se sont développées dans la région Poitou-Charentes et nous présenterons ici un bilan des observations que nous avons réalisées pendant cette période.

HISTORIQUE DES PULLULATIONS DANS LA RÉGION POITOU-CHARENTES

Une pullulation est par définition un phénomène occasionnel, voire exceptionnel. Il ne s'en était pas produit depuis quarante ans dans le Poitou-Charentes, mais cette région tout de même a connu depuis le début du siècle plusieurs gradations. C'est une région de prédilection pour le criquet italien qui y pullule fréquemment.

1899-1902 :

Prioton (1901) a recensé 166 communes contaminées au mois de juillet 1901 en Charentes et dans les Deux-Sèvres.

1921-1922 :

Cette pullulation n'a laissé que peu de traces. De Joanis (1922) signale une invasion d'une huitaine de jours en Charente Maritime entre les Sables d'Olonne et la Rochelle avec un maximum de dégâts à Niort.

1944-1948 :

Alleguede (1947-1948) et Pineau (1944, 1948, 1955) ont donné une description détaillée de ces pullulations. De quelques hectares contaminés en 1944 il y en eu 15.000 deux ans plus tard. 18 communes des quatre départements de la région Poitou-Charentes furent particulièrement touchées.

1986-1987 :

Les criquets italiens ont à nouveau fait leur apparition en Poitou-Charentes (tableau I) en même temps que dans plusieurs départements du sud-ouest de la France.

mais ont tout de même nécessité des traitements locaux à Mansle, St Ciers et St Amand/Bonnieure, Charron, St Porchaire et St Savinien en 1986 et 1987. Concernant l'emploi des insecticides, on a observé des échecs répétés avec le parathion et le malathion, même surdosés. Des essais en laboratoire à la Protection des Végétaux de Poitiers ont montré que le Mavrik spécialité Sandoz utilisé à dose normale 0,3 l/ha avait une efficacité immédiate et complète sur les adultes de *Calliptamus* (Delos et Laigneau 1987).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

De juin 1987 à la fin de septembre, nous avons suivi à Aslonnes (Vienne) une population de criquets qui s'était fortement multipliée en 1986. Initialement les criquets occupaient une luzernière ancienne, les pieds de luzerne laissant entre eux de nombreux espaces de sol nu. En 1986 les adultes étaient à une densité d'environ 30 individus au mètre carré et l'infestation s'était étendue à la piste en herbe d'un aérodrome privé attenant à la parcelle de luzerne. La surface totale infestée représentant environ cinq hectares, et plus si l'on considère les déplacements dans les cultures avoisinantes.

A partir du 9 juin 1987 jusqu'à l'extinction des adultes, des relevés au filet fauchoir ont été faits régulièrement pour suivre le développement de la population. Les adultes capturés ont été conservés dans l'alcool pour être ensuite disséqués au laboratoire et procéder à l'examen des ovaires.

HABITAT DU CRIQUET ITALIEN

L'aire d'habitat du criquet italien est essentiellement méditerranéenne ; on le trouve de l'Ouzbekistan à l'Espagne. En Europe il remonte jusqu'en Allemagne (Hesse du sud) où il devient de plus en plus rare (Ingrisch 1983). Sa répartition en France n'est pas très bien connue surtout parce qu'on le rencontre, en période de pullulations, largement en dehors de son aire d'habitat permanent. C'est ainsi qu'il a probablement disparu de bon nombre de localités au nord de la Loire où il s'est autrefois manifesté, comme par exemple en Seine-et-Marne en 1943 (Chopard 1951).

En Poitou-Charentes, le criquet italien est présent dans les luzernières

Jannone (1934) a fait une monographie de la biologie et l'écologie du criquet italien et une synthèse bibliographique a été donnée par Uvarov (1977). Mais depuis, peu de travaux ont été faits sur cet insecte dont l'importance économique a beaucoup diminuée.

Il a une génération par an, les œufs sont pondus en été et passent l'hiver en diapause embryonnaire. Le développement de l'œuf s'arrête au stade de l'anatrepsis (Pener et Shulov 1960) et ne peut reprendre qu'après avoir subi une période de froid. Au laboratoire, l'incubation des pontes exige un séjour à 10 °C de cinq mois et le maintien à une humidité très rigoureusement contrôlée. Après la levée de la diapause le développement s'achève en 13 jours à 30 °C. L'étude du seuil de développement en post-diapause (en préparation) montre qu'il est très semblable à celui de *Calliptamus barbarus* (Fabry et al. 1986). Sur le terrain les éclosions se produisent au moment des premières chaleurs de printemps, fin mai ou début juin. Les jeunes facilement identifiés au premier stade par une tache blanche sur le pronotum, se développent en cinq stades pour les mâles et six stades pour les femelles. Les premiers adultes apparaissent fin juillet.

**PHÉNOLOGIE DU CYCLE BIOLOGIQUE
DANS LA RÉGION DE POITIERS**

En 1987 les éclosions se sont étalées sur un mois environ. D'après les données de la station météorologique de Poitiers, le mois de mai fut assez froid mais normalement ensoleillé et le mois de juin pluvieux, frais et exceptionnellement peu ensoleillé (tableau 1). Les premières éclosions ont pu se produire dans la 3^e décade de mai, décade normalement chaude et ensoleillée pour la saison, et des jeunes de premier stade étaient encore présents dans les relevés le 26 juin ; indiquant que les éclosions sont étalées sur une longue période.

Le nombre de stades de développement déterminé par mensuration du fémur et du pronotum d'individus du terrain (figure 1) est conforme aux données de la littérature (Pichler 1955). Les femelles se développent en six stades et les mâles en cinq stades.

Rappelons que *C. barbarus*, espèce voisine et présente en Poitou-Charentes a un nombre de stade différent selon les régions (Hugueny et Louveaux 1986 ; Chara 1987). Cette plasticité est sans doute à l'origine de l'étendue de l'aire de distribution de *C. barbarus* que l'on trouve de l'Afrique du nord au Bassin parisien, alors que *C. italicus* n'a pas colonisé l'Afrique du nord.

50 % des individus ont subi leur mue imaginaire au 6 août pour les mâles et le 17 août pour les femelles (figure 2).

Les premières femelles ont été capturées le 24 juillet et les premières pontes ne peuvent avoir lieu qu'après un délai de maturation d'au moins 15 jours. Ce n'est qu'à partir du 12 août que les températures et l'ensoleillement seront normaux pour la saison.

Tableau I : Précipitations et températures mensuelles à Poitiers (Blards) Données de la Météorologie Nationale.

Précipitations Normales 1951-1980	JANV	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DEC
	66,5	62,0	58,0	46,0	63,0	51,0	45,0	54,0	54,0	56,0	72,9	69,0
1985	41,3	51,2	54,7	79,5	111,9	48,1	47,7	24,4	7,3	5,3	52,9	83,9
1986	79,3	98,9	59,5	98,0	59,8	19,8	14,6	34,1	50,4	62,0	45,2	44,7
1987	18,4	24,4	29,4	34,3	49,8	58,8	88,5	62,4	47,7	154,0	56,8	33,0
1988	146,6	90,6	55,1	50,8	115,0	76,2	60,3	13,0	22,5			

Températures minima (Tn) maxima (Tx) et moyennes (Tn + Tx/2)

		JANV	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Normales	Tn	1,0	1,5	3,0	4,8	8,0	11,1	12,9	12,8	10,8	7,4	3,7	1,9
	Tx	7,0	8,8	12,0	15,0	18,7	22,3	24,6	24,2	21,6	16,8	10,7	7,9
	Tn + Tx/2	4,0	5,2	7,5	9,9	13,4	16,7	18,8	18,5	16,2	12,1	7,2	4,9
1985	Tn	-3,5	0,9	1,1	5,6	7,7	9,8	13,3	10,7	10,2	5,8	0,4	1,9
	Tx	2,7	10,0	10,8	15,8	17,2	20,6	26,0	23,4	25,5	19,1	8,4	8,2
	Tn + Tx/2	3,1	5,5	6,0	10,7	12,5	15,2	19,7	17,1	17,9	12,5	4,4	5,1
1986	Tn	2,2	-3,2	1,6	2,9	8,7	11,7	12,1	11,2	8,8	8,8	3,7	2,2
	Tx	8,3	3,8	11,3	11,1	18,7	23,4	25,7	24,4	20,8	19,0	12,1	9,8
	Tn + Tx/2	5,3	0,3	6,4	7,0	13,7	17,6	18,9	17,8	14,8	13,9	7,9	6,0
1987	Tn	-4,2	1,7	1,7	6,2	6,0	10,7	13,8	12,8	12,6	8,95	3,9	2,9
	Tx	0,3	7,3	10,0	17,4	17,7	20,5	24,7	24,8	23,9	17,1	9,9	8,6
	Tn + Tx/2	-2,0	4,5	5,8	11,8	11,8	15,6	19,2	18,8	18,3	13,0	6,9	5,8
1988	Tn	4,5	1,7	3,6	5,4	10,4	11,2	11,5	11,6	10,6			
	Tx	10,7	9,7	11,0	16,2	18,9	21,8	22,8	25,1	21,6			
	Tn + Tx/2	7,6	5,7	7,3	10,8	14,7	16,5	17,1	18,4	16,1			

Tableau II : Caractéristiques des *C. italicus* femelles dans les populations étudiées (X = moyenne et intervalle de confiance ; n = taille de l'échantillon) :

	Nombre total d'ovarioles	Nombre d'œufs par ponte	Taille du fémur post. en mm.
Aslonnes			
1986	X = 50,5 ± 1,8 n = 30	X = 24,6 ± 3,3 n = 21	16,07 ± 0,3 n = 30
1987	X = 52,4 ± 2,3 n = 22	X = 42,3 ± 2,9 n = 30	X = 16,00 ± 0,3 n = 30
Saint Affrique	X = 50,8 ± 1,9 n = 20	X = 34,2 ± 3,3 n = 11	X = 16,7 ± 0,3 n = 30

Figure 1 - Détermination graphique du nombre de stades de développement des individus mâles et femelles dans la population d'Astannes en 1987.

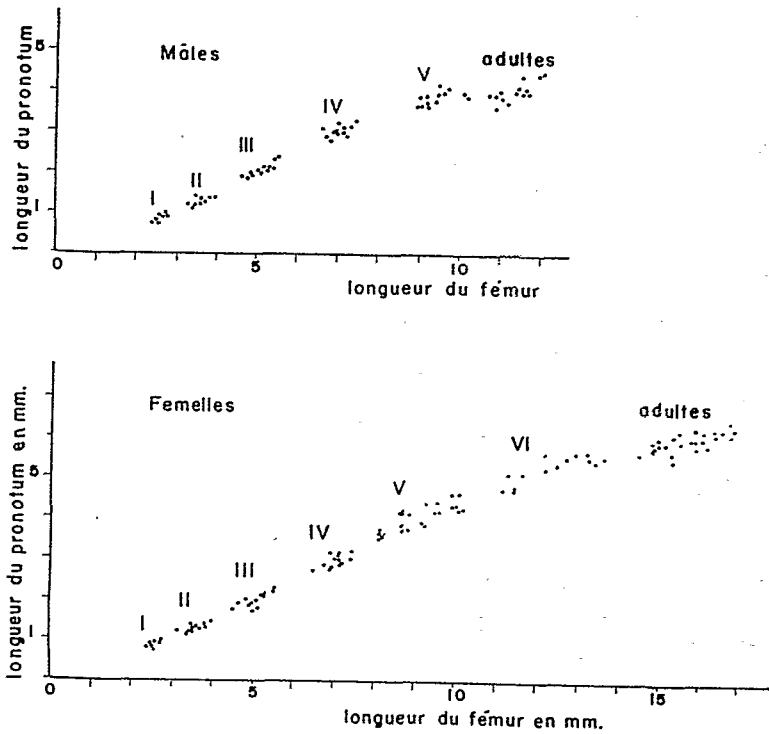
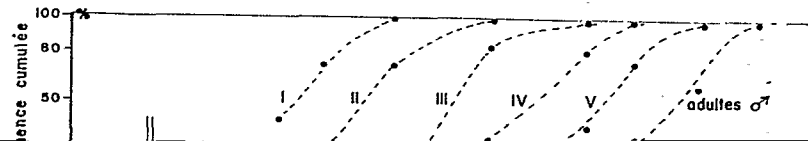


Figure 2 - Cycle de développement du Criquet italien à Astannes en 1987.



tions ont montré que les femelles étaient, à ce moment, en pleine reproduction (tableau II). Trois quart des femelles disséquées ayant des ovocytes chorionnés dans les voies génitales et prêts à être pondus.

Les derniers individus, moribonds, incapables de se déplacer, ont été capturés sur la station le 29 septembre.

En 1988 les conditions climatiques ont été défavorables au criquet italien. Depuis le mois de mai la pluviométrie est excédentaire (tableau I) et l'ensoleillement toujours en dessous des normales saisonnières. Les éclosions très tardives ont commencées fin juin et se sont étalées jusqu'à la fin du mois de juillet. Le 30 août nous avons encore 41 % de jeunes du dernier et avant dernier stade. Ces jeunes ont peu de chance de participer à la mise en place du potentiel biotique.

POTENTIEL BIOTIQUE

Au laboratoire, les femelles pondent de 1 à 8 oothèques, la moyenne étant de 4 pontes par femelle pour une survie de 45 jours. Le délai moyen entre deux pontes est de 6 à 7 jours dans nos conditions d'élevage, (30-33 °C pendant 12 heures et 20 °C 12 heures). La taille de la ponte, est relativement importante. Dans la nature et en 1987 elle était de 42 œufs (tableau II). Le nombre d'œufs par oothèque est estimé par dénombrement des ovocytes chorionnés engagés dans les calices ou en rétention dans les oviductes.

Chaque femelle a donc théoriquement la possibilité de pondre environ 200 œufs, mais le facteur limitant la mise en place d'un potentiel biotique élevé est essentiellement la durée pendant laquelle la reproduction peut avoir lieu. Les mauvaises conditions météorologiques ont une influence marquée sur la ponte en réduisant le nombre des ovocytes arrivant à maturité.

En 1986, à la mi-septembre, un épisode pluvieux et peu ensoleillé du 11 au 17 septembre eu pour conséquence une nette réduction du nombre moyen d'ovocytes chorionnés (26 sur 50 ovarioles) alors que ces mêmes individus ont eu d'excellentes conditions d'ensoleillement un peu plus tard et ont été trouvés en accouplement et très actifs le 10 octobre. La reproduction avant commencée, cette année là, dès avant le 6 août, les

Par ailleurs nous avons trouvé un parasitisme faible, deux cas de némathelminthe parasite sur plus d'une centaine de dissections.

POLYMORPHISME PHASAIRE

Rien n'est connu des modifications du potentiel reproducteur en fonction d'un éventuel polymorphisme phasaire

Uvarov (1977) signale une tendance à la grégarisation du criquet italien qui fait de fréquents dégâts au Kazakstan, mais ne donne pas de caractéristiques morphologiques ou de couleur des deux tendances solitaire et grégaire.

Nous avons pu constater que *Calliptamus italicus* en pullulation présente effectivement des comportements d'acridien grégariapte : Les jeunes se rassemblent et se déplacent en bandes des zones de multiplication vers les cultures. Ce phénomène a été observé par les agriculteurs à Aslonnes en 1986 lorsqu'ils se sont propagés dans les cultures avoisinantes. Des observations identiques nous ont été rapportées pour des pullulations qui se sont développées en août 1986 près de Saint-Affrique (Aveyron) les agriculteurs ayant également remarqué que les jeunes avaient tendance à se grouper en paquets très denses formant comme des «taupinières».

En élevage, les jeunes élevés en forte densité sont brun noirâtre, couleur qu'ils prennent dans les bandes en formation.

Habituellement en Poitou-Charentes, le criquet italien est présent en très faible densité. Par exemple nous ne l'avons trouvé, après de nombreuses recherches sur d'anciens sites d'infestations à Cognac, que dans une seule culture et à la densité de 1,5 individus pour 100 m². Les individus récoltés n'avaient pas beaucoup plus d'ovocytes chorionnés ($47,9 \pm 6$) que les individus en pullulation à Aslonnes mais leur taille est plus grande (tableau II). Si polymorphisme de taille il y a, il est à rechercher au sein d'une même population pour éviter les variations géographiques de taille, importantes chez les *Calliptaminae*.

Uvarov signale que les femelles ont une forte tendance à grouper leurs pontes ; ce qui a pu être vérifié en 1986 à Aslonnes, où des femelles

immédiats agissent sur la natalité et la mortalité de la population ; mais il faut aussi rechercher la cause des fluctuations observées parmi les facteurs qui ont pu favoriser une évolution de l'espèce (facteurs ultimes) dans le sens d'une plus grande instabilité démographique (Lewontin 1965), comme pour les espèces à polymorphisme phasaire accentué.

Les circonstances qui favorisent la multiplication des criquets italiens sont bien connues : séquences climatiques exceptionnelles et sols à faible rétention d'eau.

Toutes les multiplications se sont manifestées sur les «terres de groie», «terres d'aubue» et «terres de Champagne». Ces sols installés sur des terrains calcaires sont peu profonds. Ils se caractérisent par une faible hydromorphie et n'accumulent jamais d'eau de surface. Le bilan hydrique potentiel estival (précipitation-évaporation) est très variable d'une année à l'autre et même au cours de la saison.

C'est sur ces terres pauvres que l'on trouve les luzernières car elles sont peu sensibles à la sécheresse. Toutefois les trois dernières années de déficit hydrique ont largement contribué à les dégrader. Cette région n'a reçu en 1985 et 1986 que 30 % de la pluviométrie normale entre juin et septembre (Louveaux *et al.* 1986). Ces cultures, à larges plages de sol dénudé et non remanié, donnent les sites les plus propices aux pullulations. Chaque fois que l'on a constaté des dégâts dans une culture, une luzernière à proximité était à l'origine de l'infestation. Ceci est à mettre en relation avec l'importance des cultures fourragères dans la région. Les statistiques du Ministère de l'Agriculture pour 1985, placent la région Poitou-Charentes en tête pour la culture de la luzerne (83800 ha) alors qu'elle n'est que sixième dans le classement des superficies cultivées.

Alleguede (1947) avait remarqué que le criquet se multiplie les années à printemps et été exceptionnellement chauds et secs. L'analyse des séquences climatiques (Fabry 1984 ; Louveaux *et al.* 1986) depuis le début du siècle a montré qu'effectivement ce sont les années de record de sécheresse où l'on a observé des pullulations, la sécheresse ayant une action prépondérante sur les températures, certainement accentuée au niveau de la surface du sol. Le criquet italien étant univoltin, il faut plusieurs années successives favorables pour que se déclenche une pullulation. Il

de criquets de nos régions est un facteur essentiel de régulation ; mais l'explosion démographique est aussi la conséquence d'un allongement de la durée de la vie reproductive plusieurs années consécutives.

Les archives de la météorologie nationale contiennent de précieuses informations phénologiques et les pullulations de criquets y sont répertoriées. Fabry (1984) a relevé dans ces archives que les observateurs de 1901 ont donné un calendrier du cycle de développement extraordinairement précoce. Les juvéniles occasionnaient déjà des ravages en mai à Aigre et les adultes étaient notés dès la fin juin à Rouillac. Précocité qui a permis une reproduction d'une inhabituelle ampleur entre 1899 et 1902, 1985-1986, années qui ont été particulièrement sèches se sont caractérisées par des fins d'été prolongées qui ont permis elles aussi, d'augmenter la durée de la reproduction et élever le potentiel biotique pour l'année suivante.

D'autres espèces d'Acridiens sont sensibles également aux aléas climatiques et ont donné ces deux dernières années, elles aussi, des multiplications locales de plus ou moins grande ampleur.

On peut citer :

Aeropus sibiricus sur des pelouses d'altitude en Vanoise en 1985-86 (Voisin 1986) et dans les Pyrénées en 1984, 85, 86, 87 (Besson 1987) *Chorthippus parallelus* dans des prairies dans la Somme en 1986 (Paulmer Comm. personnelle), et dans le Doubs (Mestre et al. 1987), *Parapleurus alliaceus* et *Mecostethus grossus* dans des prairies humides du Doubs (Mestre et al. 1987) et *Parapleurus alliaceus* en Loire Atlantique (Protection des Végétaux de Nantes 1986) ; nous avons également observé dans le Poitou de fortes densités en 1986 d'*Euchorthippus pulvinatus* sur des bords de chemin.

Pour la plupart des Acridiens les explosions démographiques peuvent être qualifiées d'accidentelles, dans la mesure où elles ne résultent que de l'action des facteurs du milieu, n'ont aucun caractère périodique et peuvent se manifester n'importe où, au hasard des circonstances.

Par contre, le criquet italien se manifeste préférentiellement dans certaines régions et a des réponses démographiques de grande amplitude qui suggèrent une stratégie de reproduction particulière.

S'agit-il d'un mécanisme de type phasaire ou de l'expression d'un potentiel biotique élevé qui ne demande qu'à s'exprimer ?

C. italicus est fréquent dans les milieux travaillés de façon intermittente par l'homme et tout particulièrement les luzernières. Elles sont en principe retournées selon un cycle d'assolement de trois ans, ce qui interdit toute permanence des populations. Le criquet italien ne peut donc se maintenir durablement qu'en recolonisant sans cesse de nouvelles cultures.

Cette adaptation du criquet italien aux milieux temporaires l'oppose à *C. barbarus*, très proche sur le plan systématique. Celui-ci occupe en effet des milieux aux caractéristiques au contraire pérennes : sols rocailleux à

pelouses rases ou garrigues qui évoluent lentement. Bien que présent avec le criquet italien dans le sud-ouest, *C. barbarus* n'a pas été trouvé dans les pullulations que nous avons eu l'occasion d'observer.

Les potentialités de déplacement des deux espèces sont bien différentes et connues depuis longtemps. C'est un critère de terrain pour repérer le criquet italien qui à la différence de *C. barbarus* fait des vols longs et soutenus. Le criquet italien a aussi beaucoup plus d'ovarioles : 50 au lieu de 38 (Hugueny et Louveaux 1986). Ce qui, combiné avec un allongement de la durée de la reproduction et une diminution de la mortalité des œufs, doit lui donner un avantage suffisant en période d'expansion démographique pour expliquer les pullulations auxquelles on assiste périodiquement.

Nous remercions Mr. Lorquin du SRPV Midi-Pyrénées et Mr. Maugin de la Chambre d'Agriculture de St-Affrique, pour leur accueil et les observations qu'ils ont bien voulu nous transmettre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ALLEGUEDE R. - Les pullulations du criquet italien (*Calliptamus italicus*) dans les Charentes. Bull. Sem. Off. Nat. Anti-Acridien, 1947, 4, 23-24.
- (2) ALLEGUEDE R. - La lutte contre le criquet italien dans les Charentes. Rev. Zool. agric. et appl. Bordeaux, 1948, 46, 45-50.
- (3) BESSON J.P. - Documents Scientifiques du Parc National des Pyrénées n°17 et 18.
- (4) CHARA B. - Etude comparée de la biologie et de l'écologie de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) et de *Calliptamus wattenwylianus* (Pantel, 1896) (Orth. Acrididae) dans l'ouest algérien. Thèse de docteur ingénieur, Université de Marseille (Saint-Jérôme), 1987, pp. 180.
- (5) CHOPARD L. - Faune de France : Orthoptéroïdes, Lechevallier ed., 1951, 360 pp.
- (6) DELOS M. et LAIGNEAU C. - Tests en laboratoire en vue de la sélection d'insecticides pour le contrôle de *Calliptamus italicus*. Service Régional de la Protection des Végétaux de Poitou-Charentes, 1987 Rapport dactylographié 5 pp.
- (7) FABRY M.H. - Recherche des circonstances climatiques ayant favorisé les pullulations de *Calliptamus* en Poitou-Charentes, rapport de stage ITM. Ecole Nationale de la Météorologie. Toulouse, 1984, 89 pages dactylographiées.
- (8) FABRY M.H., LOUVEAUX A., CHOISNEL E. et PAYEN D. - Environnement thermique à l'interface air-sol. Application à la simulation de la durée du développement des œufs de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orth. Acrididae). Acta Oecologica / Oecol. Applic., 1987, 8 (1), 53-65.
- (9) HUGUENY B. et LOUVEAUX A. - Gradient d'aridité et variation latitudinale de la taille, dans les populations de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) (Orth. Acrididae). Acta Oecologica / Oecol. Gener., 1986, 7 (4), 317-333.
- (10) INGRISCH S. - *Veränderungen in der Orthopterenfauna von Hessen*. Verh. Gesell. Ökologie, 1983, 10, 193-200.
- (11) JANNONE G. - *Osservazioni ecologiche e biologiche sul *Dociostaurus maroccanus* Thunb., *Calliptamus italicus* L. e loro parassiti in Provincia di Napoli*, (Primo contributo). Boll. Lab. Zool. Gen. agr. R. Scuola Agric. Portici, 1934, 28, 75-151.
- (12) de JOANI J. - Invasion de criquets dans l'ouest de la France. Bull. Soc. ent. France, 1922, 315.
- (13) LEWONTIN R.C. - *Selection for colonizing ability*. In : BAKER H.G. et STEBBINS G.L. eds. *The genetics of colonizing species*. Academic Press, 1965, 77-91.
- (14) LUCUET G. et DU MERLE P. - Les peuplements de fourmis et les peuplements d'Acridiens du Mont Ventoux. III Les peuplements d'Acridiens. La Terre et la Vie, supplément 1978, 219-279.
- (15) LOUVEAUX A. et GILLON Y. - Pullulations d'acridiens en France. L'entomologiste, 1986, 42 (5), 283-287.
- (16) LOUVEAUX A., PAYEN D. et FABRY M.H. - Variabilité climatique et déstabilisation démographique de *Calliptamus italicus* (Orth. Acrididae) Coll. Bat. CNRS «Biologie des Populations», 1986, 569-575.
- (17) MESTRES R., PROUTEAU C. et JEANVOINE C. - Les criquets sur prairies en Franche-Comté. Phytoma, 1987, 390, 11-13.
- (18) MONARD A. - Etude bio-écologique des peuplements acridiens du Bas-Languedoc. Thèse de Doctorat Paris VI, 1986, 451 pp.
- (19) PAYEN D. - Aspects climatiques de la campagne agricole 1984-1985. C.R. Acad. Agric. Fr., 1986, 72, 90-102.
- (20) PENER M.P. and SHULOV A. - *The biology of *Calliptamus palaestinus* BDHMR. With special reference to the development of its eggs*. Bull. Res. Council of Israel, 1960, 98, 131-156.

- (21) PICHLER F. - *Zur postembryonalen Entwicklung der Feldheuschrecken*. Ost. Zool. Zeit., 1955, 6, 513-531.
- (22) PINEAU J. - *Rapport sur l'invasion des criquets en 44 (Deux-Sèvres et Vienne)*. Rapport dactylographié, Service de la Protection des Végétaux, 1944, 3 pp.
- (23) PINEAU J. - *Note sur la pullulation des criquets italiens en Poitou*. Rapport dactylographié n° 229. Service de la Protection des Végétaux, 1948, 2 pp.
- (24) PINEAU J. - *Les pullulations de Criquets italiens en Poitou*. Phytoma, mars 1955, 31-32.
- (25) PRIOTON - *Les criquets dans la Charente*. Ed. Chasselagnac. Angoulême. 1901. 18 pp.