

Collection Acridologie Opérationnelle n°6

LE CRIQUET PÈLERIN AU SAHEL

par

J.-F. DURANTON & M. LECOQ
Docteurs ès Sciences

Comité Permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS).
Centre AGRHYMET. Département de Formation en Protection des Végétaux (DFPV). Volet Information.

Financement : PAYS-BAS.

Réalisation : PRIFAS. Acridologie Opérationnelle Ecoforce® Internationale. Département GERDAT. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).

Tous droits d'adaptation, de traduction et de reproduction par tous procédés, y compris la photocopie et le microfilm, réservés pour tous pays.

© Ministère des Affaires Étrangères des Pays-Bas et CIRAD/PRIFAS (France). 1990.
ISBN : 2 - 87614 - 033 - 0

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES ILLUSTRATIONS	5
FIGURES :	5
TABLEAUX :	6
INTRODUCTION	7
1. LES BASES D'UNE STRATÉGIE DE LUTTE PRÉVENTIVE	9
1.1. LES PHASES DU CRIQUET PÈLERIN	9
1.2. LES MÉCANISMES DE LA TRANSFORMATION PHASAIRE DANS LA NATURE	10
1.2.1. PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES	10
1.2.2. LE REGROUPEMENT DES IMAGOS SOLITAIRES	10
1.2.3. LA FORMATION DES BANDES LARVAIRES	11
1.2.4. LA FORMATION DES ESSAIMS	11
1.3. LES INVASIONS GÉNÉRALISÉES	12
1.4. LES AIRES GRÉGARIÈNES	12
1.5. LES CONDITIONS DE DÉCLENCHEMENT ET D'ARRÊT DES INVASIONS	14
1.6. L'ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LE CRIQUET PÈLERIN	15
1.6.1. PRINCIPES DE LA LUTTE PRÉVENTIVE	15
1.6.2. ORGANISATION DE LA LUTTE À L'ÉCHELON INTERNATIONAL	16
2. QUELQUES ÉLÉMENTS DE BIO-ÉCOLOGIE	19
2.1. CYCLE BIOLOGIQUE	19
2.1.1. GÉNÉRALITÉS	19
2.1.2. LE DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE	20
2.1.3. LE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE	20
2.1.4. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA VIE IMAGINALE	21
2.1.4.1. Durcissement cuticulaire	21
2.1.4.2. Accumulation de réserves	22
2.1.4.3. Maturation sexuelle	22
2.1.4.4. Ponte	22
2.1.4.5. Longévité des imagos	23
2.1.5. RAPPEL DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES	24
2.2. CYCLE BIOGÉOGRAPHIQUE	24
2.2.1. CONDITIONS REQUISES POUR LA REPRODUCTION	24
2.2.2. REPRODUCTION ET DÉPLACEMENTS DES GRÉGAIRES	25
2.2.3. REPRODUCTION ET DÉPLACEMENTS DES SOLITAIRES	27
2.2.4. LA STRATÉGIE ADAPTATIVE DU CRIQUET PÈLERIN	28
3. LES BIOTOPES DU CRIQUET PÈLERIN EN AFRIQUE DE L'OUEST	29
3.1. ÉLÉMENTS DESCRIPTIFS DE L'ENVIRONNEMENT DU CRIQUET PÈLERIN	29
3.1.1. MILIEU ET ENVIRONNEMENT	29
3.1.2. LIMITES SPATIALES DES BIOTOPES	29
3.1.3. LIMITES TEMPORELLES DES BIOTOPES	29
3.2. LES MILIEUX HOSTILES AU CRIQUET PÈLERIN	30
3.3. LES BIOTOPES DE SURVIE	30
3.4. LES BIOTOPES DE REPRODUCTION	31
3.5. LES BIOTOPES DE GRÉGARISATION	32
3.6. LA MOSAÏQUE SPATIO-TEMPORELLE	36
3.7. DESCRIPTION STANDARDISÉE DES BIOTOPES	36

4. LA RECONNAISSANCE DU CRIQUET PÈLERIN	41
4.1. RECONNAISSANCE DE L'ESPÈCE	41
4.1.1. À L'ÉTAT IMAGINAL	41
4.1.1.1. Morphologie générale	41
4.1.1.2. Reconnaissance du sexe	42
4.1.1.3. Espèces voisines	42
4.1.2. À L'ÉTAT LARVAIRE	43
4.1.3. À L'ÉTAT EMBRYONNAIRE	43
4.1.3.1. Caractéristiques de l'oothèque	43
4.1.3.2. Caractéristiques des œufs	43
4.2. RECONNAISSANCE DE LA PHASE	44
4.2.1. AU NIVEAU INDIVIDUEL	44
4.2.1.1. Les œufs	44
4.2.1.2. Les larves	44
4.2.1.3. Les imagos	47
4.2.1.3.1. Pigmentation	47
4.2.1.3.2. Morphologie	52
4.2.2. AU NIVEAU DES POPULATIONS	54
4.2.2.1. L'état phasaire d'une population	54
4.2.2.2. Les différents types de populations	55
4.2.2.3. Les bandes larvaires	56
4.2.2.4. Les essaims	58
4.2.3. PRINCIPALES DIFFÉRENCES PHASAIRES	62
4.3. RECONNAISSANCE DU STADE PHÉNOLOGIQUE	62
4.3.1. LA DATATION DES IMAGOS	62
4.3.1.1. Les critères de datation	62
4.3.1.2. Les stades imaginaires	65
4.3.2. LA DATATION DES LARVES	67
4.3.3. LA DATATION DES ŒUFS	71
5. L'ÉVALUATION DES DENSITÉS	73
5.1. DIMENSIONS ET LOCALISATION DE L'INFESTATION	73
5.2. DENSITÉ DES AILÉS	73
5.2.1. POPULATIONS DE DENSITÉ MOYENNE	73
5.2.2. POPULATIONS DE FAIBLE DENSITÉ	75
5.2.3. POPULATIONS DE FORTE DENSITÉ (ESSAIM)	75
5.3. DENSITÉ DES LARVES	76
5.3.1. POPULATIONS DE DENSITÉ FAIBLE À MOYENNE	76
5.3.2. POPULATIONS DE FORTE DENSITÉ (BANDE)	78
5.4. DENSITÉ DES PONTES	78
5.5. POPULATIONS À DISTRIBUTION CONTAGIEUSE	79
6. MODÈLE DE FICHE DE PROSPECTION	81
7. POUR EN SAVOIR PLUS OUVRAGES A CONSULTER SUR LE CRIQUET PÈLERIN	83

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES :

Figure 1. –	Historique des périodes d’invasion et de rémission chez le Criquet pèlerin	12
Figure 2. –	Les limites des aires d’invasion et de rémission du Criquet pèlerin et subdivision biogéographique de son aire d’habitat	13
Figure 3. –	Sites de grégarisation du Criquet pèlerin entre 1926 et 1976	14
Figure 4. –	Pays participant à l’organisation de la lutte contre le Criquet pèlerin	17
Figure 5a. –	Zones de reproduction printanière et déplacements du Criquet pèlerin en période d’invasion	26
Figure 5b. –	Zones de reproduction estivale et déplacements du Criquet pèlerin en période d’invasion	26
Figure 5c. –	Zones de reproduction hivernale et déplacements du Criquet pèlerin en période d’invasion	27
Figure 6. –	Zones de reproduction du Criquet pèlerin en période de rémission	27
Figure 7. –	Biotope de survie	31
Figure 8. –	Biotope de reproduction	32
Figure 9. –	Biotope de grégarisation : petit oued	33
Figure 10. –	Biotope de grégarisation : pelouse à <i>Tribulus</i> spp.	33
Figure 11. –	Biotope de grégarisation : lande éphémère à <i>Schouwia thebaica</i>	34
Figure 12. –	<i>Tribulus mollis</i>	34
Figure 13. –	<i>Schouwia thebaica</i>	35
Figure 14. –	<i>Acacia ehrenbergiana</i>	35
Figure 15. –	Biotope de grégarisation : grand oued arboré	36
Figure 16. –	Imago de <i>Schistocerca gregaria</i>	41
Figure 17. –	Extrémités abdominales mâle et femelle du Criquet pèlerin	42
Figure 18. –	Oothèque de Criquet pèlerin	43
Figure 19. –	Larve solitaire de stade 5	44
Figure 20. –	Larves de 5 ^e stade, grégaire et <i>transiens</i>	45
Figure 21. –	Variation de la maculature de la tête	46
Figure 22. –	Variation de la maculature du pronotum	46
Figure 23. –	Variation de la maculature abdominale	46
Figure 24. –	Imago <i>transiens</i> immature jeune	48
Figure 25. –	Imago grégaire immature vieux	48
Figure 26. –	Imagos grégaires mature	49
Figure 27. –	Imago solitaire	49
Figure 28. –	Imago solitaire	49
Figure 29. –	Ligne fémorale du fémur postérieur	50
Figure 30. –	Bande pronotale	51
Figure 31. –	Partie latérale du corps montrant l’épimérite 2	51
Figure 32. –	Différents degrés d’obscureissement de l’œil composé	52
Figure 34. –	Schéma des mesures morphométriques standard	53
Figure 35. –	Abaque morphométrique	54
Figure 36. –	Aspect d’une bande larvaire du Criquet pèlerin en phase de déplacement au sol	57
Figure 37. –	Bande larvaire perchée constituée en majorité de larves de 5 ^e stade	57
Figure 38. –	Bande larvaire vue d’avion	57
Figure 39. –	Différentes formes d’essaims en vol	59
Figure 40. –	Essaim de jeunes individus (népiogones) en vol d’évitement provoqué par le passage de l’observateur	60
Figure 41. –	Essaim posé constitué en majorité d’individus immatures en quiescence imaginale	60
Figure 42. –	Essaim en vol	61

Figure 43. –	Mue larvaire	64
Figure 44. –	Fin de mue imaginale : jeune imago déployant ses ailes	66
Figure 45a. –	Larve de stade 1 du Criquet pèlerin en phase grégaire	67
Figure 45b. –	Larve de stade 2 du Criquet pèlerin en phase grégaire	68
Figure 45c. –	Larve de stade 3 du Criquet pèlerin en phase grégaire	68
Figure 45d. –	Larve de stade 4 du Criquet pèlerin en phase grégaire	69
Figure 45e. –	Larve de stade 5 du Criquet pèlerin en phase grégaire	69
Figure 46a. –	Larve de stade 1 du Criquet pèlerin en phase solitaire	69
Figure 46b. –	Larve de stade 2 du Criquet pèlerin en phase solitaire	70
Figure 46c. –	Larve de stade 3 du Criquet pèlerin en phase solitaire	70
Figure 46d. –	Larve de stade 4 du Criquet pèlerin en phase solitaire	70
Figure 46e. –	Larve de stade 5 du Criquet pèlerin en phase solitaire	70
Figure 47. –	Jeunes larves de premier stade peu après l'éclosion	70
Figure 48. –	Les stades embryonnaires	72
Figure 49. –	Méthode de comptage à vue pour estimation de la densité d'imagos	74
Figure 50. –	Évaluation des densités de larves	77
Figure 51. –	Évaluation des densités d'oothèques	79

TABLEAUX :

Tableau I.	Indications concernant les populations de Criquets pèlerins qui doivent être combattues en période de rémission	16
Tableau II.	Variation du pourcentage journalier de développement embryonnaire en fonction de la température moyenne de l'air	21
Tableau III.	Variations de la fécondité des femelles du Criquet pèlerin en fonction de la phase et des conditions écologiques	23
Tableau IV.	Durées, en jours, des principales étapes du cycle biologique du Criquet pèlerin en fonction de la phase et des conditions écologiques	24
Tableau V.	Détermination de l'état phasaire d'une population du Criquet pèlerin	55
Tableau VI.	Principales différences phasaires chez le Criquet pèlerin	62
Tableau VII.	La reconnaissance des stades imaginaux chez le Criquet pèlerin	67

INTRODUCTION

Les cinq premiers volumes de la collection “**Acridologie Opérationnelle**” ont été essentiellement consacrés aux sauteriaux du Sahel. Le présent volume traite du Criquet pèlerin qui, lui, appartient à la catégorie des locustes, c’est-à-dire à un ensemble d’une douzaine d’espèces de criquets présentant une particularité que ne possèdent pas les sauteriaux, à savoir l’existence d’un phénomène de polymorphisme phasaire, d’où la possibilité d’être rencontré soit à l’état isolé, en phase solitaire, soit en bandes ou en essaims de tailles parfois considérables, en phase grégaire.

Le Criquet pèlerin – *Schistocerca gregaria* (Forsk&l, 1775) de la famille des Acrididae et de la sous-famille des *Cyrtacanthacridinae* – est l’une des espèces acridiennes les plus importantes en raison :

- de sa grande mobilité (les essaims peuvent parcourir 1 000 km en quelques jours) ;
- de son aire d’invasion très vaste ;
- de son grand potentiel reproducteur induisant son aptitude à multiplier très rapidement ses effectifs ;
- de sa capacité à consommer chaque jour son propre poids de nourriture fraîche ;
- de sa grande polyphagie (en particulier en phase grégaire) le conduisant à s’attaquer à une très large gamme de cultures et à leur causer des dégâts très sévères.

Cet acridien est considéré depuis l’antiquité comme l’un des principaux fléaux de l’humanité dans l’Ancien Monde. Il constitue la huitième plaie d’Égypte de la Bible. Ses ravages s’étendent à la majorité des pays arides et semi-arides, de la côte ouest de l’Afrique à l’Inde. En période d’invasion, les essaims de criquets pèlerins peuvent envahir une aire couvrant plus de 29 millions de kilomètres carrés, soit plus de 20 % des terres émergées.

Les pays du Sahel sont directement concernés par cette espèce :

- ils peuvent être largement colonisés par les essaims en période d’invasion ;
- certains foyers grégarigènes du Criquet pèlerin (zones où prennent naissance les invasions) sont situés sur leurs territoires.

Ce document regroupe les informations générales sur la biologie et l’écologie de ce ravageur majeur, la dynamique de ses populations, les mécanismes de la transformation phasaire, autant d’informations nécessaires pour mettre en oeuvre une stratégie de lutte préventive. Dans ce cadre, l’accent a été mis tout particulièrement sur les aspects pratiques de la prospection acridienne : savoir identifier l’espèce avec certitude, apprendre à la caractériser au niveau phénologique et au niveau phasaire, pouvoir en dénombrer correctement les effectifs et évaluer les potentialités de ses biotopes, tous ces éléments étant indispensables pour effectuer un diagnostic précis et prendre des décisions de lutte raisonnées.

1. LES BASES D'UNE STRATÉGIE DE LUTTE PRÉVENTIVE

1.1. LES PHASES DU CRIQUET PÈLERIN

Le Criquet pèlerin appartient à la catégorie des acridiens de type locuste présentant un phénomène de polymorphisme phasaire, c'est-à-dire la possibilité de développer des aspects variés et réversibles, selon la densité des populations. Ces différents aspects sont désignés sous le terme de phases. Schématiquement, on parle de phase solitaire pour les populations de faible densité et de phase grégaire pour les populations de forte densité.

Le terme de transformation phasaire désigne le passage d'une phase à l'autre. Il existe d'ailleurs des formes intermédiaires dites transiens. On parlera de *transiens congregans* dans le cas d'une évolution de la phase solitaire vers la phase grégaire et de *transiens degregans* dans le cas inverse du passage de la phase grégaire vers la phase solitaire. Le passage de la phase solitaire à la phase grégaire demande en général plusieurs générations successives (4 au minimum) au cours desquelles les conditions favorisant la transformation phasaire se maintiennent. Le passage de la phase grégaire à la phase solitaire est beaucoup plus rapide et s'effectue souvent en l'espace d'une ou deux générations.

Le principal facteur déclenchant est la densité. Des individus grégaires ou solitaires peuvent être obtenus à partir d'une même ponte simplement en élevant les larves nouveau-nées les unes en groupe, les autres isolément. Si les mêmes conditions de densité sont imposées pendant plusieurs générations successives, on peut passer rapidement, via la phase *transiens*, de la phase solitaire type à la phase grégaire type ou inversement.

Les effets de la densité doivent être répartis en deux catégories. On doit distinguer les effets immédiats du groupement et les effets transmis à la descendance.

Les effets immédiats sont ceux qui se manifestent sans délai chez les individus subissant la modification de densité. Il s'agira essentiellement (et si l'on s'en tient seulement aux apparences) de modifications comportementales accompagnées chez les larves, de modifications pigmentaires.

Les effets transmis sont ceux qui se manifestent au niveau de la descendance (changements morphologiques, anatomiques, physiologiques, de préférences écologiques...).

En fonction du stade de développement, les seuils densitaires de transformation phasaire sont approximativement les suivants :

Petites larves	50 000/hectare (5/m ²)
Grosses larves	5000/hectare (0,5/m ²)
Imagos	250-500/hectare (0,025-0,05/m ²)

Le Criquet pèlerin est ainsi l'espèce connue la plus sensible aux modifications de la densité de ses populations. Ce seuil de grégarisation très bas est facile à atteindre, ce qui explique que les départs d'invasion du Criquet pèlerin soient fréquents et que, dans l'histoire (sauf depuis 30 ans grâce à une stratégie efficace de lutte préventive), les périodes d'invasion aient été plus fréquentes que les périodes de rémission.

1.2. LES MÉCANISMES DE LA TRANSFORMATION PHASAIRE DANS LA NATURE

1.2.1. PRINCIPAUX PHÉNOMÈNES

Comment, dans la nature, se produit le phénomène de transformation phasaire ? Comment le Criquet pèlerin passe-t-il de la phase solitaire à la phase grégaire ? Comment passe-t-il d'une période de rémission à une période d'invasion ?

Trois phénomènes importants vont intervenir :

1° La multiplication : permet une augmentation des effectifs, si des conditions écologiques optimales se maintiennent.

2° La concentration : sur des superficies réduites offrant des conditions favorables au Criquet pèlerin ; elle peut se réaliser, d'une part, à l'échelle synoptique grâce au regroupement d'imagos solitaires par les systèmes de vents et/ou, d'autre part, à la méso-échelle par réduction des surfaces habitables.

3° La grégarisation : si la densité critique est atteinte et maintenue au moins le temps d'une génération ; en réalité, le passage de la phase solitaire-type à la phase grégaire-type nécessitera le maintien de conditions favorables pendant au moins 4 générations successives.

1.2.2. LE REGROUPEMENT DES IMAGOS SOLITAIRES

Le premier phénomène dans la succession d'événements qui vont permettre la transformation phasaire est, en général, le regroupement d'imagos solitaires. En effet, comme les individus solitaires du Criquet pèlerin n'ont pas tendance à rechercher spontanément la compagnie de leurs congénères (sauf pendant la période des accouplements), le premier stade de la transformation phasaire résulte de conditions d'environnement particulières qui vont imposer un rassemblement important d'imagos.

Le premier phénomène est donc une concentration d'imagos solitaires sur des surfaces réduites qui se produit le plus souvent sous l'action de systèmes de vents convergents. En effet, d'une manière générale, les criquets en vol ont une direction qui est déterminée essentiellement par celle du vent. Les ailés solitaires, volant de nuit, vont ainsi avoir tendance à s'accumuler au niveau des zones de convergence des vents. Ces zones jouent un rôle très important et en une nuit la densité de la population solitaire peut être multipliée par un facteur 100, voire 1 000. Le seuil de transformation phasaire peut ainsi se trouver brusquement dépassé. Il le sera d'autant plus facilement que cette étape de concentration aura été précédée par une phase de multiplication, à la faveur de conditions écologiques favorables, ayant permis d'accroître sensiblement le niveau des populations sans pour autant atteindre le seuil de transformation phasaire.

Ce phénomène de concentration des solitaires par les systèmes de vents paraît indispensable. Il semblerait que les populations solitaires ne soient pas capables de se multiplier au rythme nécessaire pour provoquer rapidement des augmentations importantes de densité pouvant conduire au processus de grégarisation. L'afflux soudain de populations importantes permettrait non seulement d'atteindre d'emblée le seuil de transformation phasaire mais également de "diluer" les agents biologiques de mortalité au point de permettre ensuite des taux de multiplication beaucoup plus élevés.

Cette concentration de populations solitaires a deux conséquences importantes, l'une immédiate (un choc psychophysiologique modifiant le comportement), l'autre différée (une pré-adaptation de la descendance à vivre en groupe).

Par ailleurs, les zones de convergence des vents sont également des zones à plus forte probabilité de pluie (rappelons que la convergence des vents et les mouvements d'air ascendants qui en résultent, sont nécessaires – mais non suffisants – pour produire la pluie). Ce système de déplacement des ailés avec les vents dominants est ainsi celui qui permet le mieux au Criquet pèlerin de localiser et d'exploiter les pluies et la végétation saisonnière très éphémère des zones arides et semi-arides où il vit à l'état solitaire.

D'autres facteurs peuvent intervenir pour concentrer les populations solitaires, en particulier les phénomènes de restriction de surfaces habitables par dessèchement progressif et hétérogène des biotopes qui provoquent une densation en obligeant les criquets à se rassembler sur des zones favorables de plus en plus réduites. Certains biotopes sont très propices à ce genre de phénomène et constituent des foyers grégarigènes actifs lorsqu'ils sont assez étendus et soumis à des conditions éco-météorologiques propices.

1.2.3. LA FORMATION DES BANDES LARVAIRES

Si les criquets solitaires rassemblés dans les circonstances exposées précédemment rencontrent des conditions éco-météorologiques favorables, ils effectuent rapidement leur maturation sexuelle et pondent. La concentration des pontes sera forte et les éclosions simultanées. Les nouvelles larves, issues de parents solitaires mais regroupés en populations denses, seront pré-adaptées à vivre en groupe et auront déjà certaines caractéristiques de la phase grégaire (ou, au moins dans un premier temps, de la phase *transiens*). De plus, si le développement embryonnaire s'est déroulé dans de bonnes conditions, on obtiendra une population de forte densité et le caractère grégaire de ces larves s'en trouvera renforcé. Il va ainsi se former des rassemblements durables de larves, d'abord non organisés, les taches larvaires, puis organisés (dans le sens où les déplacements individuels se font tous dans un seul sens), les bandes larvaires. Ces bandes vont évoluer et les individus effectuer leur développement jusqu'à la mue imaginale.

Si de nombreuses taches larvaires apparaissent sur une même zone, elles vont pouvoir se rassembler pour former des bandes larvaires plus vastes. La densité de la population va augmenter et sa grégarité s'accroître. Au contraire, dans le cas d'une tache larvaire isolée, le caractère grégaire de la population étant encore mal fixé, il y a une assez forte probabilité pour que la population se disperse et retrouve progressivement, au cours de son développement, des caractéristiques solitaires. Il en ira de même pour une grande bande larvaire en cas de baisse importante de densité résultant d'une forte mortalité (naturelle ou faisant suite à des opérations de lutte) ou sous l'effet dispersif de certains environnements.

1.2.4. LA FORMATION DES ESSAIMS

Un essaim se forme à partir d'une bande larvaire dont les individus viennent d'effectuer leur mue imaginale. Lorsqu'il s'agit d'un essaim d'individus *transiens congregans* nés de parents solitaires, on parle d'essaim primitif. Si les parents étaient déjà grégaires, on parle d'essaim secondaire. En général, il faut au moins 4 générations successives de grégarisation croissante pour atteindre la phase grégaire type.

Plusieurs essaims primitifs voisins peuvent s'agglutiner pour n'en former qu'un seul et renforcer ainsi leur cohésion. Inversement, il peut arriver que l'essaim se fragmente et perde sa cohésion, soit parce que la grégarité des ailés est trop faible, soit parce que les effectifs deviennent trop réduits (mortalité naturelle). Il se forme alors des *transiens degregans*.

1.3. LES INVASIONS GÉNÉRALISÉES

Lorsqu'il y a de nombreuses bandes larvaires et de nombreux essaims sur de vastes territoires, on parle de période d'invasion. Les dégâts aux cultures peuvent alors être considérables. Entre deux périodes d'invasion on est en période de rémission. Il y a alors très peu d'essaims ou de bandes larvaires, voire aucune population grégaire. Les dégâts sur les cultures sont alors très minimes, sinon nuls.

La figure 1 montre les variations du nombre de pays envahis par des essaims de Criquets pèlerins depuis 1860. On y distingue nettement l'alternance des périodes d'invasion et de rémission. On peut également constater qu'il n'y a pas de cycle régulier d'invasion et de rémission.

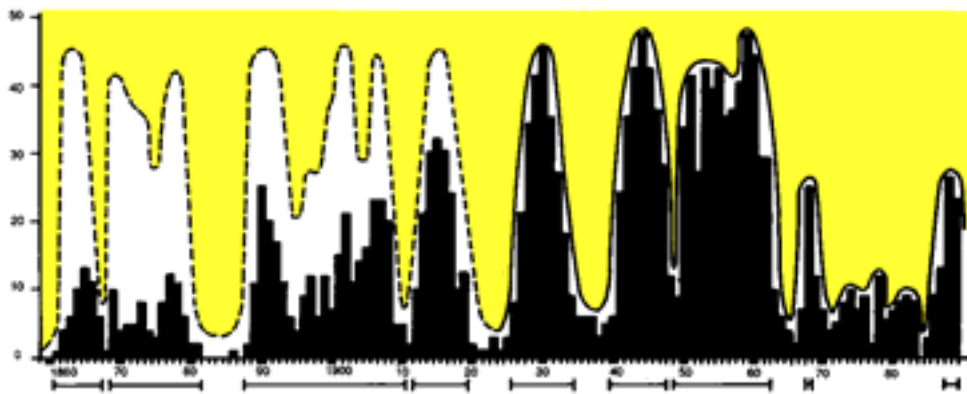


Figure 1. – Historique des périodes d'invasion et de rémission chez le Criquet pèlerin (modifié d'après WALOFF, 1976 et COPR, 1981).

La courbe est reconstituée en pointillés pour tenir compte du manque de signalisations dans les époques anciennes.

En abscisse, les principales invasions sont notées.

En ordonnée, le nombre de pays envahis par les essaims.

En phase solitaire, *Schistocerca gregaria* occupe une aire vaste mais limitée aux régions les plus désertiques d'un territoire allant de l'Atlantique à l'Inde. Il s'agit de régions où la pluviométrie moyenne annuelle est en général inférieure à 200 mm. Cette aire, dite aire de rémission, couvre environ 16 millions de kilomètres carrés et s'étend sur tout ou partie d'une trentaine de pays.

En période d'invasion, les populations grégaires peuvent envahir une aire, dite aire d'invasion, couvrant environ 29 millions de kilomètres carrés. Cinquante sept pays sont alors concernés.

1.4. LES AIRES GRÉGARIGÈNES

Le processus de grégarisation tel qu'il a été décrit dans les paragraphes précédents, a plus de chances de se réaliser dans certaines zones géographiques bien précises : les aires grégarigènes.

Une aire grégarigène est une région ou un ensemble de régions entre lesquelles se font des échanges réguliers de populations, aboutissant certaines années à des grégarisations importantes pouvant donner naissance à une invasion généralisée. Au sein de l'aire grégarigène, les lieux où s'accomplit effectivement la grégarisation (où prennent naissance les bandes larvaires et les essaims primitifs) s'appellent les foyers de grégarisation.

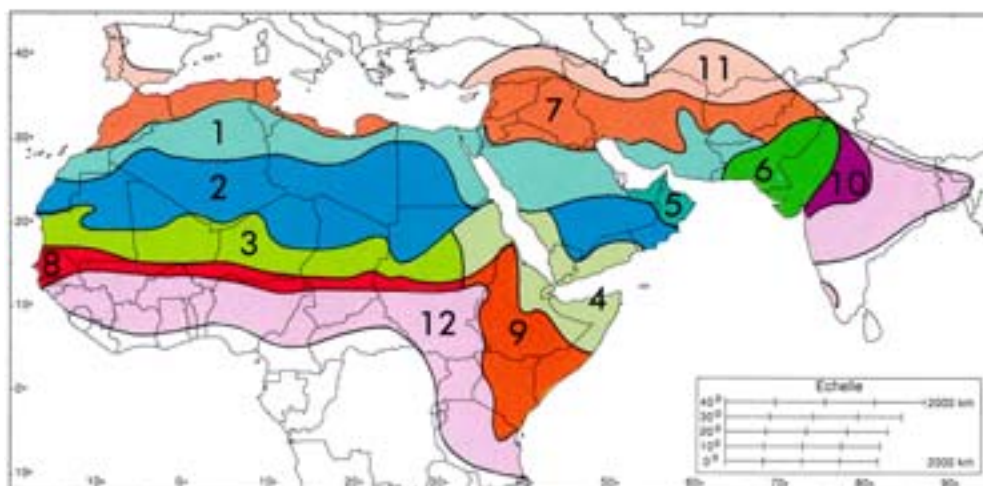


Figure 2. – Les limites des aires d’invasion et de rémission du Criquet pèlerin et subdivision biogéographique de son aire d’habitat.

Zone de rémission

- 1 Zone sahalo-méditerranéenne de dispersion et de reproduction en période de rémission
- 2 Zone sahalienne désertique de dispersion et de reproduction en période de rémission
- 3 Zone sahalo-sahélienne de dispersion et de reproduction en période de rémission
- 4 Zone semi-aride subissant l’influence du front de convergence de la mer Rouge et permettant dispersion et reproduction en période de rémission
- 5 Zone sahalienne tempérée par effet de relief et permettant des reproductions plus fréquentes qu’en zone sahalienne désertique
- 6 Zone désertique atténuée sous double influence méditerranéenne et moussonienne permettant dispersion et reproduction en période de rémission

Zone d’invasion

Les zones de dispersion et de reproduction de période de rémission sont utilisées en période d’invasion mais, de plus, les zones suivantes sont également colonisées.

- 7 Zone méditerranéenne de dispersion et de reproduction des grégaires
- 8 Zone tropicale (soudano-sahélienne) de dispersion et de reproduction des grégaires
- 9 Zone de dispersion et de reproduction des grégaires de l’Est africain
- 10 Zone orientale de dispersion et de reproduction des grégaires
- 11 Zone septentrionale de dispersion des grégaires
- 12 Zone méridionale de dispersion des grégaires.

Dans le cas du Criquet pèlerin, on trouve plusieurs aires grégariques (figure 3), les principales étant :

- 1° La frontière indo-pakistanaise : où les systèmes de vents favorisent des concentrations importantes de populations.
- 2° Les bords de la mer Rouge et du Golfe d’Aden : où le régime des pluies peut fournir des conditions favorables à la reproduction tout au long de l’année.
- 3° La bordure de certains massifs montagneux où les phénomènes d’écoulement favorisent la création de sites favorables (massifs du Sahara central et méridional, bordure sud de l’Atlas, bordure ouest des montagnes de l’Oman, vallées du Mekran au Pakistan et en Iran).

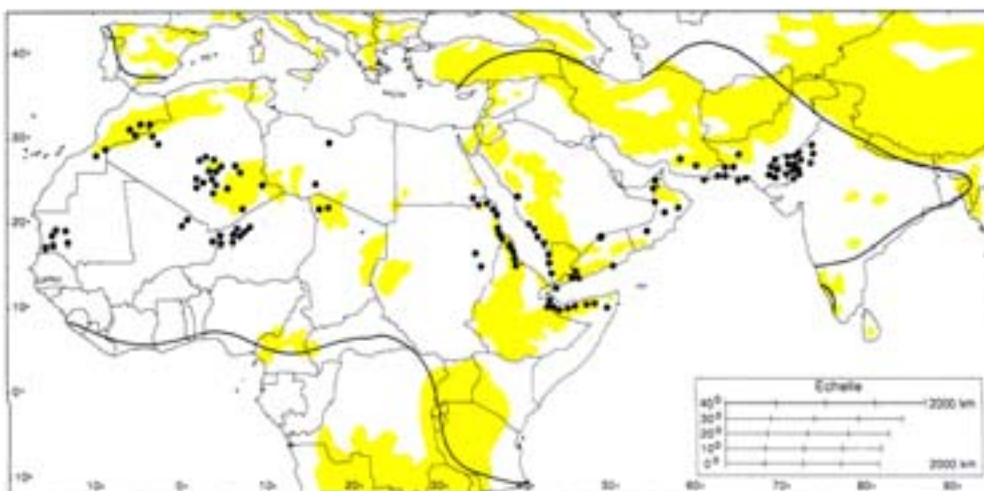


Figure 3. – Sites de grégarisation du Criquet pèlerin entre 1926 et 1976 (d'après WALOFF, 1976 et COPR, 1981).

Le trait fort représente les limites de l'aire d'invasion, les parties en jaune les régions au dessus de 1 000 m.

C'est essentiellement dans ces zones qu'ont lieu les premières étapes de la transformation phasaire conduisant à une invasion généralisée.

Ces notions d'aires grégarigènes et de foyers de grégarisation ont beaucoup aidé à l'organisation de la surveillance et de la lutte. C'est grâce à elles qu'il a été possible de mettre au point une stratégie de lutte préventive.

1.5. LES CONDITIONS DE DÉCLENCHEMENT ET D'ARRÊT DES INVASIONS

Des grégarisations sur de petites surfaces sont fréquemment enregistrées dans l'aire d'habitat du Criquet pèlerin. Des grégarisations sur de grandes surfaces, avec production de nombreuses bandes larvaires et d'essaims, sont moins fréquentes. Ce n'est que lorsque la grégarisation a lieu sur de vastes superficies et se maintient pendant plusieurs générations successives qu'elle peut conduire à une invasion généralisée.

On sait maintenant que le principal facteur favorable à la naissance d'une invasion généralisée est une succession de pluies abondantes sur des surfaces très étendues (d'où l'importance de données pluviométriques de qualité et des satellites météorologiques pour donner l'alerte).

Une fois l'invasion amorcée dans l'une des régions de l'aire d'habitat du Criquet pèlerin, elle se propage en général en l'espace d'un an ou deux aux autres régions.

L'invasion, une fois déclenchée, il est alors très difficile de l'arrêter. En effet, lorsque le fléau acridien n'a pu être enrayeré à son début, il prend une dimension différente pour trois raisons essentielles :

- 1° Les formes grégaraires ont une amplitude écologique plus grande que les formes solitaires et résistent mieux aux conditions environnementales défavorables ; elles sont donc capables d'occuper des aires géographiques considérablement plus vastes et maintiennent plus facilement leurs effectifs.

2° La grégarisation s'entretient plus facilement d'elle-même qu'elle ne s'arrête ; en d'autres termes, le maintien de l'état grégaire suppose des conditions d'environnement plus banales que le passage de la phase solitaire à la phase grégaire ; l'invasion s'auto-entretient.

3° L'arrêt d'une invasion exige des conditions éco-météorologiques aussi exceptionnelles (mais différentes car anormalement défavorables à l'espèce) que son déclenchement.

Après un certain temps l'invasion décline et s'arrête. On repasse en période de rémission. L'arrêt de l'invasion est en général dû à une succession de conditions écologiques défavorables : froid, sécheresse (absence ou forte baisse des pluies saisonnières permettant la reproduction), migration des essaims dans des zones défavorables où ils sont décimés, renforcement des effets des ennemis naturels. L'invasion peut d'abord s'arrêter dans une seule région et continuer encore quelques temps dans d'autres. L'arrêt total d'une invasion nécessite en moyenne environ deux années.

Jusqu'aux années 1950, aucune invasion ne s'est terminée sous l'effet des opérations de lutte. Ce n'est qu'après la deuxième guerre mondiale que le déclin du fléau peut être attribué (au moins en partie) à la lutte chimique. Ce fut le cas :

- en 1962, au Pakistan, où l'application aérienne de dieldrine a contribué efficacement à mettre fin à une invasion généralisée qui avait pris naissance en 1949 ;
- en 1978, en stoppant à ses débuts une nouvelle invasion de l'Afrique de l'est, de l'Arabie, du Pakistan et de l'Inde ;
- en 1983, de nouveau au Pakistan où une campagne aérienne de grande envergure a détruit une recrudescence saisonnière majeure ;
- en 1989, au Maroc, où des opérations de lutte de grande ampleur ont pu efficacement compléter l'action de conditions écologiques défavorables (températures très basses, sécheresse, pertes importantes d'essaims en mer).

1.6. L'ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LE CRIQUET PÈLERIN

1.6.1. PRINCIPES DE LA LUTTE PRÉVENTIVE

L'existence d'aires grégarigènes et la succession de périodes d'invasion et de rémission permet d'envisager une lutte préventive dont le but est de prévenir tout départ d'invasion, puisque l'on sait qu'une fois l'invasion déclenchée celle-ci est très difficile à arrêter, même avec des opérations intensives de lutte curative et qu'alors les risques secondaires des traitements acridicides pour l'environnement sont considérables compte tenu des surfaces concernées.

La stratégie de lutte préventive contre le Criquet pèlerin comporte trois étapes essentielles :

1° La surveillance des conditions écologiques dans les aires potentielles de reproduction et de grégarisation (données météorologiques, imagerie satellitaire).

2° L'organisation de prospections, aériennes et terrestres, dans les aires devenues potentiellement favorables à la suite de précipitations abondantes.

3° La lutte contre toutes les populations de Criquet pèlerin dépassant un certain seuil, principalement dans les biotopes réputés constituer des foyers grégarigènes (voir tableau I).

La validité de cette stratégie ne fait pas de doute. Malgré quelques difficultés pratiques, elle a permis de prévenir convenablement des départs d'invasion pendant toute la période de rémission allant de 1962

à 1987. Le départ d'invasion survenu en 1987 résulte non pas d'un défaut de la stratégie mais de l'impossibilité de l'appliquer correctement pour diverses raisons (interdiction d'accéder et de traiter efficacement les zones de pullulations situées dans des régions de conflits armés, affaiblissement des organisations de surveillance et de lutte préventive au sud du Sahara qui n'étaient plus opérationnelles au moment opportun, pressions exercées par certains pays donateurs pour interdire l'utilisation de la dieldrine etc.).

1.6.2. ORGANISATION DE LA LUTTE À L'ÉCHELON INTERNATIONAL

Le Criquet pèlerin étant un insecte extrêmement mobile et ne connaissant pas les frontières, la lutte doit être organisée à la fois sur le plan national et sur le plan international.

Au plan national, selon les pays, ce sont les services de protection des végétaux ou des services anti-acridiens spécialisés qui ont en charge la lutte contre les criquets. Dans d'autres cas, les pays ont délégué à des organisations régionales la responsabilité des opérations de surveillance et de lutte. C'est le cas, en particulier, pour de nombreux pays au sud du Sahara.

Tableau I. Indications concernant les populations de Criquets pèlerins qui doivent être combattues en période de rémission (d'après FAO, modifié).

	Types de populations							
	Grégaires		Transiens et solitaires					
	Grande	Petite taille	Forte densité		Densité moyenne		Faible densité	
Grande			Petite taille	Grande	Petite taille	Grande	Petite taille	
Près des cultures								
Loin des cultures								
Zones reculées								

à combattre

à tenir sous surveillance

à négliger

	Larves L1 à L3	Larves L4 et L5	Imagos
Forte densité :	10-100/m ²	1-10/m ²	1 000-10 000/ha
Densité moyenne :	2,5-10/m ²	0,25-1/m ²	250-1 000/ha
Faible densité :	< 2,5/m ²	< 0,25/m ²	< 250 ha
Grande taille :	> 50 ha		
Petite taille :	< 50 ha		

Au plan international, l'organisation de la lutte contre le Criquet pèlerin constitue un exemple remarquable de coopération. Cinq organisations régionales, créées au cours des années 1960, desservent ensemble presque tous les pays infestés par le Criquet pèlerin :

1° La Commission FAO de lutte contre le Criquet pèlerin au Proche-Orient.

2° La Commission FAO de lutte contre le Criquet pèlerin dans la partie orientale de son aire de répartition en Asie du Sud-Ouest.

3° La Commission FAO de lutte contre le Criquet pèlerin dans le Nord-Ouest de l'Afrique.

4° Le DLCO-EA (Desert Locust Control Organization for Eastern Africa), Organisation de lutte contre le Criquet pèlerin dans l'Est Africain.

5° L'OCLALAV, Organisation Commune de Lutte anti-Acridienne et de Lutte anti-Aviaire pour les pays d'Afrique de l'Ouest au sud du Sahara.

Les Commissions FAO ont essentiellement un rôle de coordination, la responsabilité des opérations restant au niveau de chaque état. Le DLCO-EA, par contre, a en charge les opérations de surveillance et de lutte. Quant à l'OCLALAV, cette organisation est actuellement en pleine mutation et les états sud-sahariens d'Afrique de l'Ouest ont repris, chacun à leur manière, la responsabilité des opérations de surveillance et de lutte sur leurs territoires respectifs. L'OCLALAV conserverait un rôle de coordination et d'information, un peu à l'égal des commissions régionales FAO.

La FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) joue un rôle de coordination à l'échelle internationale. Elle apporte son aide pour les opérations de lutte d'urgence, collecte les informations sur la situation acridienne, diffuse des bulletins de prévision et d'avertissement.

Le principe des prévisions repose actuellement sur la connaissance :

- de la biologie, de l'écologie et du comportement du Criquet pèlerin ;
- de la situation acridienne synoptique (rapports des prospections de terrain) ;
- des zones écologiquement favorables (données météorologiques et satellitaires).

Les renseignements transmis par les services de protection des végétaux de plus de 40 pays ainsi que par les deux organisations régionales (DLCO-EA et OCLALAV) et les trois commissions régionales FAO sont regroupés et analysés par un service spécialisé au siège de la FAO à Rome, le Service central de signalisation et de prévision, devenu en 1986 l'ECLCO, Emergency Control Locust Organisation. La confrontation des données de terrain, des renseignements météorologiques et des données fournies par les satellites artificiels, permet d'établir le Bulletin ECLCO comportant l'état de la situation acridienne, des prévisions et des avertissements pour les semaines suivantes. Ce bulletin est largement diffusé à tous les organismes concernés par la lutte contre le Criquet pèlerin par télécopie ou par télex. Il comporte en plus une carte où toutes les données reçues sont regroupées sous une forme symbolique par degré carré. Cette carte permet d'avoir une vue générale de la situation acridienne au cours des semaines précédentes sur l'ensemble de l'aire d'habitat du Criquet pèlerin.

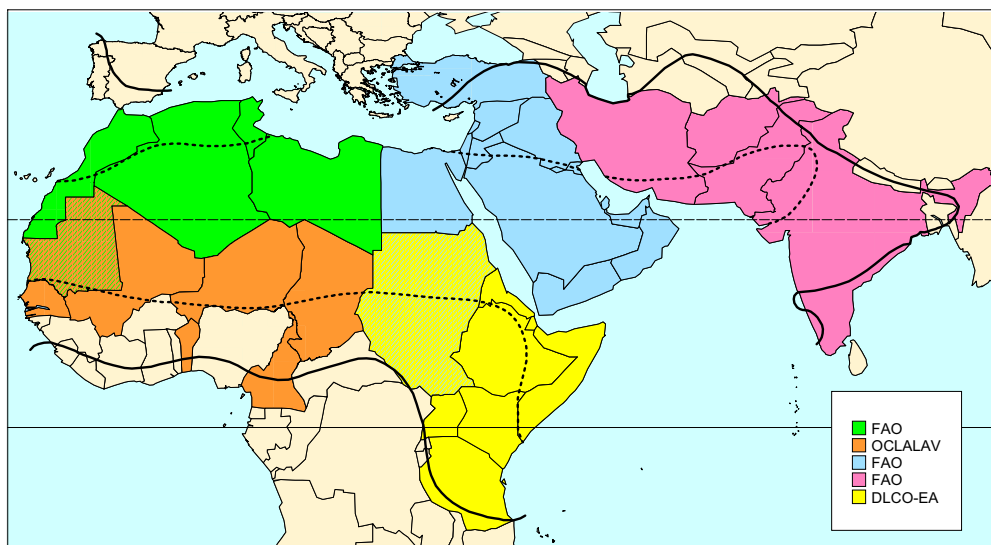


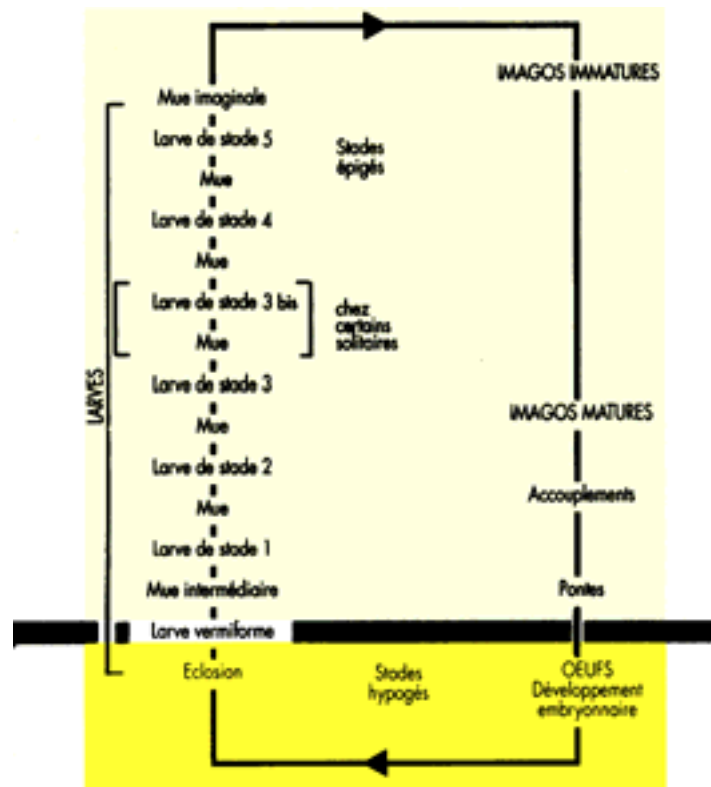
Figure 4. – Pays participant à l'organisation de la lutte contre le Criquet pèlerin.

2. QUELQUES ÉLÉMENTS DE BIO-ÉCOLOGIE

2.1. CYCLE BIOLOGIQUE

2.1.1. GÉNÉRALITÉS

Le cycle biologique du Criquet pèlerin comprend, comme chez les autres espèces de criquets, trois états successifs et peut être représenté de la manière suivante :



Le nombre annuel de générations varie entre 2 et 3 (voire 4) selon les conditions écologiques.

L'une des caractéristiques importantes du Criquet pèlerin est la possibilité de quiescence à l'état imaginal dans le cas où l'acridien rencontre des conditions écologiques défavorables.

Chez les grégaires, il existe une grande synchronisation dans le développement des populations. En un site donné, un ou deux stades biologiques seulement sont observés simultanément. Au contraire, chez les populations solitaires, des individus de tous états biologiques (œufs, larves, ailés) et de tous stades de développement peuvent être observés en même temps au même endroit.

2.1.2. LE DÉVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

Au moment de la ponte, les œufs sont jaunes mais, dans le sol, ils virent au brun. Peu après la ponte, l'œuf s'hydrate et augmente de volume. Les œufs doivent absorber environ leur propre poids d'eau dans les cinq premiers jours après la ponte ; cela est suffisant pour leur permettre de se développer correctement. S'ils ne peuvent absorber cette quantité d'eau, ils n'éclosent pas. Cependant, même s'il n'y a pas assez d'eau dans le sol dans les premiers jours suivant la ponte, ils peuvent attendre quelques temps et terminer leur développement si une pluie survient. Cette possibilité de quiescence est toutefois assez limitée et il n'est pas possible aux œufs de Criquet pèlerin de rester plus de deux mois vivants dans un sol totalement sec. Cette situation est d'ailleurs exceptionnelle car les sites de ponte choisis par les femelles sont dans la majorité des cas suffisamment humides (humidité à moins de 5 cm de la surface) pour garantir une hydratation suffisante.

L'éclosion se produit en fin de développement embryonnaire. La première forme larvaire, dite larve vermiforme, progresse vers la surface du sol par reptation le long du bouchon spumeux de l'oothèque. Très peu de temps après l'éclosion, dès sa sortie à l'air libre, cette larve vermiforme se débarrasse de sa cuticule post-embryonnaire au cours de la mue intermédiaire et devient alors une larve de premier stade. Les exuvies de la mue intermédiaire se présentent sous la forme de petits amas blanchâtres et sont aisément visibles à la surface du sol, indiquant qu'une éclosion s'est produite récemment. Ces exuvies sont rapidement emportées par le vent.

Chez les grégaires, les éclosions au sein d'une même population sont en général très synchrones et s'étalent seulement sur 2 à 3 jours.

Si l'œuf a absorbé suffisamment d'eau, la durée du développement embryonnaire dépend essentiellement de la température du sol ; elle décroît à mesure que la température augmente. Par ailleurs, toutes autres conditions étant égales, les grégaires se développent légèrement plus vite que les solitaires.

Au Sahel, pendant la principale période de reproduction de juin à septembre, liée aux pluies de mousson, la durée d'incubation des œufs du Criquet pèlerin est en moyenne de l'ordre de 13 jours. Pour plus de précision, le tableau II permet d'évaluer les durées d'incubation en fonction de la température moyenne de l'air enregistrée sous abri. En réalité, le facteur écologique discriminant est la température du sol au niveau de la masse ovigère mais cette information est plus difficile à obtenir que la température de l'air.

2.1.3. LE DÉVELOPPEMENT LARVAIRE

Les larves de Criquet pèlerin passent, de l'éclosion à l'état imaginal, par plusieurs stades. Leur nombre est variable en fonction de la phase : 5 stades chez les grégaires et 6 le plus fréquemment chez les solitaires. Le stade supplémentaire se situe entre le troisième et le quatrième stade.

La durée du développement larvaire varie essentiellement en fonction de la température de l'air. Par ailleurs, dans des conditions écologiques identiques, les grégaires se développent plus rapidement que les solitaires.

Chez les grégaires, dans de bonnes conditions, la durée de développement larvaire la plus courte est de 25 jours. Dans de mauvaises conditions elle peut monter jusqu'à plus de 50 jours.

Chez les solitaires, dans des conditions optimales, le développement larvaire dure au minimum 30 jours. Il peut s'étendre à trois mois en cas de conditions très défavorables.

Au Sahel, entre juin et septembre, la durée du développement larvaire est d'une trentaine de jours en moyenne (extrêmes observés : 28 et 46 jours). Le stade le plus bref est le premier, le cinquième est le plus long. En pourcentage, les durées de chaque stade larvaire sont respectivement, du stade 1 au stade 5, de

14, 16, 18, 20 et 32 % de la durée totale du développement, soit approximativement de 5, 5, 6, 7 et 11 jours pour une durée totale de développement de 34 jours.

Tableau II. Variation du pourcentage journalier de développement embryonnaire en fonction de la température moyenne de l'air (d'après COPR, 1981).

(Les valeurs extrêmes indiquées correspondent à un intervalle de confiance de 95 %).

Température moyenne de l'air (°C)	Pourcentage de développement journalier		Durée d'incubation (en jours)	
	moyenne	extrêmes	moyenne	extrêmes
10	1,0	0,7-1,4	99	70-139
11	1,2	0,9-1,7	83	60-116
12	1,4	1,0-2,0	70	51-97
13	1,7	1,2-2,3	60	44-82
14	1,9	1,4-2,7	51	38-70
15	2,3	1,7-3,1	44	33-60
16	2,6	1,9-3,5	39	29-52
17	3,0	2,2-4,0	34	25-46
18	3,3	2,5-4,5	30	22-41
19	3,8	2,8-5,1	27	20-36
20	4,2	3,1-5,7	24	18-32
22	5,1	3,8-7,0	19	14-26
24	6,1	4,5-8,3	16	12-22
26	7,0	5,2-9,6	14	10-19
28	7,9	5,8-10,7	13	9-17
30	8,6	6,3-11,0*	12	9-16*
32	9,1	6,7-11,0*	11	9-15*
34	9,4	6,8-11,0*	11	9-15*

* Valeurs corrigées pour tenir compte de la durée minimale d'incubation connue, soit 9 jours.

2.1.4. PRINCIPALES ÉTAPES DE LA VIE IMAGINALE

2.1.4.1. Durcissement cuticulaire

Avec la mue imaginale s'achève l'état larvaire et commence l'état imaginal. Le terme imago correspond à l'insecte ailé. Le terme adulte est à réserver à l'imago en période de maturité sexuelle. Le terme ailé est parfois utilisé comme synonyme d'imago.

Immédiatement après la mue imaginale, le jeune imago étale ses ailes et les laisse sécher en position droite, puis les replie selon les nervures longitudinales. Ce jeune imago possède des téguments mous qui durcissent progressivement en une dizaine de jours au maximum. Ils sont de couleur beige chez les solitaires, rose chez les grégaires.

La première phase de la vie imaginale est donc la phase de durcissement cuticulaire. Celle-ci est assez rapide. En quelques heures le jeune imago est capable de marcher, le jour suivant il peut voler localement et sauter. Le durcissement des téguments est achevé au bout de 5 à 10 jours selon la saison (et donc la température de l'air).

2.1.4.2. Accumulation de réserves

Après le durcissement cuticulaire, le jeune imago se consacre surtout à la recherche d'un biotope favorable à l'alimentation. Il y a une augmentation progressive de poids par accumulation de corps gras. L'acridien se constitue, sous forme de corps gras, des réserves qui vont lui permettre d'entreprendre éventuellement des vols sur de grandes distances. L'aptitude du criquet au vol migratoire passe d'ailleurs par un maximum à la fin de cette première période de la vie imaginale. Pendant toute cette phase, les ovaires des femelles restent en pré-vitellogénèse.

C'est à ce niveau, si l'insecte ne rencontre pas de conditions favorables à la reproduction, que se situe la période de quiescence imaginale. Le Criquet pèlerin peut ainsi rester sexuellement immature durant plusieurs mois (6 au maximum), jusqu'à la rencontre de conditions écologiques propices.

2.1.4.3. Maturation sexuelle

Dès que le Criquet pèlerin rencontre des conditions favorables à la reproduction, les populations deviennent sexuellement matures. De juvénile qu'il était l'imago devient alors adulte. Cette acquisition de la maturité sexuelle peut se faire très rapidement ou après un délai de quiescence plus ou moins long si des conditions favorables n'ont pas été découvertes immédiatement.

Avec le début de la maturation sexuelle, on note une modification de la coloration des individus. Il se produit un jaunissement des téguments particulièrement accentué dans le cas des populations grégaires, principalement chez les mâles. En phase solitaire, le jaunissement concerne essentiellement les ailes postérieures, la coloration générale étant fort peu modifiée.

Les criquets mâles commencent leur maturation les premiers. Ils dégagent des substances chimiques qui déclenchent la maturation des femelles (et aussi celle des mâles dont la maturation n'a pas encore commencé).

À partir de ce moment, les ovaires des femelles commencent à croître. Le vitellus s'accumule peu à peu dans les ovocytes qui deviennent jaunes et dont la taille s'accroît progressivement jusqu'à atteindre la taille du futur œuf lors de la ponte. La dernière étape est le dépôt du chorion, enveloppe externe de l'œuf.

Cette phase correspond à la phase de vitellogénèse du premier ovocyte situé à la base de chaque ovariole. Elle se termine avec la première ponte et se renouvellera pour les pontes successives ultérieures.

Avec le début de la maturation sexuelle, on note également les premiers accouplements qui vont se poursuivre pendant toute la vie reproductive. Le mâle chevauche la femelle. La copulation dure en général plusieurs heures (jusqu'à 14h). Le sperme est transmis à l'intérieur d'une sorte de sac allongé fabriqué par le mâle : le spermatophore. Il est stocké chez la femelle dans un organe spécial : la spermathèque. La fécondation des ovocytes (futurs œufs) se fait lors de la ponte.

En cas de durcissement des conditions ambiantes, les femelles résorbent les ovocytes en cours de fabrication et attendent une meilleure situation dans un état pseudo-juvénile.

2.1.4.4. Ponte

La ponte a lieu à n'importe quel moment du jour ou de la nuit dans des sols qui peuvent être assez variés, depuis le sable assez grossier jusqu'aux argiles limoneuses. Le sol doit être humide, au moins sous la surface (à partir de - 5 cm). Sauf cas particulier, l'humidité édaphique nécessaire à la ponte maintient des conditions acceptables pour toute la durée du développement larvaire. La ponte dure entre une heure et

demie et deux heures. Une femelle ayant pondu conserve, sur les valves de l'oviscapte, des traces de matière spumeuse qui permettent, à l'examen, de déterminer si elle a pondu avant sa capture.

Généralement, les femelles de Criquet pèlerin pondent peu de fois dans la nature. Trois à quatre pontes chez les solitaires, deux à trois seulement chez les grégaires. La période pendant laquelle les femelles déposent des oothèques s'appelle la période reproductive.

Le nombre moyen d'œufs de la première ponte, dans de bonnes conditions, est de 140 chez les solitaires et de 70 seulement chez les grégaires. Le nombre d'œufs par ponte est en général inférieur pour les pontes suivantes à cause du vieillissement des individus. À la quatrième ponte, il n'est plus statistiquement que de 70 œufs chez les solitaires et de 50 chez les grégaires (tableau III).

Chez les grégaires, les oothèques sont regroupées en des sites plus ou moins étendus, appelés champs de ponte, dont la superficie varie de quelques mètres carrés à un ou plusieurs kilomètres carrés.

Chez les femelles de Criquet pèlerin ayant pondu, il existe deux types de formations qui peuvent être observées à la base des ovarioles : les traces de pontes et les corps de résorption.

Les traces de pontes ou corps blancs sont d'aspect blanchâtre à leur début mais elles jaunissent rapidement. Ces structures sont constituées par le manchon de cellules folliculaires qui entourait l'ovocyte et qui reste en place à la base de l'ovariole après l'expulsion de l'ovocyte lors de la ponte. Ces corps blancs ne peuvent être observés qu'à l'aide d'une loupe binoculaire.

Les traces de résorption ou corps oranges sont oranges ou rouges. Ces structures sont formées d'un ovocyte dégénéré, réduit à un amas de résidus vitellins entourés du manchon de cellules folliculaires. Les corps oranges sont observables à l'œil nu ou avec une loupe à main (x10). Leur présence indique que, pour les ovarioles concernées, l'ovocyte n'a pas été émis lors de la ponte. Dans certaines conditions particulièrement hostiles, la totalité des ovocytes peut régresser ; il n'y a alors pas de ponte.

Tableau III. Variations de la fécondité des femelles du Criquet pèlerin en fonction de la phase et des conditions écologiques (d'après POPOV, c.p.).

Performances génésiques État phasaire et conditions écologiques	Nombre d'œufs par ponte				Nombre moyen de pontes
	P1	P2	P3	P4	
SOLITAIRES Bonnes conditions Mauvaises conditions	140 80	110 55	90 –	70 –	plus de 3
GRÉGAIRES Bonnes conditions Mauvaises conditions	70 40	65 30	60 –	50 –	2 à 3

P1 à P4 : rang de la ponte (P1 = première ponte...).

N.B. Il s'agit de moyennes pour des populations de criquets pèlerins vivant en conditions naturelles. Si les conditions écologiques sont très mauvaises, il n'y a pas de ponte, les individus restant immatures.

2.1.4.5. Longévité des imagos

La longévité des imagos du Criquet pèlerin dans la nature varie, en moyenne, de 34 jours à 230 jours en fonction essentiellement de l'existence ou non d'une période de quiescence imaginale.

Si les conditions écologiques sont d'emblée propices à la reproduction, la maturation sexuelle débute immédiatement, les femelles pondent (4 fois au plus, en moyenne) et meurent rapidement.

Si les conditions écologiques sont défavorables, les imagos restent en quiescence, état qui peut durer jusqu'à 135 jours chez les solitaires et 180 jours chez les grégaires. La longévité globale des imagos dépend alors de la durée de cette période de quiescence. Les imagos peuvent ainsi vivre, en moyenne, jusqu'à 180 jours chez les solitaires et 230 chez les grégaires.

2.1.5. RAPPEL DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES

Le tableau IV résume les principales caractéristiques quantitatives du cycle biologique du Criquet pèlerin. On y trouvera, pour les solitaires et pour les grégaires, les vitesses de développement pour les différents stades selon que les conditions écologiques sont bonnes ou mauvaises. Il s'agit de valeurs moyennes observées sur le terrain pour l'ensemble d'une population.

Tableau IV. Durées, en jours, des principales étapes du cycle biologique du Criquet pèlerin en fonction de la phase et des conditions écologiques (d'après POPOV, c.p.).

Étapes du cycle	État phasaires et conditions écologiques		Imago					G
	O	L	D	PV	V	r	lg	
SOLITAIRES								
Bonnes conditions	12	30	6	4	6	6	34	58
Mauvaises conditions	65	90	10	135	10	25	180	310
GRÉGAIRES								
Bonnes conditions	10	25	6	3	6	6	34	50
Mauvaises conditions	80	52	10	180	10	30	230	310

O : œuf ; L : larve ; D : durcissement cuticulaire chez l'imago ; PV : phase de pré-vitellogénèse ; V : vitellogénèse ; r : rythme de ponte ; lg : longévité de l'imago ; G : durée totale d'une génération (de l'œuf à l'œuf).

2.2. CYCLE BIOGÉOGRAPHIQUE

2.2.1. CONDITIONS REQUISES POUR LA REPRODUCTION

Le Criquet pèlerin n'est entièrement résistant à la sécheresse à aucun de ses stades de développement épigés et n'a pas de mécanisme, comme une diapause des œufs – dont disposent d'autres acridiens tel *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877) pour se protéger contre une dessiccation extrême.

Au contraire, quand les femelles pondent, de l'eau doit être disponible dans le sol en quantité suffisante pour assurer à la fois le développement des œufs et la croissance de la végétation dont se nourriront ultérieurement les larves et les jeunes imagos issus de ces pontes.

Le Criquet pèlerin ne peut donc survivre dans un environnement aride qu'en se déplaçant entre zones temporairement humides, zones pouvant être située à plusieurs centaines voire à plusieurs milliers de kilomètres de distance.

La pluie est ainsi (tout particulièrement en zone tropicale) le facteur le plus important car elle crée, directement ou indirectement, un milieu favorable pour toutes les étapes de la reproduction : maturation, ponte, développement embryonnaire et développement larvaire. Une pluie de 20-25 mm est normalement

suffisante (mais la zone réellement favorable sera en général restreinte à quelques centièmes de la zone concernée par la pluie par suite du ruissellement des eaux superficielles et du drainage).

Conditions requises pour la maturation et la ponte :

En général, les criquets juvéniles arrivant sur une zone ayant reçu des pluies (20 mm au moins) commencent leur maturation sexuelle et pondent dans un délai très bref d'une semaine environ, à condition que la température moyenne journalière soit supérieure à 17°C. La ponte s'effectue dans des sites particuliers. Le sol doit être sableux ou sablo-limoneux de préférence à un sol compact. La teneur en eau dans les 5 premiers centimètres est peu importante mais le sol doit impérativement être humide entre 5 et 15 cm de profondeur (sinon la ponte n'a pas lieu). Cette humidité est indispensable car l'œuf doit absorber son propre poids d'eau pour pouvoir se développer complètement et arriver à terme. Dans la nature, les femelles ne pondent que si le sol est suffisamment humide, ce qui permet aux œufs de s'hydrater et ultérieurement aux larves de se développer.

Conditions requises pour le développement larvaire :

Le facteur le plus important est là encore l'humidité édaphique (la température n'est qu'exceptionnellement limitante en Afrique occidentale sahélo-saharienne). Cette humidité permet le développement de la végétation qui fournit abri et nourriture aux larves. L'humidité nécessaire à la ponte (sol humide à moins de 5 cm de la surface) correspond généralement à un niveau des réserves hydriques du sol qui permet au tapis végétal de se maintenir plus ou moins turgescent durant les 5 à 7 semaines que durera le développement larvaire. En saison fraîche, le ralentissement du développement larvaire va de pair avec une diminution de l'évapotranspiration qui prolonge également le cycle végétatif.

Sur la plus grande partie de l'aire d'habitat du Criquet pèlerin, il y a généralement une seule saison des pluies, relativement courte le plus souvent, si bien que la plupart du temps la reproduction ne peut avoir lieu que quelques mois chaque année. De plus, les pluies ne se produisent pas toutes aux mêmes époques dans les différentes parties de l'aire d'habitat. Il en résulte l'existence d'aires de reproduction saisonnières et de déplacements importants de populations entre ces différentes zones écologiquement complémentaires pour l'acridien. Ces zones sont sensiblement différentes selon qu'il s'agit de grégaires (période d'invasion) ou de solitaires (période de rémission). Certaines années, fastes pour le Criquet pèlerin, la saison des pluies se prolonge ou la pluviosité est très abondante, rendant possible deux générations successives sur des sites proches, limitant d'autant les pertes d'effectifs liées aux déplacements à grande distance.

2.2.2. REPRODUCTION ET DÉPLACEMENTS DES GRÉGAIRES

En cas d'invasion, trois périodes principales de reproduction peuvent être distinguées (figure 5). Elles sont classiquement désignées en fonction des principales saisons de l'hémisphère nord :

1° Reproduction de printemps :

Sur la plus grande partie de la zone la reproduction a lieu à la faveur de pluies associées au passage vers l'est de zones dépressionnaires. Cependant, en Afrique de l'Est et en Somalie, les pluies sont associées à l'avance vers le nord du front intertropical. Les bandes larvaires sont présentes essentiellement de mars à mai. Les essaims se forment entre fin avril et début juillet. À partir de mai, ils migrent et quittent l'aire de reproduction printanière suite au dessèchement de la végétation.

2° Reproduction d'été :

Dans toutes les zones concernées, la reproduction a lieu entre fin juin et fin septembre grâce aux pluies de mousson liées au front inter-tropical. Les bandes larvaires sont observées essentiellement entre juillet et septembre. Les essaims apparaissent d'août à octobre et délaissent, entre septembre et novembre, la zone

de reproduction estivale devenue trop sèche pour se déplacer vers les zones de reproduction d'hiver et de printemps. Pour la zone sahélienne, on peut parler également de reproduction de mousson.

3° Reproduction d'hiver :

Tous les essaims de la reproduction d'été n'atteignent pas les zones de reproduction printanière. Quelques uns font leur maturation sexuelle et se reproduisent en hiver si des pluies tardives surviennent dans l'aire de reproduction estivale ou s'ils rencontrent des pluies sur leur chemin vers les aires de reproduction de printemps. On trouve des bandes larvaires de cette reproduction d'octobre à février. De nouveaux essaims apparaissent entre fin décembre et début mars.

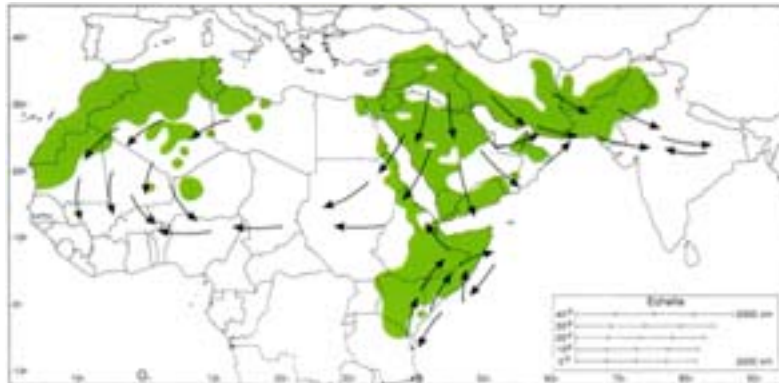


Figure 5a. – Zones de reproduction printanière et déplacements du Criquet pèlerin en période d'invasion (d'après COPR, 1981).

Les zones en vert signalent la présence de bandes larvaires de mars à mai.
Les flèches indiquent le sens de déplacement des essaims d'avril à juillet.

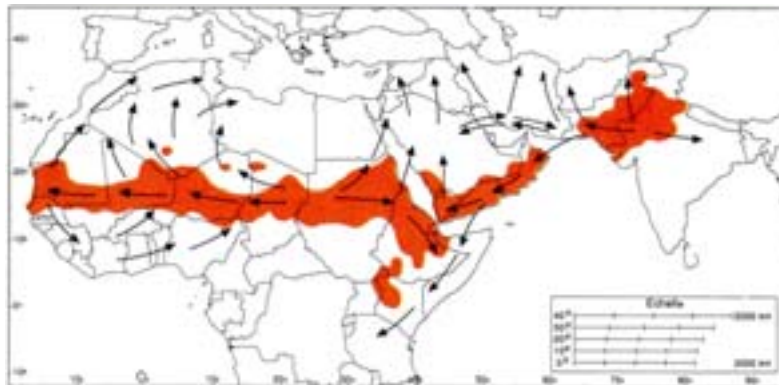


Figure 5b. – Zones de reproduction estivale et déplacements du Criquet pèlerin en période d'invasion (d'après COPR, 1981).

Les zones en rouge signalent la présence de bandes larvaires de juillet à septembre.
Les flèches indiquent le sens de déplacement des essaims d'août à octobre.



Figure 5c. – Zones de reproduction hivernale et déplacements du Criquet pèlerin en période d’invasion (d’après COPR, 1981).

Les zones en bleu signalent la présence de bandes larvaires d’octobre à février.
Les flèches indiquent le sens de déplacement des essaims de décembre à mars.

2.2.3. REPRODUCTION ET DÉPLACEMENTS DES SOLITAIRES

L’aire de reproduction des populations solitaires est plus réduite que celle des grégaires. Elle est schématiquement limitée aux zones à pluviométrie inférieure à 200 mm par an et même, pour la plupart des régions concernées, à moins de 100 mm.

Comme pour les grégaires, on peut distinguer trois périodes de reproduction : estivale, hivernale et printanière (figure 6). Les populations solitaires se déplacent saisonnièrement entre ces différentes zones. Les déplacements ont lieu de nuit alors que les essaims grégaires volent de jour. Les basses températures exercent donc, sur les solitaires, un effet limitant beaucoup plus contraignant. Les époques et les facteurs favorisant la reproduction sont identiques à ceux que l’on a vu plus haut pour les grégaires.

Les grégaires sont plus résistants aux conditions écologiques défavorables que les solitaires et ont une amplitude écologique plus large. Ce dernier point explique en particulier pourquoi les grégaires ont une aire de distribution bien plus vaste que les solitaires. Les solitaires, quant à eux, exigent des conditions écologiques plus strictes et leur aire de distribution est, de ce fait, moins étendue que celle des grégaires.

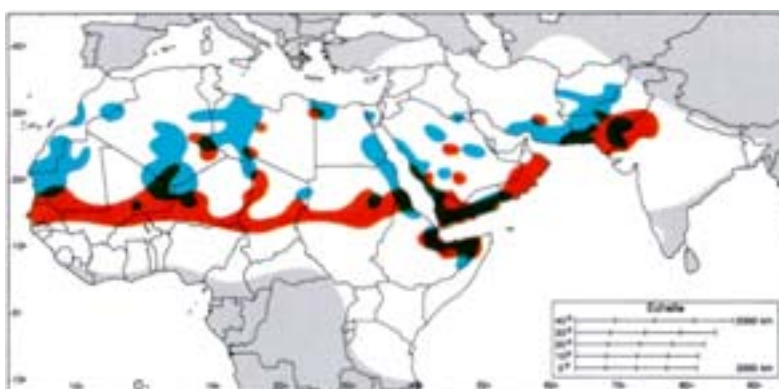


Figure 6. – Zones de reproduction du Criquet pèlerin en période de rémission (d’après COPR, 1981).

En bleu, les zones de reproduction hivernale et printanière.
En rouge, les zones de reproduction estivale.

2.2.4. LA STRATÉGIE ADAPTATIVE DU CRIQUET PÈLERIN

L'aire de distribution du Criquet pèlerin en phase solitaire montre que cet acridien est inféodé aux déserts chauds de l'Ancien Monde.

L'examen des particularités de sa bio-écologie montre qu'il ne s'agit pas d'un insecte xérophile mais au contraire d'un organisme mésophile qui exploite des sites temporairement humides en milieu désertique chaud. Il est en effet directement dépendant de l'humidité du sol à l'état embryonnaire et indirectement à l'état larvaire puisqu'il lui faut une végétation turgescence pour trouver abri et nourriture. Il se révèle résistant au froid et à l'aridité (modérés) à l'état d'imago immature ; il est alors doté d'un potentiel de dispersion exacerbé qui lui permet de rechercher des biotopes favorables pour accomplir sa maturité sexuelle et assurer sa descendance.

Les seuls atouts contre l'aridité dont dispose le Criquet pèlerin se limitent à une possibilité de quiescence imaginale et à une prédisposition aux déplacements à longue distance qui lui permettent d'atteindre des biotopes favorables à la reproduction mais ne se font pas sans pertes d'effectifs.

L'intérêt du polymorphisme phasaire paraît évident puisqu'en phase grégaire l'insecte étend son aire de dispersion et que tous les foyers potentiels sont réensemencés. Par contre, en phase solitaire, la mobilité des imagos et la dispersion des individus et des foyers de reproduction rend l'espèce beaucoup moins vulnérable aux ennemis naturels qui n'ont pas les mêmes capacités déambulatoires.

3. LES BIOTOPES DU CRIQUET PÈLERIN EN AFRIQUE DE L'OUEST

3.1. ÉLÉMENTS DESCRIPTIFS DE L'ENVIRONNEMENT DU CRIQUET PÈLERIN

3.1.1. MILIEU ET ENVIRONNEMENT

Ainsi que nous venons de le voir au chapitre précédent, en phase solitaire le Criquet pèlerin hante les déserts chauds de l'Ancien Monde. En phase grégaire, il envahit les marges semi-arides, voire humides des zones désertiques, méditerranéennes ou tropicales. Dans ces milieux contrastés, chaque population bénéficie d'un environnement fluctuant qui lui permet un développement plus ou moins complet.

Décrire les milieux consiste à identifier les principales combinaisons de facteurs et conditions écologiques existant dans une zone géographique déterminée. L'extension géographique (la chorologie) de chaque milieu est ensuite précisée, ce qui conduit à la délimitation d'unités territoriales écologiquement homogènes (UTEH).

La description d'un environnement, au contraire, ne se fait pas en fonction d'une localisation géographique mais en fonction d'un objet d'étude biologique : individu, population... L'environnement est alors défini comme l'ensemble des facteurs et des conditions écologiques qui agissent sur le développement d'un objet d'étude déterminé. Placées dans un même milieu, une population solitaire et une population grégaire de Criquet pèlerin auront des perceptions différentes et donc des environnements respectifs différents.

Un biotope à Criquet pèlerin peut dès lors être défini comme une unité territoriale écologiquement homogène susceptible d'offrir des conditions plus ou moins favorables au développement de populations de cet acridien, ce qui implique que les biotopes soient spatialement et temporellement délimités.

3.1.2. LIMITES SPATIALES DES BIOTOPES

Les substrats géologiques et pédologiques, le modelé géomorphologique, l'hydrologie, la topographie, sont autant de composantes qui déterminent la structure des paysages et permettent de délimiter les unités territoriales écologiquement homogènes. Pratiquement, les ruptures d'homogénéité de la structure et de la composition floristique du tapis végétal constituent des indications naturelles, faciles à appréhender sur le terrain, permettant de délimiter rapidement des unités territoriales écologiquement homogènes élémentaires, c'est-à-dire de définir les limites spatiales des biotopes à Criquet pèlerin.

3.1.3. LIMITES TEMPORELLES DES BIOTOPES

Du point de vue du Criquet pèlerin, les milieux peuvent se répartir en quatre catégories principales :

- 1° Les milieux hostiles où il ne peut survivre.
- 2° Les biotopes de survie où le Criquet pèlerin peut subsister en attendant l'apparition de conditions meilleures.
- 3° Les biotopes de reproduction où le Criquet pèlerin peut non seulement survivre mais trouve une alimentation et une nature du sol qui lui permettent d'effectuer sa maturation sexuelle, une production d'œufs suffisante et la ponte.

4° Les biotopes de grégarisation qui offrent de bonnes (ou de très bonnes) conditions de reproduction susceptibles d'aboutir directement ou indirectement à des densités pouvant entraîner la transformation phasaire.

Ces quatre catégories permettent de distinguer les biotopes en fonction de leurs potentialités lorsque les conditions écométéorologiques sont les plus favorables. En réalité, chaque année ces conditions varient, dans les modalités du déroulement des séquences comme dans l'intensité des phénomènes. L'activation des biotopes ou la révélation de leurs potentialités écologiques, est ainsi plus ou moins complète et plus ou moins étendue. De plus, avec l'avancement dans le cours des saisons, les surfaces relatives des différents types d'environnements se modifient, induisant entre autres les phénomènes de densation ou de dispersion des larves et des imagos.

Lorsque ces conditions écologiques sont médiocres, certains biotopes ne réalisent qu'une partie de leur potentiel. Un biotope dit "de reproduction", par exemple, peut n'offrir que des conditions de survie si la pluviosité est fortement déficitaire. Certains biotopes "travaillent" ainsi de façon progressive. D'autres fonctionnent selon un système de "tout ou rien", c'est en particulier le cas de certains épandages qui restent hostiles tant qu'ils ne sont pas atteints par une crue qui les active, révélant alors leur haute valeur écologique pour l'acridien.

Chaque type de biotope à criquets pèlerins peut maintenant être examiné, la description des biotopes devant prendre en compte trois paramètres fondamentaux : les limites spatiales, les limites temporelles et la probabilité de fonctionnement.

3.2. LES MILIEUX HOSTILES AU CRIQUET PÈLERIN

En Afrique occidentale, les milieux hostiles au criquet pèlerin sont des milieux extrêmes :

- 1° Milieux arides plus ou moins rocailleux et dépourvus de végétation : regs rocailleux, hamadas, massifs rocheux...
- 2° Milieux hyper-halotrophes : dépressions salées (sebkhas).
- 3° Milieux hyper-hygrotrophes : oueds stagnants, mares, dépressions inondées.

D'une manière générale, le Criquet pèlerin en phase solitaire reste inféodé aux zones dont la pluviosité annuelle est inférieure à 200 mm. En phase grégaire, il se reproduit dans les zones où la pluviosité annuelle ne dépasse pas 500 à 600 mm. La grande forêt lui est hostile mais, en saison sèche, des essaims peuvent nomadiser en restant immatures jusqu'aux confins des zones soudanienne et guinéenne, empruntant ce que l'on appelle "le circuit sud".

3.3. LES BIOTOPES DE SURVIE

Dans les biotopes de survie, le Criquet pèlerin dispose de conditions environnementales peu favorables lui permettant néanmoins de subsister dans l'attente de circonstances plus propices autorisant une reprise du développement et, en particulier, une amorce de la maturation sexuelle. Ces biotopes sont le plus souvent des biotopes de passage exploités au cours de déplacements à moyenne ou longue distances. La végétation y est peu abondante et n'offre guère d'intérêt pour le Criquet pèlerin tant sur le plan alimentaire que sur celui de l'abri. Il s'agit en fait essentiellement de biotopes extensifs où les apports hydriques sont limités aux pluies et où le ruissellement est plus ou moins important. À l'exclusion de quelques abords de sebkha (en zone saharienne), ce sont des regs de natures diverses et de physionomies variées (regs argileux, limoneux, graveleux, rocailleux... ; figure 7). On trouve également dans cette catégorie de biotopes des ensablements

– nettement moins défavorables que les regs à pluviosité égale (pas de ruissellement) – mais aussi quelques petits oueds des zones désertiques où la pluviosité est erratique.

L'ensemble de ces biotopes couvre plus de 70 % des surfaces colonisables par le Criquet pèlerin en Afrique nord-occidentale.



Figure 7. – Biotope de survie : reg graveleux couvert, en saison des pluies, par des taches d'herbe à Aristidées (Tamesna nigéro-malien).

3.4. LES BIOTOPES DE REPRODUCTION

Dans ces biotopes, le Criquet pèlerin trouve des conditions favorables à son développement. Il peut éventuellement y survivre en période adverse mais il peut surtout s'y reproduire quand la pluviosité est suffisante. Cependant, la structure générale de ces biotopes est le plus souvent trop homogène pour que l'évolution des conditions écologiques puisse y engendrer des phénomènes de transformation phasaire par restriction de surface habitable. Ces biotopes sont le plus souvent de type extensif. Pour être pleinement efficaces, ils doivent recevoir une pluviosité exceptionnellement abondante et régulière. Dans ces conditions, ils s'avèrent redoutablement efficaces en permettant au Criquet pèlerin solitaire de multiplier notablement ses effectifs en toute impunité car ces zones sont ordinairement fort peu surveillées.

Il s'agit pour l'essentiel de sables, voire de regs, couverts de végétation, situés à des latitudes relativement basses (vers le 15° parallèle nord) et où croissent des steppes arbustives plus ou moins denses. Le Criquet pèlerin y bénéficie d'une alimentation acceptable et dispose de perchoirs et d'abris de qualité (figure 8). À ces biotopes typiquement nord-sahéliens, il faut adjoindre des biotopes sahariens comme certains abords de sebkhas, des dépressions ou quelques oueds particuliers petits ou moyens.

Tous ces biotopes ne représentent qu'un peu plus de 8 % des surfaces colonisables par le Criquet pèlerin en Afrique nord-occidentale.



Figure 8. – Biotope de reproduction : erg fossile couvert d'une steppe à *Panicum turgidum* Forskål (Graminées) et diverses dicotylédones dont *Farsetia ramosissima* Hoschst. ex Fourn. (Brassicacées) [*Tamesna nigrien*].

3.5. LES BIOTOPES DE GRÉGARISATION

Les biotopes de grégarisation sont des biotopes spécialisés où le Criquet pèlerin trouve ordinairement des conditions de survie en saison adverse et des conditions favorables à la reproduction et à la grégarisation quand les conditions éco-météorologiques lui sont propices. Plusieurs catégories peuvent être distinguées parmi ces biotopes, depuis ceux où la grégarisation est possible mais peu facile et peu fréquente (environ 13 % des surfaces colonisables par le Criquet pèlerin en Afrique nord-occidentale) jusqu'à ceux où la grégarisation est fréquente (environ 4,5 % des surfaces colonisables). Ces derniers biotopes peuvent être assimilés aux foyers grégarigènes de l'espèce. Ils allient une structure de l'environnement potentiellement très favorable au Criquet pèlerin à une fréquence de fonctionnement élevée due au fait que les conditions éco-météorologiques propices s'y trouvent très souvent réalisées. Ce sont tous ces biotopes, grégarigènes à des degrés divers, qui doivent être surveillés et contrôlés avec une vigilance soutenue, conditions nécessaires d'une lutte préventive efficace.

En Afrique de l'ouest, tous les biotopes de grégarisation sont liés au réseau hydrographique et correspondent à des zones d'épandage d'oueds et à des cuvettes endoréiques où les apports en eau sont plus ou moins importants et les ressources hydriques bien supérieures à la seule pluviosité locale. Dans certains cas, en particulier dans celui des épandages d'oueds de montagne, le bassin versant où sont collectées les eaux de pluie peut être distant de plus d'une centaine de kilomètres des sites d'épandage qui constituent des biotopes grégarigènes. Dans d'autres cas, les réserves hydriques accumulées sont considérables et restent disponibles durant plusieurs mois (cas des sols de type Tamesna). Chaque situation est un cas particulier. Néanmoins, un classement de ces biotopes de grégarisation peut être proposé en se fondant sur leur valeur écologique pour le Criquet pèlerin, valeur objectivement appréciée par une étude fréquentielle des signalisations de grégarisation portant sur de nombreuses années (de 30 à 60 ans) :

- 1° Les dépressions mésotrophes sub-halotrophes de zone désertique. Ces dépressions ont une alimentation hydrique erratique et généralement insuffisante pour exprimer les potentialités réelles de la structure géomorphologique.
- 2° Certains oueds, petits à moyens, situés dans des régions relativement bien arrosées (versants sud-ouest des massifs) sont susceptibles d'offrir des conditions de grégarisation en cas de pluviosité anormalement abondante (figure 9).



Figure 9. – Biotope de grégarisation : petit oued du massif de l’Air colonisé par une steppe arbustive à *Acacia ehrenbergiana* Hayne, *Panicum turgidum* Forskål et *Morettia* spp.



Figure 10. – Biotope de grégarisation : pelouse à *Tribulus* spp. (Zygophyllacées) dans un grand oued d’un réseau hydrographique fossile du Tamesna nigérien.

3° Certains ensablements hétérogènes à dunes et interdunes bénéficiant d’une pluviosité relativement élevée (sud-ouest mauritanien) ou d’apports phréatiques (bordures de grandes vallées fossiles : Azaouak, Dillia...) sont susceptibles d’abriter des foyers de grégarisation en cas d’abondante pluviosité.

4° Les oueds grands et moyens, modestes témoins actuels d’un réseau hydrographique fossile beaucoup plus puissant hérité du quaternaire constituent, lorsque la pluviosité est suffisante, de magnifiques biotopes acridiens où la grégarisation est amplement facilitée car ces biotopes sont très attractifs pour les Criquets pèlerins (figures 10 et 11). Il y a donc une densation des populations tout d’abord par un effet de concentration d’ailés solitaires en quête de sites de ponte et, par la suite, du fait d’un rassemblement des individus imposé par le dessèchement progressif et hétérogène de ces biotopes. C’est cette densation des individus qui permet d’atteindre souvent assez facilement le seuil densitaire au delà duquel s’amorce la transformation phasaire. Lorsque les apports hydriques sont suffisants, le Criquet pèlerin trouve dans ces biotopes des conditions optimales de développement tant sur le plan de l’alimentation (*Schouwia thebaica* Webb, *Tribulus mollis* Ehrenb. ex. Schweinf., etc.,

figures 12 et 13) que sur celui de l'abri (*Acacia ehrenbergiana* Hayne, *Acacia tortilis* (Forskål) Hayne, etc., figure 14).



Figure 11. – Biotope de grégarisation : lande éphémère à *Schouwia thebaica* Webb, dans un grand oued du Tamesna nigérien.

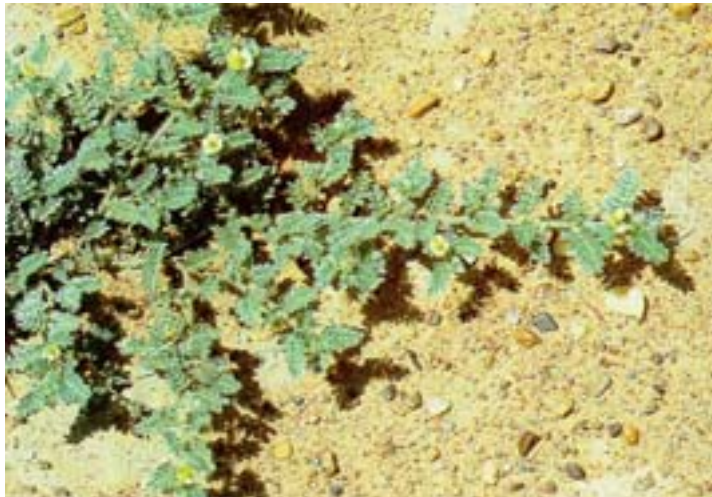


Figure 12. – *Tribulus mollis* Ehrenb. ex. Schweinf. (Zygophyllacées), plante alimentaire de qualité pour le Criquet pèlerin.

5° Les dépressions hygrotrophes et les épandages plus ou moins boisés. Ces biotopes sont potentiellement les plus hygrotrophes exploités par le Criquet pèlerin (figure 15). Ils lui offrent de bonnes, voire de très bonnes, conditions de développement. Si l'humidité ambiante peut y être excessive durant l'apogée de la saison des pluies, elle se maintient dans ces sites beaucoup plus longtemps qu'ailleurs. Ces biotopes peuvent ainsi servir de relais quand les biotopes extensifs, puis les biotopes mésotrophes, se dessèchent. Certains oueds des massifs montagneux sub-sahariens peuvent ainsi abriter deux générations successives de Criquets pèlerins, voire trois dans quelques cas extrêmes. Les individus trouvent, sur place, de bonnes conditions de développement et subissent des densations successives sur des surfaces limitées. Certains de ces biotopes, hyper-hygrotrophes, sont délaissés en année pluviométriquement normale ou excédentaire car trop humides eu égard au tempérament écologique xéro-mésophile du Criquet pèlerin. Ils prennent par contre une valeur écologique importante en année pluviométriquement déficitaire.

Les grands et les moyens oueds d'une part, les dépressions et épandages hygrotrophes d'autre part, constituent les principaux foyers de grégarisation du Criquet pèlerin en Afrique occidentale.



Figure 13. – *Schouwia thebaica* Webb (Brassicacées) : cette espèce fournit abri et nourriture de grande qualité au Criquet pèlerin ; de plus, elle perdure en début de saison sèche, jusqu'en janvier-février, assurant un environnement favorable à la seconde génération de mousson (quand celle-ci a lieu).



Figure 14. – *Acacia ehrenbergiana* Hayne (Faba-Mimosacées) : espèce fournissant perchoir, abri et nourriture de qualité au Criquet pèlerin. L'arbuste photographié a été endommagé par un passage d'essaim ; la couronne a été défoliée et une auréole de fèces subsiste sur le sol.



Figure 15. – Biotope de grégarisation : grand oued arboré à *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del. (Faba-Mimosacées) [Ouadai, Tchad]. Ce biotope fonctionne comme site de grégarisation en année pluviométriquement normale ou déficitaire ; il devient défavorable en année excédentaire.

3.6. LA MOSAÏQUE SPATIO-TEMPORELLE

Chaque année, les conditions météorologiques révèlent de façon plus ou moins complète les potentialités des biotopes, créant une mosaïque spatio-temporelle particulière de zones hostiles, défavorables, favorables et optimales dont les relations de proximité, les surfaces relatives et la nature évoluent dans le temps : d'où la notion de mosaïque spatio-temporelle.

Cette mosaïque spatio-temporelle, qui concerne l'ensemble de l'aire de dispersion des populations de Criquets pèlerins, sert de cadre mésologique aux populations acridiennes et régit en grande partie la dynamique de ses populations. La résultante de cet équilibre dynamique va dépendre :

- du niveau des effectifs acridiens disponibles au début de la saison pluvieuse et d'éventuels apports ultérieurs d'imagos allochtones ;
- de l'état phasaire des populations de Criquets pèlerins ;
- de la gamme et de la localisation des biotopes actifs ;
- des surfaces absolues et relatives des différents biotopes actifs ;
- de l'efficacité des interventions de lutte.

Les services de surveillance et de lutte ont donc pour tâche de collecter ces informations car une bonne connaissance de l'état des biotopes et du niveau des populations de Criquet pèlerin permet d'anticiper sur l'évolution de la situation acridienne et de développer une stratégie offensive.

3.7. DESCRIPTION STANDARDISÉE DES BIOTOPES

La description d'un biotope doit prendre en compte, d'une part, les composantes statiques (géomorphologie, pédologie, hydrologie, structure et composition floristique du tapis végétal) qui permettent d'identifier à quel type ce biotope appartient et, d'autre part, les composantes dynamiques (hygrotrophie, phénologie du tapis végétal...) qui permettent d'évaluer la valeur écologique présente du biotope pour le Criquet pèlerin et d'anticiper sur l'évolution à court et moyen termes.

La description doit être standardisée de façon à disposer d'informations homogènes et comparables entre-elles dans leur totalité. L'utilisation d'une fiche descriptive facilite grandement la collecte, la transmission et l'analyse de l'information. La fiche ci-dessous constitue un exemple, certes perfectible mais qui regroupe l'information minimale indispensable pour décrire et classer un biotope.

MODELE DE FICHE DE DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT																																									
1. IDENTIFICATION																																									
N°	Ref. PR																																								
LNG	LAT																																								
ALT	PAYS REGION LOCALITE																																								
SBT	SRL X m KLM																																								
2. GEOMORPHOLOGIE																																									
CMP	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td></tr> <tr><td>ROC</td><td>RAM</td><td>RE</td><td>RO</td><td>ES</td><td>EN</td><td>SO</td><td>CO</td><td>OP</td><td>OV</td></tr> <tr><td>DO</td><td>EL</td><td>EP</td><td>OP</td><td>OS</td><td>OS</td><td>OF</td><td>OH</td><td>OS</td><td>ES</td></tr> <tr><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ROC	RAM	RE	RO	ES	EN	SO	CO	OP	OV	DO	EL	EP	OP	OS	OS	OF	OH	OS	ES	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																
ROC	RAM	RE	RO	ES	EN	SO	CO	OP	OV																																
DO	EL	EP	OP	OS	OS	OF	OH	OS	ES																																
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20																																
3. TEXTURE DU SOL																																									
ARG	JM. SBF SBG % volume																																								
GRV	CAX BIC ROC % surface																																								
4. HYDROLOGIE																																									
HDR	1 2 3 4 5 6 7																																								
APP	PRT 2 3 4																																								
5. HYGROTROPHIE																																									
HYA	1 2 3 4 5 6																																								
HYS	HYI																																								
6. STRUCTURE DU TAPIS VEGETAL																																									
STRATES	Herbes Buissons Arbres																																								
Couverture en %																																									
Hauteur moyenne en cm																																									
Prééclaire (% vert)																																									
TPT	TMY TGD CZN SNU %																																								
7. ESPECES VEGETALES																																									
T RECH MERT G F FI FR R																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
L L L L L L L L L L																																									
8. DEGATS																																									
	Stades concernés	Stades phénologiques concernés																																							
Type de production	H B A G JP T FI MAT REC																																								

Notice d'utilisation de la fiche de description de l'environnement :

1. IDENTIFICATION

- N° : numéro d'ordre à définir selon exploitation.
- REF : référence, n° du relevé au cours de la journée de prospection suivi de la date (quantième, mois, année). Ex. : 03/01 02 89 pour la troisième prospection du 1^{er} février 1989.
- PRT : nom et indicatif codé du prospecteur.
- LNG : longitude en degrés, minutes, secondes et orientation (E/O).
- LAT : latitude en degrés, minutes, secondes et orientation (N/S).
- PAYS, RÉGION, LOCALITÉ : noms en clair.
- SBT : surface du biotope en hectare.
- SRL : surface du relevé.
- KLM : localité ou kilométrage par rapport à la localité la plus proche (indiquer l'orientation).

2. GÉOMORPHOLOGIE

1, ROC : rocaille ;	11, OG : grand oued ;
2, HAM : hamada ;	12, LE : épandage latéral ;
3, RR : reg rocailleux ;	13, EF : épandage frontal ;
4, RG : reg graveleux ;	14, OF : oued fossile ;
5, RS : reg sableux ;	15, OS : oued stagnant ;
6, EN : ensablement en nappe ;	16, DO : dépression plus ou moins ouverte ;
7, SD : sables dunaires ;	17, DF : dépression fermée (cuvette) ;
8, GL : glacis plus ou moins raviné ;	18, DH : dépression plus ou moins halotrophe ;
9, OP : petit oued ;	19, BS : dépression halotrophe (bordure de sebkha) ;
10, OM : oued moyen ;	20, CS : dépression halotrophe (centre de sebkha).

3. TEXTURE DU SOL

ARG : argiles, proportion volumique en % ;	GRV : graviers, recouvrement en surface en % ;
LIM : limons, proportion volumique en % ;	BLC : blocs, recouvrement en surface en % ;
SBF : sables fins, proportion volumique en % ;	CLX : cailloux, recouvrement en surface en % ;
SBG : sables grossiers, proportion volumique	ROC : rochers, recouvrement en surface en %.

4. HYDROLOGIE

HDR :	ADP (origine des apports en eau) :	PRT (pertes en eau) :
1, ARE : zone aréique ;	1, PLU : pluie ;	1, EVA : évapotranspiration ;
2, ENC : endoréique convergent ;	2, RUI : ruissellement ;	2, RUI : ruissellement ;
3, END : endoréique divergent ;	3, INF : inféoflux ;	3, DV : drainage vertical ;
4, COL : zone de collecte ;	4, NPS : nappe phréatique superficielle ;	4, DL : drainage latéral.
5, TRA : zone de transit ;	5, NPP : nappe phréatique profonde ;	
6, EF : zone d'épandage frontal ;	6, IRR : irrigation.	
7, LE : zone d'épandage latéral.		

5. HYGROTROPHIE

HYA (hygrotrophie actuelle) :

1, SS : sol totalement déshydraté ;
2, S : sol sec ;
3, RDU : réserves utilisables ;
4, RFU : réserves facilement utilisables ;
5, ES : sol plus ou moins saturé ;
6, LE : eau libre.

HYS : profondeur du plafond de l'humidité en cm.
HYI : profondeur du plancher de l'humidité en cm.

6. STRUCTURE DU TAPIS VÉGÉTAL

Pour chaque strate, indiquer :

- le recouvrement (en %) ;
- la hauteur en centimètres (valeurs moyenne, inférieure et supérieure) ;
- le pourcentage de parties vertes.

TPT : abondance des petites touffes ;
TMY : abondance des touffes moyennes ;
TGD : abondance des grandes touffes ;
GZN : abondance des espèces gazonnantes
(0, absent ; 1, rare ; 2, abondant ; 3, dominant) ;
SNU : pourcentage de sol nu.

7. ESPÈCES VÉGÉTALES

Pour chaque espèce végétale abondante, mentionner :

- **T**, type bio-morphologique :
 - 1, herbe annuelle ;
 - 2, herbe vivace ;
 - 3, hémigéophyte (bulbe/ rhizome...) ;
 - 4, buisson bas < 80 cm ;
 - 5, buisson moyen entre 80 cm et 250 cm ;
 - 6, arbuste > 250 cm ;
 - 7, arbre petit < 250 cm ;
 - 8, arbre moyen entre 250 cm et 750 cm ;
 - 9, grand arbre > 750 cm.
- **REC%**, recouvrement en % ;
- **VERT**, pourcentage de parties vertes ;
- **Stade phénologique** :
 - G**, germination ;
 - F**, feuillaison ;
 - FL**, floraison ;
 - FR**, fructification ;
 - R**, repos (0, absent ; 1, présent ; 2, abondant ; 3, dominant).

8. DÉGÂTS

Type de production : nature de l'exploitation (culture, pâturage, plantation, couvert naturel...). Éventuellement préciser l'espèce végétale dominante.

Strate concernée par les dégâts : (**H**, herbeuse ; **B**, buissonnante ; **A**, arborée).

Importance des dégâts selon le stade phénologique concerné (dégâts notés de 0 à 3 selon leur importance croissante). Dégâts sur :

- G**, germination ;
- JP**, jeune plant ;
- F**, plante en feuillaison ;
- FL**, plante en floraison ;
- MAT**, plante en maturation ;
- REC**, plante prête à être récoltée

4. LA RECONNAISSANCE DU CRIQUET PÈLERIN

4.1. RECONNAISSANCE DE L'ESPÈCE

4.1.1. À L'ÉTAT IMAGINAL

4.1.1.1. Morphologie générale

Le Criquet pèlerin est un acridien de grande taille. Les femelles mesurent de 70 à 90 mm de long, les mâles de 60 à 75 mm. Les antennes sont filiformes. Le pronotum est comprimé dans la prozone et son bord postérieur est anguleux. Le tubercule prosternal est arrondi, mince, à apex émoussé, légèrement incliné vers l'arrière. Les élytres comme les ailes sont longs, dépassant nettement l'extrémité abdominale et les genoux postérieurs. Les cerques mâles sont courts, rectangulaires et la plaque sous-génitale est incisée.

La coloration du Criquet pèlerin est très variable, elle dépend de l'état phasaire et de la maturation sexuelle (voir paragraphe 4.2). Les yeux sont striés. Les élytres sont maculés de taches brunes. Les tibias postérieurs sont de la teinte générale du corps. Les ailes sont hyalines, rosâtres ou jaunâtres selon la phase et l'état de maturation sexuelle de l'individu.

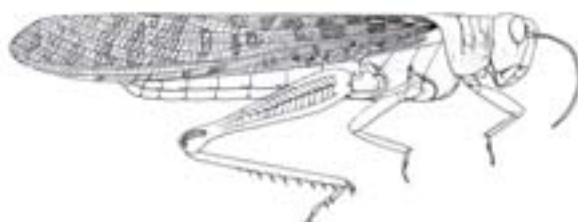


Figure 16. – Imago de *Schistocerca gregaria*.

Photographie d'un imago mâle grégaire mature (Niger, région de Diffa, 1988) et dessin d'après DIRSH, 1965.

4.1.1.2. Reconnaissance du sexe

On reconnaît le sexe d'un criquet en observant l'extrémité abdominale. Chez les mâles, on ne voit qu'un repli couvrant toute la partie inférieure de l'extrémité de l'abdomen : la plaque sous-génitale. Chez la femelle, les valves génitales dorsales et ventrales, généralement durcies et sombres, sont nettement visibles. L'ensemble de ces valves constitue l'organe de ponte ou oviscapte.

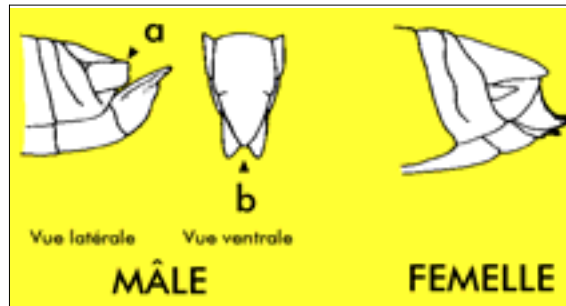


Figure 17. – Extrémités abdominales mâle et femelle du Criquet pèlerin.

Les flèches soulignent, chez le mâle, la forme rectangulaire des cerques (a) et l'échancrure de la plaque sous-génitale (b).

4.1.1.3. Espèces voisines

On veillera à ne pas confondre le Criquet pèlerin avec d'autres acridiens de grande taille :

Anacridium melanorhodon melanorhodon (Walker, 1870)

Fémurs postérieurs ornés, sur le dessus, de trois taches brunes. Ailes postérieures rosâtres à la base avec une petite tache enfumée, arquée.

Anacridium wernerellum (Karny, 1907)

Ailes postérieures possédant un large croissant enfumé.

Acanthacris ruficornis citrina Serville, 1839

Pronotum tectiforme à carène médiane généralement assez arquée. Elytres brun clair avec trois taches obliques, brun foncé, vers la base ; pas de taches dans la moitié apicale des élytres. Ailes jaunâtres.

Locusta migratoria migratorioides (Reiche & Fairmaire, 1850)

Ailes postérieures toujours hyalines.

Nomadacris septemfasciata (Serville, 1838)

Ailes postérieures rougeâtres. Elytres ornées de sept bandes transversales brunes bien nettes.

Ornithacris cavroisi (Finot, 1907)

Ailes postérieures orangées à la base.

Le lecteur peut se reporter au volume 1 de la collection, intitulé " **Les criquets du Sahel** " pour distinguer les imagos du Criquet pèlerin des autres espèces voisines.

4.1.2. À L'ÉTAT LARVAIRE

Les larves de Criquet pèlerin, en particulier en phase solitaire, peuvent également être confondues avec celles d'autres *Cyrtacanthacridinae*. Nous conseillons de consulter l'ouvrage de G. POPOV. (1989, " Les larves des criquets du Sahel ") ainsi que les photographies ci-dessous (figures 45, 46).

4.1.3. À L'ÉTAT EMBRYONNAIRE

4.1.3.1. Caractéristiques de l'oothèque

Les œufs de Criquet pèlerin sont déposés dans le sol sous la forme d'une oothèque. Celle-ci comporte l'ensemble des œufs, constituant la masse ovigère, surmontée d'un bouchon de matière spumeuse atteignant presque la surface du sol. Ce bouchon sert à empêcher le dessèchement des œufs et forme une voie par laquelle les jeunes larves peuvent facilement atteindre la surface du sol après l'éclosion. La taille de l'oothèque est d'une dizaine de centimètres.

Les œufs ont, dans l'oothèque, une disposition de type radiale : ils sont disposés en grappe plus ou moins régulière autour d'un axe central. Le nombre d'œufs par oothèque varie d'une vingtaine à plus de 140 en fonction de la phase, des conditions écologiques et du rang de la ponte (voir plus haut).

4.1.3.2. Caractéristiques des œufs

L'œuf de Criquet pèlerin a une forme allongée, légèrement incurvée, une couleur jaune clair à brunâtre. Sa longueur est légèrement inférieure à un centimètre.

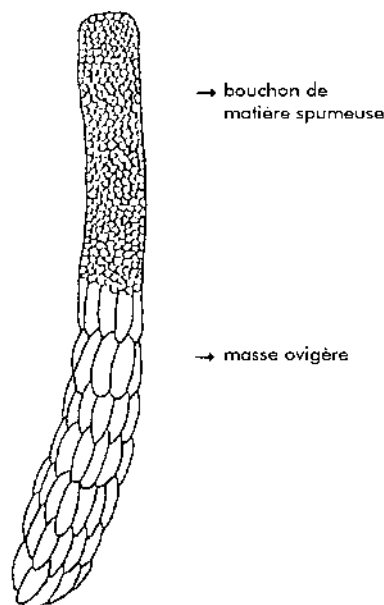


Figure 18. – Oothèque de Criquet pèlerin.

L'enveloppe externe de l'œuf s'appelle le chorion. Au niveau du pôle animal (ou pôle postérieur) se trouve la zone hypopylaire, par où pénètre l'eau et la zone micropylaire, par où pénètrent les spermatozoïdes.

L'intérieur de l'œuf est rempli de vitellus jaune qui constitue des réserves assimilables par l'embryon.

4.2. RECONNAISSANCE DE LA PHASE

4.2.1. AU NIVEAU INDIVIDUEL

4.2.1.1. Les œufs

Les œufs des solitaires sont légèrement plus petits que ceux des grégaires. Par ailleurs, le nombre d'œufs par oothèque est plus élevé chez les solitaires mais ces indications sont d'une faible portée pratique sur le terrain.

4.2.1.2. Les larves

Le principal critère à prendre en compte pour caractériser l'état phasaire des larves est la pigmentation.

LARVES SOLITAIRES :

Teinte assez uniformément verte au cours des premiers stades, pouvant devenir brune en fin de développement (deux derniers stades), sans macules pigmentaires noirs.

LARVES GRÉGAIRES :

Livrée sombre, à base de taches noires (maculature) sur fond jaune ou orangé. Les deux premiers stades sont essentiellement noirs. Le troisième présente un mélange de rouge ou d'orange et de noir. Les quatrième et cinquième stades comportent un mélange de jaune et de noir. Les stades 3 à 5 possèdent une tache occipitale rouge.

LARVES *TRANSIENS* :

Les larves de phase *transiens* possèdent une teinte générale identique à celle des grégaires mais le développement de la maculature est plus ou moins accentué.



Figure 19. – Larve solitaire de stade 5.



Figure 20. – Larves de 5^e stade, grégaire et *transiens* (en haut et ci-dessus).

Si l'on veut caractériser plus précisément l'état phasaire des populations larvaires au niveau de la pigmentation, les principaux caractères à prendre en compte sont les suivants :

1° Couleur générale :

La coloration des larves sera notée en examinant la face ventrale de l'abdomen (vert, jaune orangé etc.).

2° Maculature :

Il s'agit des nombreuses taches noirâtres couvrant le corps des larves (voir dessins pages suivantes). Lorsque le caractère grégaire s'accroît, la maculature augmente. Celle-ci sera notée de 0 à 5 par partie du corps (tête, pronotum, abdomen) à l'aide des figures 21 à 23. On pourra considérer que chez les solitaires la maculature est nulle (0), qu'elle varie entre 1 et 3 chez les *transiens* et qu'elle est égale à 4 ou 5 chez les grégaires.

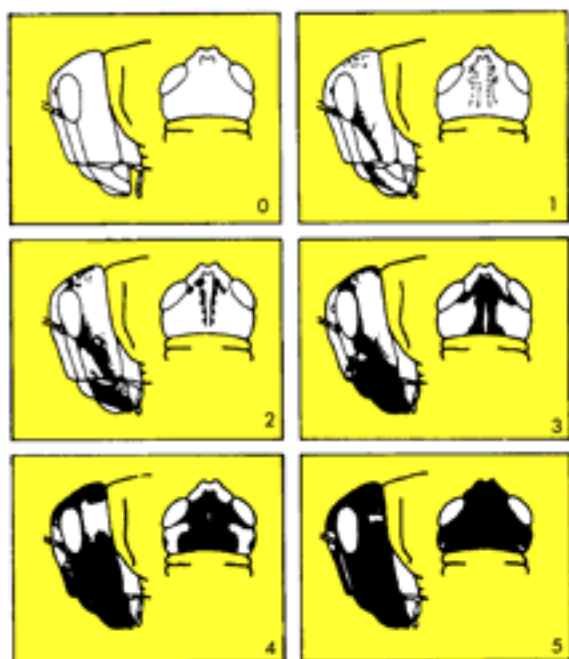


Figure 21. – Variation de la maculature de la tête (d'après STOWER, 1959).

0 : maculature nulle ; **1** : quelques taches noires ; **2** : $\frac{1}{3}$ couvert de noir ; **3** : $\frac{1}{2}$ couvert de noir ; **4** : $\frac{2}{3}$ couvert de noir ; **5** : presque totalité couvert de noir.

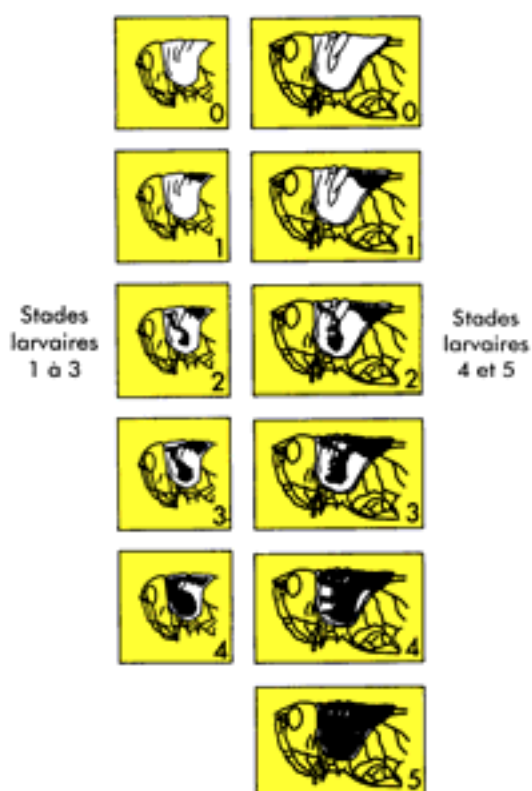


Figure 22. – Variation de la maculature du pronotum (d'après STOWER, 1959).

0 : maculature nulle ; **1** : quelques taches noires ; **2** : $\frac{1}{3}$ couvert de noir ; **3** : $\frac{1}{2}$ couvert de noir ; **4** : $\frac{2}{3}$ couvert de noir ; **5** : presque totalité couvert de noir (les larves de stade 1 à 3 n'atteignent jamais la cotation 5).

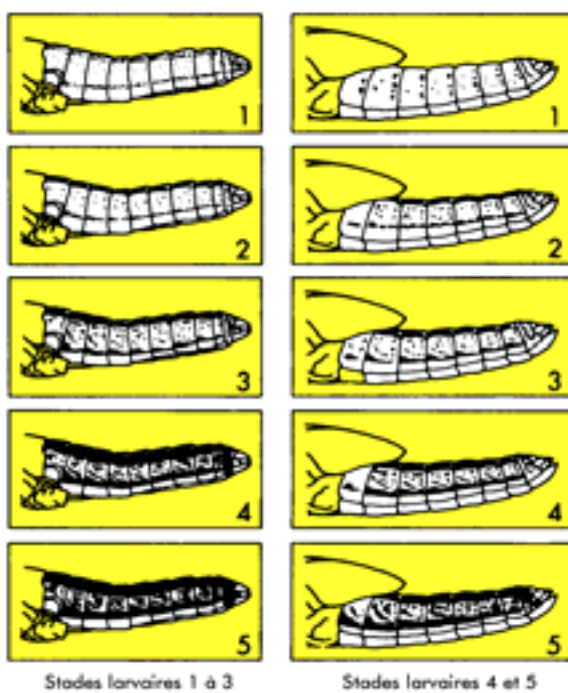


Figure 23. – Variation de la maculature abdominale (d'après STOWER, 1959).

4.2.1.3. Les imagos

4.2.1.3.1. Pigmentation

4.2.1.3.1.1. Couleur générale

L'état phasaire d'un individu, sur le plan de la pigmentation, pourra être apprécié plus précisément en notant un ensemble de critères selon une échelle de couleurs ou une échelle de valeurs de 0 à 5 selon les cas. On s'aidera des photographies en couleurs jointes (figures 24 à 28).

IMAGOS SOLITAIRES :

Chez les solitaires, la coloration varie relativement peu avec l'âge contrairement à ce qui est observé chez les grégaires. La teinte générale est à dominante jaune sable, brune ou grise.

On note la présence de macules et de lignes sombres sur le pronotum ainsi que d'une ligne claire médiane sur le vertex de la tête se prolongeant sur la carène médiane du pronotum (bande pronotale). Le fémur postérieur possède une ligne noire longitudinale sur sa face externe (ligne fémorale). Latéralement, la plaque du mésothorax située au dessus de l'articulation de la deuxième paire de pattes (épimérite 2) est nettement plus sombre que les parties antérieures et postérieures.

Les élytres présentent une maculature floue, peu contrastée. Chez les individus immatures les ailes sont hyalines. Chez les individus matures les ailes deviennent légèrement jaunâtres. Par ailleurs, les mâles matures changent très légèrement de teinte générale en jaunissant faiblement.

IMAGOS GRÉGAIRES :

Chez les grégaires la teinte générale du corps est plus homogène que chez les solitaires. On observe, en particulier, une disparition des macules et des lignes brunâtres thoraciques que l'on trouve chez les solitaires. De même, la ligne claire médio-dorsale n'existe plus. Par ailleurs, la teinte générale du corps varie beaucoup en fonction de l'âge des individus et de leur état de maturité sexuelle.

Les imagos immatures sont rose, plus ou moins foncé selon que les criquets ont évolué à haute ou basse température. Le rose vif peut virer au rouge brunâtre si les criquets ont passé plus de deux mois à ce stade immature en région fraîche.

Les imagos matures sont de coloration jaune uniforme. Les élytres présentent une maculature très contrastée. Les ailes sont légèrement jaunâtres. La première partie du corps commençant à jaunir est d'ailleurs la base des ailes postérieures. Ensuite, des traces de jaune apparaissent sur la partie dorsale des derniers segments abdominaux. À ce stade, les mâles sont normalement prêts à s'accoupler et peuvent être considérés comme matures. La teinte jaune gagne ensuite tout le corps de l'insecte.

Les individus transiens peuvent présenter des colorations plus ou moins intermédiaires.

NOTATIONS :

On pourra noter la teinte générale en clair ou selon le code suivant (modifié d'après FAO, 1975). Une lettre majuscule indique la couleur dominante qui peut être suivie par une ou plusieurs lettres minuscules indiquant les nuances.

inc	incolore	f	foncé
N	noir	n	noirâtre
G	gris	g	grisâtre
C	blanc	c	clair
B	bleu	b	bleuâtre
V	vert	v	verdâtre
J	jaune	j	jaunâtre
R	rouge	r	rougeâtre
O	orangé	o	orangeâtre
L	lilas (violet)	l	violacé
M	brun (marron)	m	brunâtre
S	rose	s	rosâtre

Le redoublement d'une majuscule indique une couleur forte et franche (ex. JJ), d'une minuscule veut dire "très" (ex. cc = très clair).

L'examen des couleurs doit se faire uniquement sur des criquets vivants venant d'être capturés. L'observation doit être réalisée de jour, à l'ombre et au-dessus d'une feuille de papier blanc.

La couleur générale d'un criquet peut être homogène ou hétérogène (cas des solitaires). La couleur de fond sera plus facile à apprécier sur la face ventrale, surtout de l'abdomen (et à l'intérieur des fémurs postérieurs).

Cette coloration donne non seulement des indications sur la phase mais également sur l'âge et le degré de maturité des individus.



Figure 24. – Imago *transiens* immature jeune (rose clair).



Figure 25. – Imago *grégaire* immature vieux (rouge foncé).



Figure 26. – Imagos grégaires mature (jaune).



Figure 27. – Imago solitaire (brun clair).



Figure 28. – Imago solitaire (brun grisâtre).

4.2.1.3.1.2. Coloration alaire

On examinera les ailes postérieures au dessus d'un papier blanc. La coloration sera indiquée par des lettres selon le code indiqué ci-dessus.

Cette coloration renseigne plus ou moins sur l'âge, la maturité et la phase.

Chez les solitaires, elle varie de incolore à jaunâtre puis jaune. Chez les grégaires, elle varie de incolore chez les jeunes à téguments mous à jaune chez les individus matures, en passant par rouge ou violet chez les immatures.

4.2.1.3.1.3. Ligne fémorale

Il s'agit de la ligne colorée située à l'intersection des chevrons de la face externe des fémurs postérieurs depuis la base jusqu'au genou. L'importance de cette ligné est essentiellement liée à la phase. Elle est bien développée, longue, large et colorée chez les solitaires. Elle disparaît chez les grégaires. Elle peut être notée selon une échelle de 0 à 5, 0 indiquant l'absence de pigmentation et 5 une très forte empreinte mélanique.

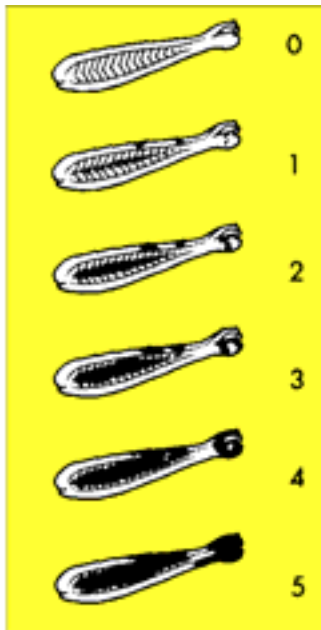


Figure 29. – Ligne fémorale du fémur postérieur.

4.2.1.3.1.4. Bande pronotale

Il s'agit des deux bandes plus ou moins larges et colorées situées longitudinalement sur la partie supérieure du pronotum de part et d'autre de la carène dorsale. Elle renseigne surtout sur la phase. Chez les solitaires jeunes, elle est foncée sur fond clair et s'efface plus ou moins avec l'âge mais sans jamais atteindre une notation 0. Chez les grégaires, ces bandes sont pratiquement invisibles. On la notera selon une échelle de 0 à 5 selon son développement.

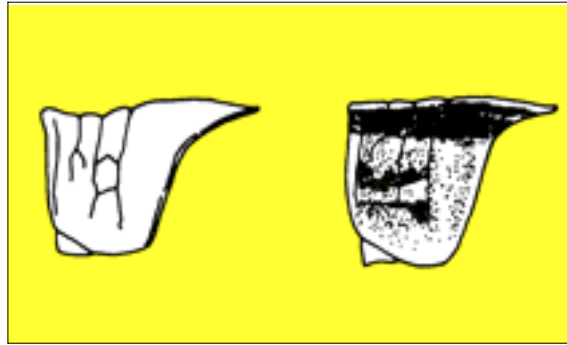
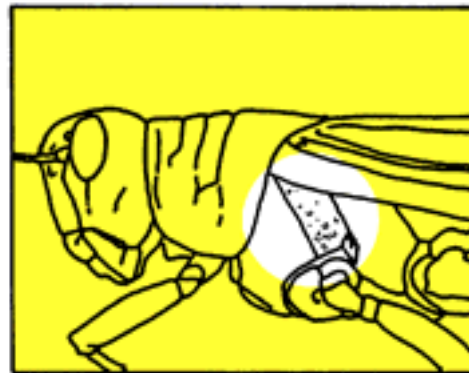


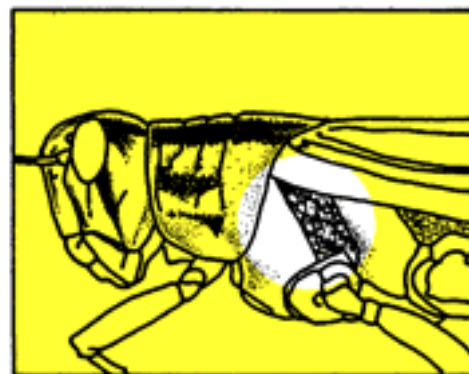
Figure 30. – Bande pronotale.

4.2.1.3.1.5. Épimérite 2

C'est la plaque du mésothorax située au dessus de l'articulation de la deuxième paire de pattes. Elle renseigne sur l'âge et la phase. Chez les solitaires, elle est en général beaucoup plus sombre que les zones voisines, antérieure et postérieure. On la notera selon une échelle de 0 à 5 pour indiquer le contraste par rapport aux parties voisines. Elle est très marquée chez les solitaires jeunes (notation 5) et tend vers 0 chez les vieux solitaires et les grégaires.



GRÉGAIRE notation 0



SOLITAIRE notation 0

Figure 31. – Partie latérale du corps montrant l'épimérite 2 (ou épimérite mésothoracique).

4.2.1.3.1.6. Stries oculaires

Chez le grégaire type les yeux composés sont complètement obscurcis et les stries oculaires ne sont plus visibles. Chez le solitaire, ces stries peuvent être facilement dénombrées. Leur nombre varie de 6 à 8 chez l'imago et indique le nombre de stades par lesquels la larve est passée (voir plus loin). On pourra noter le degré d'obscurcissement de l'œil selon une échelle de 0 à 5.

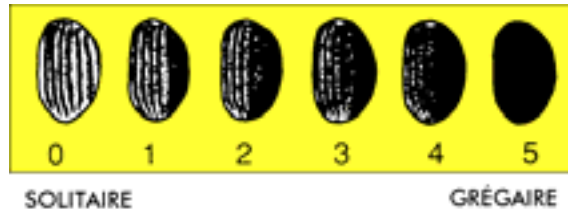


Figure 32. – Différents degrés d'obscurcissement de l'œil composé.

4.2.1.3.2. Morphologie

4.2.1.3.2.1. Caractères morphologiques

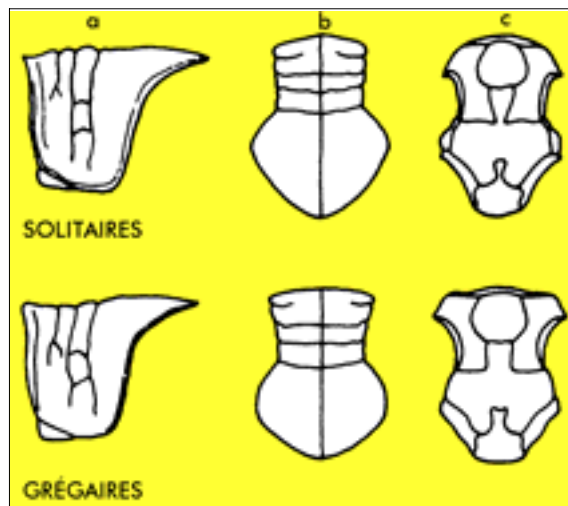


Figure 33. – Principales différences morphologiques entre les phases solitaire et grégaire types du Criquet pèlerin (d'après DIRSH, 1953).

a : pronotum en vue latérale ; **b** : pronotum en vue dorsale ;
c : thorax en vue ventrale.

La figure 33 indique les principales différences morphologiques existant, chez le Criquet pèlerin, entre les individus ailés de la phase solitaire et ceux de la phase grégaire. On notera en particulier :

1° La forme du pronotum en vue latérale : concave chez les grégaires, convexe chez les solitaires (figure 33a) ;

- 2° La forme du pronotum en vue dorsale : resserré en son milieu chez les grégaires, non resserré chez les solitaires, les bords de la prozone étant parallèles (figure 33b) ;
- 3° L'espace inter-oculaire plus large chez les grégaires que chez les solitaires ;
- 4° La tête plus large chez les grégaires que chez les solitaires ;
- 5° L'espace méso-sternal carré chez les grégaires, légèrement triangulaire chez les solitaires (figure 33c).

4.2.1.3.2.2. Mesures morphométriques

Dans la pratique trois mesures seulement peuvent suffire à caractériser l'état phasaire, au niveau morphologique, d'une population de Criquet pèlerin. Il s'agit des mesures de E, F et C :

- E : longueur de l'élytre,
- F : longueur du fémur postérieur,
- C : largeur maximale de la tête.

Ces mensurations étant effectuées à l'aide d'un pied à coulisse bien maniable, on calculera les rapports E/F et F/C et l'on utilisera l'abaque morphométrique ci-jointe (figure 35) pour déterminer le caractère phasaire de l'individu étudié. Pour une population donnée, on effectuera les mesures sur un minimum d'une vingtaine d'individus (soit 10 mâles et 10 femelles). Pour chaque sexe, les points situés strictement à l'intérieur du rectangle solitaire correspondront à des individus solitaires types, ceux situés à l'intérieur du rectangle grégaire à des grégaires types. Quant aux individus situés entre les deux, ils correspondront à des *transiens* à divers degrés de la transformation phasaire.

La représentation conjointe des rapports E/F et F/C sur une telle abaque permet d'obtenir rapidement l'état de "grégariformité" d'une population. Des observations sur la coloration et le comportement des individus doivent bien sûr être également réalisées pour savoir s'il s'agit réellement de solitaires (solitariformes, solitaricolores, solitarigestes), de grégaires ou de *transiens*.

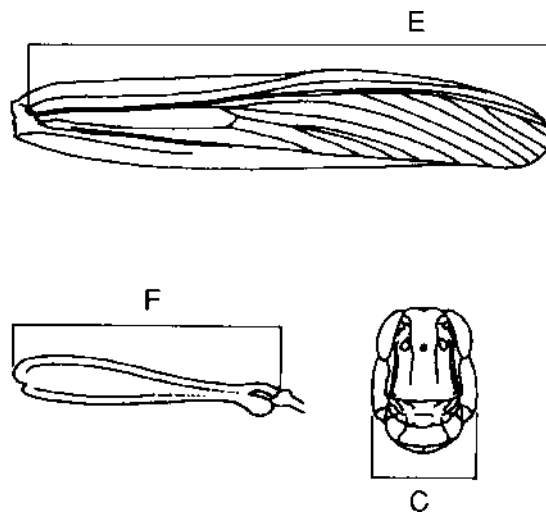


Figure 34. – Schéma des mesures morphométriques standard (d'après DIRSH, 1953).

E : longueur de l'élytre ; **F** : longueur du fémur postérieur ; **C** : largeur maximale de la tête.

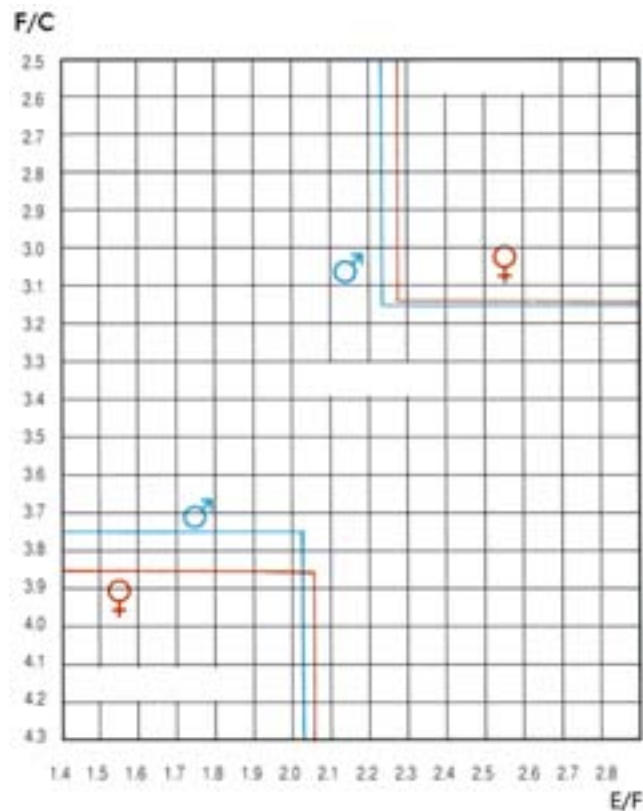


Figure 35. – Abaque morphométrique (modifiée d'après RUNGS, 1954).

4.2.2. AU NIVEAU DES POPULATIONS

4.2.2.1. L'état phasaire d'une population

Une population de Criquet pèlerin peut être caractérisée par sa densité, son étendue et son état phasaire global.

L'état phasaire d'une population du Criquet pèlerin pourra être défini en retenant essentiellement les caractéristiques morphologiques, pigmentaires et comportementales.

Selon les caractéristiques morphologiques, la population pourra être qualifiée de solitariforme (sf), de transitiforme (tf) ou de grégariforme (gf). Selon ses caractéristiques pigmentaires, on parlera de solitaricolore (sc), de transicoloré (tc) ou de grégaricolore (gc). Enfin, selon son comportement, de solitarigeste (sg) ou de grégarigeste (gg).

La combinaison de ces différentes caractéristiques permet de définir l'état phasaire global de la population, lequel détermine le type de population auquel on a affaire. C'est ce qui est indiqué dans le tableau ci-dessous dans lequel on n'a retenu que les principales combinaisons possibles.

Tableau V. Détermination de l'état phasaire d'une population du Criquet pèlerin.

Comportement	sg	gg	gg	gg	gg	sg	sg
Morphologie	sf	sf	tf	tf	gf	gf	tf
Pigmentation	sc	sc	tc	tc	gc	gc	tc
Densité	Faible	Moyenne à forte		Très forte		Faible	
Type de population	Solitaire	<i>Transiens congregans</i>		Grégaire		<i>Transiens degregans</i>	
Formation	Isolé	Groupe		Bande, essaim		Isolé	

s, sf, sc : solitarigeste, solitariforme, solitaricolore ; tf, tc : transitiforme, transicolore ; gg, gf, gc : grégariigeste, grégariiforme, grégariicolore.

Densités	Larves 1 à 3 (m ²)	Larves 4 et 5 (m ²)	Imagos (ha)
très faible	< 0,25	< 0,025	< 25
faible	0,25 – 2,5	0,025 – 0,25	25 – 250
moyenne	2,5 – 10	0,25 – 1	250 – 1 000
forte	10 – 100	1 – 10	1 000 – 10 000
très forte	>> 100	>> 10	>> 10 000

4.2.2.2. Les différents types de populations

Trois grands types de populations peuvent être distinguées : solitaires, grégaires et *transiens* (*congregans* ou *degregans*). Toutes ces populations occupant des surfaces variables (de quelques m² à quelques km²).

POPULATIONS DE FAIBLE DENSITÉ :

– Populations solitaires :

Elles sont constituées d'individus solitaires en faible ou très faible densité ($d < 250/\text{ha}$ pour les imagos). Les interactions directes ou indirectes entre individus sont très faibles à nulles. Ces solitaires vivent isolés (sauf en cas de rapprochement sexuel ou de rassemblement fortuit sur des plantes ou des sites favorables). Les ailés effectuent des déplacements par vol sur de grandes distances la nuit à partir du crépuscule.

– Populations *transiens degregans* :

Elles sont constituées d'individus *transiens degregans*, grégari- ou transitiforme et grégari- ou transicolore mais solitarigestes et en faible densité ($d < 250/\text{ha}$ pour les imagos). Les interactions sont faibles. Ces populations résultent généralement de la fragmentation d'essaims (mortalité naturelle ou après traitement insecticide). À noter que l'on parle également de populations *transiens dissocians* dans ce cas.

POPULATIONS DE FORTE DENSITÉ :

– Populations *transiens congregans* :

Elles sont constituées d'individus solitari- ou transicolores et solitari- ou transitiformes en densité moyenne à forte ($250 < d < 10\ 000/\text{ha}$ pour les imagos) constituant ce que l'on appelle classiquement des groupes. Les interactions individuelles sont accusées à très importantes (grégariigestes). Il s'agit d'une formation de transition entre les populations solitaires et les populations grégaires, résultant souvent d'une densation d'individus isolés (effets des vents convergents, restriction des surfaces favorables...).

– *Populations grégaires* :

Elles sont constituées d'individus grégaires (grégari- ou transicolor, grégari- ou transitiforme) en densité élevée à très élevée ($d > 10\ 000/\text{ha}$ pour les imagos). Les interactions sont très importantes. Ce sont ces populations grégaires qui forment des bandes à l'état larvaire et des essaims à l'état imaginal. Ces deux types de formations sont étudiées plus en détail dans les paragraphes suivants.

4.2.2.3. Les bandes larvaires

Définitions :

Les larves de Criquet pèlerin en forte densité forment des agrégats organisés d'abord en taches, puis en bandes larvaires. Dans les taches, les larves ne se dirigent pas selon une direction précise. Chaque individu se déplace pour son compte au sein du groupe sans toutefois chercher à en sortir. Au stade suivant de la grégarisation, le groupe devient plus cohérent et se dirige dans une même direction : il forme une bande.

Dimensions :

La dimension des bandes larvaires est très variable selon les effectifs concernés et le moment de la journée. Certaines bandes font quelques dizaines de mètres carrés, d'autres peuvent couvrir plusieurs centaines d'hectares. En marche, une bande occupe une surface au sol environ 10 fois supérieure à celle délimitée au moment du repos lorsque les larves sont immobiles au sol ou perchées. Sa taille augmente également en fonction du stade de développement des individus. À effectifs égaux, les bandes de larves de 5^e stade sont 20 à 30 fois plus étendues que celles formées de larves de 1^{er} stade. Par ailleurs, les bandes larvaires peuvent résulter de la fusion de deux ou de plusieurs autres bandes ou, au contraire, se fragmenter surtout au moment des mues.

Formes :

La forme générale des bandes n'est pas régulière. Elle peut être ovale ou amiboïde, en deux ou trois dimensions selon le comportement des larves et le type de paysage. En marche, la densité est presque toujours plus forte à l'avant, au niveau du front de progression plus ou moins large et homogène. Vers l'arrière, les criquets avancent de manière plus dispersée mais coordonnée.

Vitesse :

Les grandes bandes larvaires se déplacent plus vite et plus loin que les petites bandes de même stade. La vitesse de progression varie de quelques dizaines de mètres à 2 kilomètres par jour. Elle dépend de la taille de la bande, de la densité du couvert végétal, du stade et de l'état physiologique des larves.

Direction :

La direction prise initialement par une bande est généralement maintenue pendant toute la durée du développement des individus.

Comportement quotidien type :

La succession journalière type des activités des bandes larvaires du Criquet pèlerin est la suivante :

- peu de temps avant le lever du soleil, les larves descendent des perchoirs où elles ont passé la nuit ;
- en début de matinée, elles se rassemblent au sol aux endroits les plus chauds, les mieux exposés au soleil et forment des groupes denses stationnaires ;
- une heure et demie après le lever du soleil, l'activité locomotrice commence. D'abord lente, la marche s'accélère à mesure que la température augmente. Elle diminue si la chaleur s'élève au delà de 40°C. Les larves recherchent alors des abris pour y passer les heures les plus chaudes. La progression reprend dans l'après-midi et se poursuit jusqu'au soir ;
- à la tombée de la nuit, les larves s'arrêtent dans la végétation. Elles se perchent si la température est fraîche. Par contre, s'il fait plus de 23°C, les déplacements peuvent continuer une partie de la nuit. Le repos a lieu au sol ou sur la végétation quand il fait frais.

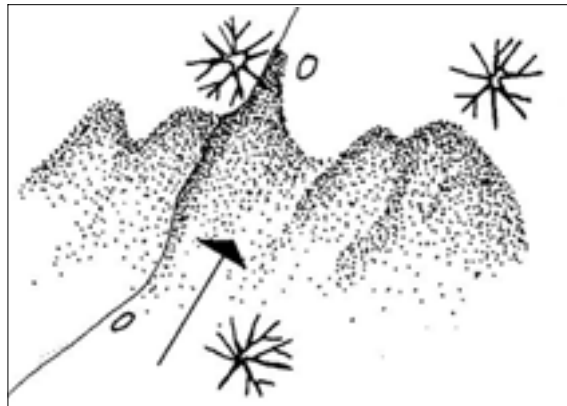


Figure 36. – Aspect d’une bande larvaire du Criquet pèlerin en phase de déplacement au sol.



Figure 37. – Bande larvaire perchée constituée en majorité de larves de 5^e stade (Tchad, région de Mao, septembre 1988).



Figure 38. – Bande larvaire vue d’avion (région de Diffa, Niger, août 1988).

Dans toute la zone plus ou moins jaunâtre, la végétation est couverte de larves de 5^e stade du Criquet pèlerin.

4.2.2.4. Les essaims

Dimensions :

La taille des essaims du Criquet pèlerin varie de moins d'un kilomètre carré à plusieurs centaines de kilomètres carrés. Un essaim de densité moyenne contient environ 50 millions d'ailés par kilomètre carré. Le nombre total d'individus varie donc de quelques centaines de millions à quelques dizaines de milliards. La densité volumique est généralement comprise entre 0,001 et 10 criquets par mètre cube.

Formes :

La forme générale des essaims en déplacement rappelle celle des nuages car les criquets dépendent des mêmes facteurs aérologiques que les gouttelettes d'eau. Ils subissent les mêmes lois relatives à l'action des courants aériens verticaux ou courants de convection thermique.

On distingue deux principaux types d'essaims :

1° Les essaims cumuliformes : Ils ont la forme des cumulus. Les ailés volent à une altitude de 1 000 à 3 000 mètres. La densité des individus est faible : 0,0001 à 0,06 ailés par mètre cube, soit une distance inter-individuelle de 1 à 9 mètres.

2° Les essaims stratiformes : Ils ont des dimensions plus réduites. Leur forme est aplatie, en nappe. Les ailés volent à basse altitude (quelques mètres à 1 000 mètres au dessus du sol). Le contour de ces formations est en général bien défini à l'avant mais reste diffus à l'arrière. La densité moyenne est élevée : elle oscille de 1 à 13 au mètre cube, soit une distance inter-individuelle de 30 cm à plus d'un mètre.

Directions des criquets dans l'essaim :

À l'intérieur d'un essaim en vol, les directions individuelles de vol sont assez variées. Toutefois, le comportement grégaire des criquets tend à maintenir la cohésion de l'essaim contre les effets dispersifs du vent. Les criquets qui s'écartent du groupe font des efforts particuliers pour le réintégrer.

Direction générale de l'essaim :

Au contraire des individus solitaires, les essaims grégaires se déplacent essentiellement de jour (mais ils peuvent, par temps chaud, continuer à voler quelque temps après le crépuscule). La direction générale prise par l'essaim est directement influencée par celle du vent dominant à l'altitude de vol considérée, à condition que la force du vent soit supérieure à celle de chaque criquet se déplaçant par ses propres moyens (de 2,5 à 7 mètres par seconde soit de 5 à 18 km/h environ). D'une manière générale, on peut considérer que la direction des essaims est le plus souvent très proche de celle du vent dominant.

Capacité de vol :

L'une des caractéristiques du Criquet pèlerin est sa grande mobilité. Un ailé peut battre des ailes sans interruption pendant près de 24 heures et, en alternant vol plané et vol actif, un criquet peut très certainement rester en l'air beaucoup plus longtemps. Cela lui permet de franchir les mers sans problème (mer Rouge, Golfe d'Aden). Entre le 10 et le 14 octobre 1988, des essaims du Criquet pèlerin ont franchi l'océan Atlantique et se sont répartis sur toutes les Antilles, la Guyane et le nord du Brésil. Un voyage exceptionnel de près de 4 000 kilomètres effectué en 3 à 4 jours !

Comportement type :

Le schéma-type des activités journalières des Criquets pèlerins grégaires immatures est le suivant :

- une heure après le coucher du soleil et jusqu'à l'aube, l'essaim est posé sur la végétation (parfois dissimulé à l'intérieur des touffes en cas de basses températures) ;
- dès le lever du soleil, on observe des déplacements lents sur la végétation accompagnés de quelques sauts et de petits vols en cas de dérangement ; beaucoup de criquets commencent à gagner le sol ;

- vers 8 heure environ (deux heures après le lever du soleil), les criquets forment maintenant un tapis dense sur le sol. Ils se chauffent au soleil et se disposent perpendiculairement à ses rayons pour augmenter plus rapidement leur température interne. De petits vols locaux sont observés dans plusieurs directions au dessus du site de repos nocturne ;
- entre 9 et 10 heure a lieu le décollage de la majorité des ailés. On parle de départ en masse. Il est favorisé par l'élévation de la température et le début des mouvements de convection ;
- de 10 heure au crépuscule, l'essaim est en phase de progression aérienne. Il se produit un brassage permanent entre les criquets au sol et ceux en vol. De nombreux criquets se posent sur le front et redécollent à l'arrière. L'essaim progresse donc par un échange continu d'ailés entre le sol et l'air, au moins dans le cas des formations stratiformes. Du fait de l'atterrissage fréquent des ailés, la vitesse de l'essaim atteint le plus souvent à peine la moitié de la vitesse du vent qui l'entraîne. Il arrive que le vol soit interrompu aux heures les plus chaudes, comme l'est aussi la progression des bandes larvaires. Lorsque les ailés sont en période d'accouplement et de ponte, la durée de présence au sol dans la journée augmente ce qui ralentit d'autant la vitesse de progression de l'essaim ;
- au coucher du soleil, un peu avant par basse température (moins de 20°C environ), un peu après si la température reste élevée, les ailés se posent à terre ou sur la végétation pour se nourrir et se reposer.

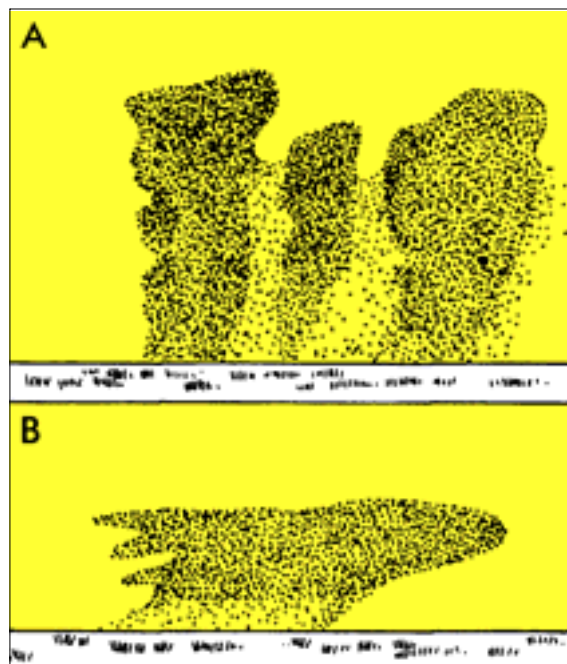


Figure 39. – Différentes formes d'essaims en vol (d'après FAO, 1967).

A : Essaim de type cumuliforme. **B** : Essaim de type stratiforme.



Figure 40. – Essaim de jeunes individus (népiogones) en vol d'évitement provoqué par le passage de l'observateur (Tchad, région de Mao, septembre 1988).



Figure 41. – Essaim posé constitué en majorité d'individus immatures en quiescence imaginale (pauso-génétiques) (Maroc, décembre 1988).



Figure 42. – Essaim en vol (Maroc, décembre 1998).

4.2.3. PRINCIPALES DIFFÉRENCES PHASAIRES

Tableau VI. Principales différences phasaires chez le Criquet pèlerin.

CARACTÈRES	SOLITAIRES	GRÉGAIRES
Comportement	Pas de groupes Vol de nuit	Forme des groupes cohérents, des bandes larvaires et des essaims Vol des essaims de jour
Physiologie et biologie	6 stades larvaires 7 stries oculaires Plus de 90 œufs par ponte Plus de 3 pontes par femelle	5 stades larvaires 6 stries oculaires Moins de 80 œufs par ponte Moins de 2-3 pontes par femelle
Coloration	Larves : vert uniforme dans les premiers stades ; plus ou moins brun dans les deux derniers Imagos : brun pâle ; les mâles deviennent jaune pâle à la maturité sexuelle ; pas de changement chez la femelle en dehors du jaunissement des ailes postérieures Pigmentation du corps hétérogène Œil clair Pigmentation des élytres peu contrastée	Larves : nombreuses taches noires sur fond jaune ou orange Imagos : rose chez les jeunes ailés ; plus foncé avec l'âge, virant au brun rouge ; jaune en période de maturité sexuelle chez les deux sexes (plus accentué chez le mâle) Pigmentation du corps homogène Œil très foncé Pigmentation des élytres très contrastée
Morphométrie	F/C $\frac{1}{2}$ 3,75 et plus $\frac{1}{3}$ 3,85 et plus E/F $\frac{1}{2}$ 2,025 et moins $\frac{1}{3}$ 2,027 et moins	F/C $\frac{1}{2}$ 3,15 et plus $\frac{1}{3}$ 3,15 et plus E/F $\frac{1}{2}$ 2,225 et moins $\frac{1}{3}$ 2,272 et moins
Écologie	Exigences écologiques strictes	Tolérance écologique accrue
Chorologie	Aire de reproduction et de dispersion limitée aux déserts chauds	Aire de dispersion beaucoup plus vaste, débordant sur les marges méditerranéennes et tropicales des déserts.

4.3. RECONNAISSANCE DU STADE PHÉNOLOGIQUE

4.3.1. LA DATATION DES IMAGOS

4.3.1.1. Les critères de datation

Sur le terrain, il est possible de ranger les populations de Criquet pèlerin en différentes classes d'âge en utilisant quelques critères faciles à observer.

La dureté du tégument :

L'insecte est saisi entre le pouce et l'index au niveau du thorax de façon à apprécier la dureté du tégument. Ce dernier pourra être dur ou mou (absence de résistance à la pression entre les doigts). Les jeunes imagos venant de muer sont moins durs que les plus âgés.

L'aspect des valves de l'oviscapte :

On observera l'aspect des valves de l'oviscapte des femelles, si possible à l'aide d'une loupe à main, afin de noter leur état et la présence éventuelle de traces de matière spumeuse. Dans le cas de femelles n'ayant pas pondu (nullipares) ces valves sont propres (sans matière spumeuse), d'aspect luisant, avec des bords nets et aigus. Dans le cas de femelles ayant pondu (pares), les valves sont plus

ternes, avec des bords émoussés et plus ou moins recouvertes (en général) de dépôts de matière spumeuse.

Une incision dorsale de l'abdomen permettra ensuite de noter l'état des ovaires et l'abondance de corps gras.

L'état des ovaires :

On examinera l'état des ovaires (situés dans l'abdomen dorsalement par rapport au tube digestif) et l'on notera si la femelle est encore immature ou à un état de maturité plus ou moins avancé. Chez une femelle immature, les ovaires sont petits et entièrement blanchâtres ; on n'observe aucun dépôt de vitellus. En période reproductive, les ovaires apparaissent sous forme d'une masse jaune, plus ou moins grosse en fonction de l'état de croissance des ovocytes (futurs œufs).

On notera si les ovaires sont :

- en pré-vitellogénèse (aucun développement visible des ovocytes, pas de traces de vitellus jaune ; les ovaires sont petits et entièrement blanchâtres) [notation 0] ;
- en cours de vitellogénèse :
 - début de développement visible à la loupe (ovocytes jaunâtres très petits) [notation $\frac{1}{4}$] ;
 - ovocytes jaunes de taille < 2 mm [notation $\frac{1}{2}$] ;
 - ovocytes jaunes de 2 à 4 mm de long [notation $\frac{3}{4}$] ;
 - ovocytes à développement complet (5 à 7 mm) [notation $\frac{1}{1}$] ;
 - ovocytes chorionnés prêts à être pondus (entourés du chorion leur conférant un aspect plus blanchâtre) [notation OC].

On pourra noter également la présence de corps rouges (ou corps de résorption) :

- 0 pas de corps rouges,
- 1 corps rouges sur $\frac{1}{4}$ ou moins des ovarioles,
- 2 corps rouges sur $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ des ovarioles,
- 3 corps rouges sur $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ des ovarioles,
- 4 corps rouges sur $\frac{3}{4}$ à la totalité des ovarioles.

La présence de corps gras :

Le corps gras, de couleur jaune à jaune-orangé, est un tissu grasseux tapissant la cavité abdominale et entourant le tube digestif et les organes génitaux. Il augmente progressivement avec l'âge et constitue des réserves pour la formation du vitellus ; il est aussi une source d'énergie pour le vol. Les jeunes imagos venant de muer en possèdent très peu. La quantité de corps gras renseigne ainsi sur l'âge physiologique et les possibilités pour l'insecte d'entreprendre des déplacements importants (ou sur le niveau d'épuisement des réserves après un long vol migratoire). On notera 0 pour l'absence de corps gras, 1 pour un peu de corps gras et 2 pour beaucoup de corps gras.

L'état général du tégument :

L'aspect général du tégument de l'insecte se modifie avec l'âge. Un jeune imago possède un tégument intact, aux couleurs vives. Au contraire, un imago âgé présentera un tégument plus ou moins abîmé, des ailes déchirées et, chez les femelles, une usure importante des valves de l'oviscapte. On examinera en particulier le rebord de l'extrémité des élytres : celui-ci pourra être entier et sans aucune déchirure ou bien déchiqueté ce qui traduira un vieillissement important.

La coloration générale du corps :

Elle varie en fonction de l'âge et de la phase. Elle est rose chez les imagos grégaires immatures jeunes, virant au rouge brunâtre chez les imagos immatures plus âgés, puis devenant jaune en période de maturité. L'abdomen des femelles grégaires âgées devient plus ou moins violacé. Chez les solitaires la teinte ne varie pas chez les femelles ; les mâles, par contre, jaunissent légèrement en période de maturité sexuelle.

La coloration alaire :

Chez les solitaires, elle varie d'incolore à jaunâtre puis jaune chez les individus matures. Chez les grégaires, elle passe d'incolore, chez les jeunes à téguments mous, à rose puis rouge ou violet chez les immatures pour virer au jaune chez les individus matures.



Figure 43. – Mue larvaire (larve de 3^e stade sortant de son exuvie de larve de 2^e stade).

La présence d'accouplements et de pontes :

Les pourcentages d'individus s'accouplant et/ou pondant sont des critères intéressants à noter pour évaluer l'état de maturité de la population.

4.3.1.2. Les stades imaginaux

Sur le terrain, l'utilisation des critères précédemment cités permet de ranger les imagos du Criquet pèlerin en plusieurs classes d'âges. On envisagera séparément le cas des mâles et celui des femelles car les critères de définition des classes sont différents.

CHEZ LES FEMELLES :

On distinguera 5 classes d'âge :

Classe 1 - Femelles à téguments mous :

Toutes les classes suivantes sont constituées d'imagos à téguments durs.

Classe 2 - Femelles immatures :

Elles ont des téguments durs et sont de teinte générale rose, du moins chez les grégaires et les *transiens* où ce stade se distingue facilement des suivants constitués par des individus matures, à téguments jaunes ou jaunissants. Chez les solitaires, la coloration ne peut être utilisée pour les femelles. On doit examiner l'état des ovaires qui sont en prévitellogénèse pour la classe 2 donc petits, entièrement blancs, sans aucune trace d'un début de dépôt du vitellus dans les ovocytes.

Les classes suivantes sont constituées par des imagos femelles à différents niveaux de maturité. Chez les grégaires, ces stades sont facilement reconnaissables à la teinte générale jaune du tégument. Chez les solitaires, seuls les mâles jaunissent légèrement et ce critère de couleur ne peut donc être utilisé pour les femelles.

Classe 3 - Femelles matures nullipares :

Chez les grégaires et les *transiens*, ce stade est facilement reconnaissable à la teinte jaune du tégument. Les ovaires sont en cours de vitellogénèse. Les femelles n'ont pas encore pondu comme l'atteste l'absence de trace de matière spumeuse sur les valves de l'oviscape.

Classe 4 - Femelles matures pares :

Les ovaires sont en cours de vitellogénèse. Les femelles ont pondu d'après l'aspect des valves de l'oviscape qui présentent des traces de matière spumeuse et un tranchant plus ou moins émoussé. Les téguments restent d'aspect jeune.

Classe 5 - Femelles âgées :

Cette catégorie est constituée de vieux individus aux téguments plus ou moins abîmés : ailes déchirées, macules pigmentaires thoraciques et abdominales, usures et mutilations diverses du corps.

CHEZ LES MÂLES :

Classe 1 - Mâles à téguments mous :

Classe 2 - Mâles immatures :

Les téguments sont durs, roses chez les grégaires et les *transiens*, bruns ou grisâtres chez les solitaires ; aucune trace de jaunissement n'est observée.

Classe 3 - Mâles mâtures :

Les téguments jaunissent fortement chez les grégaires, très légèrement chez les solitaires.

Classe 4 - Mâles âgés :

Vieux individus aux téguments abîmés (mêmes critères que chez les femelles).

On pourra caractériser l'âge moyen d'une population en utilisant la terminologie de PASQUIER (1946) que l'on trouvera dans le tableau VII ci-après. On devra, pour l'utiliser, faire appel aux critères supplémentaires suivants : abondance du corps gras, présence d'accouplements et de femelles pondueuses.

Par ailleurs, certaines situations exceptionnelles sont parfois difficiles à classer dans des catégories générales pré-établies et une explication descriptive doit alors être fournie. On peut citer, par exemple, le cas d'imagos grégaires à livrée générale rouge brunâtre dont les ovaires ont subi un cycle complet et précoce de régression. Il s'agit de jeunes imagos qui ont amorcé leur maturation sexuelle dans de bonnes conditions puis ont subi des conditions adverses très accusées (basses températures, par exemple) entraînant une régression ovocytaire associée à un déclenchement de quiescence imaginale.



Figure 44. – Fin de mue imaginale : jeune imago déployant ses ailes.

Tableau VII. La reconnaissance des stades imaginaux chez le Criquet pèlerin.

Classes d'âge		Événements marquants	Critères de datation								
			Couleur des grégaires	Couleur des solitaires	T	Ov	CG	Ac	P	Sp	As
MOU	NÉPIOGONE	Phase de durcissement des téguments. Marche et vol limités sur la zone de reproduction.	Rose	Brun	M	PV	-	-	-	-	j
IMMATURE	NÉOGONE	Phase d'accumulation des corps gras. Vol limité au voisinage de la zone de reproduction.	Rose	Brun	D	PV	±	-	-	-	j
	HYPOGÉNÉTIQUE	Migrations importantes.	Rose	Brun	D	PV	+	-	-	-	j
	PAUSOGÉNÉTIQUE	Imagos en quiescence. Mouvements limités.	Rouge puis rouge brun	Brun	D	PV	+	-	-	-	j
MATURE ♀♀ullipare	ÉOGÉNÉTIQUE	Imagos en cours de maturation. Dépôt progressif du vitellus dans les œufs.	Jaunissant	Brun, mâles jaunâtres	D	V	+	-	-	-	j
	NÉOGÉNÉTIQUE	Imagos immatures. Début des accouplements.	Jaunissant	Brun, mâles jaunâtres	D	V	+	+	-	-	j
MATURE ♀♀pare	EUGÉNÉTIQUE	Imagos pleinement matures. Période des pontes.	Jaune	Brun, mâles jaunâtres	D	V	+	+	+	+	j
AGE	GÉROGÉNÉTIQUE	Imagos âgés.	Jaune, abdomen des femelles ± violacé	Brun, mâles jaunâtres	D	V	+	+	+	+	v

Légende :

- T Dureté du tégument (M : mou ; D : dur)
- Ov État des ovaires (PV : pré-vitellogénèse ; V : en cours de vitellogénèse)
- CG Abondance du corps gras (- : absence ; ± : un peu ; + : beaucoup)
- Ac Accouplements (- : non observés ; + : observés)
- P Pontes (- : non observées ; + : observées)
- Sp Matière spumeuse sur l'oviscapte des femelles (- : non ; + : oui)
- As Aspect du tégument (j : aspect jeune ; v : aspect vieux)

4.3.2. LA DATATION DES LARVES

On déterminera le stade des larves en utilisant les critères donnés ci-dessous (et en confirmant si possible avec l'utilisation des stries oculaires). On notera en particulier l'état des ébauches alaires.

CHEZ LES GRÉGAIRES :

Larve de premier stade :

Longueur moyenne : 7 mm (♀♀ 6 à 14 mm ; ♂♂ 6 à 13 mm).

De coloration blanchâtre quand elle vient d'éclore. En une heure ou deux elle devient presque complètement noire. Des marques plus pâles apparaissent progressivement au cours de son développement.



Figure 45a. – Larve de stade 1 du Criquet pèlerin en phase grégaire.

Larve de deuxième stade :

Longueur moyenne : 15 mm (♂ 10 à 20 mm ; ♀ 13 à 20 mm)

Elle se distingue du premier stade par sa taille plus grande, des taches de couleur pâle bien visibles, une tête beaucoup plus grosse. Les ébauches alaires sont beaucoup moins visibles que celles du troisième stade.



Figure 45b. – Larve de stade 2 du Criquet pèlerin en phase grégaire.

L'aspect des ébauches alaires est figuré dans l'angle de chaque photographie.

Larve de troisième stade :

Longueur moyenne : 20 mm (♂ 18 à 27 mm ; ♀ 18 à 27 mm).

Les ébauches d'ailes sont nettement visibles de part et d'autre du thorax. La pointe de ces ébauches est dirigée vers le bas.



Figure 45c. – Larve de stade 3 du Criquet pèlerin en phase grégaire.

Larve de quatrième stade :

Longueur moyenne : 33 mm (♂ 25 à 36 mm ; ♀ 25 à 38 mm).

Ce stade se situe après le retournement des ébauches alaires dont la pointe est maintenant dirigée vers le haut. Ces ébauches sont grandes, bien visibles mais leur pointe ne dépasse pas la base de la patte postérieure. La coloration est maintenant très nettement noire et jaune (plus noire si la larve se développe dans un milieu froid, moins noire en milieu chaud).



Figure 45d. – Larve de stade 4 du Criquet pèlerin en phase grégaire.

Larve de cinquième stade :

Longueur moyenne : 45 mm (♂ 35 à 48 mm ; ♀ 35 à 49 mm).

Les bourgeons alaires sont maintenant très grands ; ils dépassent largement vers l'arrière la base de la patte postérieure. Leur pointe est toujours dirigée vers le haut comme chez la larve de quatrième stade. La coloration générale est jaune vif maculée de taches noires plus ou moins importantes en fonction de la température.



Figure 45e. – Larve de stade 5 du Criquet pèlerin en phase grégaire.

CHEZ LES SOLITAIRES :

À l'exclusion de la pigmentation qui est différente, les mêmes critères peuvent être utilisés mais un stade supplémentaire, possédant des ébauches alaires à pointe dirigée vers le bas, vient s'insérer assez fréquemment entre le troisième et le quatrième stade.



Figure 46a. – Larve de stade 1 du Criquet pèlerin en phase solitaire.



Figure 46b. – Larve de stade 2 du Criquet pèlerin en phase solitaire.



Figure 46c. – Larve de stade 3 du Criquet pèlerin en phase solitaire.



Figure 46d. – Larve de stade 4 du Criquet pèlerin en phase solitaire.



Figure 46e. – Larve de stade 5 du Criquet pèlerin en phase solitaire.

UTILISATION DES STRIES OCULAIRES :

Des modifications de la pigmentation des yeux composés peuvent également aider à une détermination précise du stade larvaire : il s'agit des stries oculaires. Chez la larve de premier stade existe une seule strie noire, verticale, sur l'œil composé. Par la suite, une strie s'ajoute à chaque mue. Ainsi, la larve de deuxième stade possède-t-elle deux stries, celle de troisième stade trois, etc. Ce phénomène se poursuit jusqu'à la mue imaginale. L'imago possède donc 6 ou 7 stries oculaires selon que la larve est passée par 5 ou 6 stades.



Figure 47. – Jeunes larves de premier stade peu après l'éclosion.

Certaines ont encore à l'extrémité de l'abdomen des fragments d'exuvie de la mue intermédiaire.

Ces stries oculaires ne sont cependant bien visibles que chez les solitaires et plus ou moins chez les transiens. Par contre, chez les grégaires, elles sont souvent peu nettes voire absentes à cause de l'obscurcissement de l'œil composé qui prend une teinte sombre uniforme (cf. plus haut).

4.3.3. LA DATATION DES ŒUFS

Sur le terrain, les œufs de criquets collectés peuvent être répartis en 8 classes d'âges ou stades embryonnaires, selon l'état de développement de l'embryon.

La technique la plus simple fait appel uniquement à l'observation externe des œufs. La transparence du chorion (l'enveloppe externe de l'œuf) étant faible, l'examen est facilité par un passage rapide des œufs dans une solution diluée d'eau de javel qui en diminue l'opacité.

Matériel :

- eau de Javel,
- eau,
- petit récipient du genre boîte de Pétri,
- loupe à main (x10) ou loupe binoculaire.

Technique :

Faire tremper les œufs dans un mélange eau/eau de javel en proportions égales. Dès que les œufs deviennent clairs (environ 5 minutes), les observer à l'œil nu ou à la loupe et noter leur stade de développement à l'aide des critères indiqués ci-dessous.

Stades embryonnaires :

- Stade 1 : œuf relativement maigre, venant d'être pondu et n'ayant pas encore absorbé d'eau. Aucune structure n'est visible, l'intérieur est uniformément jaune. L'embryon ne dépasse pas 1 mm de long à l'intérieur de l'œuf qui en fait 6 ou 7.
- Stade 2 : œuf plus gros, ayant déjà absorbé de l'eau. L'embryon est difficilement visible à une extrémité de l'œuf sous forme d'une petite zone de 1 à 2 mm de long, légèrement plus transparente et plus blanchâtre que le reste de l'œuf.
- Stade 3 : l'embryon effectue un retournement dans l'œuf et on l'observe, arqué, au niveau du pôle postérieur qui prend une teinte grisâtre.
- Stade 4 : couleur grisâtre de la partie de l'œuf où se trouve l'embryon ; la longueur de ce dernier est inférieure ou égale à la moitié de celle de l'œuf.
- Stade 5 : l'embryon occupe entre la moitié et les deux tiers de la longueur de l'œuf. Les yeux se pigmentent en noir (chez les grégaires) et deviennent visibles par transparence.
- Stade 6 : les yeux sont visibles au quart antérieur de l'œuf.
- Stade 7 : l'embryon occupe entièrement l'œuf. On ne trouve plus trace de vitellus. Les yeux composés sont au pôle antérieur et le reste du corps n'est pas encore pigmenté.
- Stade 8 : l'embryon occupe entièrement l'œuf et est prêt à éclore. Les différents segments du corps ainsi que les pattes sont bien visibles.

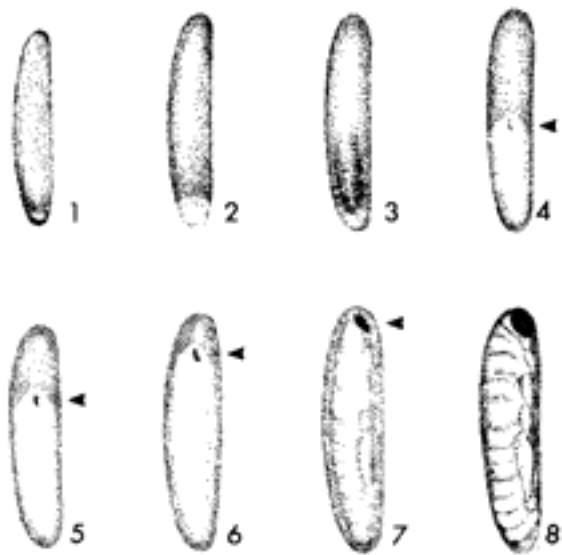


Figure 48. – Les stades embryonnaires (d'après LECOQ et MESTRE, 1988).

5. L'ÉVALUATION DES DENSITÉS

5.1. DIMENSIONS ET LOCALISATION DE L'INFESTATION

ISOLES ET GROUPES (larves et imagos) :

On donnera une indication de la superficie occupée par la population en mètres carrés, en hectares (10 000 m²) ou en kilomètres carrés (100 hectares).

ESSAIM VOLANT :

Sa taille ne peut être valablement mesurée qu'en avion. On peut cependant donner des indications, par exemple :

- *"A mis une heure pour passer au-dessus de l'observateur"* (indiquer vitesse et direction du vent et position géographique de l'observateur).
- *"S'étendait du point A au point B"*, s'il existe deux points convenables reconnaissables (villages, montagnes) tout en précisant les coordonnées géographiques et la distance qui les sépare.

ESSAIM POSE :

"Une heure de traversée à pied", "Deux kilomètres de traversée au compteur d'un véhicule", sont des indications qui peuvent être données faute de mieux. On essaiera cependant d'apprécier plus précisément la taille de l'essaim posé en en faisant le tour, à pied ou en véhicule, d'assez loin pour ne pas le perturber.

BANDES LARVAIRES :

Indiquer :

- le nombre de bandes observées dans une région ou sur une distance parcourue à pied ou en voiture ;
- les superficies moyenne, maximale et minimale des bandes observées.

CHAMP DE PONTE :

Indiquer la dimension de l'aire de ponte si un essaim pondant a été observé. Sinon indiquer la superficie de la zone où des oothèques ont été trouvées.

Dans tous les cas, indiquer les coordonnées géographiques (latitude, longitude) des points donnés en référence.

5.2. DENSITÉ DES AILÉS

5.2.1. POPULATIONS DE DENSITÉ MOYENNE

On appliquera la méthode des comptages à vue, à pied, sur bande de 1 x 100 m.

Elle consiste à dénombrer tous les ailés s'envolant d'une bande de 100 mètres de long sur 1 mètre de large au passage de l'observateur. La largeur de la bande est évaluée à vue. Sa longueur est estimée approximativement en nombre de pas. Chaque observateur doit évaluer au préalable combien de pas il lui faut pour parcourir 100 mètres. Les comptages sont répétés sur une dizaine de bandes.

Il convient évidemment d'être certain de pouvoir reconnaître de loin le Criquet pèlerin et de ne pas le confondre avec d'autres espèces de grande taille (*Anacridium* sp. par ex.)

La densité imaginale à l'hectare (D), est calculée selon la formule :

$$D = [\text{nombre d'ailés repérés}] / [\text{surface prospectées (m}^2\text{)}] \times 10\,000$$

Lorsque plusieurs observateurs sont disponibles, le comptage des ailés peut se faire au long d'itinéraires parallèles pour couvrir rapidement une plus grande surface.

Par cette méthode, une évaluation correcte des densités est possible entre 100 et 100 000 individus par hectare, soit entre 0,01 et 10 au m².

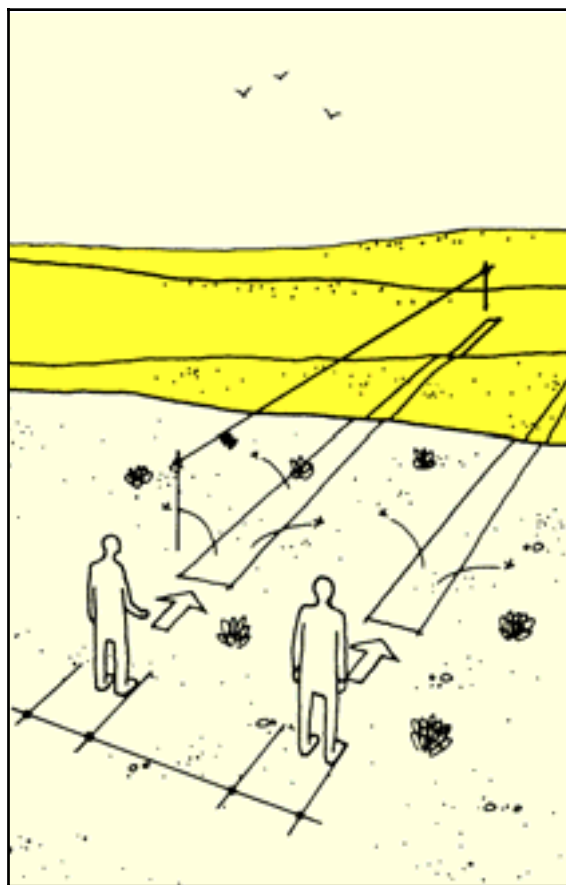


Figure 49. – Méthode de comptage à vue pour estimation de la densité d'imagos (d'après DURANTON *et al.*, 1982).

La bande de 1 mètre de large sur laquelle sont effectués les comptages est délimitée visuellement. La longueur de 100 mètres est estimée (après étalonnage) selon le nombre de pas.

CONDITIONS DE RÉALISATION DES COMPTAGES :

La réalisation des comptages nécessite le respect des conditions suivantes :

- végétation homogène ;
- température suffisante pour l'activité des criquets (supérieure à 20°C). S'il fait trop froid, les criquets restent immobiles et sont très difficiles à détecter ;
- peu de vent car par vent trop violent, les criquets restent plaqués au sol et s'envolent très fugacement au passage de l'observateur, rendant le dénombrement difficile ;
- densité des individus comprise entre 100 et 100 000 par hectare. Au delà, l'estimation devient plus imprécise (mais possible, voir paragraphe "populations de densité très forte"). En deçà, on utilisera la même technique mais à partir d'un véhicule (voir paragraphe "populations de faible densité").

À noter que si, pour une végétation basse, les comptages peuvent être réalisés rapidement, travailler dans une végétation haute requiert plus de temps et d'attention.

5.2.2. POPULATIONS DE FAIBLE DENSITÉ

On appliquera la méthode des comptages a vue sur bande, en véhicule.

Pour les très faibles densités (< 100/hectare), la méthode précédente peut être utilisée en effectuant les comptages à partir d'un véhicule (si le terrain est praticable), ce qui requiert un chauffeur et un opérateur mais, éventuellement, une seule personne peut suffire.

Rouler lentement (5 à 7 km/h), si possible en ligne droite ou légèrement sinueuse pour éviter les obstacles.

Dès qu'un chiffre du compteur hectométrique a basculé, décompter tous les ailés qui s'envolent devant le véhicule, uniquement sur une bande de largeur égale à celle du véhicule. Ne pas tenir compte des insectes s'envolant sur les côtés. Tous les 100 mètres, noter le nombre d'ailés et répéter l'opération une dizaine de fois.

Pour obtenir la densité à l'hectare, il suffit d'utiliser la formule précédente où la surface prospectée est égale à la longueur parcourue multipliée par la largeur du véhicule.

5.2.3. POPULATIONS DE FORTE DENSITÉ (ESSAIM)

Dans le cas de populations en très forte densité (essaim), toute évaluation précise devient illusoire.

ESSAIM POSE :

Aux heures fraîches de la journée, lorsque l'essaim est posé et que les individus sont encore peu mobiles, on peut espérer les approcher à quelques mètres sans provoquer d'envol. On utilisera alors la méthode des comptages à vue sur carrés de 1 mètre de côté (voir plus loin à propos des comptages de larves).

Cependant, il faut noter qu'aux heures fraîches les criquets peuvent parfois être dissimulés dans la végétation (buissons et arbustes en particulier) et dans ce cas être peu visibles voire passer tout à fait inaperçus. On attendra alors que la température s'élève pour tenter une évaluation.

ESSAIM EN VOL :

On notera la forme de l'essaim, stratiforme ou cumuliforme.

La densité sera évaluée grossièrement en termes de "faible", "moyenne" et "forte" selon les critères suivants :

- faible : l'essaim n'est visible que s'il est suffisamment proche pour que les criquets soient distingués individuellement ;
- moyenne : la densité est intermédiaire entre faible et forte (cas le plus fréquent);
- forte : l'essaim efface certains éléments rapprochés du paysage, par exemple les arbres.

On notera également la direction dans laquelle l'essaim entier s'est déplacé.

5.3. DENSITÉ DES LARVES

5.3.1. POPULATIONS DE DENSITÉ FAIBLE À MOYENNE

On utilisera la méthode des comptages a vue sur carré de 1 mètre de côté (1 m²).

Elle consiste à compter tous les criquets aperçus dans un carré (aux contours estimés) de 1 mètre de côté situé à quelques mètres devant soi et à répéter l'opération un certain nombre de fois.

On procédera de la manière suivante :

- délimiter le site de prospection en choisissant une surface homogène d'après l'aspect de la végétation ;

- choisir *a priori*, à l'intérieur du périmètre à prospecter, le parcours que l'on va effectuer pour réaliser la série de comptages. Cette précaution permet de ne pas être influencé ensuite par la situation acridienne qui sera observée ;

- commencer la série de comptages :

* Repérer mentalement un carré de 1 mètre de côté à environ 5 mètres devant soi. S'aider éventuellement de repères naturels (touffes de végétation, cailloux) pour bien fixer les limites du carré à observer. Les débutants devront d'abord s'entraîner à bien délimiter au sol, par la pensée, des carrés de un mètre de côté en utilisant, au début, un cadre étalon en bois jeté devant eux. Veiller également à délimiter ce carré à une distance suffisante de façon à ce que les criquets présents dans le carré ne soient pas perturbés par l'approche de l'observateur. La distance de 5 mètres est donnée ici à titre indicatif mais elle peut varier en plus ou en moins, notamment en fonction de la température de l'air et du couvert végétal.

* Avancer lentement vers le carré et compter au fur et à mesure de l'approche toutes les larves qui sautent de l'intérieur du carré et uniquement celles-ci. On ignorera celles qui se trouvent à l'extérieur. Une fois arrivé dans le carré, on finira de fouiller la végétation avec les pieds pour bien repérer toutes les larves qui pourraient encore s'y trouver.

* Noter le nombre de larves observées.

* Répéter l'opération. Une fois le comptage terminé pour le premier carré, on recommencera en délimitant un deuxième carré à environ 5 mètres devant soi. On réalisera ainsi au moins 50 comptages le long d'un itinéraire de prospection défini au départ.

La densité moyenne de larves au mètre carré est :

$$dl = n / N$$

où **dl** = densité de larves au mètre carré

n = nombre de larves dénombrées pour l'ensemble des carrés prospectés

N = nombre de carrés prospectés.

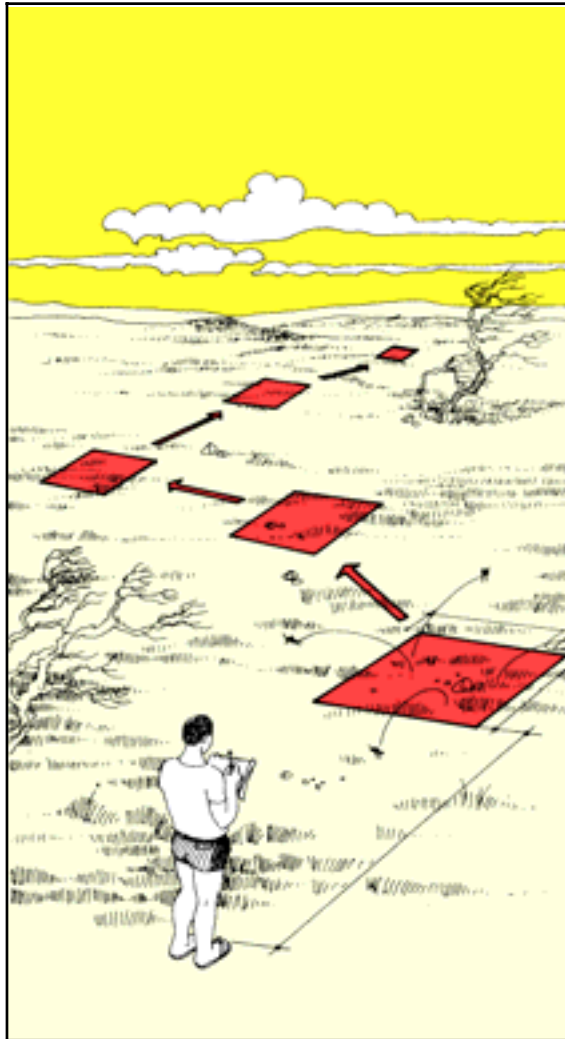


Figure 50. – Évaluation des densités de larves (d'après LECOQ et MESTRE, 1988).

La densité de larves à l'hectare sera : $DI = dl \times 10\,000$

Cette technique des comptages à vue sur carrés de 1 mètre de côté est la technique générale pour évaluer la densité d'un peuplement de criquets, larves ou ailés, toutes espèces confondues (cf. "**La surveillance des sauteriaux du Sahel**", Collection Acridologie Opérationnelle n°2, 1988).

Pour les conditions de réalisation des comptages, on se reportera au paragraphe "Densité des ailés populations de densité moyenne à forte".

5.3.2. POPULATIONS DE FORTE DENSITÉ (BANDE)

La densité est, dans ce cas, très étroitement liée au comportement. Il conviendra donc d'indiquer si les larves sont perchées dans la végétation, en marche ou en groupes au sol.

On pourra tenter une estimation de la densité moyenne au mètre carré en utilisant la méthode décrite au paragraphe précédent en sachant que, pour des densités fortes, il deviendra impossible de dénombrer avec exactitude les larves présentes sur un carré de 1 mètre de côté. On se contentera alors d'une estimation par grandes classes (25, 50, 100, 250... par exemple).

5.4. DENSITÉ DES PONTES

Les oothèques peuvent être détectées en décapant la couche superficielle du sol afin de mettre en évidence les bouchons de matière spumeuse.

MATÉRIEL :

- outil pour gratter le sol ;
- balai (pour nettoyer la surface du sol) ou pulvérisateur pneumatique à dos dont on n'utilisera que la soufflerie ;
- flacons numérotés (pour recueillir éventuellement des oothèques) ;
- carnet et crayon.

TECHNIQUE :

- choisir une zone de végétation homogène ;
- procéder aux recherches sur des surfaces de 1 m² réparties au hasard sur l'ensemble de l'aire à prospecter ;
- réaliser au moins une dizaine de répétitions ;
- pour chaque carré de 1 mètre de côté :
 - * Retirer le couvert végétal ;
 - * Gratter soigneusement la couche superficielle du sol avec une lame. Retirer environ 1 cm de sol, puis continuer à décaper en enlevant une deuxième couche de 1 à 3 cm d'épaisseur au maximum. Dégager la terre sur la périphérie du carré. Balayer régulièrement avec une brosse ou un balai. Souffler sur la surface du sol pour retirer la poussière. Cette opération est grandement facilitée si l'on utilise un pulvérisateur pneumatique à dos dont on a retiré le réservoir d'insecticide ;
 - * Les oothèques sont révélées par la présence de petits trous ronds de moins d'un centimètre de diamètre, remplis d'une mousse blanchâtre et correspondant à la section transversale des bouchons de matière spumeuse ;

* Compter les oothèques repérées sur chaque mètre carré.

– la densité d’oothèques au mètre carré est :

$$d = n / N$$

n = nombre total d’oothèques découvertes

N = nombre de mètres carrés prospectés.

Les oothèques repérées pourront être prélevées délicatement et conservées intactes en élevage jusqu’à obtention des larves ou bien disséquées pour dénombrer les œufs viables, les œufs parasités, etc.

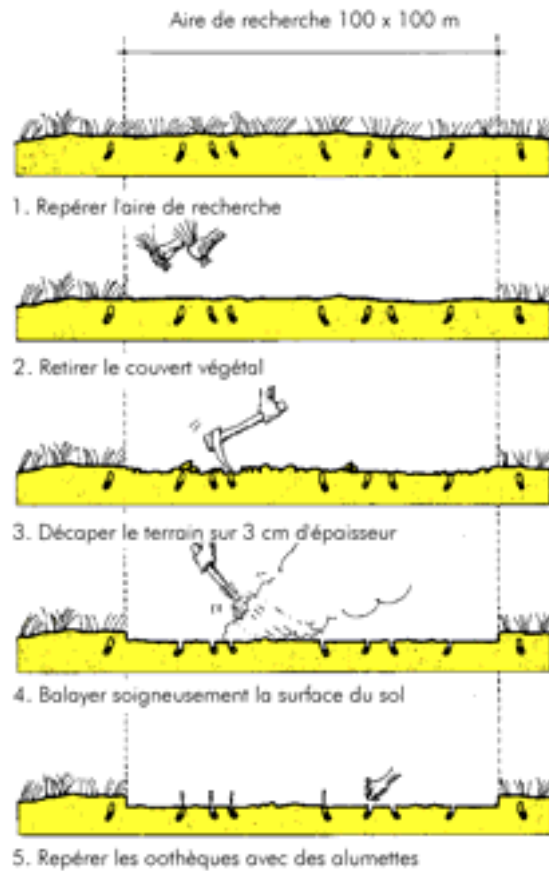


Figure 51. – Évaluation des densités d’oothèques (d’après LECOQ et MESTRE, 1988).

5.5. POPULATIONS À DISTRIBUTION CONTAGIEUSE

Les individus du Criquet pèlerin en forte densité, larves ou imagos, peuvent être regroupés dans des touffes. On a alors une distribution fortement contagieuse. Tous les individus sont rassemblés dans la végétation et la densité au sol est presque nulle.

On comptera les individus dans 25 touffes choisies au hasard à l’intérieur du périmètre occupé par la bande larvaire ou l’essaim. Si la densité est très élevée on procédera à une évaluation par grandes classes

(100, 500, 1 000, 2 500, 5 000... par exemple) dont les bornes seront à adapter en fonction de la situation. Le nombre moyen d'individus par touffe est calculé.

On détermine ensuite la densité de touffes pour établir le nombre moyen d'individus par hectare.

La densité de touffes à l'hectare peut être appréciée par la méthode de la "distance moyenne inter-individuelle" ou DMI. Elle consiste à estimer la distance moyenne séparant les touffes. La moyenne est établie sur une vingtaine de paires de touffes. La densité de touffes par hectare sera :

$$D = (100 / DMI)^2$$

Il sera important, dans ce cas, de préciser :

- la densité moyenne par touffe ou arbuste,
- la densité de touffes à l'hectare,
- la superficie contaminée.

6. MODÈLE DE FICHE DE PROSPECTION

Les observations relatives aux populations rencontrées lors des prospections sont grandement facilitées par l'utilisation de fiches standardisées et codifiées qui permettent de collecter l'information de façon homogène. De plus, ces fiches de prospection simplifient grandement l'utilisation ultérieure des observations. Un modèle de fiche est fourni ici à titre d'exemple.

MODELE DE FICHE DE PROSPECTION POUR LE CRIQUET PELERIN

1. IDENTIFICATION

N° Réf. / PRT

LONG ° ' '' LAT ° ' ''

ALT m PAYS REGION LOCALITE

SBT ha SRL x m KLM

2. ETAT EMBRYONNAIRE

Surface du site de ponte m² ou ha

Nombre d'oothèques au m² : mini moyen maxi
(nombre de m² prospectés)

Nombre d'œufs par oothèque : mini moyen maxi
(nombre d'oothèques disséquées)

Remarques

3. ETAT LARVAIRE

• **Formation :** Isolés Taches Bandes

• **Dimensions de l'infestation :** m² ou ha

• **Densité :**

Isolés min. moy. maxi /m²

Bandes et taches

Surface unitaire des bandes min moy. maxi /m²

Nombre de bandes /ha ou /km

Densité :

• Bande au sol min. moy. maxi /m²

• Bande perchée :

- densités sur les sites de perchage /m²

- densité entre les sites de perchage /m²

- densité de sites de perchage /m²

- densité moyenne estimée sur l'ensemble du site /m²

• **Structure**

• **Stades larvaires :**

1	2	3	4	5
1	2	3 + 3 bis	4	5

← Grégoires
 ← Solitaires passant par 6 stades
 ← Solitaires passant par 5 stades
(R, retournement des ébecunes à 180°)
(pour chaque stade S-G est égal à 100°)

• **Etat phasaire :**

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	S
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	G

Coloration de type solitaire
 Coloration de type grégoire ou transiens
 Maturation (notation de G à S) ; classe dominante pour chaque stade (transiens et grégoires)

MODELE DE FICHE DE PROSPECTION POUR LE CRIQUET PELERIN

1. IDENTIFICATION

N° Réf. / PRT

ING : ' n° LAT ° ' n°

ALT m PAYS REGION LOCALITE

SBT ha SRL x m KLM

2. ETAT EMBRYONNAIRE

Surface du site de ponte m² ou ha

Nombre d'oothèques au m² : mini moyen maxi
(nombre de m² prospectés)

Nombre d'œufs par oothèque : mini moyen maxi
(nombre d'oothèques disséquées)

Remarques

3. ETAT LARVAIRE

• **Formation :** Isolés Taches Bandes

• **Dimensions de l'infestation :** m² ou ha

• **Densité :**

Isolés min. moy. maxi /m²

Bandes et taches {

 Surface unitaire des bandes min moy. maxi /m²

 Nombre de bandes /ha ou /km²

 Densité :

 • Bande au sol min. moy. maxi /m²

 • Bande perchée :

 - densité sur les sites de perchage /m²

 - densité entre les sites de perchage /m²

 - densité de sites de perchage /m²

 - densité moyenne estimée sur l'ensemble du site /m²

• **Structure**

• **Stades larvaires :**

1	2	3	4	5	← Grégaires
1	2	3 + 3 bis	4	5	← Solitaires passant par 6 stades
1	2	3	4	5	← Solitaires passant par 5 stades

& % (R, retour à l'état des ébauches à l'ère)

• **Etat phasaire :** (pour chaque stade S-G est égal à 100%)

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	S
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	G

Coloration de type solitaire
Coloration de type grégaire ou transiens
Maturité (notation de 0 à 5) ; classe dominante pour chaque stade (transiens et grégaires)

7. POUR EN SAVOIR PLUS OUVRAGES A CONSULTER SUR LE CRIQUET PÈLERIN

- COPR, 1978. – *The Desert Locust Pocket Book*. – Centre for Overseas Pest Research (London). 36p.
- COPR, 1981. – *Desert Locust Forecasting Manual*. – Centre for Overseas Pest Research (London). D. PEDGLEY éd. T. 1 : 268p, T. 2 : 142p.
- COPR, 1982. – *The locust and grasshopper agricultural manual*. – Centre for Overseas Pest Research (London). 690p.
- DIRSH V.M. 1953. – Morphometrical studies on phases of the Desert locust (*Schistocerca gregaria* Forskål). – *Anti-Locust Bull.* **16** : 34p., 31 figs.
- DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982. – *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche*. – GERDAT et Ministère des Relations Extérieures (Paris). T1 et T2 : 1496p.
- DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H., LECOQ M. et RACHADI, T., 1987. – *Guide anti-acridien du Sahel*. – Ministère de la Coopération (Paris). 344p.
- FAO, 1975. – *Manuel du prospecteur*. Commission de lutte contre le Criquet pèlerin en Afrique du Nord-Ouest. – Rapport n° NWA/DL/SS/2. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Rome). 69p + 17 pages d'annexes.
- LECOQ M., 1988. – *Les Criquets du Sahel*. Collection Acridologie Opérationnelle n° 1. – CILSS-DFPV (Niamey). 130p.
- LECOQ M. et MESTRE J., 1988. – *La surveillance des sauteriaux du Sahel*. – Collection Acridologie Opérationnelle n° 2. CILSS-DFPV (Niamey). 62p.
- PASQUIER R., 1946. – Les étapes de la vie de la sauterelle pèlerine. – *Bull. Off. nat. anti-acrid. Alger* **1**(1945) : 7-13.
- POPOV, G., 1989. – *Les larves des criquets du Sahel*. – Overseas Development Natural Resources Institute (Chatham). V + 158p.
- RUNGS C., 1954. Une nouvelle représentation graphique de la grégariosité des populations du Criquet Pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forsk. – *C.R. Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc*, **6** :130-132.
- STEEDMAN A. (éd.), 1988. – *Locust Handbook* (2^e édition). – Overseas Development Natural Resources Institute (London). VII + 180p.
- STOWER W. J., 1959. – The colours patterns of hoppers of the Desert locust (*Schistocerca gregaria* Forskål). – *Anti-Locust Bull.* **32** : 75p., 5 pls, 24 figs, 17 tabs.
- UVAROV B.P., 1966. – *Grasshoppers and Locusts*. Vol. 1. – University Press (Cambridge). XI + 481 p.
- UVAROV B.P., 1977. – *Grasshoppers and Locusts*. Vol. 2. – University Press (Cambridge). IX + 613p.

PHOTOGRAPHIES :

G. BALANÇA, Fig. 45

M. BALMAT, Fig. 26

J. F. DURANTON, Fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20a, 24, 25, 28, 41, 42, 46(a), 47

M. H. LAUNOIS LUONG, Fig. 20b

M. LECOQ, Fig. 27, 37, 40, 44, 46(b), 46(d), 46(e)

A. MONARD-JAHIEL, Fig. 16a, 38, 43

DESSINS :

M. LECOQ et T.M. LUONG

MAQUETTE DE COUVERTURE :

T.M. LUONG

IMPRESSION :

Imprimerie DÉHAN - Montpellier

Dépôt légal 3^e trimestre 1990