

SAGINAE OF EUROPE

LES SAGINAE D'EUROPE



Saga hellenica ♀ - J5 Photo Michèle Lemonnier-Darcemont



Saga hellenica - Photo Michèle Lemonnier-Darcemont 04.VII.2008

AUTHORS - AUTEURS

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT
Christian DARCEMONT
Klaus-Gerhard HELLER
Anne-Marie DUTRILLAUX
Bernard DUTRILLAUX

ISBN 978-2-9537533-9-4

Edition GEEM - Cannes (06) - FRANCE
www.geem.org

Dépot légal : mai 2016

Printed by : PETRILLI GROUP S.r.l. - Corso Limone Piemonte, 21bis - 18039 VENTIMIGLIA (IM) - ITALY
www.petrilligroup.com

SUMMARY	SOMMAIRE	PAGES
INTRODUCTION	INTRODUCTION	5
MORPHOLOGY AND LIFE CYCLE	MORPHOLOGIE ET CYCLE BIOLOGIQUE	9
(CYTO-)GENETICS	(CYTO-)GENETIQUE	31
ETHOLOGY	ETHOLOGIE	57
BIOACOUSTICS	BIOACOUSTIQUE	77
IDENTIFICATION KEYS	CLES DE DETERMINATION	101
DETAILED SHEETS OF EUROPEAN SAGA	FICHES D'IDENTITE DES SAGA EUROPEENNES	115
<i>Saga pedo</i>	<i>Saga pedo</i>	117
<i>Saga campbelli</i>	<i>Saga campbelli</i>	123
<i>Saga rammei</i>	<i>Saga rammei</i>	129
<i>Saga hellenica</i>	<i>Saga hellenica</i>	135
<i>Saga natoliae</i>	<i>Saga natoliae</i>	141
<i>Saga rhodiensis</i>	<i>Saga rhodiensis</i>	147
ECOLOGY	ECOLOGIE	155
THREATS AND CONSERVATION	MENACES ET PROTECTION	167
BREEDING NOTES	NOTES D'ELEVAGE	191
PREPARATION FOR COLLECTION	PREPARATION POUR LA COLLECTION	201

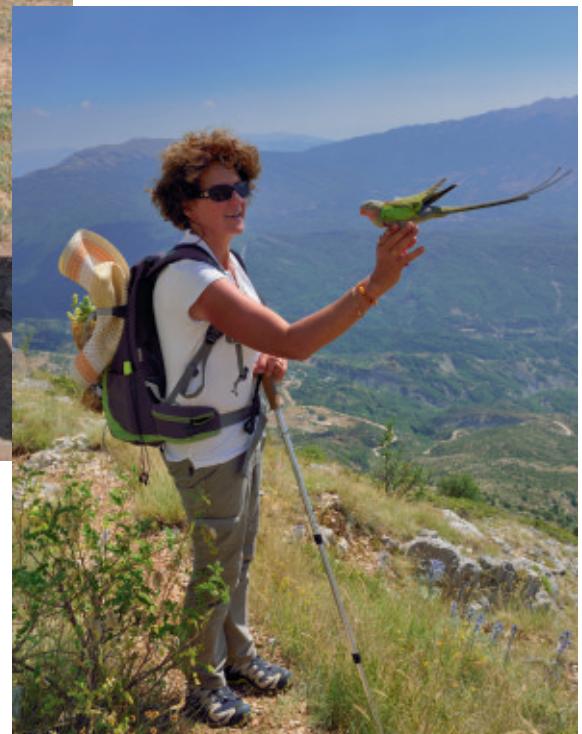


Saga pedo Photo Michèle Lemonnier-Darcemont



THE TEAM - L'EQUIPE

Anne-Marie & Bernard Dutrillaux
Michèle Lemonnier-Darcemont
Klaus-Gerhard Heller
Christian Darcemont



INTRODUCTION

The most recent work (Song et al. 2015)¹ suggest that the appearance of the first representatives of the family Tettigoniidae occurred at the end of the Jurassic, with a divergence in its major lines later in the Cretaceous (Grimaldi & Engel 2005)².

However, fossil of singing organs belonging to this family is dated in Tertiary at the earliest, 55 million years ago (Rust et al. 1999)³.

INTRODUCTION

Les travaux les plus récents (Song et al. 2015)¹, suggèrent que l'apparition des premiers représentants de la famille des Tettigoniidae s'est produite dès la fin du Jurassique, avec une diversification dans ses lignées majeures un peu plus tard au Crétacé (Grimaldi & Engel 2005)².

En revanche, la présence d'organes stridulatoires fossilisés appartenant à cette famille n'est vérifiée qu'à partir du Tertiaire, il y a 55 millions d'années (Rust et al. 1999)³.



Distribution map of Saginae subfamily (brown) -

Carte de répartition de la sous-famille des Saginae (marron)

¹ Song H., Amédégnato Ch., Cigliano M. M., Desutter-Grandcolas L., Heads S.W., Huang Y., Otte D. and Whitingh M.F., (2015): 300 million years of diversification: Elucidating the patterns of orthopteran evolution based on comprehensive taxon and gene sampling. *Cladistics* : 1-31

² Grimaldi D., Engel M.S., (2005): *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press, New York : 772 p.

³ Rust J., Stumpner A., Gottwald J., (1999) : Singing and hearing in a Tertiary bushcricket. *Nature*, 399: 650–650.

The subfamily Saginae has forty species of which more than half are located in the three genera *Clonia*, *Cloniella* and *Peringueyella*, located in the southern half of the African continent.

The genus *Saga* includes thirteen species in total, including six species in Eastern Europe. Among them, only *Saga pedo* extends its distribution in Europe beyond the Balkans, to the extreme west of the European continent.

La sous-famille des Saginae compte quarante espèces dont plus de la moitié sont réparties dans les trois genres *Clonia*, *Cloniella* et *Peringueyella*, localisés dans la moitié sud du continent africain.

Le genre *Saga* comprend quant à lui treize espèces, dont six vivent en Europe orientale. Parmi elles, seule *Saga pedo* étend sa distribution au-delà des Balkans, jusqu'à l'extrême ouest du continent européen.



Clonia jagoi, a species of south of Africa - *Clonia jagoi*, une espèce du sud de l'Afrique
Photo Claudia Hemp, 02.VI.2006



Saga rhodiensis - J1
Photo Michèle Lemonnier-Darcemont
25.IV.2011

WHY A BOOK ON THE EUROPEAN SAGINAE ?

In Europe, *Saga* species mainly colonize areas that have remained poorly explored by entomologists, this is particularly the case in the entire eastern part of its range. Early cytogenetic studies were done in the nineteen forties by R. Matthey and E. Goldschmidt, but they concerned only some species of Asia Minor and *S. pedo*. Twenty years later, Alfred Kaltenbach was working on this subfamily as a whole, focusing on it until his death in 2005, to interpret the taxonomy, biology, behaviour and ecology. The result of his research were numerous publications which are still essential studies but have never been translated from German.

Since then, and especially in recent years, various works that we will mention throughout this book, supplemented the existing knowledge. Our work was to gather all of this information and include our own field, breeding and laboratory experiences, acquired over more than ten years. Our aim was to provide the most exhaustive possible bilingual synthesis, in English and French.

We deliberately limited it to Europe, and have preferred to specifically detail each species, rather to widen our field of study to a larger geographical area, where other taxa are present, but for which still many gaps remain.

This book is intended to field entomologists, eager to have a guide that allows them to address all aspects of the identification and knowledge of these insects. It will also be useful to administrators of natural protected areas, addressing the management of habitats through *Orthoptera*, including *S. pedo*, protected by European law.

POURQUOI UN OUVRAGE SUR LES SAGINAE D'EUROPE ?

En Europe, les *Saga* colonisent principalement des régions qui sont restées assez longtemps peu prospectées par les entomologistes, c'est particulièrement le cas dans toute la partie orientale de son aire de répartition.

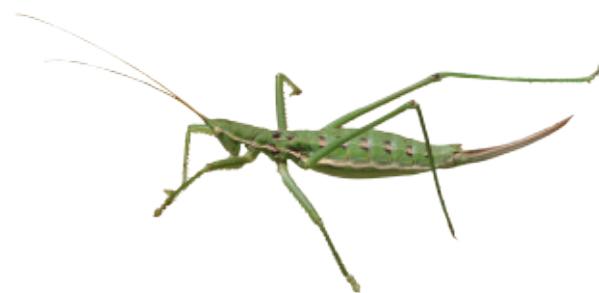
Les premières études cytogénétiques remontent aux années quarante avec R. Matthey et d'E. Goldschmidt, mais elles ne concernaient que quelques espèces d'Asie Mineure et *S. pedo*. Vingt ans plus tard, Alfred Kaltenbach se penchait cette fois sur cette sous-famille dans son ensemble, s'attachant jusqu'à sa mort en 2005, à en déchiffrer la taxonomie, la biologie, le comportement et l'écologie. Le fruit de ses recherches à fait l'objet de nombreuses publications qui font encore aujourd'hui référence mais non jamais été traduites de l'allemand.

Depuis et surtout ces dernières années, différents travaux que nous ne manquerons pas d'évoquer tout au long de ce livre, sont venus compléter les savoirs existants.

Notre objectif était de regrouper l'ensemble de ces informations et d'y joindre nos propres expériences de terrain, d'élevage et de laboratoire, acquises sur une période de plus de dix années. Ceci afin de constituer une synthèse bilingue, en anglais et en français, qui soit la plus exhaustive possible.

Nous nous sommes volontairement cantonnés à l'Europe, et avons préféré traiter précisément chaque espèce, plutôt qu'élargir notre champs d'observation à une zone géographique plus vaste, où d'autres taxons sont présents, mais pour lesquels subsistent encore beaucoup de lacunes.

Cet ouvrage s'adresse aux entomologistes de terrain soucieux d'avoir un guide qui leur permette d'aborder tous les aspects de la détermination et de la connaissance de ces insectes. Il se révèlera également utile aux administrateurs d'espaces naturels, en abordant la gestion des biotopes au travers des orthoptères et notamment de *S. pedo*, protégé par la législation européenne.



MORPHOLOGY AND LIFE CYCLE

MORPHOLOGIE ET CYCLE BIOLOGIQUE

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT



Michèle Lemonnier-Darcemont - 2015

MORPHOLOGY

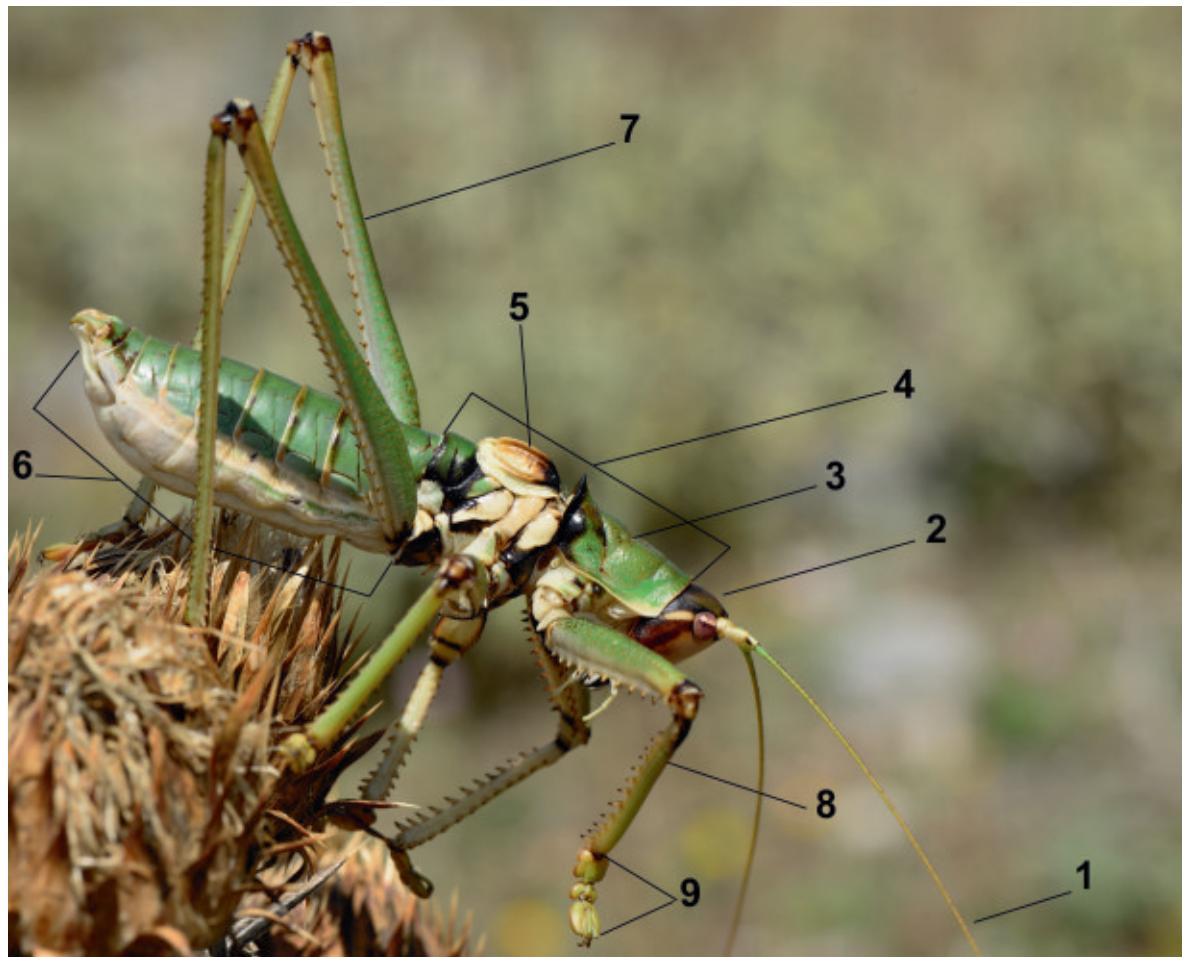
The subfamily Saginae belongs to the class Insecta, order Orthoptera, suborder Ensifera and family Tettigoniidae. The Saginae differs from the other subfamilies by the absence of apical spine on the hind tibia.

The genus *Saga* is characterized by the large size of its species, with slender body and head. The fore and medium femora and tibia are armed with strong spines underneath. The hind femora are long and thin, fitted with smaller spines. The males are micropterous, they have robust cercus, bent at the tip. The females are always wingless and have a long ovipositor, finely denticulate at the apex in adults.

MORPHOLOGIE

La sous-famille des Saginae appartient à la classe des Insectes, à l'ordre des orthoptères, au sous-ordre des ensifères et à la famille des Tettigoniidae. Les Saginae diffèrent des autres sous-familles par l'absence d'épine apicale sur les tibias postérieurs.

Le genre *Saga* se caractérise par la grande taille de ses représentants, un corps et une tête longilignes, des fémurs et des tibias antérieurs et intermédiaires armés de fortes épines en dessous. Les fémurs postérieurs sont longs et très fins, munis d'épines plus petites. Les mâles, microptères, possèdent des cerques robustes, courbés à leur extrémité. Les femelles, toujours aptères, sont dotées d'un oviscapte long, finement denticulé à l'apex chez les adultes.



1 : antenna

2 : caput

3 : pronotum

4 : thorax

5 : tegmen

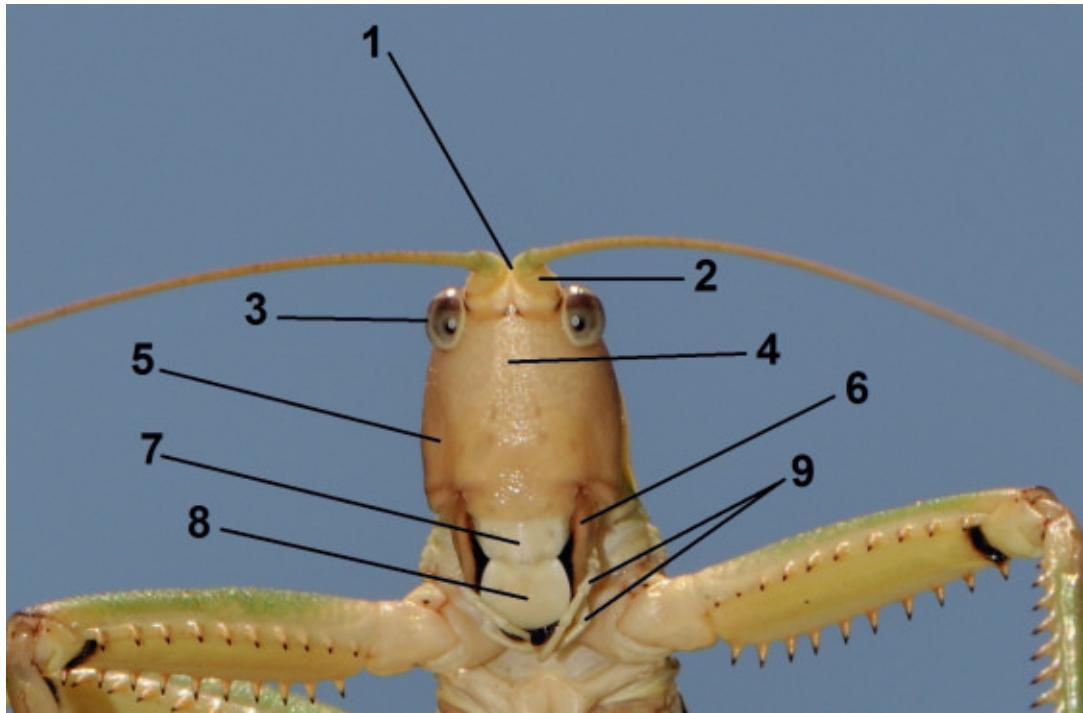
6 : abdomen

7 : femur

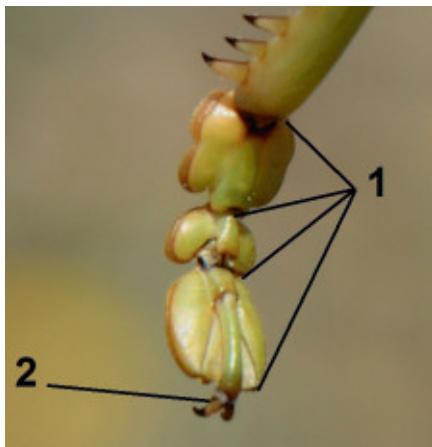
8 : tibia

9 : tarsi

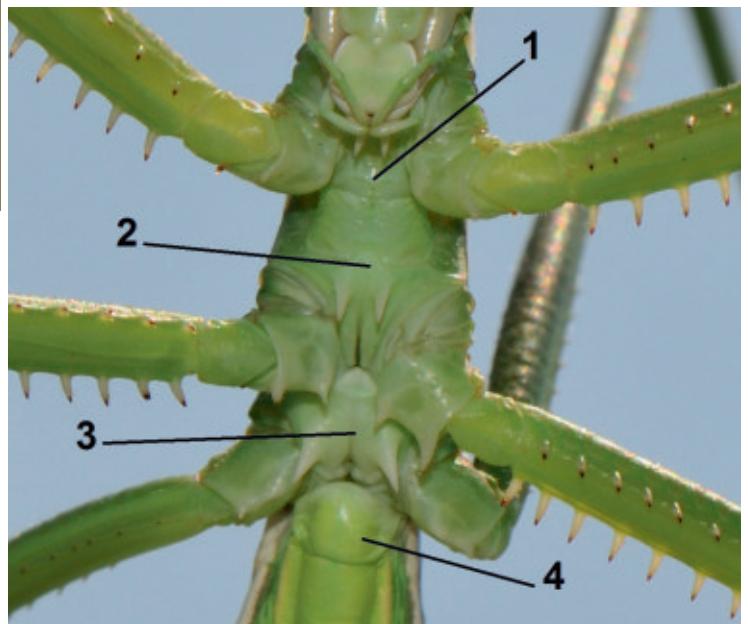
Photo Michèle
Lemonnier-Darcemont



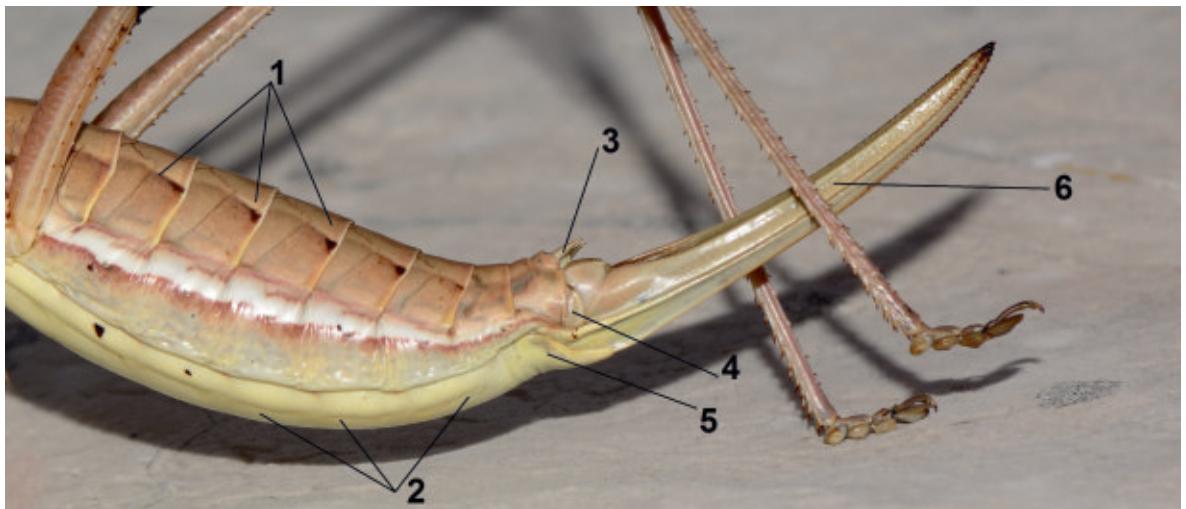
1 : fastigium	6 : mandibula
2 : scapus	7 : clypeus
3 : oculus	8 : labrum
4 : frons	9 : palpus maxillaris (upper - haut)
5 : gena	palpus labialis (lower - bas)



1 : tarsi
2 : ungula

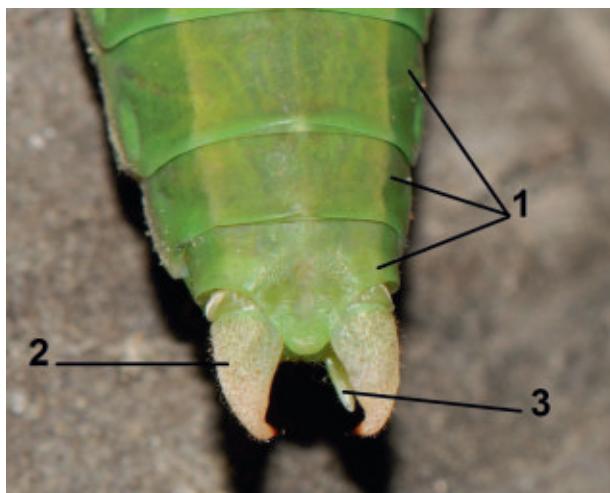


Photos
Michèle
Lemonnier-
Darcemont



♀

- 1 : terga
- 2 : sterna
- 3 : cercus
- 4 : gonangulum
- 5 : lamina subgenitalis
- 6 : ovipositor



♂

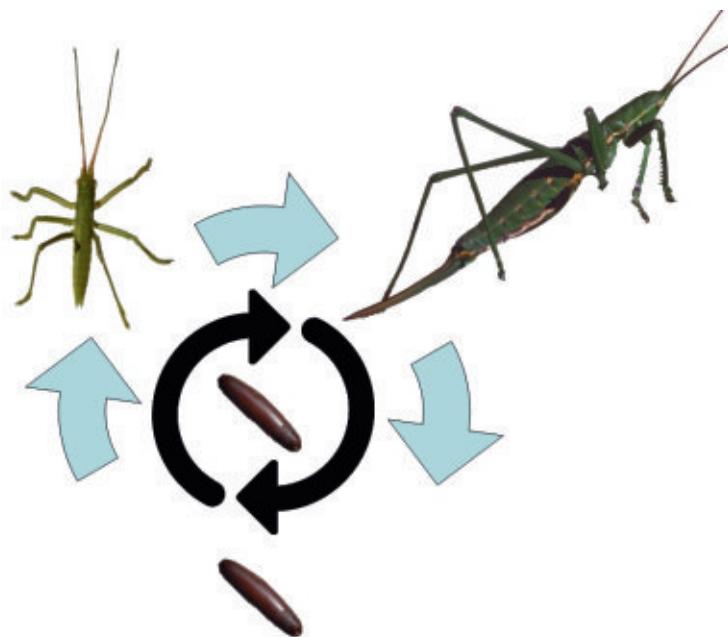
- 1 : terga
- 2 : cercus
- 3 : stylus

- 1 : profemur
- 2 : tympanum
- 3 : protibia



FROM LARVA TO ADULT

DE LA LARVE A L'ADULTE



EGG

Slender shaped as grain of rice, immature eggs are whitish in color and then gradually become dark brown at maturity. They are protected by a very tough chorion. Considering recently laid eggs before any development of the embryo, we notice somewhat homogeneous dimensions with reduced interspecific differences, except of a slightly smaller length in the case of *Saga rammei* and *Saga campbelli*.

The table below shows the dimensions for the majority of European species. These data come from our breedings and those of Kolics et al. (2007), Kristin & Kaňuch (2007), Sänger & Helfert (1994), Schall (2002), Vrabec & Kočárek (2005).

L'ŒUF

Longilignes en forme de grain de riz, les œufs immatures sont blanchâtres puis se colorent progressivement jusqu'à devenir brun foncé à maturité. Ils sont protégés par un chorion très dur. En considérant des œufs fraîchement pondus, avant que se produise tout développement de l'embryon, nous constatons des dimensions assez homogènes avec peu de différences interspécifiques, si ce n'est une longueur un peu plus faible dans le cas de *Saga rammei* et de *Saga campbelli*. Le tableau ci-dessous montre les dimensions pour la majorité des espèces européennes. Ces données proviennent de nos élevages et de ceux de Kolics et al. (2007), Kristin & Kaňuch (2007), Sänger & Helfert (1994), Schall (2002), Vrabec & Kočárek (2005).

Species Espèces	Length / mm Longueur / mm	Width / mm Largeur / mm
<i>Saga pedo</i>	9.0 – 12.0	2.0 - 3.8
<i>Saga hellenica</i>	11.0	3.0
<i>Saga natoliae</i>	9.5 - 12.2	2.7 - 3.0
<i>Saga rammei</i>	9.0 - 10.0	2.1 - 2.3
<i>Saga campbelli</i>	8.6 - 9.4	2.3 - 2.5

In the majority of European Saginae, eggs sustain a long embryonic diapause. This is rather common among Tettigoniidae. This period covers commonly two winters, up to eight depending on the species and environmental conditions (Ingrisch 1986-1). Shortly after laying, eggs start a diapause from the first embryonic stages, regardless of the date (day length) of the laying (Ingrisch 1986-2).

To observe the development, the clutches of Saginae, studied between 2003 and 2013, were kept in pots placed in an unheated room, but protected from freezing.

Two groups could be differentiated according to the average duration of incubation of their eggs:

→ Incubation from 2 to 3 years for most *Saga*. For *S. pedo*, Schall (2002) also notes 2 years as principal value, indicating a very marked influence of winter temperature on incubation time.

→ Concerning *Saga rhodiensis*, we note a significant percentage of hatchings in the first year. Our observations are consistent with the work of Ingrisch (1986-3) made in the laboratory by applying successive cycles of cooling, to simulate the winter periods.

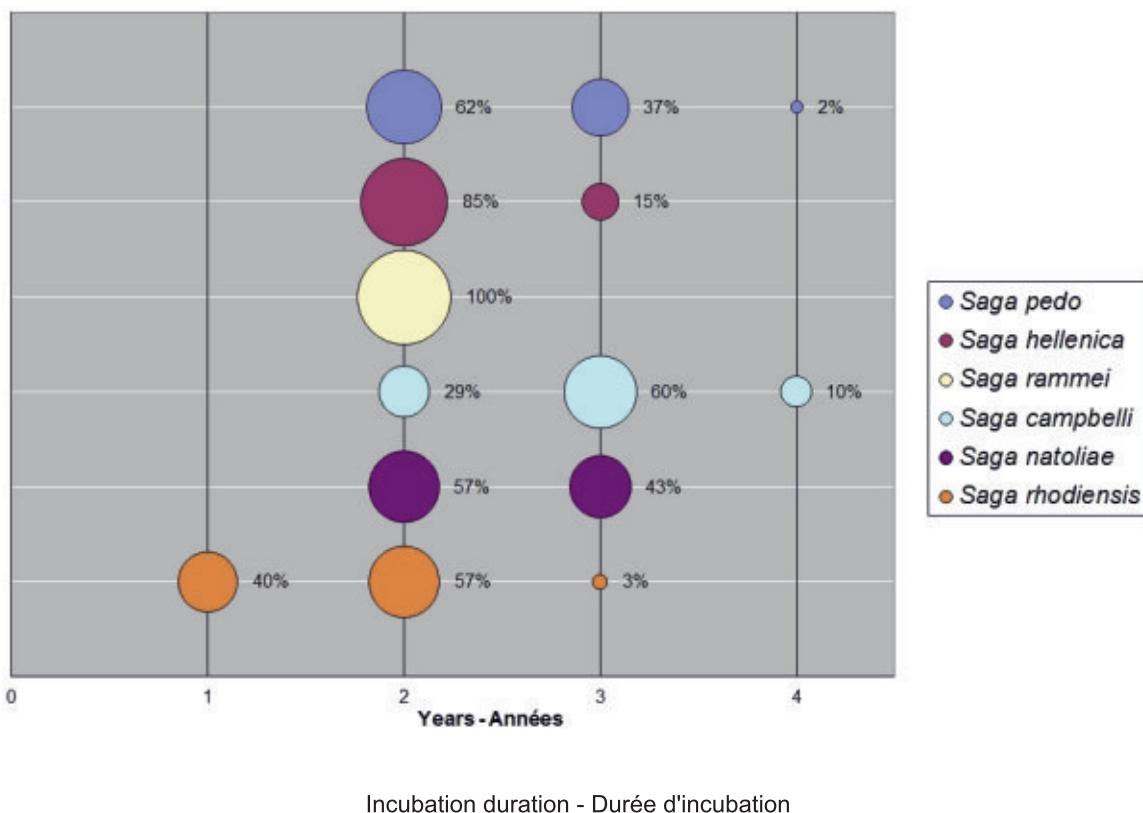
Chez la majorité des Saginae d'Europe les œufs subissent une longue diapause embryonnaire. Ceci est assez répandu chez les Tettigoniidae. Cette période qui s'étend communément sur deux hivers, peut aller jusqu'à huit en fonction des espèces et des conditions environnementales (Ingrisch 1986-1). Peu après la ponte les œufs se mettent en diapause dès les premiers stades embryonnaires, quelle que soit la date (durée du jour) (Ingrisch 1986-2).

Les pontes de Saginae que nous avons étudiées entre 2003 et 2013, ont été conservées dans des pots placés dans un local non chauffé, juste protégé du gel.

Deux groupes ont pu être différenciés en fonction de la durée moyenne d'incubation de leurs œufs :

→ Incubation moyenne de 2 à 3 ans pour la plupart des *Saga*. Pour *S. pedo*, Schall (2002) note également 2 ans comme valeur principale, en précisant une influence peu marquée de la température hivernale sur la durée d'incubation.

→ Pour *Saga rhodiensis*, nous notons un important pourcentage de naissances dès la première année. Nos observations sont en cohérence avec les travaux de Ingrisch (1986-3) effectués en laboratoire, en appliquant des cycles successifs de refroidissement, pour simuler les périodes hivernales.



(CYTO-)GENETICS

(CYTO-)GENETIQUE

Anne-Marie DUTRILLAUX & Bernard DUTRILLAUX



A-M. & B. Dutrillaux in mission in university of Thessalia (Larissa Greece), laboratory of Professor Z. Mamuris.
A-M. & B. Dutrillaux en mission à l'université de Thessalie (Larissa Grèce), laboratoire du Professeur Z. Mamuris.

CYTOGENETICS

Introduction

Among several hundreds of thousands of indexed species of insects, some belong to the most extensively studied of the animal kingdom. This is the case for the Vinegar Fly, *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830, which largely contributed to establish modern genetics, with over 40,000 papers published in scientific literature (Ashburner, 1989). But for most other species, their genetic data remained very scarce.

For any of those species, both the recent technical developments and the accumulation of fundamental knowledge could make possible to make up for lost time, compared to *Drosophila*, if there was a well identified social or economical need. As a matter of fact, beside very few model organisms, only some insects, either very noxious or very useful for man, were and will be studied in detail. Orthoptera are yet among the fairly poorly studied insects, except for one species, *Locusta migratoria* L., 1758. Following intense efforts, its genome is now totally known, which will open the possibility to progress in the understanding of its physiology and nuisance capacity. For instance, the role of protein kinase A in the solitary-gregarious behaviour transition was recently demonstrated (Wang et 2014).

Species of the genus *Saga*, rather useful for man, but not abundant, have no real economical importance and thus, not much chance to become a major source of interest for research.

In the bosom of genetics, which deals with all hereditary characters, it is necessary to distinguish cytogenetics, a more modest discipline limited to the analysis of chromosome structure, variations and transmission. Genetics has become molecular, whereas cytogenetics principally remained at the level of intracellular micro-organites, even if small DNA sequences can be localized on chromosomes by *in situ* hybridization. A major interest of cytogenetics is to look for the consequences of chromosome alterations on reproduction. Thus, it remains very useful for studying speciation and evolution mechanisms, and often for establishing phylogenies (Dutrillaux, 1979). Chromosome rearrangements may occur at very different speeds from taxa to taxa and constitute reproductive barriers, at least as efficient as geographic isolation, by decreasing hybrid fertility.

CYTO-GENETIQUE

Introduction

Parmi les quelques centaines de milliers d'espèces répertoriées d'insectes, certaines comptent parmi les plus étudiées du monde animal. C'est le cas de la Mouche du vinaigre, *Drosophila melanogaster* Meigen, 1830 et de quelques espèces apparentées, qui ont largement contribué à établir la génétique moderne. Mais pour l'immense majorité des autres, les connaissances sont restées rudimentaires.

Les développements technologiques actuels, ajoutés à la somme de connaissances acquises, permettrait toutefois de combler rapidement l'immense retard pris pour n'importe quelle espèce, par rapport à la drosophile, mais il faudrait en avoir un besoin économique ou sociétal. Ainsi, en dehors d'un nombre extrêmement limité d'organismes modèles, seuls quelques insectes particulièrement nuisibles ou utiles pour l'homme ont fait ou feront l'objet de recherches. Les orthoptères font partie des insectes globalement encore peu étudiés, sauf pour une espèce, le Criquet migrateur *Locusta migratoria* L., 1758. Ainsi, d'immenses efforts ont été accomplis et son génome est maintenant intégralement connu. Cela permettra de mieux comprendre sa physiologie et son pouvoir de nuisance comme son passage du stade solitaire au stade grégaire, dont le rôle clé joué par la protéine kinase A vient d'être montré (Wang et al., 2014). Les espèces du genre *Saga*, plutôt « utiles » et peu abondantes, ne sont donc pas près de faire l'objet d'études génétiques intensives puisqu'elles sont sans réelle importance économique.

Toutefois, il faut bien distinguer au sein de la génétique, qui concerne l'étude de tout caractère héréditaire, la cytogénétique, discipline modeste, qui se limite à l'étude des chromosomes, de leurs variations et de leur transmission. La génétique est devenue moléculaire tandis que la cytogénétique reste essentiellement à l'échelle des organites cellulaires en établissant les caryotypes, même si l'hybridation *in situ* permet de localiser de petites séquences d'ADN. Un intérêt majeur de la cytogénétique réside en la recherche de l'impact que jouent les modifications chromosomiques sur la reproduction. Elle reste donc particulièrement utile pour étudier les mécanismes de spéciation et d'évolution, et dans certains cas pour établir des phylogénies (Dutrillaux, 1979). Les remaniements des chromosomes peuvent s'accumuler à des vitesses variables, et constituer des barrières reproductives au moins aussi puissantes que l'isolement géographique, par stérilité des hybrides.

Thus, two populations differing by their karyotypes most frequently constitute distinct groups of reproduction, which have lost their capacity to cross-hybridize. However, clearly distinct species may share the same karyotype, as it is frequently the case for insects. A same species may also have different karyotypes, although differences in karyotypes generally indicate the belonging to different species.

During the last decades, thousands of insects (about 5,000) were chromosomally studied. It appeared that among the insects, Orthopterans possess large and nice chromosomes, fairly easy to study during meiosis. Thus, many studies deal with locust chromosomes (Hewitt, 1979). Chromosomes are complex organites, composed of nucleic acids and proteins. DNA (deoxyribonucleic acid) is the principal molecule. Each chromosome contains a single DNA molecule on its whole length and this molecule determines the presence of other molecules, principally proteins, which in turn participate to the regulation of the genes. Thus, the amount of DNA per genome approximately determines the amount of chromosomal material. In mammals, the proportion of DNA composing the genes accounts for less than 5% of total DNA. During evolution, large DNA fragments were added, dispersing the genes and their regulatory sequences among more or less repetitive sequences whose function remains largely unknown. Why and when these DNA sequences were integrated in mammalian genomes becomes to be elucidated, but it remains unknown why this DNA, and its associated protein content, has been conserved in spite it consummates a lot of energy and does not seem to provide any selective advantage. All species roughly possess the same number of genes, whereas the genome size largely varies. The differences, of more than a magnitude order in insects, more or less indicate phylogenetic distances, but certainly not a hierarchy in evolution. In mammals, the variations of DNA amount are fairly limited. In our own species, there is 3.5 pg, i. e. 3,400 Mbp (Megabase pairs) of DNA per diploid cell, which is close to the mammalian average. This average is of 1.6 pg in insects, but large variations exist, from 0.18 pg in *D. melanogaster* to 5.5 pg in *L. migratoria* (Gregory, 2005). In genus *Saga*, DNA amount was found of 3.8 pg in *S. campbelli* Uvarov, 1921 and about 10 pg in *S. pedo* Pallas, 1771 (Dutrillaux et al., 2009).

Aussi, deux populations à caryotypes différents constituent souvent des groupes de reproduction distincts ayant perdu, ou fortement diminué, leur capacité de se reproduire entre eux. Des espèces différentes peuvent avoir le même caryotype. C'est souvent le cas chez les insectes. Une même espèce peut également avoir plusieurs caryotypes, mais en règle générale, des caryotypes différents indiquent l'appartenance à des espèces distinctes.

Au cours des dernières décennies, des milliers d'insectes (très approximativement de l'ordre de 5000) ont fait l'objet d'études chromosomiques. Or, il se trouve que parmi les insectes, les orthoptères et certains criquets en particulier ont de grands et beaux chromosomes, qui se prêtent particulièrement bien aux études de méiose. De nombreux travaux portent donc sur les chromosomes de criquets (Hewitt, 1979). Les chromosomes sont des organites complexes, composés d'acides nucléiques et de protéines. L'ADN (acide désoxyribonucléique) en est la molécule principale. Chaque chromosome ne comprend qu'une seule molécule d'ADN sur toute sa longueur et c'est cette molécule qui détermine la présence des autres molécules, principalement des protéines, qui elles-mêmes, régulent le fonctionnement des gènes. La quantité d'ADN par génome indique donc à peu près la quantité de matériel chromosomique. On sait maintenant que chez les mammifères, l'ADN constituant les gènes et leurs séquences régulatrices classiques représente moins de 5% de l'ADN total. Au cours de l'évolution, de grands fragments d'ADN se sont ajoutés, noyant les gènes et leurs séquences régulatrices dans des quantités d'ADN plus ou moins répétitifs, et dont le rôle reste mal connu. On commence à entrevoir quand et comment ces intégrations de séquences d'ADN se sont produites, mais on saisit très mal encore pourquoi cet ADN et tout son accompagnement protéique s'est conservé, en dépit du fait qu'il semble conférer peu ou pas d'avantage sélectif. Toutes les espèces possèdent un nombre de gènes assez comparable, mais la taille globale des génomes varie très largement. Les écarts, de plus d'un facteur 10 chez les insectes indiquent plus ou moins des distances phylogénétiques, mais certainement pas une hiérarchie dans l'évolution. Au sein des mammifères placentaires, les variations de la quantité d'ADN sont relativement faibles. Chez notre espèce, une cellule comprend 3,5 pg (soit 3400 Mbp = mégapaires de bases) d'ADN, ce qui est proche de la moyenne des mammifères. Cette quantité est de 0,18 pg chez *D. melanogaster*, de 5,5 pg chez le Criquet pèlerin et de 1,6 pg chez la moyenne des insectes (Gregory, 2005). Nous l'avons estimée à 3,8 chez *Saga campbelli* Uvarov, 1921 et environ 10 pg chez *Saga pedo* Pallas, 1771 (Dutrillaux

ETHOLOGY

ETHOLOGIE

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT



Saga rhodiensis
Before mating - Avant accouplement

Photo Michèle Lemonnier-Darcemont - 28 June 2008

REPRODUCTION

PRELUDE AND SEXUAL PARADE

In all sexual species and also *Saga pedo* when it is placed in the presence of a male of another species, the phase preceding the mating always occurs roughly in the same way.

The attractiveness of singing of males to females has not been demonstrated so far (see Chapter Acoustic).

The chirping is not always a prelude to mating. From time to time it is absent or does not occur until the middle or the end of copulation. In the latter two cases, the male sings especially if the female is agitated, resulting to calm her immediately and avoid some aggressive behaviour. Females could indeed be dangerous, because cannibalism is not uncommon. This important role of singing of *Saginae* has already been reported by various authors (Sänger 1987 ; Lemonnier-Darcemont & Darcemont 2008 ; Kolics et al. 2008).

As in the majority of katydids, the sexual parade of *Saginae* is rather unsophisticated. At most a few short chirps and quick reciprocal antennas games to ensure the correct identity of the partner, and the male rushes to the female without more parade.

REPRODUCTION

PRELIMINAIRES ET PARADE SEXUELLE

Chez l'ensemble des espèces sexuées et même chez *Saga pedo* quand elle est mise en présence d'un mâle d'une autre espèce, la phase qui précède l'accouplement se déroule toujours à peu près de la même façon.

L'attractivité du chant des mâles sur les femelles n'a pas pu être démontrée jusqu'à présent (Cf. Chapitre Acoustique). Les stridulations ne préludent pas toujours à l'accouplement. De temps à autre elles sont absentes, ou n'interviennent qu'au milieu, voire en fin de copulation. Dans ces deux derniers cas, le mâle chante surtout si la femelle est agitée, avec pour effet de la calmer immédiatement et d'éviter certaines velléités agressives. Celles-ci pourraient en effet se révéler dangereuses, les cas de cannibalisme n'étant pas rares. Ce rôle prépondérant du chant des *Saginae* a déjà été rapporté par différents auteurs (Sänger 1987 ; Lemonnier-Darcemont & Darcemont 2008 ; Kolics et al. 2008).

Comme chez la majorité des sauterelles, la parade sexuelle des *Saginae* est peu élaborée. Tout au plus quelques courtes stridulations, puis de rapides jeux d'antennes réciproques pour s'assurer de l'identité du partenaire, et le mâle se précipite sans plus de forme sur la femelle.

MATING AND SPERMATOPOHORE

While females accept mating a little less than a week after imaginal molt, young males have to wait seven to eight days to be able to produce a complete spermatophore. This period coincides with their first regular chirps which are mostly issued at the end of the afternoon and also in the evening in warm weather conditions.

The acceptance by the female is not automatic and we could not always determine the real causes of refusal except for the cold temperature (below 20°C) and the strong wind. The cloudy weather, the time of day, with the exception of the hottest hours right in the sun, are clearly not limiting factors. Although mating can occur on the ground, when the insects have a choice, they select locations above ground. The female often positions the head facing the ground and remains passive during copulation. It is interesting to note that *S. pedo* adopts a behaviour identical to that of female of sexual species, without being more aggressive against the male.

ACCOUPLEMENT ET SPERMATOPOHORE

Si les femelles acceptent l'accouplement un peu moins d'une semaine après leur mue imaginaire, les jeunes mâles, doivent attendre 7 à 8 jours pour produire un spermatophore complet. Cette période coïncide avec leurs premières stridulations régulières qui sont surtout émises dès la fin de l'après-midi et en soirée par temps chaud.

L'acceptation n'est pas systématique sans que nous ayons pu toujours déterminer les causes véritables des refus à l'exception du froid (température en dessous de 20°C) et du vent fort. Le temps nuageux, le moment de la journée à l'exception des heures les plus chaudes en plein soleil, ne constituent visiblement pas des facteurs limitants. Même si les accouplements se produisent également au sol, quand les insectes ont le choix, ce sont les substrats en hauteur qui sont choisis. La femelle se place souvent la tête orientée vers le sol et reste passive pendant la copulation. Il est intéressant de noter que *S. pedo* adopte un comportement identique à celui des femelles des espèces sexuées, sans montrer plus d'agressivité vis-à-vis du mâle.



Saga rammei
Mating - Accouplement

Photo Michèle Lemonnier-Darcemont - 01.VII.2012
Republic of Macedonia - Negotino/Gradsko - 41°32'23.5" / 022°02'44.9" - 170 m alt.

On average, a mating takes about ten minutes for the majority of species, about twenty minutes for *S. natoliae* and *S. rhodiensis*. For these last two species, we recorded a maximum of half an hour but never more, unlike to Kaltenbach (1970) and Sänger (1987), who refer to more than one hour for *S. natoliae*. The duration of copulation may vary somewhat depending on the skill of the male, an individual lacking any experience will trial more before adopting a correct position. Tightly clinging to the abdomen of his partner, the male frequently blocks the ovipositor between its mandibles, and then applies his genital pore at the base of the genital plate of the female, slightly raised. The spermatophore generation can begin. This small membranous ampulla in bulb form and containing the sperm is covered by the spermatophylax, a large whitish gelatinous edible mass. A food nuptial gift in some way, that protects the precious sperm, before their total transfer in the genitals of the female. Its size is relatively proportional to the dimensions of the species and is more voluminous at the beginning of the sexual life

En moyenne, un accouplement se prolonge une dizaine de minutes pour la majorité des espèces, environ vingt minutes pour *S. natoliae* et *S. rhodiensis*. Pour ces deux dernières, nous avons enregistré un maximum d'une demi-heure mais jamais au-delà, contrairement à Kaltenbach (1970) et Sänger (1987), qui indiquent jusqu'à plus d'une heure pour *S. natoliae*. La durée de la copulation peut varier quelque peu en fonction du savoir-faire du mâle, un sujet dépourvu de toute expérience tâtonnera davantage avant d'adopter une position correcte. Étroitement agrippé à l'abdomen de sa partenaire, dont il bloque fréquemment l'oviscapte entre ses mandibules, le mâle applique ensuite son pore génital à la base de la plaque sous-génitale légèrement relevée de la femelle. L'émission du spermatophore peut alors commencer. Ce petit sac membraneux en forme d'ampoule et qui contient le sperme est recouvert par le spermatophylax, grosse masse gélatineuse blanchâtre et comestible. Un cadeau nuptial alimentaire en quelque sorte, qui protège les précieux spermatozoïdes, avant

BIOACOUSTICS

BIOACOUSTIQUE

Klaus-Gerhard HELLER



BIOACOUSTICS

Function of song

Nearly all bush-cricket species use sound signals to find a mate. In this context it is always the male who produces the acoustical signal and typically the female who approaches him phonotactically, i.e. uses the sound to find him. This is probably also true for all bi-sexual species of the genus *Saga*. Kaltenbach (1970) and later Kolics et al. (2008) stress the point that nobody seems to have seen a *Saga* female approaching phonotactically a male. However, this argument is not convincing if one takes into account the general problems to find and to observe *Saga* (without being noticed by them!), the predominantly nightly activity period and the possibility that the females may mate only a few times. Mating based on accidental meetings of the sexes seems unlikely. Even if the population density is not as low as assumed by most observers (see Kaltenbach 1970), it is doubtlessly considerably lower than in many singing phytophagous bush-cricket species in the Mediterranean. To test the phonotactic activity only virgin (non-mated) females should be used.

Of course, the male song may also and in addition be directed to other males and have some kind of territorial function as known from many bush-crickets (Bailey 1991). During courtship it has also one effect that is not described for other species: at least in some *Saga* species (*natoliae*, *ephippigera*) the song of a close male induces a period of inactivity in the female. Normally the female becomes motionless after antennal contact with the male. If she starts moving again, the male begins to stridulate intensively and she becomes motionless again (Sänger 1987).



BIOACOUSTIQUE

Fonction du son

Presque toutes les espèces de sauterelles émettent des signaux sonores pour les accouplements. Dans ce contexte, c'est toujours le mâle qui produit le signal acoustique et typiquement la femelle qui vient à lui par phonotactisme, c'est à dire en utilisant le son pour le trouver. C'est probablement le cas pour toutes les espèces bi-sexuées du genre *Saga*. Kaltenbach (1970) puis Kolics et al. (2008) soulignent le fait, que personne n'a rapporté l'observation d'une *Saga* femelle s'approchant par phonotactisme d'un mâle. Cependant ce constat doit tenir compte du problème général qui est de trouver et d'observer les *Saga* (sans être repéré par elles !), du fait de leur activité principalement nocturne et de la possibilité que les femelles ne s'accouplent pas souvent. Des accouplements basés sur les rencontres accidentnelles des deux sexes semblent peu probables.

Même si la densité des populations n'est pas si basse comme supposé par un bon nombre d'observateurs (voir Kaltenbach 1970), elle est sans doute considérablement plus basse que pour beaucoup d'espèces de sauterelles chantantes et phytophages, en zone méditerranéenne.

Pour tester l'activité phonotaxie, seules les femelles vierges (non déjà accouplées) devraient être utilisées.

Bien entendu, le chant du mâle peut également s'adresser en plus aux autres mâles, et avoir une sorte de fonction territoriale, ce qui est le cas pour beaucoup de sauterelles (Bailey 1991). Le chant de cour a également un effet qui n'a pas été décrit chez les autres espèces : sur au moins quelques espèces de *Saga* (*natoliae*, *ephippigera*) le chant proche d'un mâle induit une phase d'inactivité chez la femelle. Normalement, la femelle s'arrête de bouger après un contact mutuel des antennes. Si elle recommence à bouger, le mâle démarre une stridulation intensive et elle redevient immobile (Sänger 1987).

Saga hellenica singing before mating - 6th August 2006
Saga hellenica chantant avant l'accouplement - 6 aout 2006
Video film - C. Darcemont

Basics for sound and song

Physically, sound signals can be described as change of the air pressure with time. However, these pressure changes are perceived – and often also produced - on two different scales. Very fast pressure changes are processed in the frequency domain. Bush-crickets - as well as humans - have many receptor cells which differ in their sensitivity to frequency. However, the importance of frequency is certainly much lower in bush-crickets than in vertebrates. There are no examples that the songs of closely related bush-crickets differ in frequency, and there are only few documented examples that frequencies can be discriminated at all by tettigoniids (see discussion in Heller et al. 2010). So the sensitivity of the receptor cells may mainly describe the hearing threshold of a bush-cricket. Typically bush-crickets ears are sensitive to frequencies from about 1 kHz to 100 kHz or even higher, but mostly with a broad sensitivity maximum in the range of 10 to 20 kHz (Rössler & Kalmring 1994, Kalmring et al 2003a). Peak frequency and spectral composition has strong influence on range and locatability of the song. As a rule of thumb one may have in mind that the lower the frequency the larger the range, and the higher the frequency the better the locatability. In many species (most obvious in “non-resonant” singers like the *Saga* species; see below) frequency composition is mainly determined by the morphology of the tegmina. These fast changes are arranged in a much slower pattern of changes in air pressure which is produced and processed in a completely different way. The time-amplitude pattern is generated by a neuronal pattern generator in combination with the stridulatory muscles. In the receiver, the resulting song is processed in the amplitude-time domain. The information coming from the receptor cells is analysed if there is an interesting temporal pattern, indicating e.g., the presence of predators or conspecifics. So the species specific song is evaluated by a species specific neuronal network located in the prothoracic ganglion and in the brain.

Sons et chants, les bases

Physiquement, les signaux sonores se caractérisent par des variations de pression d'air en fonction du temps. Cependant ces changements de pression sont ressentis, souvent également produits, sur deux différentes échelles. Les variations de pression très rapides sont traitées dans le domaine fréquentiel. Les sauterelles, comme les humains, ont beaucoup de cellules réceptrices, qui diffèrent dans leur sensibilité aux fréquences. Toutefois l'importance accordée aux fréquences est certainement beaucoup plus faible chez les sauterelles que chez les vertébrés. Nous n'avons pas d'exemple où les sons de deux espèces de sauterelles proches diffèrent en fréquence, et il y a seulement quelques exemples documentés prouvant que les fréquences peuvent être discriminées complètement par les tettigoniidés (voir discussion dans Heller et al. 2010). Aussi, la sensibilité des cellules réceptrices peut principalement expliquer le seuil d'écoute d'une sauterelle. Typiquement, les sauterelles sont sensibles aux fréquences depuis environ 1 kHz à 100 kHz, parfois plus, mais le plus souvent avec une sensibilité maximale dans la bande 10 à 20 kHz (Rössler & Kalmring 1994, Kalmring et al 2003a). Les pics fréquentiels et la composition spectrale ont une forte influence sur la portée et la précision de localisation de la source sonore. Pour mémoire, plus basse est la fréquence, meilleure est la portée, et plus haute est la fréquence, meilleure est la possibilité de localiser la source. Pour beaucoup d'espèces (encore plus évident pour les chanteurs “non-résonnantes” tels que les espèces de *Saga* ; voir plus loin), la composition fréquentielle est principalement déterminée par la morphologie des tegmina. Ces variations rapides se regroupent en motifs de variation de pression d'air beaucoup plus lents qui sont produits et traités d'une manière complètement différente. Le motif amplitude-temps est généré par un générateur de motif neuronal pilotant les muscles stridulatoires. À la réception, le chant est traité dans le domaine amplitude-temps. Les informations issues des cellules réceptrices sont analysées pour détecter un motif temporel intéressant, indiquant par exemple la présence de prédateurs ou de congénères. De même, le chant spécifique à l'espèce est évalué par un réseau neuronal spécifique à l'espèce situé dans le ganglion prothoracique et dans le cerveau.

IDENTIFICATION KEYS

CLES DE DETERMINATION

Christian DARCEMONT



Christian DARCEMONT - Greece - Grèce

Photo Michèle Lemonnier-Darcemont 09.VIII.2015

IDENTIFICATION KEYS

On field measurements method

On the field, a quite reliable measurement can be performed with a pair of compasses with thin tips. So we can measure alive individuals and release them after. The measurements are reported on a graduated ruler and recorded.

CLES DE DETERMINATION

Méthode de mesure sur le terrain



Sur le terrain, une mesure relativement fiable peut se faire à l'aide d'un compas à deux pointes fines. Cela permet d'opérer sur les individus vivants et de les relâcher ensuite. Les mesures sont reportées sur une règle millimétrée, puis notées.

Ovipositor measurement

From the tip of the sub-genital plate up to the tip of the ovipositor.



Mesure de l'ovipositeur

De l'apex de la plaque sous-génitale jusqu'à l'extrémité de l'oviscapte.

Femur thickness measurement

Measured in the largest thickness of the femur (measurement without spines).



Mesure de l'épaisseur du fémur

Mesuré sur la partie la plus épaisse du fémur (mesure sans les épines).

Femur length measurement



Mesure de la longueur du fémur

Body length measurement

From the frons up to the tip of the last tergite.

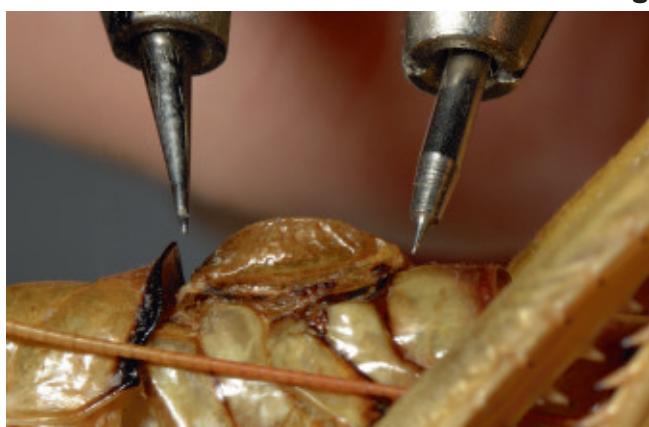


Mesure de la longueur du corps

Du front jusqu'à l'extrémité du dernier tergite.



Tegmina length measurement



Mesure de la longueur des tegmina

IDENTIFICATION KEYS

Adults, males

These identification keys hereafter are fitted for adults only. The identification of species with juveniles is not accurate.

At the end of spring and beginning of summer, we can observe some subadults, and also a large difference of juvenile stages among the same population.

It is important to be able to identify a subadult and not confuse it with an adult, because the use of the keys with a subadult can lead to a false result.

With males, this issue is easily solved by looking at tegmina.

CLES DE DETERMINATION

Adultes, mâles

Les clés de détermination ci-après sont applicables pour les adultes seulement. L'identification des espèces avec des juvéniles n'est pas fiable.

A la fin du printemps ou au début de l'été, nous pouvons rencontrer des individus subadultes ainsi que de grands écarts entre les stades de développement au sein d'une même population.

Il faut savoir reconnaître un individu subadulte et ne pas le confondre avec un adulte, car l'utilisation des clés avec un individu subadulte peut conduire à un résultat faux.

Concernant les mâles, ce doute est aisément levé par l'examen des tegmina.



Saga hellenica

ALBANIA Shëndre 2014
M. Lemonnier-Darcemont

← Subadult

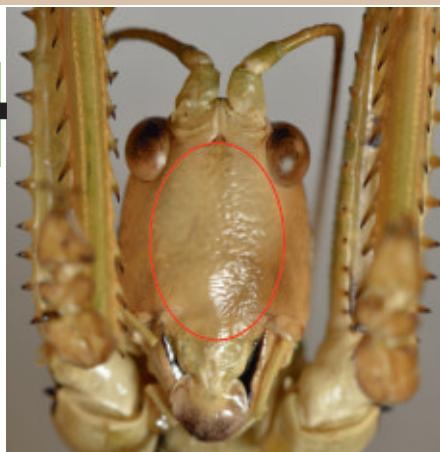
↓ Adult



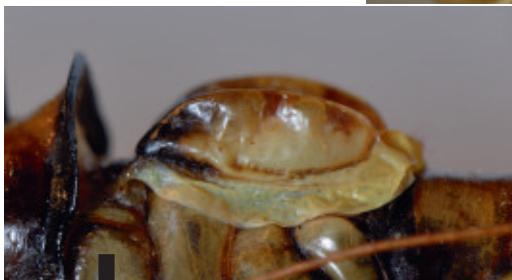
1. Forehead (frons) wrinkled or coarsely punctate. Shape of the tegmina rounded (see photos).
Front (frons) fortement ridé ou ponctué. Forme des tegmina arrondie (voir photos).



YES
OUI



NO
NON



Go to question 2.
Aller à la question 2.



Go to question 3.
Aller à la question 3.

2. Shape of cerci (see photos).
Forme des cerques (voir photos).



Saga natoliae

Saga rhodiensis

DETAILED SHEETS OF EUROPEAN SAGA FICHES D'IDENTITE DES SAGA EUROPÉENNES

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT



Saga pedo - North of the Republic of Macedonia - 2010 - Photo M. Lemonnier-Darcemont

Saga pedo (Pallas, 1771)

Predatory Bush Cricket
Magicienne dentelée

Characteristics

♀ 50.5 to 75 mm. Regarding the length, excluding ovipositor, *S. pedo* has a lower variability compared to other European species; on the other hand the patterns are highly variable depending on the region.

In the Balkans, this taxon sometimes coexists with sexual species so, by only taking into account the criterion of color without making specific morphological measurements, the risk of confusion with other species is high, *natoliae-rhodiensis* group species excepted.

This species has the particularity to reproduce solely by parthenogenesis called thelytokous (offspring includes only females). So far no male could not be confirmed, only a few cases were reported of gynandromorphism. Given its characteristics, it is also likely that the "male" found in Switzerland during the summer of 2005 (Baur et al. 2006) also fit into this case.

Caractéristiques

♀ 50,5-75 mm. Concernant la longueur, hors oviscapte, *S. pedo* présente une variabilité moindre par rapport aux autres espèces européennes, mais en revanche des patterns qui sont extrêmement variables en fonction des régions.

Dans les Balkans, ce taxon cohabite parfois avec des espèces sexuées et la seule prise en compte des critères de coloration, sans effectuer de mesures morphologiques précises, conduisent aisément à la confusion, sauf avec les individus du groupe *natoliae-rhodiensis*.

Cette l'espèce possède la particularité de se reproduire uniquement par parthénogénèse dite thélytoque (la descendance ne comprend que des femelles). Jusqu'à présent aucun mâle n'a pu être confirmé, seuls quelques cas de gynandromorphisme ont été signalés. Compte tenu de ses caractéristiques, il est d'ailleurs fort probable que « le mâle » découvert en Suisse durant l'été 2005 (Baur et al. 2006) rentre également dans ce cas de figure.



Saga pedo - France - Roussas (26) - 22.VI.2014 - Photo M. Lemonnier-Darcemont

Although often used as a differentiating criterion, the narrow white strip bordering the lower part of the pronotum is not a reliable criterion, some populations of *S. pedo* showing a strip as wide as *S. campbelli* or *S. rammei*.

All of the following criteria met differentiates it from other European *Saga*.

1. Ratio ovipositor length / pronotum length > 2.9
2. Ratio fore femur length / thickness < 6
3. Ratio hind femur length / thickness > 12
4. Frons smooth or barely wrinkled or dented.

Bien que souvent utilisée comme critère différentiateur, l'épaisseur de la bande blanche qui borde la partie inférieure du pronotum, ne constitue pas un critère fiable, certaines populations montrant une bande aussi large que chez *S. rammei* ou *S. campbelli*.

L'ensemble des critères suivants réunis, permet de la différencier des autres *Saga* européennes.

1. Longueur oviscapte / pronotum > 2.9
2. Ratio longueur / épaisseur du fémur ant. < 6
3. Ratio longueur / épaisseur du fémur post. > 12
4. Frons lisse ou à peine ridé et bosselé

Measurements ⁽¹⁾ (mm)	
L. body	50.5 - 75
L. pronotum	9 - 13.6
L. hind femur	36 - 49
L. ovipositor	27 - 41

Mesures ⁽¹⁾ (mm)	
L. corps	50,5-75
L. pronotum	9-13,6
L. femur post.	36-49
L. ovipositeur	27-41

⁽¹⁾ According to Harz (1969), Kaltenbach (1967, 1986), and measures by Lemonnier-Darcemont

⁽¹⁾ D'après Harz (1969), Kaltenbach (1967, 1986), et mesures Lemonnier-Darcemont



Saga pedo - Republic of Macedonia - Galicica Ohrid - VII.2007 - Photo M. Lemonnier-Darcemont

Distribution

From southern Europe to southwest Asia. From the border between Portugal and Spain in the west, Sicily in the south, up to the Czech Republic in the north. It reaches China to the east, through the south of Russia, the Turkmenistan and the Kazakhstan. In China, it is mainly mentioned from Xinjiang in the northwest of the country (Huang, 1987; Xing Bao-Ling & Kay, 1994), but recent data indicate its presence in more eastern localities, in the province of Hubei (Xieguang Lin & Wang Wen-Kay, 2006).

The species was accidentally introduced with agricultural equipment in United States in Jackson County, Michigan, in 1970 (Cantrall 1972). After being declared extinct there, the species was rediscovered in 2004 (John Cunningham, pers.).

Distribution

De l'Europe méridionale jusqu'au sud-ouest de l'Asie. Présente depuis la frontière entre le Portugal et l'Espagne à l'ouest, la Sicile au Sud, et la République Tchèque au nord. A l'est, via l'extrême sud de la Russie, le Turkmenistan et le Kazakhstan, elle atteint la Chine. Dans ce pays elle est principalement citée du Xinjiang au nord-ouest du pays (Huang, 1987 ; Xing-Bao & Kay-Ling, 1994), mais des données récentes signalent sa présence encore plus à l'est, dans la Province de l'Hubei (Xieguang Lin & Wang Wen-Kay, 2006).

L'espèce a été introduite accidentellement avec du matériel agricole aux Etats-Unis dans le comté de Jackson, Etat du Michigan en 1970 (Cantrall, 1972). Après y avoir été déclarée éteinte, l'espèce a été redécouverte en 2004 (John Cunningham, comm. pers.).



ECOLOGY

ECOLOGIE

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT



Saga campbelli

Moving at 30 to 40 cm above ground - Déplacement au-dessus du sol à 30 - 40 cm

Photo Michèle Lemonnier-Darcemont - 19 June 2013 14:15
BULGARIA, Plevun - East Rhodope - 41°28'37.43"N / 026°00'29.84"E 480 m alt.

DISTRIBUTION AND CLIMATE

The area of occupancy of *Saga* in Europe shows their climatic xerothermophilous affinities. These insects are found primarily in areas which ensure a long hot period, fundamental to the success of their life cycle. By overlaying the climate map of Europe (Rivas-Martinez et al. 2004) on the distribution of the *Saga*, we see that this genus is primarily represented in sectors where the Mediterranean climate prevails, and in temperate climate marked by Mediterranean or steppic influences: Temperate continental sub-Mediterranean, temperate continental steppe, temperate xeric steppe. Within these large biogeographical areas, the selection of a habitat to dwell, is much more complex and is linked to a variety of biotic and abiotic factors.

DISTRIBUTION ET CLIMAT

La distribution des *Saga* en Europe révèle leur xéothermophilie à l'échelle climatique. En effet, ces insectes se rencontrent essentiellement dans les régions qui leur garantissent une longue période chaude, indispensable au bon déroulement de leur cycle biologique. En superposant la carte bioclimatique de l'Europe (Rivas-Martinez et al. 2004) sur celle de répartition des *Sagas*, nous constatons que le genre est avant tout représenté dans les secteurs où le climat méditerranéen prédomine, et dans les zones tempérées marquées par des influences méditerranéennes ou steppiques : tempéré continental subméditerranéen, tempéré continental steppique, tempéré xérique steppique. À l'intérieur de ces vastes domaines biogéographiques, la sélection et l'établissement dans un habitat type, s'avère infiniment plus complexe et lié à une multiplicité de facteurs biotiques et abiotiques.



Distribution map of *Saga* genus in Europe

Carte de répartition du genre *Saga* en Europe

THREATS AND CONSERVATION

MENACES ET PROTECTION

Michèle LEMONNIER-DARCEMONT



Michèle Lemonnier-Darcemont - 2010 - Roussas, Drome, France

Reintroduction of *Saga pedo* on an area substitute for a threatened site.

Introduction de *Saga pedo* en zone compensatoire.

THREATS

Among the abiotic factors, weather conditions take a key role in the proper development of the Saga, some unfavorable years may strongly influence negatively the dynamics of their population and that of their prey. Facing multiple dangers and predators during their short existence, only a very small percentage of them will reach adulthood.

LES MENACES

Parmi les facteurs abiotiques, les conditions météorologiques tiennent un rôle primordial dans le bon développement des Saga, certaines années défavorables pouvant influer fortement de façon négative sur la dynamique de leurs populations et sur celle de leurs proies. Confrontées à de multiples dangers et prédateurs au cours de leur courte existence, seul un très faible pourcentage d'entre elles atteindra l'âge adulte.



Lesser kestrel - Faucon crécerelle - (*Falco naumanni*)
Photo Alexis Rondeau - France

NATURAL DANGERS

PREDATORS

The Saginae, especially their juveniles, can be likely eaten by many snakes and lizards, hedgehogs (*Erinaceus* sp.), various mustelids, the red fox (*Vulpes vulpes*), insectivorous birds such as the red-backed shrike (*Lanius collurio*), the rock partridge (*Alectoris graeca*) and the European roller (*Coracias garrulus*).

LES ENNEMIS NATURELS

PREDATEURS

Les Saginae et particulièrement leurs juvéniles figurent vraisemblablement au menu de nombreux lézards et serpents, des hérissons (*Erinaceus* ssp.), de divers mustélidés, du Renard roux (*Vulpes vulpes*), d'oiseaux insectivores tels que la Pie grièche écorcheur (*Lanius collurio*), les jeunes de Perdrix bartavelle (*Alectoris graeca*) ou encore le Rollier d'Europe (*Coracias garrulus*).