

## Révision préliminaire des *Chorthippus* du groupe *binotatus* (Charpentier, 1825) (Caelifera, Acrididae, Gomphocerinae)

Bernard DEFAUT

Quartier Baby, hameau d'Aynat, F 09400 Bèdeilhac-et-Aynat. [bdefaut@club-internet.fr]

**Résumé.** Une étude s'appuyant sur des considérations morphologiques, biométriques, éthologiques et chorologiques, et conduites sur 271 échantillons mâles et 252 échantillons femelles, provenant de France continentale, Espagne, Portugal et Maroc, a abouti aux conclusions suivantes : **1)** Le complexe *Chorthippus* groupe *binotatus* comprend au moins deux espèces : *C. binotatus* (Charpentier 1825), taxon macroptère présent en Ibérie (jusqu'à 2 700 m dans le Sud), en France (surtout en plaine mais jusqu'à 1 300 m dans les Pyrénées-Atlantiques) et au Maroc (à 1 500 m dans le Moyen-Atlas septentrional), et *C. saulcyi* (Krauss 1888), statut nouveau, taxon microptère qui occupe les montagnes françaises (Pyrénées, Alpes et peut-être Cévennes). **2)** La ssp. nominative *C. binotatus binotatus* (Charpentier, 1825) occupe toute la péninsule Ibérique et monte jusqu'à au moins 2 200 m en Sierra Nevada et à 2 000 m en Sierra de la Demanda. Elle est peut-être remplacée par une ssp. particulière en Sierra Nevada à partir de 2 500 m, et c'est peut-être une autre ssp. qui vit sur le territoire français et dans les pré-Pyrénées ibériques. Elle est assurément représentée par la sous-espèce *C. binotatus atlasi* Defaut 1987 dans le Moyen-Atlas septentrional (Maroc), taxon qui mériterait peut-être d'être élevé au rang d'espèce. **3)** La ssp. nominative *Chorthippus saulcyi saulcyi* (Krauss, 1888), combinaison nouvelle, occupe à peu près tout le département français des Pyrénées-Orientales et la majeure partie des Pyrénées catalanes ibériques, en altitude. Elle est remplacée par *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *moralesi* Uvarov 1954, combinaison nouvelle, dans la partie NW des Pyrénées catalanes, la Cerdagne franco-espagnole et les Pyrénées aragonaises. Sur le versant français des Pyrénées la ssp. nominative est remplacée par *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *vicdessossi* Defaut, ssp. nouvelle, depuis les Pyrénées ariégeoises occidentales jusque dans la RN de Néouvielle (Hautes-Pyrénées), au moins. Dans les Alpes on rencontre *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888), ssp. *damei* (Azam 1893), combinaison nouvelle. **4)** C'est à titre tout à fait provisoire que le taxon microptère cévenol est rattaché ici à *C. saulcyi* : *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *algoaldensis* Chopard 1952, combinaison nouvelle, car plusieurs éléments incitent à y voir une ssp. microptère de *Chorthippus binotatus*, tandis qu'avec d'autres on pourrait en faire une espèce à part entière. **5)** La parapatry apparente des trois sous-espèces pyrénéennes de *Chorthippus saulcyi* (*C. s. saulcyi*, *C. s. vicdessossi* et *C. s. moralesi*) est problématique ; pour aller plus loin dans la compréhension taxonomique il sera nécessaire d'étudier soigneusement les zones de contact, et de compléter par une étude biométrique approfondie et par une étude du comportement acoustique, voire par une étude de biologie moléculaire, études qu'il faudrait étendre aussi aux formes présentes dans les Alpes et dans les Cévennes.

**Mots clés.** Biométrie ; *Chorthippus* groupe *binotatus* (Charpentier, 1825) ; comportement acoustique ; morphologie.

**Abstract.** A study based on morphological, biometrical, behavioural and chorological considerations, and conducted on 271 male and 252 female samples from continental France, Spain, Portugal and Morocco, led to the following conclusions: **1)** the complex *Chorthippus* group *binotatus* includes at least two species : *C. binotatus* (Charpentier 1825), which is a macropterous taxon living in Iberia (up to 2 700 m in the South), France (above all in plain, but up to 1 300 m in the Pyrénées-Atlantiques) and Morocco (at 1 500 m in the Northern Middle Atlas), and *C. saulcyi* (Krauss 1888), new status, a micropterous taxon occupying the French mountains (Pyrenees, Alps and maybe Cevennes). **2)** The nominative subspecies *C. binotatus binotatus* (Charpentier, 1825) occupies all the Iberian Peninsula, and climbs up to at least 2 200 m in the Sierra Nevada and to 2 000 m in the Sierra de la Demanda. Perhaps it is replaced by another subspecies in Sierra Nevada above 2 500 m, and perhaps it is another subspecies who lives on the French territory and in the Iberian pre-Pyrenees. *C. binotatus* is surely represented by the subspecies *C. binotatus atlasi* Defaut 1987 in the Northern Middle-Atlas (Morocco), taxon which perhaps can to be elevated to the rank of species. **3)** The nominative subspecies *Chorthippus saulcyi saulcyi* (Krauss, 1888), new combination occupies almost all of the French Department of Pyrénées-Orientales and the major part of the Iberian Catalan Pyrenees, in altitude. It is replaced by *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *moralesi* Uvarov, 1954, new combination in the NW of the Catalan Pyrenees, the French and Spanish Cerdagne and the Aragonese Pyrenees. On the French side of the Pyrenees the nominative subspecies is replaced by *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *vicdessossi* Defaut, ssp. new, since the boundary between Aude and Ariège departments up to natural reserve of Néouvielle (Hautes-Pyrénées), at least. *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *damei* (Azam 1893), new combination is found in the Alps. **4)** The cevenol micropterous taxon is attached here to *C. saulcyi* : *Chorthippus saulcyi* (Krauss 1888) *algoaldensis* Chopard 1952, new combination, but this is entirely provisional because several elements lead to see a micropterous subspecies of *Chorthippus binotatus*, while others elements could make it a valid species. **5)** The apparent parapatry of the three Pyrenean subspecies of *Chorthippus saulcyi* (*C. s. saulcyi*, *C. s. vicdessossi* and *C. s. moralesi*) is problematic; for further taxonomic understanding it will be necessary to carefully study the contact zones, and to complete by a biometric study and a study of acoustic behavior, or even a study of molecular biology, studies should be extended also to the forms of the Alps and Cevennes

**Keywords.** Biometry; *Chorthippus* group *binotatus* (Charpentier, 1825); acoustic behaviour; morphology.

## AVANT-PROPOS

Voici donc le dernier gros travail que je me suis imposé dans la cadre de la préparation de la faune de France des Caelifères.

Il est en chantier depuis 2007. Le retard pris s'explique d'une part par l'abondance du matériel qu'il a fallu traiter (au total 43 critères ont été directement mesurés ou appréciés sur 271 exemplaires ♂♂ et 36 critères sur 252 exemplaires ♀♀, chaque mensuration étant effectuée au moins 2 fois), d'autre part par la difficulté du sujet : comme on va le voir il n'était pas aisé d'interpréter taxonomiquement toutes les formes<sup>1</sup> du *Chorthippus* groupe *binotatus*, notamment lorsqu'elles semblent en situation parapatrique.

## INTRODUCTION

La conception taxonomique des formes liées à *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) a évolué depuis une cinquantaine d'années. Je vais passer ici en revue les principaux travaux faunistiques concernés, en commençant par la *faune de France* de CHOPARD (1952).

CHOPARD (1952 : 293 et 294) retient deux espèces, *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) et *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888) ; il distingue *saulcyi* de *binotatus* par ses antennes plus courtes (caractère qu'il ne chiffre pas), par l'absence de marques claires contrastées à la face externe des fémurs postérieurs, par la coloration orangée à rouge orangé (au lieu de jaune) du sillon inférieur des fémurs postérieurs, par les genoux postérieurs moins fortement rembrunis, par les tibias postérieurs d'un rouge moins vif et dépourvus d'anneau clair pré-apical.

Ces deux espèces sont données par le même auteur comme représentées chacune par plusieurs sous espèces :

- d'une part *C. binotatus binotatus* (Charpentier, 1825) (localité type : Portugal, répartition : Ibérie et France planitiaire), et *C. binotatus algoaldensis* Chopard, 1952 (localité type : sommet de l'Aigoual, dans le Gard) ; cette dernière ssp. se singularise par la dimension du corps plus forte chez la ♀, dont la tête est décrite comme « très grosse », également par des organes du vol un peu abrégés chez la ♀, et par les ailes plus courtes que les tegmina dans les deux sexes.

- d'autre part *C. saulcyi saulcyi* (Krauss, 1888) (localité type : Pla Guilhem, 2 300 m, près de Vernet-les-Bains, Massif de Canigou, Pyrénées-Orientales), *C. saulcyi daimeï* (Azam, 1893) (localité type dans les Alpes-de-Haute-Provence [« en montant de Chanolles au Cheval-Blanc, au col de la Cine, au col de Valgelaye, ainsi que dans la clue de Chabrières »], répartition : montagnes des Alpes-de-Haute-Provence et du Var), et *C. saulcyi reyi* Chopard, 1952 (localité type : Villefort, en Lozère). La ssp. alpine diffère de la ssp. nominative par les tegmina plus courts (parois sensiblement plus courts chez la ♀) ; la ssp. lozérienne est bizarrement comparée à la ssp. alpine et non à la ssp. nominative, ce qui peut vouloir dire qu'elle

en est morphologiquement très proche : *reyi* est moins trapue que *daimeï*, avec les fémurs postérieurs un peu plus courts, les tegmina plus étroits (les autres caractères énumérés peuvent être négligés).

En même temps l'auteur évoque la possibilité que *Chorthippus saulcyi* ne soit qu'une « forme montagnarde » de *C. binotatus* (page 294).

Chez HARZ (1975 : 898 à 900) les six taxons de rang sous-spécifique retenus se rapportent tous, cette fois, à une seule espèce, *Chorthippus binotatus* (Charpentier) : *C. b. binotatus* (Charpentier, 1825), *C. b. dilutus*<sup>2</sup> (Ebner, 1941) (localité type : Cercedilla, Sierra de Guadarrama, province de Madrid), *C. b. saulcyi* (Krauss, 1888), *C. b. algoaldensis* (Chopard, 1952), *C. b. daimeï*<sup>3</sup> (Azam, 1893) et *C. b. moralesi* Uvarov, 1954 (localité type : San-Juan-de-Plan, Huesca). De surcroît *Chorthippus saulcyi reyi* Chopard, 1952 est synonymisé avec *C. b. algoaldensis*, mais sans que cela soit justifié précisément. Dans la clef (pas très commode) les ♂♂ de *C. binotatus moralesi* et *C. binotatus daimeï* ont les organes du vol plus courts que *C. binotatus saulcyi*, et ils se différencient l'un de l'autre par les carènes du pronotum moins incurvées chez le premier. (Il n'y a pas de clef pour les ♀♀ des sous-espèces de *C. binotatus*)<sup>4</sup>.

A partir d'une étude acoustique, morphologique et biométrique GARCIA & al. (1995) synonymisent *C. b. dilutus* avec *C. b. binotatus*.

RAGGE & REYNOLDS (1998 : 78 et 435) simplifient encore et ne reconnaissent plus qu'un seul taxon, *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) : toutes les sous-espèces admises par Harz sont abaissées au rang de simples variétés locales, sans signification taxonomique. Ils justifient cette option par le fait que le raccourcissement général de la taille sur certaines montagnes, accompagné d'un certain brachyptérisme et de légères modifications dans la stridulation ordinaire, n'autorisent pas un statut sous-spécifique.

En péninsule Ibérique PRESA & al. (2007 : 178) synonymisent à leur tour *C. b. saulcyi* (Krauss, 1888) et *C. b. moralesi* Uvarov 1954, avec *C. b. binotatus*, au motif que RAGGE & REYNOLDS (1998) n'ont pas trouvé de différences entre les stridulations (J. J. Presa comm. pers., 29-01-2008).

Cependant, plusieurs observations restent bien difficiles à interpréter dans le cadre taxonomique de ces derniers auteurs, notamment les différences de régime alimentaire entre les populations des plaines péryrénéennes et celles de la montagne. C'est d'ailleurs pourquoi j'avais rétabli les anciennes sous-espèces, à titre d'hypothèse de travail (DEFAUT, 1999 et 2001).

<sup>1</sup> « Forme » est pris ici au sens très général : aussi bien espèce valide, que sous-espèce (= race géographique) ou que simple variété.

<sup>2</sup> Orthographié erronément « dilutus » dans le texte principal (page 899) ; mais il doit s'agir d'un lapsus puisque ce vocable est correctement écrit dans l'index (page 931).

<sup>3</sup> Harz écrit « daimai ». Cette erreur est générale : dans la clef (page 830), dans le texte principal (page 900) et dans l'index (page 931).

<sup>4</sup> Sur ce point la clef de DEFAUT (2001) est principalement une synthèse compilatoire et n'apporte pas d'élément nouveau.

Mais pour la « faune de France », en cours de rédaction, j'ai tenté d'aller plus loin. D'où la présente étude, dans laquelle j'ai surtout comparé la biométrie et la morphologie de 523 exemplaires (provenant d'Ibérie, France continentale et Maroc), avec des considérations aussi sur la chorologie des taxons, leur régime alimentaire et leurs émissions sonores.

### PROVENANCE DU MATÉRIEL EXAMINÉ

[**Abbreviations** : BD = B. Defaut leg., DMO = David Morichon leg., DM = D. Morin leg., EM : Eugenio Morales leg. (coll. MNHN), FB = Franck Bameul leg. (coll. D. Morin), GR = G. Rey leg. (coll. MNHN), JA = Joseph Azam leg. (coll. MNHN), JB = J.-P. Besson leg. (coll. Defaut), JM = Jean-Philippe Maurel leg., LC = Lucien Chopard leg. (coll. MNHN), LV = Lionel Valladares leg., MJ = Marc Enjalbal leg., MD = Marius Descamps leg. (coll. MNHN), ML = M. Lepley réc. (coll. B. Defaut), PR = P.E. Roubaud leg. (coll. D. Morin), SD = S. Danflous leg., SJ = Stéphane Jaulin leg., SP = S. Puissant leg., SPr = Sébastien Preudhomme leg. (coll. B. Defaut), TM = T. Menut leg. (coll. D. Morin)].

***Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825), ssp. *binotatus*.** Serra de Monchique, route de Foia (Algarve, Portugal, 700 m, 11 VIII 2007, DM) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. Formation à Génistées, Serra de Guarda (Beira Alta, Portugal, 14 VIII 2007, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. Serra de Estrella, croisement entre route Covilha-Manteigas et route de Torre (Beira Alta, Portugal, 1 000 m, 22 VIII 2007, DM) : 01 ♂. Sabugueiro, Serra de Estrella route de Manteigas (Beira Alta, Portugal, 23 VIII 2007, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. **Remarque** : ces 05 ♂♂ et 04 ♀♀ portugais peuvent être considérés comme des **topotypes**.

Formation à Génistées, Pena de Francia (Salamanca, Espagne, 1 700 m, 13 VIII 2007, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. El Puente (Zamora, Espagne, 24 VIII 2007, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. Pradales (Madrid, Espagne, N 41° 27' 22", W 03° 42' 32", 1 250 m, 08 VII 1989, DM) : 02 ♂♂. Salinas de Pisuerga (Palencia, Espagne, N 42° 51' 02", W 04° 23' 01", DM) : 01 ♂ et 01 ♀. Lucenza (Orense, Espagne, 25 VIII 2007, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. *Puerto de Palombero*, Los Tojos (?) (Cantabria, Santander, Espagne, 1 100 m, 08 IX 1999, DM) : 02 ♂♂. et 04 ♀♀. *Col de San Lorenzo*, Escaray, Sierra de la Demanda (La Rioja, Logroño, Espagne, N 42°, 14', 10", W 02° 58' 09", 2 000 m, DM) : 01 ♂ et 04 ♀♀. San Millan de la Cogola, Sierra de la Demanda (La Rioja, Logroño, Espagne, N 42° 14' 18", W 02° 55' 58", 25 VIII 1990, 1 700 m) : 03 ♂♂ et 05 ♀♀. *Puerto de Alizar*, route C 339, Serrania de Ronda (Malaga, Espagne, 22 VI 1998, 400 m, DM) : 01 ♂. Garrigue avec Génistées épineuses, près de Atajate, entre Ronda et Gaucin (Malaga, Espagne, N 36,647570°, W 05,236390°, 800 m, 05 VII 1983, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. *Puerto de la Ragua*, Sierra Nevada (Granada, Espagne, 2 000 m, 29 VII 1991, DM) : 02 ♂♂ et 03 ♀♀. *Loma de Pietra Blanca*, Sierra Nevada (Granada, Espagne, 2 700 m, 30 VII 1991, DM) : 03 ♂♂ et 03 ♀♀. Sierra Nevada, route Capileira-Veleta (Granada, Espagne, 2 500 m, 30 VII 1991, DM) : 01 ♀. Sierra Nevada, route Granada-Veleta (Granada, Espagne, 2 100 m, 31 VII 1991, DM) : 01 ♀. Sierra Nevada, Collado de las Salinas (Granada, Espagne, 2 200 m, 30 VII 1991, DM) : 01 ♀. Formation à Génistées à 2 km au N de La Losa (Granada, 07 VII 1993, DM) : 02 ♀♀. La Losa, Sierra de la Sagra (Granada, Espagne, 2 100 m, 02 VIII 1991, DM) : 01 ♂ et 03 ♀♀. Cumbres de Valencia (Valencia, Espagne, N 38° 54' 08", W 00° 47' 53", 04 VII 1993, DM) : 01 ♂ et 02 ♀♀. Garide près de Huerta del Marquesado (Cuenca, Espagne, N 40.136764,

W 01.697886°, 1 300 m, 09 VII 1983, BD) : 01 ♀. Torre de Arcos (Teruel, Espagne, 900 m, 27 VII 1991, DM) : 02 ♀♀. Garrigue, *Masias de los Barrancos*, Ejulve (Teruel, Espagne, IX 1980, N 40.700385°, W 00.547512°, 1 000 m, BD) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Même endroit (17 IX 1982, BD) : 01 ♂. Même endroit (07 IX 1980, BD) : 01 ♂. Même endroit (06 IX 1980, BD) : 01 ♂. Lande à Génistées épineuses en coussin, Entre Cantavieja et Fortanete (Teruel, Espagne, N 40.539201°, W 00.484904°, 1 600 m, 26 VII 1982, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. Garide à 9 km au NNW de Canete (Teruel, Espagne, 1 300 m, 09 VII 1983, BD) : 01 ♂. Garide près de Corbalan (Teruel, Espagne, N 40.4049840, W 01.016277°, 1 250 m, 09 VII 1983, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. *Cabigordo*, col à 1553 m, à 6,4 km de Corvalan (Teruel, Espagne, N 40.419988°, W 00.941498°, 1 550 m, 09 VII 1983, BD) : 01 ♂. Garrigue au *Col de Majalinos*, à 6 km au SE d'Ejulve (Teruel, Espagne, N 40.751999°, W 00.595973°, 1 450 m, 21 VII 1983, BD) : 01 ♂. La Tosquilla, 4 km au NW d'Ejulve (Teruel, Espagne, 22 VII 1966, BD) : 01 ♂.

***Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825), ssp. ?** Garrigue à 5 km à l'Est d'Artesa de Segre (Lérida, Espagne, E 1° 06', N 41° 53', 400 m, 02 VIII 1981, BD) : 01 ♂. *Gavarra*, Haut-Urgel, Coll de Nargo (Lerida, 1 300 m, 15 IX 1989, DM) : 01 ♀. Garide à un col un peu à l'W de Montan de Tost, Sierra del Cadi (Lerida, Espagne, N 42.239114°, E 01.372835°, 1 150 m, 27 VII 1983, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. Garrigue à 1 km au N de Péret (Hérault, France, 04 VII 1999, DM) : 01 ♂ et 02 ♀♀. Sous le *Col de Fonfroide*, Fraïsse-sur-Agout (Hérault, France, 950 m, 01 IX 1996, DM) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. Cirque dolomitique, Lourèze (Hérault, France, 21 IX 1993, DM) : 01 ♀. Salavas (Ardèche, France, 25 VII 1982, DM) : 01 ♀. Garide à Genêt scorpion, Ornolac (Ariège, France, N 42.812°, E 01.64731°, 600 m, 22 VII 1994, BD) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Nages (Tarn, France, 910 m, 08 VIII 2006, JM) : 01 ♂. Lavercaillère (Lot, France, N 44.62573, E 01.34880, 280 m, 16 IX 2001, BD) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Vers Aureilhan / Pontenx (Landes, France, VII 2005, LV) : 01 ♂ et 01 ♀. Dunes, Le Porge-Océan (Gironde, France, 12 IX 1984, DM) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Vendays Montalivet (Gironde, France, 25 VIII 1991, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. Cazaux (Gironde, France, 28 VII 1973, DM) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Saumos (Gironde, France, 12 IX 1984, DM) : 04 ♀♀. Gujan-Mestras (Gironde, France, 01 IX 1991, DM) : 01 ♀. Pinède du *Phare de la Coubre*, La Tremblade (Charente-Maritime, France, N 45° 41' 57", W 01° 13' 34", 12 VIII 1981, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. *RN du Pinail*, Vouneuil (Vienne, France, 24 VI 1989, DM) : 01 ♀. Lande à Ajoncs, *Bodelio* (Malansac, Morbihan, 16 VIII 1978, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. *Col d'Erroyemendi*, Larrau (Pyrénées-Atlantiques, N 42.998027°, W 00.976865°, 1 330 m, 29 X 2009, BD & DMO) : 07 ♂♂ et 07 ♀♀.

***Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825), ssp. *atlasi Defaut 1987*.** Bab bou Idir, Tazzeikka (Moyen-Atlas, Maroc, 1 500 m, 17 X 1984, BD) : 01 ♂ **holotype**, 02 ♂ et 02 ♀ **paratypes**.

***Chorthippus sauleyi* (Krauss, 1888), ssp. *sauleyi combinai-son nouvelle*.** *Col d'Arès* (frontière), Prats-de-Mollo (Pyrénées-Orientales, France, N 42.36699°, E 02.45640°, 1 550 m, 10 IX 1990, DM) : 02 ♀. *Col des Molles*, Prats-de-Mollo (Pyrénées-Orientales, France, N 42.44813°, E 2.40117°, 2 100 m, 16 IX 2002, BD) : 01 ♂. *Pla de l'Estagnol*, Prats-de-Mollo (Pyrénées-Orientales, France, N 42.44817°, E 2.42012°, 1 800 m, 16 IX 2002, BD) : 03 ♂. R. N. de Prats-de-Mollo (Pyrénées-Orientales, France, 29 VIII 1988, SP) : 01 ♂. *Montagne Rase*, RN de La Massane, Argelès-sur-Mer (Pyrénées-Orientales, France, 750 m, 22 VIII 1995, DM) : 05 ♂♂ et 02

♀♀. *Font de la Massane*, RN de La Massane, Argelès-sur-Mer (Pyrénées-Orientales, France, 700 m, 26 VIII 1995, DM) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. Sous le *Mont Coronat*, Nohèdes (Pyrénées-Orientales, France, 1 800 m, 04 IX 2001, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. Lande à raisin d'Ours sous le *Mont Coronat*, Nohèdes (Pyrénées-Orientales, France, 1 350 m, 09 VIII 2001, TM) : 01 ♀. *Col de Portus*, Nohèdes (Pyrénées-Orientales, France, N 42.62358°, E 02.24022°, 1 740 m, 01 IX 2001, DM) : 01 ♀ et 04 ♀♀. *Col de la Descarga*, Corsavy (Pyrénées-Orientales, France, N 42.50162°, E 02.55636°, 1 600 m, 12 IX 1990, DM) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. *La Tour de Batère*, Corsavy (Pyrénées-Orientales, France, 1 450 m, 26 X 2008, DM) : 05 ♂♂. Au NE du *Pic Néoulous*, Sorède (Pyrénées-Orientales, France, N 42.48635°, E 02.96385°, 700 m, 02 IX 1990, DM) : 01 ♂ et 01 ♀. Cytisaie purgative à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.57692°, E 02.27367°, 1 400 m, 05 IX 2002, BD) : 04 ♂♂. Cytisaie purgative à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58674°, E 02.28405°, 1 620 m, 06 IX 2002, BD) : 01 ♂. Prairie mésophile à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58990°, E 02.28537°, 1 700 m, 09 IX 2002, BD) : 01 ♂. Pelouse rase à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.580039°, E 02.27422°, 1 400 m, 07 IX 2002, BD) : 03 ♂♂. Cytisaie purgative à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58123°, E 02.27514°, 1 400 m, 07 IX 2002, BD) : 04 ♂♂. Pelouse rase à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.59288°, E 02.28091°, 1 800 m, 09 IX 2002, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. Pinède sylvestre à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.52463°, E 02.16128°, 1 800 m, 09 IX 2002, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. Cytisaie purgative à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.59042°, E 02.26888°, 1 600 m, 11 IX 2002, BD) : 01 ♂. Cytisaie purgative à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.57734°, E 02.27675°, 1 370 m, 07 IX 2002, BD) : 02 ♂♂. Thymaie claire à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58581°, E 02.28114°, 1 500 m, 06 IX 2002, BD) : 01 ♂. Garide à Genêt scorpion à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58992°, E 02.29392°, 1 500 m, 09 IX 2002, BD) : 01 ♂. Prairie humide à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58295°, E 02.28277°, 1 365 m, 07 IX 2002, BD) : 01 ♂. Cytisaie purgative à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.57395°, E 02.27365°, 1 350 m, 05 IX 2002, BD) : 01 ♂. Callunaie-cytisaie à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.57446°, E 02.27366°, 1 350 m, 05 IX 2002, BD) : 01 ♂. Thymaie à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58862°, E 02.27381°, 1 520 m, 06 IX 2002, BD) : 01 ♂. *Ravin de Font Eyxen*, Jujols (Pyrénées-Orientales, France, N 42.58987°, E 02.28964°, 1 500 m, 16 VIII 1997, DM) : 05 ♀♀. Le Sola, Jujols (Pyrénées-Orientales, France, 950 m, 12 VII 2000, DM) : 01 ♀. Ancienne vigne à Jujols (Pyrénées-Orientales, France, 800 m, 12 VII 1997, DM) : 04 ♀♀. Chemin de Joncet, Jujols (Pyrénées-Orientales, France, 1 300 m, 12 VII 1997, DM) : 02 ♀♀. Jujols (Pyrénées-Orientales, France, 1 700 m, 17 VIII 1997, DM) : 01 ♀. Pelouse sèche, *La Tartère*, Serdinya (Pyrénées-Orientales, France, N 42.59729°, E 02.29899°, 1 800 m, 17 IX 2003, BD) : 02 ♂♂ et 03 ♀♀. Cytisaie purgative à Py (Pyrénées-Orientales, France, N 42° 29' 48.5", E 02° 19' 13.5", 1 930 m, 20 VIII 2006, BD) : 05 ♂♂. Pelouse frutescente à Py (Pyrénées-Orientales, France, N 42.48407°, E 02.31724°, 1 810 m, 04 X 2008, BD) : 04 ♀♀. Cytisaie purgative au *Col de Puymorens* (Porté-Puymorens, Pyrénées-Orientales, 1920 m, 02 X 1980, BD) : 02 ♂♂ et 03 ♀♀. Même endroit (26 VIII 1988, BD) : 01 ♂. « Canigou », « 12 » (Pyrénées-Orientales, récolteur et date non précisés) : 01 ♂, coll. MNHN, Paris. « Canigou », « 13 » (Pyrénées-Orientales, récolteur et date non précisés) : 01 ♀, coll. MNHN, Paris.

***Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *moralesi* Uvarov, 1954, combinaison nouvelle.** *Els Cortals de Rigat*, Err (Py-

rénées-Orientales, France, 1 830 m, 09 IX 1998, SP) : 03 ♂♂ et 01 ♀. Même endroit (21 IX 1999, SP) : 01 ♀. Pelouse rase, *Fontanet*, Err (Pyrénées-Orientales, France, N 42.43343, E 02.04519, 1 500 m, 15 IX 2002, BD) : 01 ♂. Pelouse rase, *Cortal de Rigat Maià*, Err (Pyrénées-Orientales, France, N 42.42790, E 02.05902, 1 800 m, 15 IX 2002, BD) : 04 ♂♂ et 02 ♀♀. Angoustrine (Pyrénées-Orientales, France, 1 700 m, 27 VIII 1988, DM) : 03 ♂♂ et 04 ♀♀. *Collada de Perves*, à 10 km à l'ESE de Pont-de-Suert (Lerida, Espagne, 1 325 m, 17 IX 1999, DM) : 10 ♀♀. Boixols, route de Sallent (Lerida, Espagne, N 42° 11', E 01° 11', 1 200 m, 04 VIII 1994, DM) : 03 ♀♀. San Juan Plan (Huesca, Espagne, VII 1934, EM) : 01 ♂ et 01 ♀. **paratypes** (coll. MNHN, Paris). Rocailles dénudées, San Juan de Plan (Huesca, Espagne, 07 X 2002, N 42.58178, E 00.37211, 1 710 m, 05 X 2002, BD) : 05 ♂♂. **topotypes**. Formation herbacée, *El Hoyo de San Miguel*, Saravillo (Huesca, Espagne, N 42° 33' 49.1", E 00° 13' 51.4", 1300 m, 09 IX 2006, BD) : 26 ♂♂ et 11 ♀♀. Aren (Huesca, Espagne, 04 VIII 1994, DM) : 06 ♀♀. Espès, Sierra de Ballabriga (Huesca, Espagne, 1 300 m, 05 VIII 1994, BD) : 01 ♀.

***Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *vicdessossi* Defaut, sous-espèce nouvelle.** Cytisaie purgative au *Col des Trabesses*, Mijanès (09) ou La Fajole (11) (limite Ariège-Aude, France, 1 910 m, 06 X 1980, BD) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Même endroit et même date, rhodoraie : 01 ♀. *Bois de Seys*, Orlu (Ariège, 1 700 m, 08 VIII 2005, LV) : 01 ♂ et 02 ♀♀. Pelouse frutescente mésophile, *les Monts d'Olmès*, Montferrier (Ariège, France, N 42.84258°, E 1.74167°, 1 500 m, 24 IX 1994, BD) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. Pâturage mésophile, *La Prade*, Goulier (Ariège, N 42.73917°, E 01.51397°, 1 500 m, 22 X 1980, BD) : 01 ♂. **holotype**, 02 ♂♂ et 02 ♀♀. **paratypes**. Rocailles calcaires de *Soubretié*, Ornolac (Ariège, France, N 42.82654°, E 01.66048°, 1 365 m, 20 X 1980, BD) : 03 ♂♂ et 03 ♀♀. Calluno-génistaie xérique, *Marais de Loumet*, Saurat (Ariège, France, N 42.87665°, E 1.46938°, 1 170 m, 10 VIII 1980, BD) : 01 ♂. Ptéridaie xérique, *Marais de Loumet*, Saurat (Ariège, France, N 42.87613°, E 1.46761°, 1 170 m, 09 X 1980, BD) : 01 ♂. *Col de l'Herbe Soulette*, Saint Lary (Ariège, France, N 42.88381°, E 00.86445°, 1 600 m, 07 XI 2004, SD) : 01 ♀. Callunaie xérique, *Port de Lers*, Le Port (Ariège, France, N 42.80659°, E 01.41141°, 1 550 m, 03 VII 1984, BD) : 01 ♂. Route du *Port d'Aula*, vers le *Col de Pause*, Couflens (Ariège, France, 1 550 m, 24 X 1980, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. Coumebière, Aulus-les-Bains (Ariège, France, N 42.7829, E 01.3869, 1 400 m, BD) : 02 ♂ et 01 ♀. Pelouse basse au-dessus du *Col d'Agnès*, Aulus-les-Bains (Ariège, France, N 42.79514°, E 01.37621°, 1 600 m, vers 2006, BD) : 01 ♀. Callunaie-myrtillaie, *Roque Pi*, Heran (Haute-Garonne, France, N 42.96326°, E 00.85919°, 1 400 m, 12 IX 2001, BD) : 09 ♂♂ et 08 ♀♀. Pelouse frutescente xérique, *Tuc de Haurades*, Portet-d'Aspet (Haute-Garonne, France, N 42.95562°, E 00.85415°, 1 550 m, 12 IX 2001, BD) : 02 ♂♂ et 03 ♀♀. Rocailles à Raisin d'Ours, *Pic de l'Escalette*, Boutx (Haute-Garonne, France, N 42.92319°, E 00.75346°, 1 700 m, 09 IX 2001, BD) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. Estive de *Cornudière*, Arbas (Haute-Garonne, France, 1 600 m, 08 X 2005, BD) : 02 ♂♂. Pelouse très écorchée, Cazaux-Fréchet (Hautes-Pyrénées, N 42° 48' 21.3", E 00° 27' 27.7", 1 780 m, 28 X 2006, BD) : 01 ♂ et 01 ♀. *Vallée de Saux* (Vallée d'Aure), Aragnouet (Hautes-Pyrénées, France, 1 950 m, VIII 2000, SPr) : 01 ♂. Au NW du *Lac de l'Oule*, Vielle-Aure (Hautes-Pyrénées, France, N 42.84598°, E 00.18299°, 2 100 m, VIII 2000, SPr) : 01 ♂. *Lac de l'Oule*, Saint-Lary-Soulan (Hautes-Pyrénées, France, N 42.83831°, E 00.19878°, 1 820 m, VIII

2000, Spr) : 01 ♂. Baricave, Saint-Lary-Soulan (Hautes-Pyrénées, France, N 42.7461°, E 00.2996°, ≈ 1 900 m, 20 X 2002, JB) : 01 ♀.

***Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *daimi* (Azam, 1893), combinaison nouvelle.** *Cheval Blanc*, Prades-Haute-Bléone ou Draix (Alpes-de-Haute-Provence, France, 14 VIII 1905, JA) : 01 ♂ et 01 ♀ **topotypes** (coll. MNHN, Paris). *Valgelaye*, Uvernet-Fours (Alpes-de-Haute-Provence, France, 14 VIII 1905, JA) : 01 ♂ et 01 ♀ **topotypes** (coll. MNHN, Paris). La Foux-d'Allos (Alpes-de-Haute-Provence, France, 1 900 m, 20 VIII 1986, DM) : 01 ♂. La Foux-d'Allos (Alpes-de-Haute-Provence, France, 1 990 m, 20 VIII 1985, DM) : 01 ♀. *La Bérarde*, Castellane (Alpes-de-Haute-Provence, France, 03 VIII 1997, TM) : 02 ♂♂ et 01 ♀. Garide sur la *Montagne de Lachens*, La Bastide (Var, France, N 43.74340°, E 06.63985°, 1 425 m, 28 X 2002, BD) : 07 ♂♂ et 05 ♀♀. Pelouse frutescente sur la *Montagne de Lachens*, La Bastide (Var, France, N 43.74467°, E 06.65606°, 1 600 m, 28 X 2002, BD) : 06 ♂♂ et 05 ♀♀. Nardaie mésophile, *La Madone de Fenestre*, Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes, France, N 44.09602°, E 07.35939°, 1 890 m, 28 IX 2009, BD) : 02 ♂♂ et 02 ♀♀. Nardaie mésophile, *La Madone de Fenestre*, Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes, France, N 44.09625°, E 07.36190°, 1 900 m, 28 IX 2009, BD) : 05 ♂♂ et 05 ♀♀. Nardaie mésophile, *La Madone de Fenestre*, Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes, France, N 44.11167°, E 07.36657°, 2 060 m, 28 IX 2009, BD) : 02 ♀♀. Pelouse écorchée mésophile, *La Madone de Fenestre*, Saint-Martin-Vésubie (Alpes-Maritimes, France, N 44.10472°, E 07.36252°, 2 150 m, 28 IX 2009, BD) : 06 ♀♀. La Colle, Péone (Alpes-Maritimes, France, N 44° 07' 14" ; E 06° 57' 40", 1 800 m, 30 VIII 2008, DMo) : 08 ♂♂.

***Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *algoaldensis* Chopard, 1952, combinaison nouvelle.** Mont Aigoual (Gard, France, 1 200 à 1 400 m, VIII 1926, LC) : 03 ♀♀ **syntypes** (coll. MNHN Paris). « *L'Aigoual* » (sic !) (Lozère ou Gard, France, 07 IX 1906, récolteur inconnu, peut-être L. Chopard) : 03 ♂♂ **topotypes** probables (coll. MNHN, Paris). *Col de la Sereyrède*, Valleraugue (Gard, N 44.10294°, E 03.54140°, 1 320 m, 17 IX 1994, DM) : 09 ♂♂ et 05 ♀♀. *Val d'Arphy*, Arphy (Gard, France, N 44.02802°, E 03.59243°, 1 000 m, 06 IX 1993, DM) : 01 ♂ et 03 ♀♀. *Pierre Plantée*, Malarce-sur-le-Thines (Ardèche, France, N 44.51516°, E 04.03370°, 910 m, 04 et 05 IX 2007, DM) : 11 ♂♂ et 06 ♀♀. Même endroit, mais zone rocheuse (29 VI 2007, DM) : 01 ♀. Montselgues (Ardèche, France, N 44.52378°, E 04.00938°, 1 020 m, 11 VII 2007, DM) : 02 ♂♂. *Les Gleysoles*, Montselgues (Ardèche, France, N 44.51227°, E 04.01061°, 1 050 m, 29 VI 2007, DM) : 02 ♂♂. Formation à Génistées, Montselgues (Ardèche, France, 22 VIII 2009, DM) : 04 ♂♂ et 11 ♀♀. Le Travers, Montselgues (Ardèche, France, bas côté de la route, 1 000 m, 29 VI 2007, DM) : 02 ♀♀. *Peyre*, Saint Pierre-Saint Jean (Ardèche, France, N 44.50211°, E 04.07165°, 870 m, 11 VII 2007, DM) : 01 ♂. Villefort (Lozère, France, 11 X 1905, GR) : 01 ♀ [remarque : c'est l'**holotype** de « *Chorthippus saulcyi reyi* Chopard 1952 »]. Finiels (Lozère, 1 100 m, 02 VIII 1967, MD) : 01 ♂ et 01 ♀ (coll. MNHN, Paris, identifié comme « *C. saulcyi reyi* » par le récolteur)

**Taxons pyrénéens litigieux** (non pris en compte dans les statistiques présentées sur les tableaux, mais qui apparaissent sur les cartes des ACP) :

a. *La Tour de Batère*, Corsavy (Pyrénées-Orientales, France, 1 450 m, 26 X 2008, DM) : 01 ♂.

b. Garrigue à 1,5 km à l'W de Montant, Sierra del Cadi (Lerida, Espagne, 1 150 m, 27 VII 1983, BD) : 01 ♀

c. *Col de la Descarga*, Corsavy (Pyrénées-Orientales, France, N 42.50162°, E 02.55636°, 1 600 m, 12 IX 1990, DM) : 01 ♀.

d. RN. de La Massane, Argelès-sur-Mer (Pyrénées-Orientales, France, 750 m, 22 VIII 1995, DM) : 01 ♀.

## PARAMÈTRES UTILISÉS

Je liste brièvement ci-après les critères utilisés pour distinguer les différents taxons antérieurement à cette étude :

- tête :
  - largeur
  - longueur des antennes
- pronotum : inflexion des carènes latérales dans la prozone,
- organes du vol
  - raccourcissement général
  - rapport longueur / largeur des tegmina
  - raccourcissement des ailes par rapport aux tegmina
- fémurs postérieurs :
  - contraste de la coloration sur la face externe
  - couleur du sillon inférieur,
  - présence d'un anneau pré-apical clair
  - obscurcissement des genoux postérieurs
- tibias postérieurs : couleur.

Pour la présente étude j'ai pris en considération tous ces paramètres, augmentés d'un certain nombre de paramètres nouveaux que j'ai voulu tester. En voici la liste complète (76 paramètres, dont une quarantaine mesurés directement sur les exemplaires chaque fois que cela a été possible).

### Mesures.

1. Longueur du corps mesurée par en-dessus (le disque du pronotum étant bien horizontal, sauf si l'exemplaire est mal piqué), depuis le bord antérieur du vertex jusqu'à l'apex de l'organe du vol qui dépasse le plus (généralement un des deux tegmina, mais parfois une aile). [**Corps\_E**]. (Paramètre utilisé dans les ACP ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
2. Longueur du corps mesurée depuis le bord antérieur du vertex jusqu'à l'apex des fémurs postérieurs (ceux-ci placés dans l'axe longitudinal du corps). [**Corps\_F**].
3. Écart entre l'apex des ailes et l'apex des tegmina au repos (*nota* : il est **négligé** lorsque les ailes dépassent les tegmina, ce qui peut arriver chez les taxons macrop- tères, beaucoup plus rarement chez les autres). [**E-aile**].
4. Largeur de la tête, mesurée entre le bord externe des yeux (**Tête**).
5. Longueur maximale de l'œil (mesurée sur l'œil gauche, sauf impossibilité). [**Œil**].
6. Largeur minimale du vertex (mesurée à l'apex des carènes latérales du vertex, entre leurs bords externes). [**miniVertex**].
7. Espace interoculaire minimal (*nota* : il est souvent de valeur identique ou très proche de la largeur minimale du vertex, mais il est parfois assez sensiblement plus large). [**Espace**].

8. Largeur maximale du vertex (mesurée à l'apex des carènes latérales du vertex, entre leurs bords externes). [*maxiVertex*].
  9. Longueur du sillon sous-oculaire (mesurée sur le sillon de gauche, sauf impossibilité). [*Sillon*].
  10. Longueur totale de l'antenne la mieux étalée, scape et pédicelle inclus (*nota* : chez les *Chorthippus* du groupe *binotatus* le nombre total d'articles est normalement de 24 à 26, selon les taxons, selon les sexes et aussi selon les individus (suite à la fusion assez fréquente des 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> articles du flagelle ou, plus rarement, des deux derniers articles). [*Antenne*]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ACP ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).
  11. Nombre d'articles composant l'antenne mesurée [*Articles*].
  12. Longueur du pronotum. [*long.Pronot.*].
  13. Longueur de la prozone du pronotum (elle se déduit automatiquement des mesures 12 et 14). [*long.Prz*].
  14. Longueur de la métazone du pronotum (qui se déduit des deux mesures précédentes). [*long.Mtz*].
  15. Écartement des carènes prozonales mesuré entre leurs limites externes au contact avec le bord antérieur du pronotum. [*larg.Prz*].
  16. Écartement minimal des carènes latérales dans la prozone. [*rétréc.prz*].
  17. Écartement des carènes prozonales mesuré entre leurs limites externes au contact avec le sillon typique. [*larg.Pronot.*].
  18. Écartement des carènes prozonales mesuré entre leurs limites externes au contact avec le bord postérieur du pronotum. [*larg.Mtz*].
  19. Longueur des cerques (mesurée sur le cerque le mieux visible). [*long.Cerque*].
  20. Largeur maximale des cerques, à la base (perpendiculairement à l'axe du cerque le mieux visible). [*larg.Cerque*].
  21. Longueur du tegmen, mesurée depuis la confluence entre les nervures C et Sc jusqu'à l'apex (longueur mesurée sur le tegmen gauche, sauf impossibilité). [*E*]. (ACP ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
  22. Longueur du champ M des tegmina, mesurée depuis la base du tegmen (confluence entre les nervures C et Sc) jusqu'à l'apex du champ M, là où la nervure M se divise (longueur mesurée sur le tegmen gauche, sauf impossibilité). [*long.M*].
  23. Longueur de la *partie postérieure* du tegmen, entre l'apex de champ M (là où la nervure M se divise) et l'apex du tegmen. (Sur *Excel* elle se déduit automatiquement des deux mesures précédentes). [*long.Epost.*] (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
  24. Longueur de la *partie apicale* du tegmen, c'est-à-dire entre le centre du stigma et l'extrémité du tegmen (longueur mesurée sur le tegmen gauche, sauf impossibilité). [*Stigma*]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
  25. Largeur maximale du tegmen (mesurée sur un tegmen correctement étalé (toutes les autres mesures sont effectuées sur ce même tegmen) [*larg.maxiE*].
  26. Largeur du tegmen à l'apex du champ M, là où la nervure M (ou à défaut Cu1) se bifurque. [*larg.E*].
  27. Largeur maximale du champ C du tegmen (mesurée sur le tegmen gauche, sauf impossibilité) (seulement chez les ♂♂). [*larg.C*].
  28. Largeur du champ M au niveau de l'avant dernière cellule (mesurée sur le tegmen gauche, sauf impossibilité) (seulement chez les ♂♂). [*larg.M*].
  29. Largeur du champ Sc au niveau de l'avant-dernière cellule du champ M (seulement chez les ♂♂). [*larg.Sc*].
  30. Longueur du fémur postérieur. [*F*]. (ACP ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres)
  31. Largeur maximale du fémur postérieur. [*f*]
  32. Nombre de dents stridulatoires, en excluant les dents des extrémités lorsque leur écartement est égal ou supérieur au double de l'écartement entre les dents précédentes. [*Dent*].
  33. Nombre *total* de dents stridulatoires (en prenant en compte toutes les dents). [*Denttotale*].
  34. Longueur de la râpe stridulatoire (correspondant au nombre de dents). [*Râpe*]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres).
  35. Longueur *totale* de la râpe stridulatoire (correspondant au nombre *total* de dents). [*Râpetotale*]
  36. Couleur de la face inféro-externe des fémurs postérieurs. [*coul.F.p.*].
  37. Couleur des genoux postérieurs. [*coul.G.p.*].
  38. Couleur des tibias postérieurs, au moins à l'intérieur. [*coul.T.p.*].
  - 39-40. Nombre d'épines au côté externe des tibias postérieurs (séparément pour les deux tibias).
  - 41-42. Nombre d'épines au côté interne des tibias postérieurs (séparément pour les deux tibias).
  43. Écart entre l'apex des tegmina au repos et l'apex des fémurs postérieurs (ceux-ci placés dans l'axe du corps) (Il se déduit automatiquement des mesures 1 et 2). [*Ecart*]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 21 et 50 paramètres).
- Rapports liés directement au raccourcissement des tegmina.**
- A. Rapport entre longueur du tegmen et longueur du fémur postérieur. [*E/F*]. (ACP ♀♀ : 22 et 50 paramètres).
  - B. Rapport entre longueur du tegmen et longueur du champ M. [*E/long.M*]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ : 22 et 50 paramètres).
  - C. Rapport entre longueur du tegmen et longueur du pronotum. [*E/long.Pronot.*]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ : 22 et 50 paramètres).
  - D. Rapport entre longueur du tegmen et longueur de la prozone. [*E/long.Prz.*]
  - E. Pourcentage de la partie postérieure du tegmen relativement à sa longueur totale [(*long.Epost./E*)x100]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
  - F. Pourcentage de la partie apicale du tegmen relativement à sa longueur totale [(*Stigma/E*)x100]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
  - G. Pourcentage de l'écart séparant l'apex des tegmina (au repos) de l'apex des fémurs postérieurs, relativement à la longueur des fémurs postérieurs. [(*Ecart/F*)x100]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
  - H. Rapport entre longueur et largeur des tegmina au niveau de l'apex du champ M [*E/larg.E*]. (ACP ♂♂ avec 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 22 et 50 paramètres).
- Rapports peut-être en relation avec le raccourcissement des tegmina.**
- Ils concernent la métazone du pronotum
- a. Divergence des carènes métazonales [(*larg.Mtz-larg.Pronot./long.Mtz*)].
  - b. Rapport entre longueur et largeur de la métazone [*long.Mtz./larg.Mtz*]
  - c. Rapport entre longueur de la métazone du pronotum et longueur de la prozone. [*long.Mtz/long.Prz*].

- d. Rapport entre longueur de la métazone et largeur du pronotum [**long.Mtz/larg.Pronot.**].
- e. Rapport entre longueur de la métazone et largeur minimale du vertex [**long.Mtz/miniVertex**].
- f. Rapport entre longueur de la métazone et espace interoculaire [**long.Mtz/Espace**].
- g. Rapport entre longueur de la métazone et longueur du sillon sous-oculaire [**long.Mtz/Sillon**].
- h. Rapport entre longueur de la métazone et largeur de la tête [**long.Mtz/Tête**].
- i. Rapport entre largeur de la métazone et largeur du rétrécissement prozonal [**larg.Mtz/rétréc.prz**].
- j. Rapport entre largeur de la métazone et largeur de la tête [**larg.Mtz/Tête**].

#### Autres rapports

- I. Rapport entre longueur des antennes et largeur de la tête [**Antenne/Tête**].
- II. Rapport entre longueur des antennes et longueur maximale de l'œil [**Antenne/Œil**].
- III. Rapport entre longueur des antennes et largeur minimale du vertex [**Antenne/miniVertex**]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).
- IV. Rapport entre longueur des antennes et espace interoculaire [**Antenne/Espace**].
- V. Rapport entre longueur des antennes et longueur du fémur postérieur [**Antenne/F**].
- VI. Divergence des carènes du vertex [**(maxiVertex-miniVertex)/Tête**].
- VII. Rapport entre longueur de la prozone du pronotum et largeur minimale du vertex. [**long.Prz/miniVertex**].
- VIII. Rapport entre longueur de l'œil et largeur du vertex. [**Œil/miniVertex**]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).
- IX. Rapport entre longueur de l'œil et espace interoculaire [**Œil/Espace**].
- X. Rapport entre longueur de l'œil et longueur du sillon sous-oculaire. [**Œil/Sillon**].
- XI. Rapport largeur de la tête / longueur de l'œil [**Tête/Œil**].
- XII. Rapport largeur de la tête / mini Vertex [**Tête/miniVertex**]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 9, 21 et 50 paramètres).
- XIII. Rapport mini Vertex / sillon [**miniVertex/Sillon**].
- XIV. Rapport largeur prozone / mini Vertex [**long.Prz/miniVertex**].
- XV. Rapport longueur prozone / sillon sous-oculaire [**long.Prz/Sillon**].
- XVI. Divergence des carènes prozonales vers l'avant. [**(larg.Prz-rétréc.prz)x(2/long.Prz)**]<sup>5</sup>. (ACP ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).
- XVIa. Divergence des carènes prozonales vers l'avant [**(larg.Prz-rétréc.prz)x(long.Prz/2)**]<sup>6</sup>. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres).
- XVII. Divergence des carènes prozonales vers l'arrière. [**(larg.Pronot.-rétréc.prz)x(2/long.Prz)**].
- XVIIa. Divergence des carènes prozonales vers l'arrière [**(larg.Pronot.-rétréc.prz)x(long.Prz/2)**].

- XVIII. Rapport entre longueur et largeur maximale du fémur postérieur. [**F/f**]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres).
- XIX. Rapport entre longueur et largeur des cerques [**long.Cerque/larg.Cerque**].
- XX. Rapport largeur maxi du champ C / largeur du champ M (uniquement chez les ♂♂) [**larg.C/larg.M**].
- XXI. Rapport largeur du champ M / largeur du champ Sc (uniquement chez les ♂♂) [**larg.M/larg.Sc**].
- XXII. Pourcentage de la longueur de la râpe stridulatoire relativement à la longueur du fémur postérieur [**(Râpe/F)x100**]. (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres).
- XXIII. Pourcentage de la longueur totale de la râpe stridulatoire relativement à la longueur du fémur postérieur [**(Râpetotale/F)x100**].
- XXIV. Rapport entre nombre de dents et longueur de la râpe stridulatoire [**Dent/Râpe**].
- XXV. Rapport entre nombre total de dents et longueur totale de la râpe stridulatoire [**Denttotale/Râpetotale**].

Je n'ai pu mesurer la largeur maximale des tegmina et la largeur des tegmina considérée au niveau de l'apex du champ M que chez un petit nombre d'exemplaires, car cela n'est possible que chez les exemplaires dont les organes du vol ont été correctement étalés ; et je n'ai pas voulu alourdir encore ma tâche en étalant tous les exemplaires mis à ma disposition.

Et comme les tympans ne sont observables complètement que si les organes du vol sont étalés, je n'ai pu mesurer leur largeur minimale et leur longueur que chez un petit nombre d'exemplaires, également.

#### Autres paramètres utilisés.

À ces 86 paramètres chiffrés s'en ajoutent 4 autres qui sont de nature descriptive :

Coloration générale du corps [**Color.générale**] : elle est soit vivement bariolée, avec des taches très contrastées sur la face externe des fémurs postérieurs (*binotatus binotatus*, *binotatus atlasi*, cotation pour les ACP : **1**), soit terne, peu contrastée (*vicdessossi*, cotation ACP : **3**), soit intermédiaire entre ces deux cas (les autres taxons, cotation ACP : **2**). (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).

Coloration de la face inféro-externe des fémurs postérieurs (**coul.apexF**). En général elle est soit entièrement ou presque entièrement jaune (mais souvent nuancé de brunâtre ou d'orangé tout à fait à l'apex) (cotation ACP : **1**), soit entièrement ou presque entièrement orangée (à rouge orangé) (cotation ACP : **3**), soit jaune dans la moitié basale (ou les deux-tiers) et orangée (à rouge orangé) dans la moitié apicale (ou un bon tiers) (cotation ACP : **3**). C'est donc la couleur de la moitié apicale (ou tiers apical) qui s'est révélée discriminante. Plus rarement la moitié apicale est jaune brun (à gris jaunâtre) (cotation ACP : **1,5**), ou brun jaune ou brune (à brunâtre) (cotation ACP : **2**), ou brun orangé à orangeâtre (cotation ACP : **2,5**). (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).

Coloration des tibias postérieurs [**Coul.T.p.**]. Elle a été notée sur les exemplaires de collection (sur le vif elle est souvent un peu différente, plus vive, plus rouge). Sur le sec les tibias postérieurs sont le plus souvent rouge franc / rouge vif (cotation ACP : valeur **1**), ou rouge orangé (à rougeâtre, rouge brun et brun rouge) (cotation ACP : **1,5**), ou orangé (à brun orangé) (cotation ACP : **2**) ; plus rarement ils sont jaune orangé (à brunâtre) (cotation ACP : **2,5**), jaunes, jaunâtres ou brun jaune (co-

<sup>5</sup> À longueur de prozone constante, plus l'écart entre largeur de la prozone et rétrécissement prozonal augmente, plus la divergence vers l'avant augmente et plus le résultat chiffré augmente. (Ce paramètre s'est révélé plus efficace pour les ♀♀ que le paramètre suivant).

<sup>6</sup> À écart entre largeur de la prozone et rétrécissement prozonal constant, plus la longueur de la prozone diminue, plus la divergence vers l'avant augmente et plus le résultat chiffré augmente. (Ce paramètre s'est révélé plus efficace pour les ♂♂ que le paramètre précédent).

tation ACP : 3), ou bruns (cotation ACP : 4). (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).

Type de milieu de vie (*Milieu*) : soit landes ou garides à Fabacées arbustives (cotation ACP : 1), soit pelouses ou pelouses frutescentes (cotation ACP : 3), soit mixte (ou mal connu, ou plusieurs taxons (ACP : 2). (ACP ♂♂ avec 12, 21 et 73 paramètres ; ♀♀ avec 10, 22 et 50 paramètres).

## MÉTHODE D'ÉTUDE

1. J'ai d'abord examiné soigneusement les tableaux Excel où étaient consignés les paramètres ci-dessus, en m'efforçant de repérer des paramètres discriminants pour les taxons retenus préalablement à titre d'hypothèse de travail.

Les principaux paramètres discriminants sont présentés sur les **tableaux 3** (♂♂) et **4** (♀♀). Les paramètres indépendants du raccourcissement des tegmina, et donc assurément significatifs au plan taxonomique, sont regroupés dans la partie haute de ces tableaux, au-dessus de la ligne épaisse ; les autres paramètres sont dans la partie basse.

2. J'ai conforté cet examen par trois analyses en composantes principales pour les ♂♂ et pour les ♀♀, effectuées avec le logiciel PAST, version 2.08b (HAMMER, HARPER & RYAN, 2001 [avril 2011]). Successivement 12, 21 et 73 paramètres ont été utilisés pour les ACP des ♂♂, 10, 22 et 50 paramètres pour les ACP des ♀♀.

Les principales cartes factorielles des ACP sont reproduites sur les **figures 1 à 12**.

## CARACTÉRISATION DE DEUX GRANDS ENSEMBLES MORPHOLOGIQUES

### 1. RELATIVEMENT AU DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DU VOL.

On constate que parmi les critères séparatifs entre les diverses formes, ceux qui sont liés aux organes du vol sont plus nets chez les ♂♂. Cela tient sans doute au fait que le raccourcissement des tegmina est beaucoup moins variable en intensité d'un individu à l'autre dans une même population chez les ♂♂ que chez les ♀♀.

#### 1-1. Chez les mâles. (Tableau 3).

Du point de vue du développement des organes du vol les 271 individus ♂♂ examinés peuvent être rapportés à deux grands ensembles et plusieurs sous-ensembles ayant chacun une bonne consistance géographique :

- un ensemble macroptère, c'est-à-dire à organes du vol complètement développés. Il comprend apparemment trois sous-ensembles (le dernier reste à confirmer), repérés dans le Moyen-Atlas marocain, dans la péninsule Ibérique (plaines, moyennes montagnes et hautes montagnes, à l'exception du secteur pyrénéen, semble-t-il) et dans les plaines françaises (avec débordement local sur la moyenne montagne dans les Pyrénées-Atlantiques et peut-être aussi dans les Alpes-Maritimes) ;

- et un ensemble microptère, c'est-à-dire à organes du vol abrégés, avec au moins cinq sous-ensembles cor-

respondant aux moyennes et hautes montagnes françaises que sont les Pyrénées (trois sous-ensembles), les Alpes (un seul sous-ensemble ?) et les Cévennes / Montagne Noire (un seul sous-ensemble ?). Le microptérisme est poussé plus ou moins fortement selon la provenance géographique des individus, et aussi selon les individus.

Sont considérés ici comme macroptères les exemplaires chez qui la partie apicale du tegmen n'est en rien abrégée : le stigma tegminal est en position *normale*, ce qui se traduit par un pourcentage de la *partie apicale du tegmen* par rapport à sa *longueur totale* qui est  $\geq 29$ .

C'est un bon critère, mais lorsque le stigma est invisible (ce qui arrive parfois) ou lorsque le nombre obtenu est ambigu, on peut utiliser le pourcentage de la *partie postérieure du tegmen* par rapport à sa *longueur totale* : il est  $\geq 44$ , et très souvent  $\geq 46$  (seulement deux exceptions sur un total de 59 exemplaires mesurés : erreur = 3,4 %), chez les individus macroptères.

Au contraire, chez les individus microptères des montagnes françaises (celles-ci étendues, on l'a dit, aux Pyrénées ibériques), la partie apicale du tegmen est abrégée, au moins un peu, et le stigma se trouve donc rapproché de l'apex : le pourcentage de la *partie apicale du tegmen* par rapport à sa *longueur totale* est  $\leq 29,3$  sauf pour le sous-ensemble de l'extrémité orientale des Pyrénées (et même  $\leq 28$  : une seule exception sur 165 exemplaires mesurés). Dans les Pyrénées orientales (pour *saulcyi*) le seuil acceptable est  $\leq 32$  (et même  $\leq 31$  : une exception pour 40 individus mesurés, soit une erreur de 2,5 %<sup>7</sup>). Entre les seuils « 29,3 » et « 32 » il y aura évidemment incertitude, mais cela ne concerne que le taxon des Pyrénées orientales.

Le pourcentage de la *partie postérieure du tegmen* par rapport à sa *longueur totale* est très souvent  $\leq 45$  en dehors des Pyrénées orientales (quatre exceptions sur 140 exemplaires mesurés : erreur = 2,9 %). Dans les Pyrénées orientales il faut remonter le seuil à  $\leq 48$  pour un taux d'erreur de 8,3 % (quatre exceptions sur 48 exemplaires mesurés) et à  $\leq 49$  pour un taux d'erreur de  $\approx 2$  %.

Marginalement on note aussi que chez les ♂♂ macroptères les tegmina dépassent très souvent l'apex des fémurs postérieurs au repos (mais en France et dans les pré-Pyrénées ibériques il peut manquer jusqu'à 0,8, voire 1,1 mm), et qu'ils dépassent toujours l'apex abdominal, jusqu'à 3 mm (quelques rares exceptions : il peut manquer jusqu'à 0,5 mm). Chez les ♂♂ microptères les tegmina ne dépassent généralement pas les genoux postérieurs (par exception jusqu'à 0,3 mm), et souvent ils n'en atteignent pas la base, sauf dans les Pyrénées orientales ; ils dépassent l'abdomen (jusqu'à 3 mm) ou sont plus courts (jusqu'à 3,5 mm).

D'une manière pratique on pourra utiliser aussi le pourcentage de dépassement des fémurs postérieurs par

<sup>7</sup> Avec le seuil  $\leq 30$  le taux d'erreur serait exactement 10%.



les tegmina au repos, relativement à la longueur des fémurs postérieurs : il est généralement  $\geq -8\%$  chez les ♂♂ macroptères (2 exceptions sur 62 exemplaires mesurés : 3.2 %) et  $\leq -8\%$  chez les individus microptères (21 exceptions sur 202 exemplaires mesurés : 10.4 %). (Nota : les chiffres sont négatifs lorsque les tegmina au repos sont plus courts que les fémurs postérieurs).

Les exceptions concernent le taxon microptère des Pyrénées-Orientales (21% des exemplaires), le taxon des Alpes (12.5%), celui des Pyrénées centrales (11%) et celui des Cévennes (3%).

D'autres paramètres efficaces sont consignés dans la partie basse du **tableau 3**, en particulier la valeur absolue de la partie *postérieure* du tegmen (au-delà du champ M, repéré par la bifurcation de la nervure M) et celle de la partie *apicale* (au-delà du milieu du stigma).

Il faut insister à nouveau ici sur le fait que les formes macroptères et microptères ne se montrent pas en mélange dans les populations, aux quelques exceptions signalées, et qui concernent surtout le taxon des Pyrénées-Orientales (*sauleyi*) ; l'homogénéité de leur distribution géographique exclue donc l'interprétation selon laquelle il ne s'agirait que de simples variations morphologiques individuelles.

#### 1-2. Chez les femelles. (Tableau 4).

La morphologie alaire est moins significative chez les ♀♀ parce que le raccourcissement des tegmina y est bien plus variable en intensité dans une même population. Mais globalement on retrouve les deux mêmes grands ensembles morphologico-géographiques que chez les ♂♂.

D'une manière pratique on peut situer le seuil macroptérisme / microptérisme à la valeur 1,10 du rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur (avec des exceptions chez le taxon microptère des Pyrénées-Orientales et chez celui des Alpes : jusqu'à 1.20) ; également le pourcentage de la partie apicale du tegmen (au-delà du milieu du stigma) relativement à sa longueur totale :  $\geq 31.0$  contre  $\leq 31.2$  (par exception jusqu'à 34.6 chez le taxon microptère des Pyrénées-Orientales). Le pourcentage de dépassement des fémurs postérieurs par les tegmina au repos, relativement à la longueur des fémurs postérieurs est généralement  $\geq -10\%$  chez les ♀♀ macroptères (4 exceptions sur 71 exemplaires mesurés : 5.6 %) et  $\leq -10\%$  chez les individus microptères (11 exceptions sur 172 exemplaires mesurés : 6.4 %).

#### 2. RELATIVEMENT À D'AUTRES PARAMÈTRES MORPHOLOGIQUES.

Si l'on met de côté le taxon *algoaldensis*, d'autres paramètres morphologiques, qui, eux, sont indépendants du développement alaire, sont assez bien corrélés avec ces deux grands ensembles morphologiques :

\* La longueur minimale du vertex, relativement à la longueur de l'œil et à celle de l'antenne, est assez nettement différente : le vertex tend à être proportionnellement plus étroit chez l'ensemble macroptère.

\* D'autre part la coloration générale est bien plus fortement bariolée et contrastée chez la forme macroptère : en particulier la coloration de cette dernière est souvent verte avec des marques jaune vif ou brune avec des marques beige clair, et l'anneau clair pré-apical aux fémurs postérieurs contraste vivement avec les genoux postérieurs fortement obscurcis. Chez les formes microptères la coloration est généralement moins vive (plus vive néanmoins que chez les taxons du groupe *biguttulus*) et le plus souvent dominée par les tons bruns et gris, la couleur vert vif étant pratiquement absente (mais on peut rencontrer des quasi-exceptions chez la forme *sauleyi* des Pyrénées-Orientales). Les individus les plus ternes se rencontrent dans le secteur des Pyrénées centrales (de l'Ariège aux Hautes-Pyrénées : taxon nouveau, décrit plus loin).

\* Enfin, mieux que le « sillon inférieur » évoqué par CHOPARD (1952), l'apex de la face inféro-externe des fémurs postérieurs (considéré sur la moitié de la longueur ou sur un bon tiers) est à peu près toujours jaune chez les représentants de l'ensemble macroptère, et très souvent orangé, rouge orangé ou brun orangé chez l'ensemble microptère ; mais il arrive parfois que la coloration soit jaune également, notamment chez les exemplaires alpestres (*daimi*).

#### 3. LE CAS PARTICULIER DU TAXON DES CÉVENNES (*algoaldensis*).

Ce taxon des Cévennes est nettement microptère, et il possède en commun avec les autres taxons microptères une coloration générale relativement peu bariolée. Mais le vertex est proportionnellement aussi large qu'il l'est chez l'ensemble macroptère (relativement à la longueur de l'œil et à celle de l'antenne), et l'apex de la face inféro-externe des fémurs postérieurs est systématiquement jaune.

Nous verrons par la suite que ce taxon se singularise également sous d'autres aspects.

#### 4. DISCUSSION.

##### 4-1. Le statut taxonomique accordé dans la littérature aux deux grands ensembles.

Selon l'interprétation taxonomique la plus récente, et la plus répandue, les individus alticoles des Pyrénées franco-ibériques, des Alpes et des Cévennes sont des *formes* microptères de la forme de plaine, le raccourcissement des organes du vol étant provoqué par le gain en altitude. Cela serait conforté par la similitude des comportements acoustiques du taxon microptère des Alpes et du taxon macroptère d'Ibérie et de France, selon RAGGE & REYNOLDS (1998).

Le statut taxonomique précis de ces *formes* varie ensuite selon les auteurs : *sous-espèces* d'une espèce unique pour les uns (par exemple DEFAUT 2001, LLUCIÀ POMARES 2002, BELLMANN & LUQUET 2009), simples *variétés* pour les autres (par exemple RAGGE & REYNOLDS 1998, PRESA, GARCIA & CLEMENTE 2007).

Mais comme on va le voir maintenant, ce n'est certainement pas le gain en altitude qui est responsable de l'apparition de la forme microptère.



**Tableau 3. Paramètres significatifs chez les ♂♂ de *Chorthippus gr. binotatus* pour un intervalle de confiance théorique à 95%** (valeur moyenne  $\pm$  2 fois l'écart-type). La priorité des couleurs est donnée d'abord à *Chorthippus binotatus binotatus* d'Ibérie (**rose**), *Chorthippus sauleyi sauleyi* (**vert**), *Chorthippus sauleyi sauleyi* ssp. gr. *moralesi* / *dainei* (**orange**) ; puis aux autres couleurs : *Chorthippus binotatus binotatus* de France (**bleu foncé**), *Chorthippus sauleyi vicdessosi* (**mauve**) et *Chorthippus binotatus* (?) ssp. *algaoidensis* (**rouge**)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
nomenclature classique	<i>Ch. binotatus atlasi</i>	<i>Ch. binotatus binotatus</i>	<i>Ch. binotatus binotatus</i>	<i>Ch. binotatus binotatus</i>	<i>Ch. binotatus algaoidensis</i>	<i>Ch. binotatus sauleyi</i>	<i>Ch. binotatus moralesi</i>	<i>Ch. binotatus moralesi</i>	<i>Ch. binotatus dainei</i>
nouveaux noms	<i>Ch. binotatus ssp. atlasi</i>	<i>Ch. binotatus ssp. binotatus</i>	<i>Ch. binotatus ssp. binotatus</i>	<i>Ch. binotatus ssp. binotatus</i>	<i>Ch. sauleyi</i> (?) <i>Ch. sauleyi</i> <i>ssp. algaoidensis</i>	<i>Ch. sauleyi</i> <i>ssp. sauleyi</i>	<i>Ch. sauleyi</i> <i>ssp. vicdessosi</i>	<i>Ch. sauleyi</i> <i>ssp. moralesi</i>	<i>Ch. sauleyi</i> <i>ssp. dainei</i>
origine géographique des échantillons	Moyen-Atlas (altitude)	Ibérie (plaine et altitude)	France plannifère + pré-Pyrénées	Pyrénées Atlantiques (altitude)	Cévennes (altitude)	Pyrénées orientales (altitude)	Pyrénées centrales (France, altitude)	Pyrénées aragnoaises et Cerdagne	Alpes (altitude)
nombre maxi. d'exemplaires	03	38	17	07	34	53	35	42	33
Milieux de vie	?	Landes à Fabacées	Landes à Fabacées	Landes à Fabacées	(variable ?)	pelouses	pelouses	pelouses	pelouses
coloration tibias postérieurs	brun clair	rouge franc, rouge orangé ou orange	rouge franc ou rouge orangé (orange)	rouge franc ou rouge orangé	rouge orangé ou orange	orange (rouge orangé)	rouge orangé (orange, jaune orangé)	rouge orangé ou orange (rouge franc)	orange ou brun orangé (rouge orangé)
rapport Tête / miniVertex	3.93 [0.02] 3.90 - 3.96 (3)	3.45 [0.20] 3.06 - 3.84 (38)	3.40 [0.17] 3.06 - 3.73 (17)	3.38 [0.14] 3.11 - 3.66 (7)	3.34 [0.16] 3.03 - 3.66 (33)	3.26 [0.16] 2.94 - 3.58 (57)	3.12 [0.15] 2.82 - 3.41 (38)	3.21 [0.17] 2.87 - 3.55 (43)	3.13 [0.16] 2.80 - 3.46 (33)
% (Râpe / F) x 100	26.97 [0.52] 25.92 - 28.02 (3)	32.30 [2.31] 27.68 - 36.93 (27)	31.47 [2.79] 25.89 - 37.06 (13)	31.74 [1.33] 29.07 - 34.41 (7)	30.91 [2.23] 26.44 - 35.38 (31)	32.59 [2.69] 27.21 - 37.97 (37)	33.27 [2.55] 28.17 - 38.37 (14)	31.25 [2.50] 26.25 - 36.24 (36)	32.48 [2.78] 26.92 - 38.05 (25)
Râpe	2.68 [0.25] 2.19 - 3.17 (3)	3.43 [0.30] 2.82 - 4.04 (27)	3.41 [0.32] 2.77 - 4.05 (13)	3.31 [0.20] 2.91 - 3.71 (6)	3.22 [0.31] 2.60 - 3.85 (31)	3.43 [0.30] 2.83 - 4.02 (37)	3.30 [0.27] 2.76 - 3.85 (14)	3.15 [0.29] 2.56 - 3.74 (36)	3.04 [0.31] 2.42 - 3.67 (25)
rapport F / f	4.29 [0.19] 3.91 - 4.67 (3)	3.98 [0.21] 3.56 - 4.39 (38)	4.19 [0.23] 3.73 - 4.64 (17)	4.36 [0.15] 4.06 - 4.66 (7)	3.96 [0.17] 3.62 - 4.30 (34)	3.97 [0.19] 3.59 - 4.35 (57)	4.22 [0.18] 3.85 - 4.58 (36)	3.95 [0.21] 3.53 - 4.36 (43)	3.93 [0.20] 3.54 - 4.32 (33)
Antenne	8.26 [0.07] 8.13 - 8.39 (3)	9.37 [1.10] 7.18 - 11.57 (36)	9.74 [0.77] 8.21 - 11.28 (14)	9.38 [0.66] 8.06 - 10.71 (7)	9.93 [0.84] 8.28 - 11.57 (31)	9.37 [0.84] 7.70 - 11.05 (55)	8.26 [0.63] 6.99 - 9.52 (34)	8.92 [0.60] 7.71 - 10.12 (41)	7.94 [0.88] 6.17 - 9.71 (31)
rapport EBil / miniVertex	2.57 [0.04] 2.48 - 2.65 (3)	2.17 [0.15] 1.86 - 2.47 (38)	2.20 [0.13] 1.95 - 2.45 (17)	2.22 [0.11] 2.00 - 2.44 (7)	2.13 [0.11] 1.90 - 2.36 (34)	1.99 [0.10] 1.78 - 2.20 (57)	1.93 [0.12] 1.69 - 2.17 (38)	1.94 [0.12] 1.71 - 2.18 (43)	1.91 [0.13] 1.66 - 2.16 (33)
coloration 1/3 (ou 1/2) apical de la face inféro-ext. des femurs p.	jaune	jaune	jaune	jaune	jaune	orange, rouge orangé (parfois jaune)	orange, rouge orangé	orange, rouge orangé	surtout orange, aussi jaune ou brun jaune
rapport Antenne / miniVertex	11.62 [0.56] 10.51 - 12.74 (3)	10.71 [0.82] 9.07 - 12.34 (36)	11.04 [1.20] 8.65 - 13.44 (14)	11.20 [0.61] 9.98 - 12.41 (7)	11.03 [0.79] 9.44 - 12.58 (31)	9.92 [0.74] 8.43 - 11.40 (55)	9.29 [0.61] 8.08 - 10.50 (34)	9.94 [0.81] 8.31 - 11.56 (41)	8.99 [0.76] 7.47 - 10.51 (31)
Type de stridulation	.	intermédiaire entre modèles 1 et 2	modèle 1	.	modèle 2	.	modèle Ibis	.	modèle 1
rapport (long.Prozone - rétréc. prozona) x (long. Prozone / 2)	0.19 [0.08] 0.03 - 0.34 (3)	0.29 [0.10] 0.08 - 0.50 (36)	0.32 [0.08] 0.16 - 0.47 (16)	0.24 [0.05] 0.14 - 0.35 (7)	0.45 [0.10] 0.24 - 0.65 (33)	0.37 [0.09] 0.19 - 0.56 (54)	0.28 [0.07] 0.13 - 0.42 (36)	0.48 [0.09] 0.30 - 0.66 (42)	0.61 [0.09] 0.43 - 0.79 (33)
coloration générale	bariolée, très contrastée	bariolée, très contrastée	bariolée, très contrastée	bariolée, très contrastée	assez contrastée	assez contrastée	terne, peu contrastée	assez contrastée	assez contrastée
	<b>macroptère</b>								
% (long.E post. / E) x 100	49.08 [1.18] 46.72 - 51.44 (03)	50.68 [2.69] 45.29 - 56.07 (35)	49.36 [2.16] 45.03 - 53.69 (17)	47.39 [2.61] 42.16 - 52.61 (07)	40.98 [2.51] 35.96 - 46.00 (33)	44.93 [2.30] 40.32 - 49.54 (57)	41.79 [3.29] 35.20 - 48.37 (36)	37.24 [3.11] 31.02 - 43.45 (41)	39.84 [3.08] 33.68 - 46.00 (31)
% (Stigma / E) x 100	36.16 [0.39] 35.37 - 36.94 (02)	35.10 [1.89] 31.32 - 38.89 (31)	32.97 [1.84] 29.28 - 36.66 (17)	31.68 [1.17] 29.34 - 34.03 (07)	23.62 [2.19] 19.23 - 28.00 (32)	27.65 [2.13] 23.39 - 31.90 (55)	24.81 [2.18] 20.46 - 29.17 (35)	21.18 [1.95] 17.29 - 25.00 (37)	22.33 [2.93] 16.47 - 28.19 (31)
partie postérieure du tegmen	6.23 [0.31] 5.62 - 6.84 (03)	7.07 [0.84] 5.40 - 8.75 (35)	6.63 [0.53] 5.57 - 7.69 (17)	6.10 [0.37] 5.36 - 6.84 (07)	4.85 [0.44] 3.68 - 5.42 (33)	5.36 [0.56] 4.23 - 6.48 (57)	4.55 [0.55] 3.45 - 5.64 (36)	3.61 [0.46] 2.69 - 4.53 (41)	3.90 [0.60] 2.70 - 5.10 (31)
partie apicale du tegmen (Stigma)	4.70 [0.00] 4.70 - 4.70 (02)	4.87 [0.58] 3.71 - 6.04 (31)	4.43 [0.37] 3.64 - 5.22 (17)	4.09 [0.32] 3.45 - 4.72 (07)	2.64 [0.35] 1.95 - 3.34 (32)	3.29 [0.37] 2.52 - 4.05 (55)	2.69 [0.37] 1.96 - 3.43 (35)	2.07 [0.28] 1.52 - 2.63 (37)	2.20 [0.47] 1.27 - 3.13 (31)
rapport E / long.M	1.96 [0.05] 1.87 - 2.06 (03)	2.03 [0.12] 1.80 - 2.27 (35)	1.98 [0.08] 1.81 - 2.15 (17)	1.90 [0.10] 1.71 - 2.10 (07)	1.70 [0.07] 1.55 - 1.84 (33)	1.82 [0.08] 1.67 - 1.97 (57)	1.72 [0.10] 1.53 - 1.92 (36)	1.60 [0.08] 1.44 - 1.76 (41)	1.67 [0.08] 1.50 - 1.83 (31)
rapport E / long.Pronotum	3.90 [0.19] 3.52 - 4.29 (03)	3.69 [0.21] 3.27 - 4.11 (38)	3.63 [0.25] 3.14 - 4.12 (16)	3.72 [0.16] 3.41 - 4.03 (07)	3.11 [0.13] 2.84 - 3.38 (33)	3.23 [0.19] 2.86 - 3.60 (55)	3.19 [0.22] 2.75 - 3.63 (38)	2.76 [0.17] 2.42 - 3.09 (43)	3.04 [0.30] 2.44 - 3.64 (32)
% (Écart / F) x 100	4.99 [1.54] 1.92 - 8.06 (03)	6.48 [5.19] -3.91 - 16.86 (37)	-1.02 [5.95] -12.92 - 10.89 (17)	-0.17 [5.35] -10.86 - 10.53 (07)	-17.49 [4.78] -27.04 - -7.93 (34)	-13.18 [7.37] -27.92 - -2.23 (37)	-16.12 [6.94] -30.01 - -2.23 (37)	-26.67 [5.69] -38.04 - -15.30 (43)	-20.29 [11.36] -43.01 - -2.42 (32)
Écart	0.50 [0.17] 0.15 - 0.85 (3)	0.68 [0.57] -0.46 - 1.81 (38)	-0.12 [0.64] -1.39 - 1.15 (17)	-0.01 [0.57] -1.15 - 1.14 (7)	-1.82 [0.49] -2.80 - 0.84 (34)	-1.42 [0.80] -3.01 - 0.18 (56)	-1.63 [0.72] -3.06 - 0.19 (37)	-2.69 [0.62] -3.93 - 1.44 (43)	-1.93 [1.11] -4.15 - 0.29 (32)
rapport E / larg.E	.	4.86 [0.32] 4.22 - 5.50 (3)	4.33 [1] 4.33 (1)	4.64 [0.21] 4.23 - 5.06 (6)	4.29 [0.34] 3.61 - 4.97 (4)	4.40 [0.31] 3.93 - 4.87 (5)	4.13 [0.13] 3.87 - 4.38 (2)	3.82 [0.10] 3.62 - 4.02 (3)	4.10 [0.37] 3.36 - 4.84 (7)

Tableau significatifs chez les ♀♀ de *Chorthippus* groupe *binotatus*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
nomenclature classique	<i>Ch. binotatus atlasi</i>	<i>Ch. binotatus binotatus</i>	<i>Ch. binotatus binotatus</i>	<i>Ch. binotatus binotatus</i>	<i>Ch. binotatus algoaldensis</i>	<i>Ch. binotatus saulcyi</i>	<i>Ch. binotatus moralesi</i>	<i>Ch. binotatus moralesi</i>	<i>Ch. binotatus dainiei</i>
nouveaux noms	<i>Ch. binotatus ssp. atlasi</i>	<i>Ch. binotatus ssp. binotatus</i>	<i>Ch. binotatus ssp. binotatus</i>	<i>Ch. binotatus ssp. binotatus</i>	<i>Ch. saulcyi</i> (?) <i>Ch. saulcyi</i> (?) <i>Ch. saulcyi</i> ssp. <i>algaaldensis</i>	<i>Ch. saulcyi</i> <i>Ch. saulcyi</i> <i>Ch. saulcyi</i> ssp. <i>vicidensis</i>	<i>Ch. saulcyi</i> <i>Ch. saulcyi</i> ssp. <i>moralesi</i>	<i>Ch. saulcyi</i> <i>Ch. saulcyi</i> ssp. <i>moralesi</i>	<i>Ch. saulcyi</i> <i>Ch. saulcyi</i> ssp. <i>dainiei</i>
origine géographique des échantillons	Moyen-Atlas (altitude)	Ibérie (plaine et altitude)	France plannitiaire + pré-Pyrénées	Pyrénées Atlantiques (altitude)	Cévennes (altitude)	Pyrénées orientales (altitude)	Pyrénées orientales (France, altitude)	Pyrénées orientales et Cerdagne	Alpes (altitude)
nombre maxi. d'exemplaires	02	44	22	07	33	41	30	40	30
Milieux de vie	?	Landes à Fabacées	Landes à Fabacées	Landes à Fabacées	(variable ?)	pelouses	pelouses	pelouses	pelouses
coloration tibias postérieurs	brunâtre ou rougeâtre	rouge franc (rouge orangé, brun rouge)	rouge franc	rouge franc ou rouge orangé	orangé (rouge orangé, rouge franc)	rouge orangé (rouge franc)	orangé (rouge orangé)	orangé ou rouge orangé	orangé (rouge orangé)
Antenne	7.95 [1.20] 5.55 - 10.34 (2)	8.82 [1.02] 6.78 - 10.87 (42)	8.91 [0.66] 7.60 - 10.22 (21)	8.52 [0.88] 6.76 - 10.28 (7)	8.93 [0.70] 7.52 - 10.34 (33)	8.43 [0.90] 6.64 - 10.23 (34)	7.54 [0.77] 5.90 - 9.09 (26)	8.17 [0.58] 7.02 - 9.33 (39)	6.89 [0.81] 5.26 - 8.51 (29)
rapport Tête / miniVertex	3.39 [0.18] 3.03 - 3.75 (2)	3.00 [0.13] 2.73 - 3.27 (44)	2.98 [0.11] 2.76 - 3.21 (22)	3.00 [0.15] 2.70 - 3.31 (7)	2.98 [0.11] 2.75 - 3.21 (33)	2.93 [0.14] 2.64 - 3.22 (41)	2.74 [0.14] 2.45 - 3.02 (30)	2.82 [0.16] 2.50 - 3.14 (40)	2.76 [0.12] 2.53 - 3.00 (30)
rapport EHL / miniVertex	2.06 [0.17] 1.72 - 2.40 (2)	1.72 [0.10] 1.52 - 1.91 (44)	1.74 [0.08] 1.59 - 1.90 (22)	1.79 [0.11] 1.58 - 2.00 (7)	1.76 [0.09] 1.58 - 1.94 (33)	1.66 [0.12] 1.43 - 1.90 (41)	1.55 [0.11] 1.34 - 1.77 (30)	1.58 [0.12] 1.35 - 1.82 (40)	1.55 [0.09] 1.38 - 1.73 (30)
rapport Antenne / miniVertex	7.90 [0.25] 7.41 - 8.39 (2)	7.01 [0.75] 5.51 - 8.51 (42)	7.05 [0.41] 6.24 - 7.87 (21)	7.12 [0.61] 5.89 - 8.35 (7)	7.20 [0.52] 6.16 - 8.25 (33)	6.71 [0.64] 5.43 - 7.99 (34)	5.96 [0.52] 4.93 - 7.00 (26)	6.43 [0.52] 5.38 - 7.47 (39)	5.77 [0.43] 4.91 - 6.64 (29)
coloration 1/3 (ou 1/2) apical de la face inféro-ext. des fémurs p. x (2 / long.Prz)	jaune	jaune (brun, brunâtre)	jaune (brun, brunâtre)	jaune	jaune	brunâtre, orangé (jaune, brun jaune)	orangé (brunâtre, jaune)	orangé (jaune, brun jaune)	jaune, brunâtre (brun, brun orangé)
rapport (larg.Prz - rétréc.prz) x (2 / long.Prz)	0.33 [0.02] 0.30 - 0.37 (2)	0.38 [0.14] 0.11 - 0.66 (44)	0.45 [0.11] 0.23 - 0.67 (21)	0.40 [0.04] 0.31 - 0.48 (6)	0.44 [0.12] 0.20 - 0.67 (33)	0.56 [0.12] 0.32 - 0.79 (41)	0.48 [0.11] 0.26 - 0.70 (30)	0.56 [0.11] 0.35 - 0.78 (39)	0.57 [0.14] 0.29 - 0.84 (30)
long. F	12.85 [0.92] 11.01 - 14.69 (2)	13.62 [1.23] 11.16 - 16.09 (44)	13.86 [0.97] 11.91 - 15.81 (22)	14.04 [0.69] 12.65 - 15.43 (7)	12.97 [0.68] 11.62 - 14.33 (33)	12.98 [0.82] 11.35 - 14.62 (41)	12.92 [1.08] 10.77 - 15.07 (30)	12.35 [1.18] 9.99 - 14.71 (40)	11.27 [0.90] 9.46 - 13.08 (30)
coloration générale	bariolée, très contrastée	bariolée, très contrastée	bariolée, très contrastée	bariolée, très contrastée	assez contrastée	assez contrastée	terme, peu contrastée	assez contrastée	assez contrastée
	macroptère	macroptère	macroptère	macroptère	microptère	microptère	microptère	microptère	microptère
rapport E / larg.E	5.37 [0.00] 5.37 - 5.37 (2)	.	5.58 [0.30] 4.97 - 6.19 (2)	5.13 [0.29] 4.55 - 5.72 (5)	.	4.81 [0.42] 3.96 - 5.66 (3)	4.49 [0.28] 3.94 - 5.05 (6)	4.09 [0.45] 3.78 - 4.39 (3)	.
rapport E / long.M	2.08 [0.20] 1.69 - 2.47 (2)	2.11 [0.15] 1.81 - 2.41 (43)	2.03 [0.09] 1.85 - 2.21 (21)	2.03 [0.08] 1.87 - 2.18 (7)	1.75 [0.08] 1.58 - 1.91 (33)	1.88 [0.11] 1.66 - 2.11 (40)	1.76 [0.08] 1.60 - 1.92 (30)	1.68 [0.14] 1.40 - 1.95 (39)	1.69 [0.07] 1.54 - 1.83 (30)
rapport E / F	1.22 [0.04] 1.14 - 1.31 (2)	1.26 [0.06] 1.14 - 1.38 (43)	1.19 [0.06] 1.07 - 1.36 (21)	1.17 [0.05] 1.07 - 1.27 (7)	1.00 [0.05] 0.91 - 1.10 (33)	1.08 [0.07] 0.95 - 1.22 (41)	1.02 [0.05] 0.92 - 1.13 (30)	0.93 [0.09] 0.75 - 1.11 (40)	0.98 [0.10] 0.79 - 1.18 (30)
partie postérieure du tegmen (long. Epost.)	8.10 [0.42] 7.25 - 8.95 (2)	8.94 [1.09] 6.76 - 11.11 (42)	8.30 [0.61] 7.08 - 9.52 (21)	8.31 [0.72] 6.87 - 9.76 (7)	5.53 [0.55] 4.44 - 6.63 (33)	6.58 [0.89] 4.80 - 8.36 (40)	5.69 [0.59] 4.51 - 6.88 (30)	4.53 [0.57] 3.40 - 5.66 (39)	4.48 [0.50] 3.49 - 5.47 (30)
partie apicale du tegmen (Stigma)	6.40 [0.00] 6.40 - 6.40 (2)	6.52 [1.00] 4.52 - 8.52 (34)	5.74 [0.51] 4.72 - 6.75 (20)	5.63 [0.52] 4.58 - 6.67 (7)	3.50 [0.33] 2.84 - 4.16 (32)	4.26 [0.57] 3.13 - 5.40 (41)	3.61 [0.39] 2.83 - 4.40 (29)	2.76 [0.36] 2.04 - 3.49 (39)	2.68 [0.40] 1.88 - 3.48 (29)
E	15.70 [0.57] 14.57 - 16.83 (2)	17.11 [1.62] 13.87 - 20.35 (43)	16.38 [1.09] 14.19 - 18.56 (21)	16.41 [0.99] 14.43 - 18.40 (7)	13.00 [0.84] 11.31 - 14.69 (33)	14.05 [1.22] 11.61 - 16.50 (41)	13.20 [0.82] 11.55 - 14.85 (30)	11.37 [0.67] 10.02 - 12.71 (40)	11.03 [0.86] 9.32 - 12.74 (30)
% (long. Epost. / E) x 100	51.6 [4.56] 42.55 - 60.80 (2)	52.46 [3.15] 46.16 - 58.76 (42)	50.70 [2.18] 46.33 - 55.07 (21)	50.60 [1.83] 46.95 - 54.26 (7)	42.56 [3.00] 36.55 - 48.56 (33)	46.74 [3.17] 40.41 - 53.07 (40)	43.06 [2.54] 37.97 - 48.15 (30)	39.94 [4.66] 30.62 - 49.27 (39)	40.56 [2.51] 35.53 - 45.59 (30)
% (Écart / F) x 100	2.01 [1.79] -1.58 - 5.60 (2)	3.65 [6.70] -9.75 - 5.65 (43)	-2.74 [6.29] -15.32 - 9.84 (21)	-5.85 [6.53] -18.92 - 7.22 (7)	-23.68 [4.28] -32.25 - 15.12 (33)	-15.02 [7.23] -29.49 - 0.56 (41)	-21.56 [5.29] -32.14 - 10.98 (29)	-31.18 [8.21] -47.59 - 14.76 (39)	-29.28 [9.74] -48.76 - 9.80 (30)
Écart	0.25 [0.21] -0.17 - 0.67 (2)	0.51 [0.93] -1.36 - 2.37 (43)	-0.40 [0.87] -2.15 - 1.34 (21)	-0.82 [0.90] -2.63 - 0.97 (7)	-3.07 [0.58] -4.23 - 1.91 (33)	-1.95 [0.96] -3.87 - 0.03 (41)	-2.82 [0.85] -4.51 - 1.13 (29)	-3.94 [1.21] -6.35 - 1.52 (39)	-3.33 [1.17] -5.68 - 0.98 (30)
corps_E	22.70 [1.41] 19.87 - 25.53 (2)	24.79 [2.25] 20.29 - 29.28 (43)	24.13 [1.48] 21.17 - 27.08 (21)	24.27 [1.29] 21.69 - 26.86 (7)	20.42 [1.12] 18.18 - 22.67 (33)	21.36 [1.68] 18.00 - 24.72 (41)	20.36 [1.28] 17.79 - 22.93 (30)	18.46 [0.93] 16.60 - 20.31 (40)	17.47 [1.36] 14.75 - 20.18 (30)
% (Stigma / E) x 100	40.79 [1.47] 37.88 - 43.73 (2)	37.43 [3.19] 31.04 - 43.82 (34)	35.06 [1.78] 31.51 - 38.61 (20)	34.24 [1.32] 31.60 - 36.89 (7)	26.86 [1.62] 23.61 - 30.10 (32)	30.28 [2.17] 25.94 - 34.62 (41)	27.25 [1.96] 23.33 - 31.17 (29)	24.32 [3.26] 17.81 - 30.83 (39)	24.21 [2.56] 19.10 - 29.32 (29)
rapport E / long. Pronotum	3.86 [0.19] 3.48 - 4.24 (2)	3.47 [0.19] 3.10 - 3.85 (43)	3.43 [0.19] 3.04 - 3.82 (20)	3.46 [0.14] 3.19 - 3.74 (6)	2.88 [0.14] 2.59 - 3.16 (33)	3.06 [0.22] 2.61 - 3.51 (41)	2.95 [0.24] 2.47 - 3.43 (30)	2.61 [0.28] 2.04 - 3.17 (40)	2.75 [0.19] 2.38 - 3.13 (30)

### 4-3. Les régimes alimentaires.

Il est d'observation courante que les individus de la forme macroptère de plaine, en France, sont souvent perchés sur des arbustes de la famille des Fabacées, appartenant surtout aux genres *Ulex*, *Genista* et *Cytisus*. Pour ma part j'ai observé régulièrement la forme macroptère sur *Ulex europaeus* en Bretagne et dans le Lot, sur *Cytisus scoparius* en Saintonge littorale, sur *Genista scorpius* en Haute-Ariège et dans le Maestrazgo ibérique.

A l'inverse j'ai rencontré les taxons microptères sur des supports végétaux extrêmement variés, et qui sont très souvent graminéens : dans les Pyrénées-Orientales (*saulcyi*), dans les Pyrénées ariégeoises (la forme antérieurement identifiée comme « *moralesi* », désormais *vicdessossi*), dans les Pyrénées centrales ibériques (le vrai *moralesi*) et dans les Alpes (*daimeï*).

Ces observations, que chacun peut facilement refaire, s'expliquent par une différence dans le régime alimentaire, comme l'ont montré plusieurs études<sup>1</sup> : au moins à certaines époques la forme macroptère des plaines françaises se nourrit quasi-exclusivement de jeunes pousses, de tiges et de fleurs de *Fabacées* arbustives : *Ulex parviflorus* et *Genista scorpius* en Provence (MOSSOT & PETIT 2000), *Ulex minor* dans le Limousin (BONNET 1996, PICAUD & alii 1999, MOSSOT & PETIT 2000, PICAUD & alii 2002) et en Bretagne (PICAUD & alii 2002), et *Ulex europaeus* en Saintonge littorale (PICAUD & alii 2002)<sup>2</sup> ; au contraire la forme des Pyrénées ariégeoises (désormais nommée *vicdessossi*) se nourrit spontanément, en conditions expérimentales, davantage de Graminées (surtout *Festuca* et *Agrostis*) que de Fabacées (*Cytisus scoparius*) : 67% contre 33% ; et les auteurs qui ont fait cette étude ont trouvé aussi une différence nette dans le nombre de récepteurs buccaux : il y a davantage de sensilles A1 et A2 sur le labre de *Chorthippus b. binotatus* que sur celui de *Chorthippus* « *b. moralesi* » (PICAUD & alii 1999).

Cette originalité du régime alimentaire des formes microptères est compatible à coup sûr avec un statut d'espèce indépendante, à la rigueur avec un statut de sous-espèce (?), mais certainement pas avec un statut de simple variété.

Remarque. Il y a incertitude quant au régime alimentaire du taxon des Cévennes, *algoaldensis*, ou tout au moins quant à son type de milieu de prédilection : je ne connais pas ce taxon *in natura*, et les observations qui m'ont été rapportées sont partiellement contradictoires (tableau 2). Il faudrait approfondir.

### 5. CONCLUSION.

Tout ce qui précède conduit à admettre que la forme macroptère et la forme microptère correspondent à au moins deux espèces distinctes. Le vocable *Chorthippus binotatus* (Charpentier 1825) s'applique sans conteste à la forme macroptère, et le vocable

*Chorthippus saulcyi* s'impose pour désigner le taxon microptère, comme étant le plus ancien nom disponible (*disponible* au sens du CINZ, 1999), parmi ceux qui ont été attribués aux « formes » microptères de *Chorthippus* groupe *binotatus* : *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888) statut nouveau.

La localité type de *Chorthippus saulcyi* est « Vernet-les-Bains (Pyrénées orientales), Pla-Guilhem, vers 2300 m ». Pour les difficultés d'interprétation de cet énoncé de la localité type, je renvoie à une note antérieure (DEFAULT, 2003). Il n'en reste pas moins que la localité type de *Chorthippus saulcyi* est située assurément dans la partie occidentale du Massif du Canigou.

Le statut d'*algoaldensis* reste incertain à ce stade.

## LES ENTITÉS TAXONOMIQUES CONSTITUTIVES DE L'ENSEMBLE MACROPTÈRE (*C. binotatus*)

### 1. LES TAXONS PRÉSENTS EN PLAINE ET À ALTITUDE MODÉRÉE EN IBÉRIE ET EN FRANCE.

Les individus examinés sont manifestement très affines (tableaux 3 et 4). Peut-être tendent-ils à être plus grands en « Ibérie occidentale » (non individualisée sur les tableaux : il s'agit du Portugal et des provinces espagnoles contigües d'Orense, Zamora et Salamanca, ainsi que des provinces nord-occidentales de Palencia, Santander et Logroño et de la province centrale de Madrid), relativement à l'« Ibérie orientale » (provinces de Malaga, Granada, Valencia et Teruel) ; les différences porteraient sur les éléments suivants : tête, pronotum, tegmina, fémurs postérieurs, corps mesuré à l'apex des organes du vol et à l'apex des fémurs postérieurs. Il semble aussi que le rapport longueur du pronotum / largeur de la tête y soit plus élevé et que les carènes latérales du pronotum y soient davantage divergentes vers l'arrière de la prozone. Mais d'une part je ne disposais pas d'exemplaires en nombre suffisant, d'autre part la répartition du taxon paraît continue sur l'ensemble de la Péninsule, ce qui fait que la séparation de sous-espèces « ouest- » et « est-ibériques » ne va pas de soi. Je laisse à mes collègues espagnols le soin d'approfondir cela s'ils estiment que cela en vaut la peine.

Dans les plaines françaises, auxquelles il semble justifié d'adjoindre les « pré-Pyrénées ibériques » (au moins pour le Haut Urgel), les individus sont très affines des exemplaires ibériques, particulièrement du lot oriental, et sur à peu près tous les paramètres examinés. Cependant ils s'en écartent par un caractère assez net, qui pourrait justifier la différenciation d'une sous-espèce s'il venait à être confirmé : les tegmina ne dépassent pas beaucoup les fémurs postérieurs et il peut même manquer jusqu'à 1 mm (y compris dans le Haut Urgel, semble-t-il).

La population modérément alticole des Pyrénées-Atlantiques (*Col d'Erroyendi*, 1 330 m) ne semble différer en rien d'important des populations françaises de plaine (tableaux 3 et 4) ; toutefois, chez les ♂♂ le champ tegminal Sc semble plus large (0.31 à 0.37 mm, contre 0.20 à 0.33 mm). Mais cela devra être vérifié.

<sup>1</sup> Je n'ai pas de renseignement sur le milieu de vie et sur le régime alimentaire du taxon marocain.

<sup>2</sup> Les individus ibériques macroptères ont le même régime alimentaire qu'en France, selon les auteurs espagnols : GANGWERE & MORALES 1973, GARCIA & PRESA 1985, PARDO & GOMEZ 1995, LUCIÀ POMARES 2002.

N'étant pas en mesure de pousser plus loin, j'admettraï ici que la sous-espèce nominative *Chorthippus binotatus ssp. binotatus* (Charpentier) est présente partout en Ibérie jusqu'à au moins une altitude de 2 200 m en Sierra Nevada et 2 000 m en Sierra de la Demanda ; et qu'elle s'étend dans les plaines françaises jusqu'en Bretagne vers le Nord, jusqu'en Provence vers l'Est, jusqu'aux pré-Pyrénées ibériques vers le sud. Par exception (?) elle monte jusque dans l'étage montagnard des montagnes françaises, comme par exemple à 1 330 m dans les Pyrénées-Atlantiques. C'est peut-être encore elle qui a été photographiée par C. Roesti vers 1 900 m, au *Col de Tende* (Alpes-Maritimes), comme déjà dit.

## 2. LE TAXON DES HAUTES ALTITUDES DE LA SIERRA NEVADA.

On l'a vu, les individus ibériques *modérément* alticoles de *Chorthippus binotatus* semblent ne se distinguer en rien d'important des individus planitiaires. Mais surtout, comme déjà dit, il est remarquable qu'à très haute altitude en Sierra Nevada (2 500 à 2 700 m), on rencontre encore des *C. binotatus* typiques, puisque dans la même tranche bioclimatique des montagnes françaises on rencontre au contraire des formes à organes du vol abrégés.

Tout de même je remarque que deux des trois exemplaires ♂♂ récoltés par D. Morin en Sierra Nevada à ces très hautes altitudes ont les fémurs postérieurs proportionnellement plus larges que les trente cinq autres individus ibériques de *C. binotatus* (rapport  $F/f = 3.43$  et  $3.59$ , contre  $3.72$  à  $4.42$ ) ; cela indique peut-être une tendance à une différenciation sous-spécifique. Et cela d'autant plus que RAGGE & REYNOLDS (1998 : 435) ont noté de leur côté que sur les plus hauts sommets de Sierra Nevada (je traduis) « *les tibias postérieurs et les tarsi, bien que quelquefois rouges, sont plus souvent de couleur jaunâtre* ».

On pourrait donc voir là une sous-espèce particulière ; mais si la distribution n'est pas allopatrique, il s'agira d'une simple forme alticole.

A ce propos j'ai relevé dans la littérature une indication qui n'est peut-être pas sans rapport : sur le versant sud de la Sierra Nevada, dans une végétation d'arbrisseaux épineux nain sur sol siliceux, entre 1 800 et 2 700 m, vit une population légèrement différente aux plans morphologique et cytogénétique (et écologique), de celle qui vit sur le versant nord, dans des formations xérophiles à « ajoncs » (*gorsey*) sur sol argileux, entre 1 500 et 2 200 m et qui, elle, correspond à la ssp. nominative (PASCUAL & alii, 1987).

## 3. LE TAXON DU MOYEN-ATLAS MAROCAIN.

Sur une récolte de 3 ♂♂ et 2 ♀♀ faite dans le Tazekka (Moyen-Atlas septentrional, Maroc), à 1 500 m, dans les années 1980, j'avais décrit une sous-espèce particulière, *C. binotatus atlas* Defaut 1987, se distinguant de la ssp. nominative « *par les fovéoles temporales plus courtes, élargies vers l'arrière, très superficielles, et par les tibias postérieurs d'un brun terne, à*

*anneau basal blanchâtre (au lieu de tibias p. rouge vif, à anneau basal jaune)* ».

Sur les **tableaux 3 et 4** l'ensemble des paramètres examinés traduisent une proximité morphologique bien plus grande de ce taxon macroptère avec les *Chorthippus binotatus* d'Espagne et de France planitiaire qu'avec les échantillons microptères des montagnes françaises. Mais on observe aussi que la râpe stridulatoire est assez nettement plus courte (en valeur absolue et relativement à la longueur du fémur postérieur) que chez les autres *Chorthippus* gr. *binotatus* macroptères, et surtout que le vertex est plus étroit (en valeur absolue et relativement à la longueur de l'œil) que chez tous les autres *Chorthippus* gr. *binotatus* d'Europe.

On pourrait alors envisager pour ce taxon marocain un statut d'espèce à part entière. Mais il faudrait au minimum contrôler les caractéristiques biométriques sur un nombre d'échantillons plus conséquent.

En attendant je confirme son statut sous-spécifique initial : *Chorthippus binotatus ssp. atlas* Defaut 1987.

## LES ENTITÉS TAXONOMIQUES CONSTITUTIVES DE L'ENSEMBLE MICROPTÈRE (*C. saulcyi*<sup>3</sup>)

Au sein de l'ensemble microptère, abondamment représenté sur les montagnes françaises, des différences apparaissent qui portent surtout sur l'intensité du microptérisme, parfois aussi sur des paramètres indépendants. Je vais examiner maintenant la portée taxonomique de ces variations.

### 1. LES ENTITÉS TAXONOMIQUES PYRÉNÉENNES.

Sur le versant ibérique des Pyrénées centrales (en Aragon), et s'étendant vers l'est jusqu'en Cerdagne française, le taxon représentant *Ch. gr. saulcyi* a les tegmina franchement abrégés (*moralesi*) : chez le ♂ le rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur (paramètre non repris sur le **tableau 3**) est inférieur ou égal à 1.10 et le rapport longueur du tegmen / longueur du champ M est inférieur ou égal à 1.75.

Sur le versant français des Pyrénées, c'est un taxon à organes du vol *modérément* abrégés qui occupe la plus grande partie du département des Pyrénées-Orientales, à l'est jusqu'au *Col de Puymorens* (il est présent aussi sur le versant ibérique, à l'est de la Cerdagne) : chez le ♂ le rapport E/F est supérieur ou égal à 1.00 et le rapport longueur du tegmen / longueur du champ M est supérieur ou égal à 1.65.

Plus à l'Ouest, dans les Pyrénées de l'Ariège<sup>4</sup>, de la Haute-Garonne, et des Hautes-Pyrénées<sup>5</sup>, c'est un taxon proche du précédent du fait de ses tegmina assez modérément abrégés : chez le ♂ le rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur est  $\geq 0.95$  (le rapport longueur du tegmen / longueur du champ M est

<sup>3</sup> Le rattachement du taxon cévenol à cette espèce plutôt qu'à *C. binotatus* n'est cependant pas démontré, comme déjà dit.

<sup>4</sup> Dès la limite avec le département de l'Aude (*Col des Trabesses*).

<sup>5</sup> A l'ouest, au moins jusqu'en Vallée d'Aure.

très variable, pouvant s'abaisser à 1.55); mais il est globalement plutôt plus petit, et les tegmina n'atteignent pas la base des genoux postérieurs (ou tout juste); pour cette raison je l'avais rapporté à *Chorthippus moralesi* Uvarov 1954 dans mes études antérieures. Par ailleurs la coloration du corps est étonnamment terne s'agissant d'un taxon du groupe *binotatus*, bien plus terne en tous cas que les individus des Pyrénées-Orientales; plus terne aussi que le taxon ibérique *moralesi*.

Les différences entre la forme des Pyrénées centrales françaises et la forme *moralesi* de la région type (Pyrénées aragonaises) sont assez nombreuses (voir les **tableaux 3 et 4**). En particulier les organes du vol sont plutôt moins fortement abrégés, les antennes sont plutôt plus courtes, la coloration générale est sensiblement plus terne. Enfin les carènes prozonales sont moins fortement divergentes vers l'avant relativement aux autres représentants de *C. saulcyi* et relativement à *algoaldensis*. Ce dernier trait rapproche la forme des Pyrénées centrales françaises de *Chorthippus binotatus*, et cela étonne.

**Discussion.** Une solution consisterait à renoncer aux sous-espèces pyrénéennes pour ne considérer qu'un seul taxon (*C. saulcyi*), avec des variations morphologiques purement individuelles, dépourvues de signification taxonomique; mais cela n'est pas satisfaisant car la répartition géographique des trois formes n'est pas aléatoire et, d'autre part, la forme des Pyrénées centrales aragonaises et la forme du Canigou sont, à coup sûr, suffisamment distinctes morphologiquement pour mériter chacune un nom particulier (voir aussi les **figures 3, 4 et surtout 6**); enfin leur répartition quasi-parapatricque est une difficulté supplémentaire.

Une autre solution consisterait à faire de *saulcyi* et de *moralesi* deux espèces valides; mais la biométrie ne permet pas à elle seule de justifier cette option (il faudrait mettre en évidence d'autres caractères séparatifs absolus, qui soient indépendants du raccourcissement des tegmina).

La solution d'attente consistera à conserver les dénominations sous-spécifiques antérieures en les transférant simplement à l'espèce *saulcyi*.

## 2. LA FORME DES ALPES.

Dans le cadre de cette étude biométrique la forme des Alpes n'est pas facilement séparable du taxon *moralesi*: l'anneau clair à l'apex des fémurs postérieurs est généralement bien marqué chez *moralesi*, atténué chez *daimi*, et dans les Alpes l'apex de la face inféro-externe des fémurs postérieurs est plus souvent jaune, les antennes sont plutôt plus courtes et les carènes prozonales sont souvent davantage divergentes vers l'avant.

Cette forte parenté pourrait d'ailleurs être un indice supplémentaire pour élever le taxon des Pyrénées centrales aragonaises au rang d'espèce valide, dont le taxon des Alpes serait alors une sous-espèce. Mais cela est assurément prématuré.

## 3. LE TAXON CÉVENOL.

Sur les **tableaux 3 et 4** ce taxon apparaît en position ambiguë: certains caractères le rapprochent de *C. binotatus*, comme la coloration du tiers apical de la face inféro-externe des fémurs postérieurs et l'étranglement du vertex, d'autres de *C. saulcyi*, comme le microptérisme, la coloration générale, la divergence des carènes prozonales et, chez les ♀♀, la dimension absolue des fémurs postérieurs.

Nous allons voir que cette singularité est confirmée par les analyses multivariées; nous verrons ensuite que, de manière complètement inattendue, elle l'est aussi par certaines caractéristiques des émissions acoustiques.

## L'APPORT DES ANALYSES EN COMPOSANTES PRINCIPALES

### 1. MÂLES.

Une première ACP a été pratiquée avec les paramètres (ou *variables*) de la partie haute du **tableau 3** (12 paramètres seulement car j'ai ignoré le paramètre « type de stridulation », très insuffisamment renseigné), une deuxième ACP avec tous les paramètres de ce tableau (21 variables). Par précaution, j'ai pratiqué une troisième ACP en ajoutant un grand nombre d'autres paramètres relevés sur mes fichiers Excel, choisis surtout parmi ceux exprimant des rapports de valeurs (au total 73 paramètres).

Sur les cartes représentant la répartition des points sur les plans factoriels principaux, les contours des nuages de points des taxons parapatricques dans les Pyrénées apparaissent en trait plus épais: *binotatus* au sens strict (couleur magenta), *saulcyi* au sens strict (vert), *vicdessossi* (violet) et *moralesi* (jaune orangé). Pour le taxon alpestre *daimi* j'ai utilisé la même couleur que pour *moralesi*, qui lui ressemble beaucoup, mais avec un trait moins épais. Et pour le taxon cévenol *algoaldensis*, dont on verra qu'il est décidément bien à part, j'ai utilisé un tireté rouge. Les figurés correspondant aux individus sont de la couleur des taxons concernés.

Les numéros des exemplaires (de 1 à 270) n'apparaissent pas sur les cartes, pour des raisons de lisibilité. Mais un exemplaire provenant de La Tour de Batère (Corsavy, Pyrénées-Orientales), à 1 450 m, qui était litigieux au vu de ses mensurations<sup>6</sup>, est noté « a » sur les cartes des ACP. Il est à souligner que les cinq autres ♂♂ récoltés le même jour au même endroit sont des *saulcyi* « normaux ».

Cet exemplaire atypique n'a évidemment pas été pris en compte dans les statistiques du **tableau 3**.

### 1-1. ACP RÉALISÉE AVEC 12 PARAMÈTRES.

Comme déjà dit les 12 paramètres utilisés pour cette ACP sont ceux de la partie haute du **tableau 3**. Puisque ces paramètres sont indépendants du raccourcissement des

<sup>6</sup> Les valeurs suivantes désignent *moralesi* plutôt que *saulcyi* s.s.: **long E post.** = 4.10, (**long E post./E**)x100 = 39.7, (**larg. Prozone - rétréc. prozonal**) x (**long. Prozone / 2**) = 0.62.

tegmina, leur signification taxonomique concernera probablement le rang spécifique (alors que, au contraire, on peut soupçonner ceux liés au raccourcissement des organes du vol de n'être significatifs qu'à un rang sous-spécifique).

Les 3 premiers axes totalisent 61.29 % de la variance totale (axe I : 34.11 %, axe II : 16.06 %, axe III : 11.12 %).

Contributions des principaux paramètres à la variance exprimée par chacun des 3 premiers axes :

**Axe I** : milieu de vie (14 % de la variance exprimée par cet axe I), rapport longueur de l'œil / largeur minimale de vertex (14 %), rapport longueur de l'antenne / largeur minimale de vertex (13 %), rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex (13 %), coloration générale du corps (13 %), couleur de la moitié apicale de la face inféro-externe des fémurs postérieurs (11 %). Aucun des autres paramètres ne contribue pour plus de 08% (minimum : 00.6 %).

**Axe II** : longueur de la râpe stridulatoire (27 %), pourcentage de la longueur de la râpe stridulatoire par rapport à la longueur du fémur postérieur (24 %), couleurs des tibias postérieurs (11 %), longueur de l'antenne (10 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 08% (minimum : 00,4 %).

**Axe III** : rapport longueur / largeur maximum du fémur postérieur (24 %), divergence des carènes prozonales vers l'avant (19 %), longueur de l'antenne (18 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 08% (minimum : 00.1 %).

#### 1-1-1. Carte du plan factoriel I-II. (Figure 1).

Les deux axes représentent 50,17 % de la variance totale.

##### Observations fondamentales.

A l'examen de la **figure 1** trois observations majeures s'imposent :

a. Tout d'abord les trois points du taxon marocain *atlas* forment un nuage nettement détaché des autres nuages de points.

D'après l'orientation des variables sur le *diagramme de double projection* (ou « biplot », non reproduit ici) c'est principalement la longueur (absolue et relative) de la râpe stridulatoire qui éloigne *atlas* de *binotatus* s. s. ; secondairement c'est la couleur des tibias postérieurs, la longueur des antennes, le rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex et le rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex (ces éléments étaient déjà significatifs sur le **tableau 3**).

Cela confirme l'autonomie d'*atlas* à un rang sous-spécifique, pour le moins ; cela inciterait même à lui reconnaître un statut d'espèce à part entière.

b. Ensuite on remarque que le nuage de *binotatus* sensu stricto d'une part, et le nuage de *saulyci* sensu lato (c'est l'ensemble incluant les nuages *saulyci* sensu stricto, *moralesi*, *vicdessossi* et *daimei*, et excluant le taxon *algoaldensis*) d'autre part, ne se chevauchent pas. Ils sont néanmoins contigus sur une zone étroite de la carte, du fait de la position anormalement excentrée d'un point de *saulyci* s. s.

Il s'agit d'un individu qui se rapproche de *C. binotatus* par la valeur élevée des rapports longueur de l'œil / largeur minimale du vertex (2.24) et longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex (9.92). Ces deux paramètres sont très fortement corrélés avec l'axe I (ce que montre le biplot) et ce sont donc ces valeurs anormalement élevées pour *saulyci* s. s. qui « tirent » le point vers la droite. J'ajoute que cet exemplaire a été récolté avec trois autres exemplaires ♂♂ bien typiques de *saulyci* s. s., sur la commune de Jujols, à 1 400 m ; les paramètres aberrants de l'exemplaire en question s'expliquent peut-être par une introgression de caractères.

Le biplot montre que les principaux paramètres en cause sont, par ordre d'importance décroissante, le rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex et le milieu de vie, puis le rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex, puis la coloration générale et le rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex, puis la couleur de l'apex des fémurs postérieurs, puis la longueur des antennes, puis le degré de rétrécissement des carènes prozonales vers l'avant. (L'influence des quatre autres paramètres paraît négligeable).

La séparation du complexe *Chorthippus binotatus* en au moins deux entités distinctes ayant valeur d'espèces, *C. binotatus* et *C. saulyci*, est pleinement légitimée ici, puisque les paramètres utilisés pour cette ACP sont indépendants du raccourcissement des organes du vol.

c. Enfin, le nuage du taxon *algoaldensis* est à cheval sur les deux ensembles précédents. L'ambiguïté taxonomique soulignée précédemment à son propos n'est donc pas levée ici.

##### Observations complémentaires.

Dans le nuage *binotatus* s. s. les points correspondants à l'« Ibérie orientale » sont mélangés en désordre à ceux de l'« Ibérie occidentale » (je ne les ai pas fait apparaître séparément sur les cartes des ACP) ; de la même manière les points correspondants à la « France planitiaire » sont éparpillés dans l'ensemble du nuage. On en déduit que la signification de ces sous-ensembles ne saurait être de rang spécifique, mais au mieux sous-spécifique. Et cela ne surprend pas.

Même observation avec les trois individus très alticoles de Sierra Nevada (2 700 m) : ils sont très éloignés les uns des autres dans le nuage.

Les nuages des quatre taxons constitutifs de *saulyci* s. l. (*saulyci* s. s., *vicdessossi*, *moralesi* et *daimei*) sont décalés les uns par rapport aux autres, tout en se chevauchant très largement, notamment les trois taxons pyrénéens. Le taxon *vicdessossi* est même complètement inclus dans le nuage *moralesi* et les contours des taxons *moralesi* et *daimei* ne sont pas loin d'être superposés.

Tout cela traduit une bonne homogénéité du taxon *saulyci* sensu lato relativement à *C. binotatus*.

Sur cette même **figure 1** l'exemplaire problématique des Pyrénées-Orientales noté « a » est situé franchement en dehors du nuage *moralesi* et appartient nettement au nuage *saulyci* s. s.



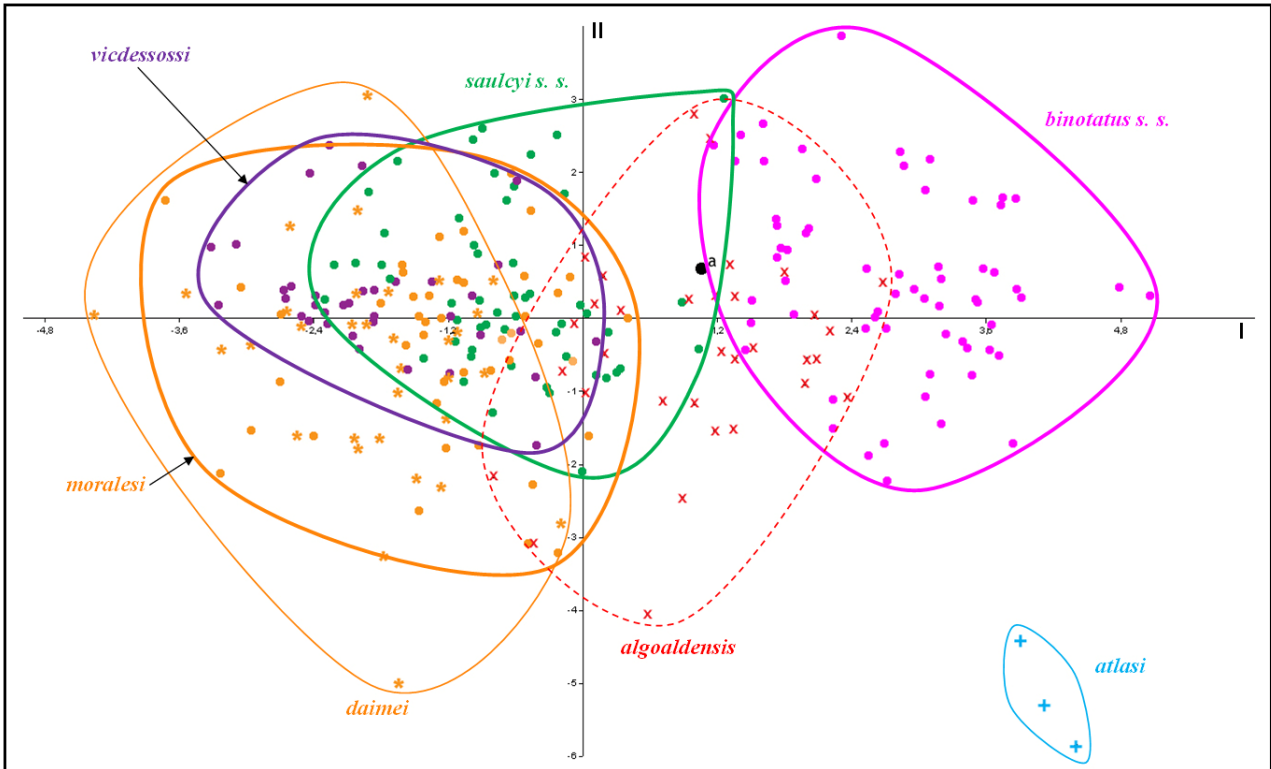


Figure 1. ACP pour les ♂♂ avec 12 paramètres. Carte du plan factoriel I-II

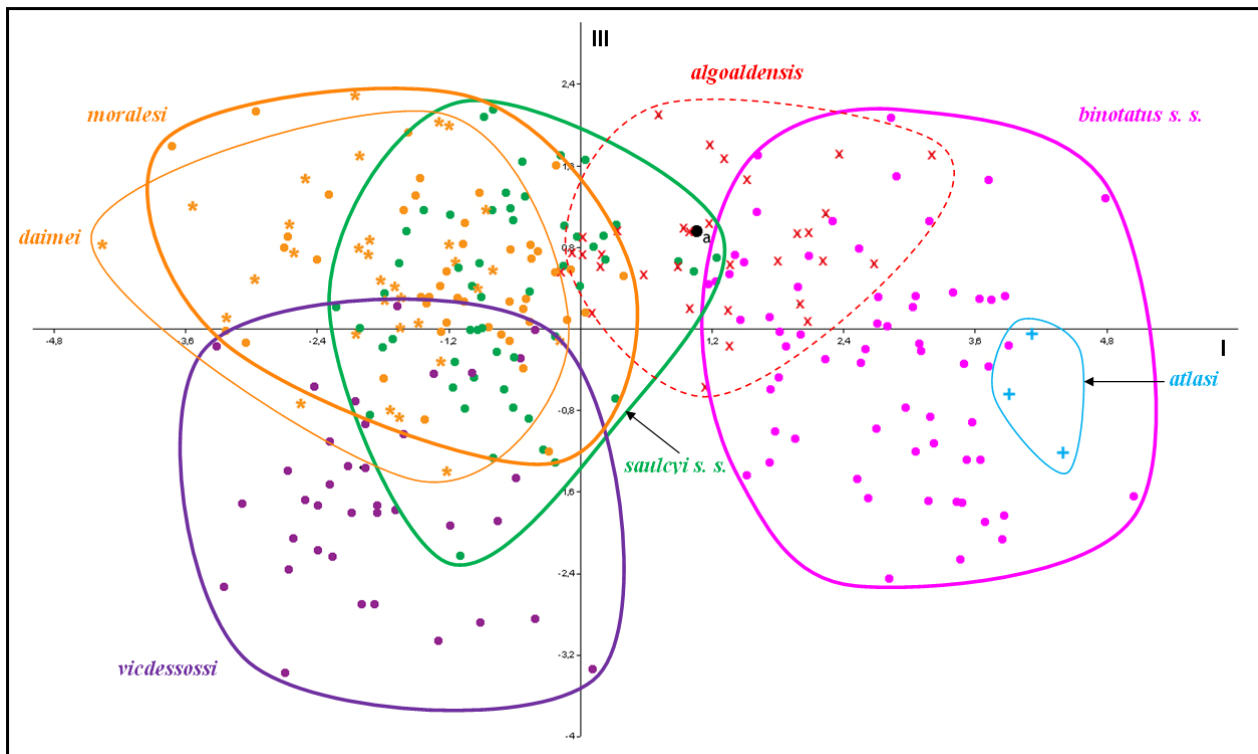


Figure 2. ACP pour les ♂♂ avec 12 paramètres. Carte du plan factoriel I-III

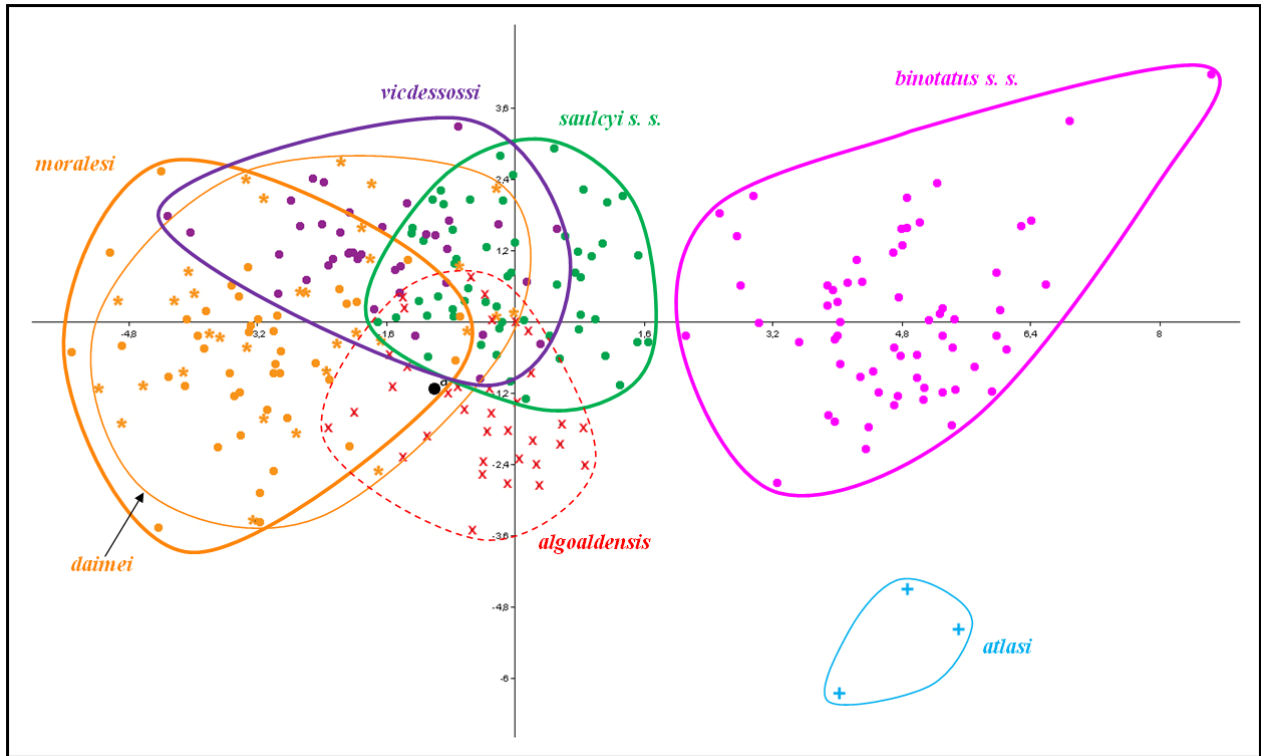


Figure 3. ACP pour les ♂♂ avec 21 paramètres. Carte du plan factoriel I-II

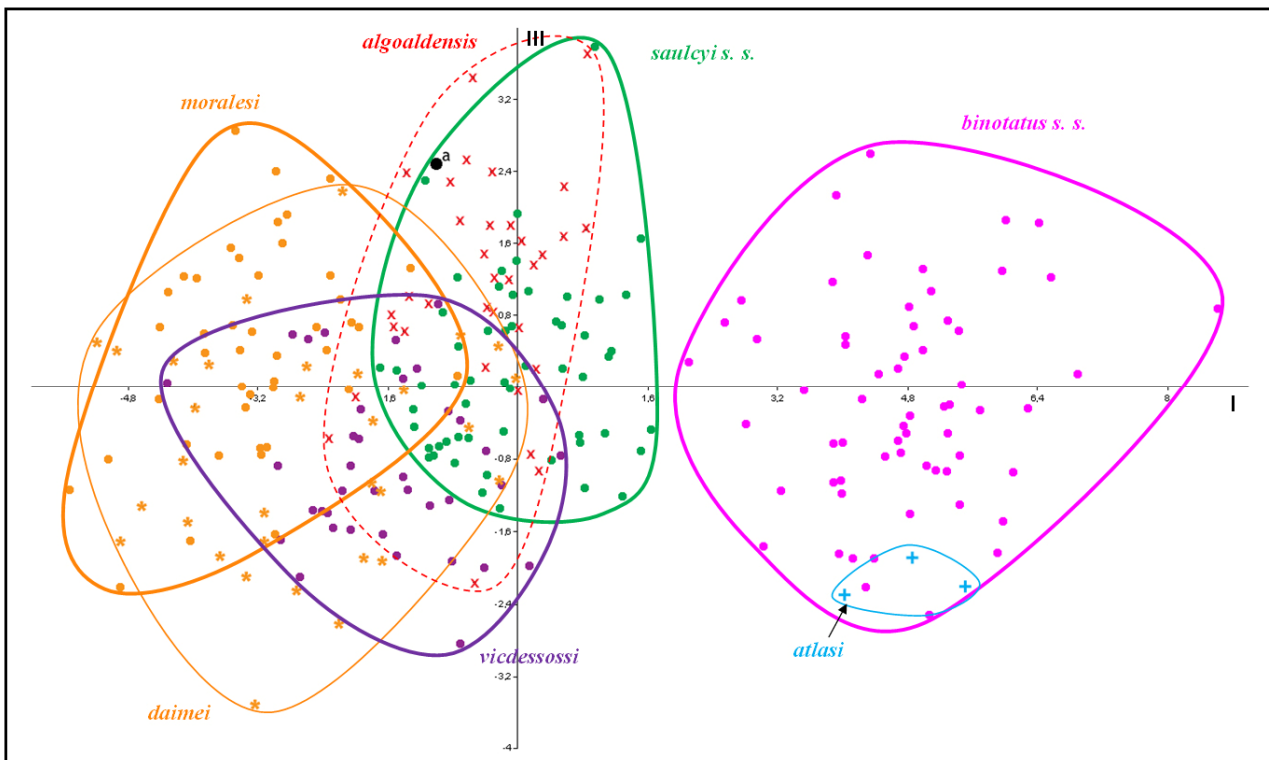


Figure 4. ACP pour les ♂♂ avec 21 paramètres. Carte du plan factoriel I-III

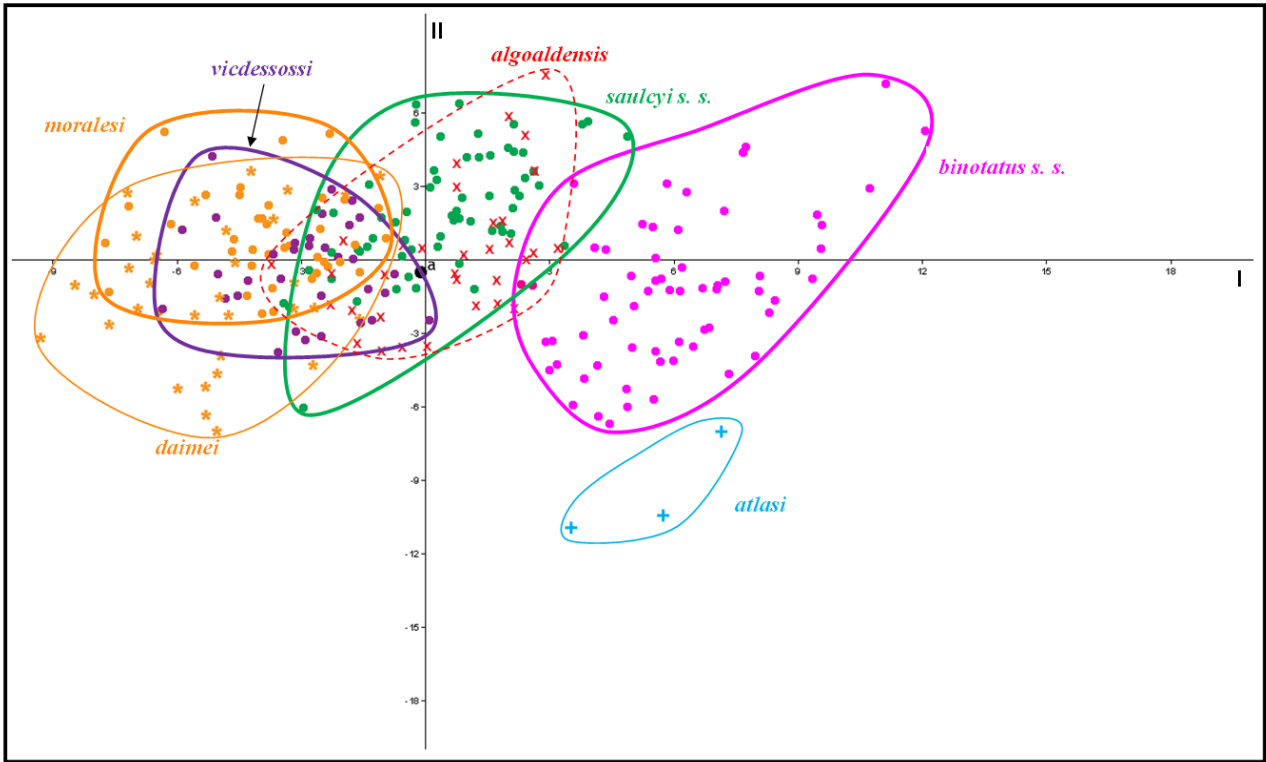


Figure 5. ACP pour les ♂♂ avec 73 paramètres. Carte du plan factoriel I-II

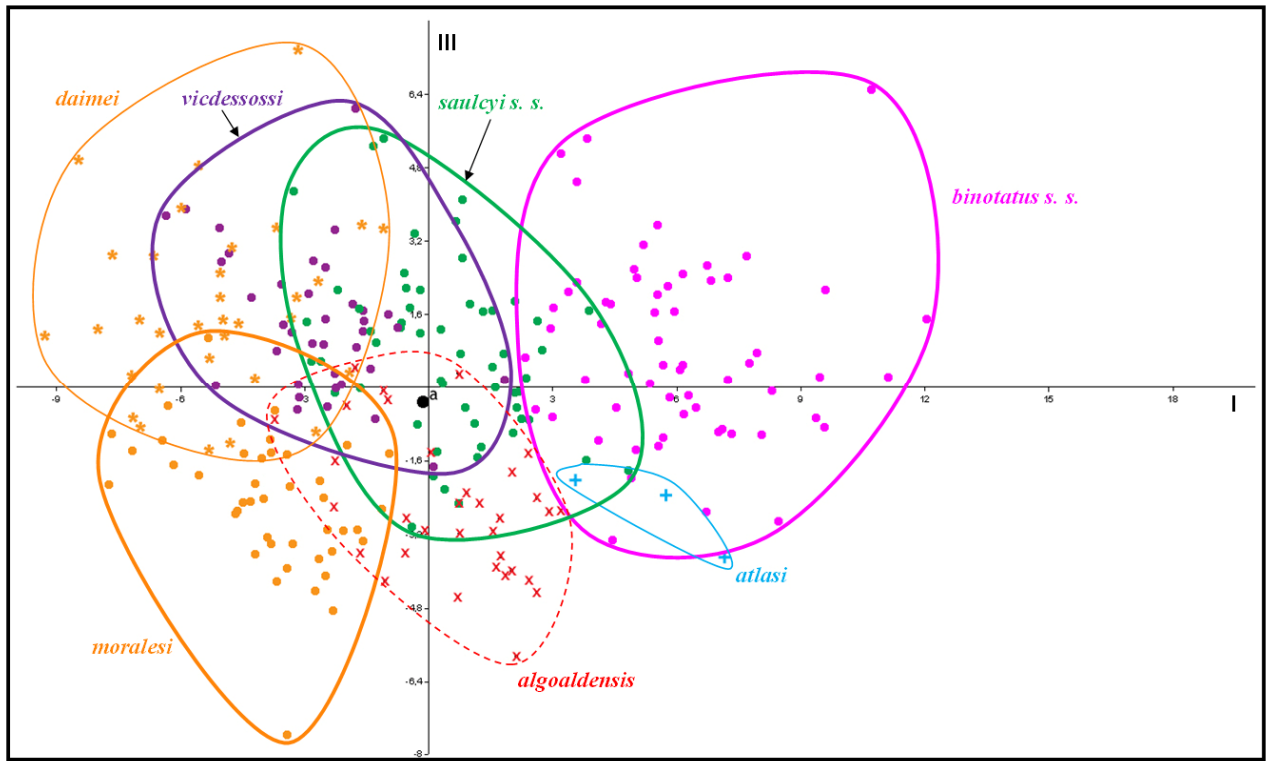


Figure 6. ACP pour les ♂♂ avec 73 paramètres. Carte du plan factoriel I-III

### 1-1-2. Carte du plan factoriel I-III. (Figure 2).

Les deux axes expriment 45,23 % de la variance totale.

Comme précédemment les nuages *binotatus* et *saucyi s. l.* sont bien séparés, indépendamment du point *saucyi s. s.* excentré vers la droite, et qui pénètre très légèrement dans le nuage *binotatus*. Le biplot montre que les paramètres discriminants sont les mêmes que pour la carte factorielle I-II, à l'exception du dernier (rétrécissement des carènes prozonales).

Mais cette fois le nuage *binotatus s. s.* inclut complètement le nuage *atlas*. Cela incite à maintenir *atlas* à un rang sous-spécifique, en attendant de disposer d'exemplaires suffisamment nombreux pour reconsidérer son statut.

Comme sur la carte I-II les points correspondants à « Ibérie occidentale », « Ibérie orientale », « hautes altitudes de Sierra Nevada » et « France planitiaire » ne se regroupent pas en sous-ensembles distincts.

Les nuages *saucyi s. s.*, *moralesi* et *daimei* se recouvrent très largement (les contours des taxons *moralesi* et *daimei* sont presque superposés). Mais le nuage *vicdessossi* est un peu plus indépendant : il est partiellement décalé vers le bas principalement sous l'influence du paramètre rapport entre longueur et largeur des fémurs postérieurs, et secondairement sous l'influence du rétrécissement des carènes prozonales vers l'avant et de la longueur de l'antenne (d'après le biplot, et cela apparaissait déjà sur le **tableau 3**).

Le nuage *algoaldensis* est à cheval sur les nuages *binotatus* et *saucyi s. s.*, comme précédemment.

Et comme précédemment aussi, le point litigieux pyrénéen « a » est éloigné de *moralesi* et appartient nettement à *saucyi s. s.*

### 1-1-3. Carte du plan factoriel II-III.

Les deux axes ne représentent que 27,18% de la variance totale.

La carte (non figurée) est moins intéressante car les nuages taxonomiques se chevauchent tous largement, à la seule exception du nuage *atlas* qui est nettement détaché.

### 1-2. ACP RÉALISÉE AVEC 21 PARAMÈTRES.

Les huit paramètres supplémentaires par rapport à l'ACP précédente sont ceux de la partie basse du **tableau 3**. Ils sont tous en relation avec le raccourcissement des tegmina, et pour cette raison ils ont peut-être une valeur taxonomique moindre que les précédents (mais pas obligatoirement puisque, on l'a vu, le raccourcissement des tegmina n'est pas une simple conséquence du gain en altitude).

Les trois premiers axes dans cette ACP expriment 63,32 % de la variance totale (axe I : 44,91 %, axe II : 10,76 %, axe III : 7,65 %).

Contributions des principaux paramètres à la variance exprimée par chacun des trois premiers axes (je

souligne les paramètres qui sont nouveaux relativement à l'ACP précédente ; ils concernent uniquement l'axe I) :

**Axe I** : longueur de la partie postérieure du tegmen (07%), longueur de la partie apicale du tegmen (07 %), rapport entre longueur du tegmen et longueur du champ M (07 %), pourcentage de la longueur de la partie postérieure du tegmen relativement à sa longueur totale (07 %), pourcentage de la longueur de la partie apicale du tegmen relativement à sa longueur totale (07 %), pourcentage de l'écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur relativement à la longueur du fémur postérieur (07 %), écart entre l'apex des tegmina au repos et l'apex des fémurs postérieurs (07 %), rapport entre longueur du tegmen et longueur du pronotum (07 %), milieu de vie (07 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 06 % (minimum : 00,1 %).

**Axe II** : pourcentage de la longueur de la râpe stridulatoire par rapport à la longueur du fémur postérieur (12 %), longueur de la râpe stridulatoire (12 %), rapport longueur de l'œil / largeur minimale de vertex (11 %), rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex (11 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 09 % (minimum : 00,4 %).

**Axe III** : longueur de l'antenne (18%), longueur de la râpe stridulatoire (15%), rapport longueur de l'antenne / largeur minimale de vertex (14 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 9% (minimum : 00,4 %).

### 1-2-1. Carte du plan factoriel I-II. (Figure 3).

Les deux axes expriment 55,67 % de la variance totale.

Les nuages *binotatus s. s.*, *atlas* et *saucyi s. l.* forment encore trois ensembles distincts, mieux séparés en ce qui concerne *binotatus s. s.* et *saucyi s. l.* que sur les cartes précédentes. (Le biplot montre que les paramètres liés au raccourcissement des organes du vol prennent le pas sur les autres paramètres dans la séparation des nuages *binotatus s. s.* et *saucyi s. l.*).

Les possibles sous-entités taxonomiques européennes de *binotatus* ne sont pas du tout individualisées en nuages indépendants sur cette carte. Comme elles ne le sont pas davantage sur les cartes suivantes, il n'en sera plus question.

À la différence de la carte des axes I-II avec 12 paramètres le nuage *algoaldensis* appartient cette fois exclusivement au nuage *saucyi s. l.* C'est là, évidemment, la conséquence de la prise en compte de paramètres liés directement au raccourcissement des tegmina.

On remarque que, comme précédemment, les nuages *daimei* et *moralesi* sont presque superposés. C'est donc que, décidément, ces deux taxons sont très proches.

Les nuages *vicdessossi* et *saucyi s. s.* semblent dessiner un autre sous-ensemble, les paramètres responsables au titre principal étant la longueur de l'antenne, le rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du

vertex et la longueur de la râpe stridulatoire (d'après le biplot).

Le nuage *algoaldensis* esquisse un troisième sous-ensemble.

Il n'est pas facile d'en tirer des conclusions taxonomiques solides, mais ce qui est suggéré ici c'est que *daime* et *algoaldensis* pourraient appartenir à des espèces indépendantes de *saucyi*, que *moralessi* pourrait être une sous-espèce de *daime* et *vicdessossi* une sous-espèce de *saucyi*. Cependant comme aucun caractères formellement distinctif des deux nouvelles espèces n'est mis en évidence, rien de tout cela ne peut être tenu pour démontré. Et d'autant plus que la carte suivante suggère des conclusions taxonomiques assez différentes.

L'exemplaire litigieux pyrénéen « a » est, cette fois, un peu en dehors du nuage *saucyi* s.s., et il appartient plutôt au nuage *moralessi*, ce qui est lié sans aucun doute à ses caractéristiques tegminales (détails dans la note infrapaginale n°14). Mais on peut quand même le considérer comme un *saucyi* s. s. presque « normal », étant donné que son intégration au nuage *saucyi* s. s. sur cette carte n'en déformerait pas beaucoup le contour.

#### 1-2-2. Carte du plan factoriel I-III. (Figure 4).

Les deux axes représentent 52.56 % de la variance totale.

Comme avec la carte équivalente réalisée sur 12 paramètres (figure 2) le nuage *atlas* est inclus dans le nuage *binotatus* s. s., et comme avec la carte des axes I et II construite pour 21 paramètres (figure 3) le nuage *saucyi* s. l. et le nuage *algoaldensis* sont regroupés en un ensemble distinct du nuage *binotatus*.

Le nuage *vicdessossi* est écarté du nuage *saucyi* s. s., et lui et le nuage *moralessi* sont presque complètement inclus dans le nuage *daime*.

Comme sur la carte précédente, et pour la même raison, le nuage *algoaldensis* est inclus dans l'ensemble *saucyi* s. l., mais ici il est presque exactement superposé à *saucyi* s. s.

#### 1-2-3. Carte du plan factoriel II-III.

Les deux axes représentent seulement 18.41% de la variance totale.

Sur cette carte (non figurée) les trois points d'*atlas* constituent à nouveau un nuage séparé. Tous les autres points sont regroupés en un seul nuage, dans lequel on remarque essentiellement que les sous-nuages *algoaldensis* et *vicdessossi* ne se chevauchent pas.

#### 1-3. ACP RÉALISÉE AVEC 73 PARAMÈTRES.

Les 52 paramètres supplémentaires relativement à l'ACP précédente ont évidemment été empruntés à la liste énumérée plus haut, au paragraphe « Paramètres utilisés ».

Les trois premiers axes de cette ACP totalisent 46.04 % de la variance totale (axe I : 25.90 %, axe II : 12.09 %, axe III : 8.05 %).

Les contributions principales à la variance exprimée sur les trois premiers axes sont relativement faibles, du fait du grand nombre de paramètres. Ce sont souvent des paramètres nouveaux qui prennent les premières places (j'ai souligné ces paramètres nouveaux dans l'énumération ci après) :

**Axe I** : longueur totale du tegmen (03.0 %), longueur du corps mesuré à l'apex des tegmina (02.9 %), longueur de la partie postérieure du tegmen (02.9 %), longueur de la partie apicale du tegmen (02.8 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 02.6 %.

**Axe II** : largeur minimale du vertex (04.8 %), espace interoculaire (04.8 %), largeur maximale du vertex (04.3 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 03.2 %.

**Axe III** : rapport longueur de la métazone / largeur de la métazone (03.4 %), rapport largeur de la métazone / largeur de la tête (02.9 %), rapport longueur de l'antenne / espace interoculaire (02.7 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 02.6 %.

#### 1-3-1. Carte du plan factoriel I-II. (Figure 5).

Ces deux axes représentent 37.99 % de la variance totale.

Malgré la multiplication des paramètres les trois nuages *atlas*, *binotatus* s. s. et *saucyi* s. l. + *algoaldensis* sont bien ou assez bien séparés, ce qui est une nouvelle affirmation de leur individualité taxonomique.

On peut reconnaître dans le nuage *saucyi* s. l. + *algoaldensis* deux sous-ensembles assez distincts ; d'une part *saucyi* s. s. et *algoaldensis*, qui sont assez exactement superposés, d'autre part les nuages des trois taxons ayant les organes du vol le plus fortement abrégés, à savoir *vicdessossi*, *moralessi* et *daime*.

#### 1-3-2. Carte du plan factoriel I-III. (Figure 6).

Ces deux axes représentent 33.95% de la variance totale.

Elle ne montre rien de facilement interprétable au plan taxonomique. Le nuage *atlas* est inclus dans le nuage *binotatus* s. s. ; les nuages *vicdessossi*, *moralessi*, *daime* et *algoaldensis* forment un ensemble distinct de *binotatus* (quoique contigu par *vicdessossi* et *algoaldensis*) ; et *saucyi* s. s. est à cheval sur cet ensemble et sur *binotatus*.

#### 1-3-3. Carte du plan factoriel II-III.

Ces deux axes ne représentent que 20.14 % de la variance totale.

Sur la carte (non figurée) on peut reconnaître trois ensembles : le nuage *atlas*, nettement détaché du reste ; un ensemble formé par la quasi superposition de *moralessi* et *algoaldensis*, qui chevauche assez largement un autre ensemble formé par *binotatus* s. s., *saucyi* s. s., *vicdessossi* et *daime*.

Le point le plus intéressant de cette carte est peut-être que, pour une fois, les nuages *moralessi* et *daime* se recouvrent peu.

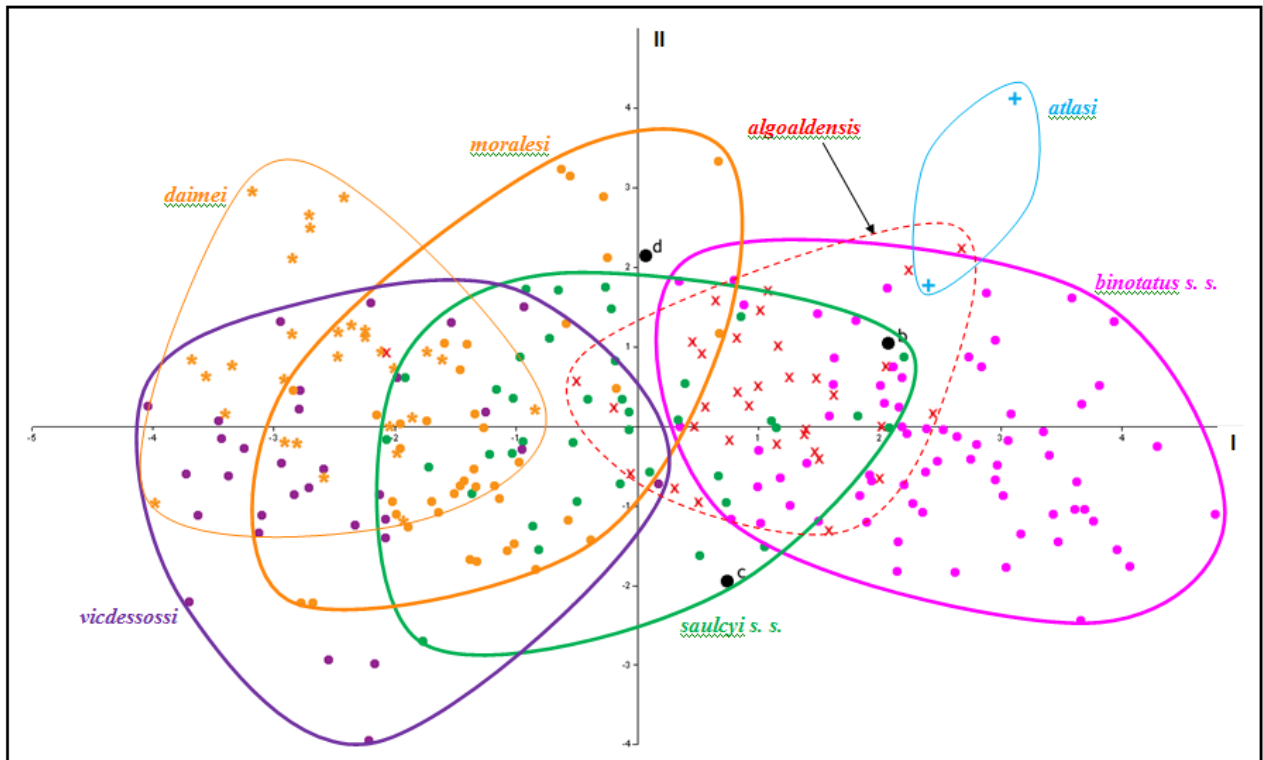


Figure 7. ACP pour les ♀♀ avec 10 paramètres. Carte du plan factoriel I-II

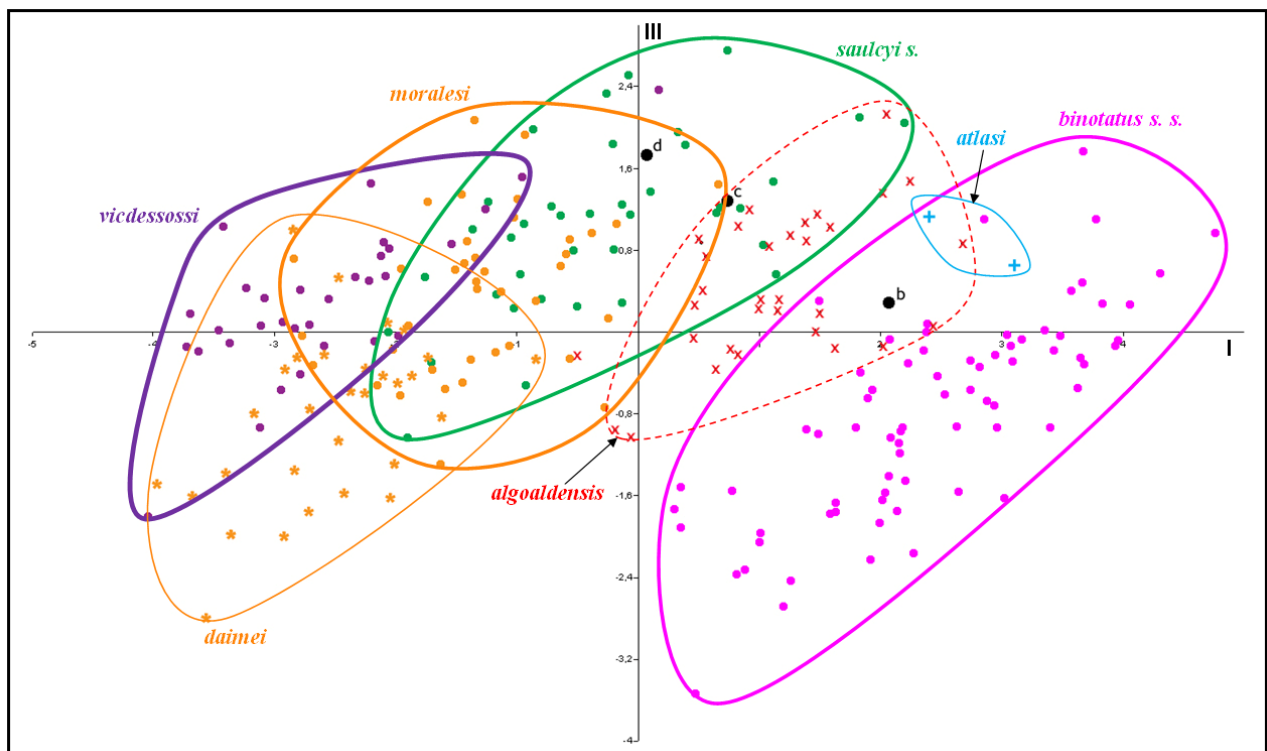


Figure 8. ACP pour les ♀♀ avec 10 paramètres. Carte du plan factoriel I-III

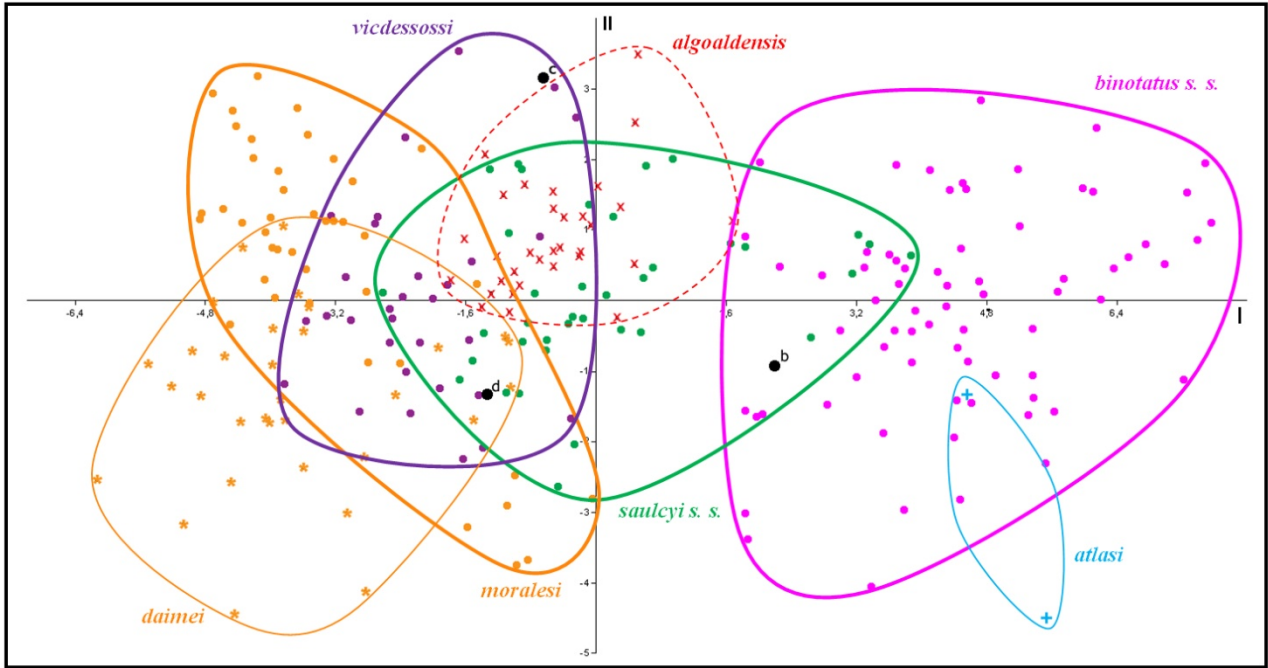


Figure 9. ACP pour les ♀♀ avec 22 paramètres. Carte du plan factoriel I-II

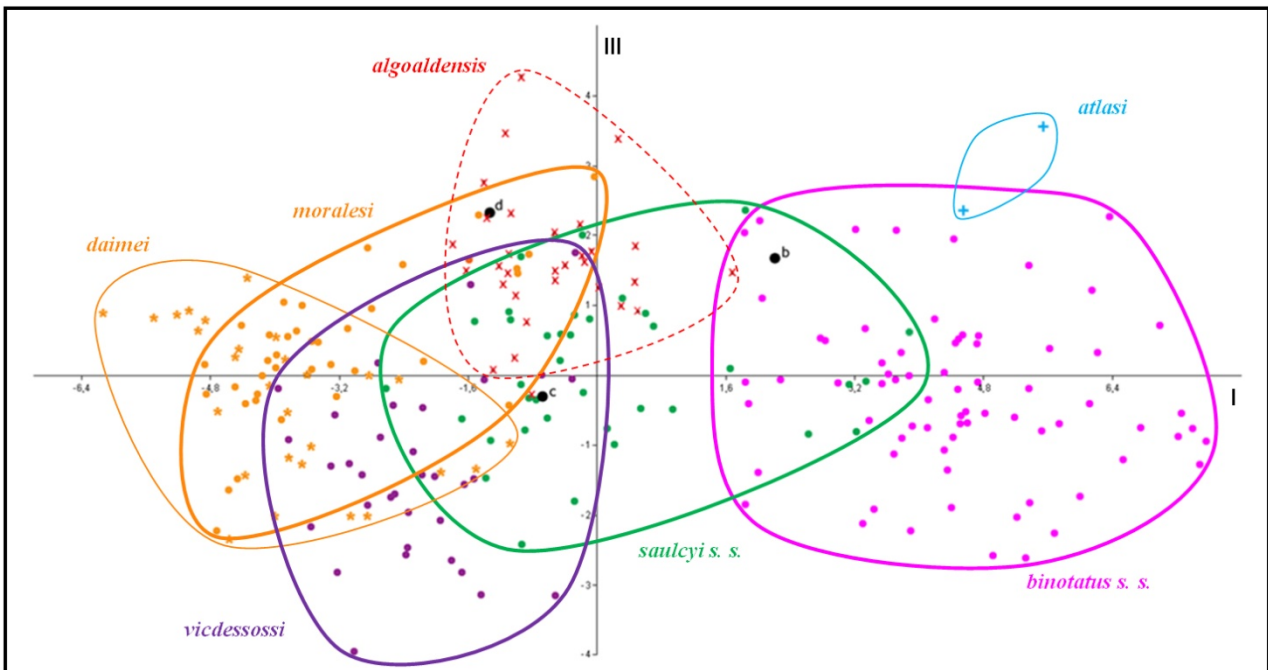


Figure 10. ACP pour les ♀♀ avec 22 paramètres. Carte du plan factoriel I-III

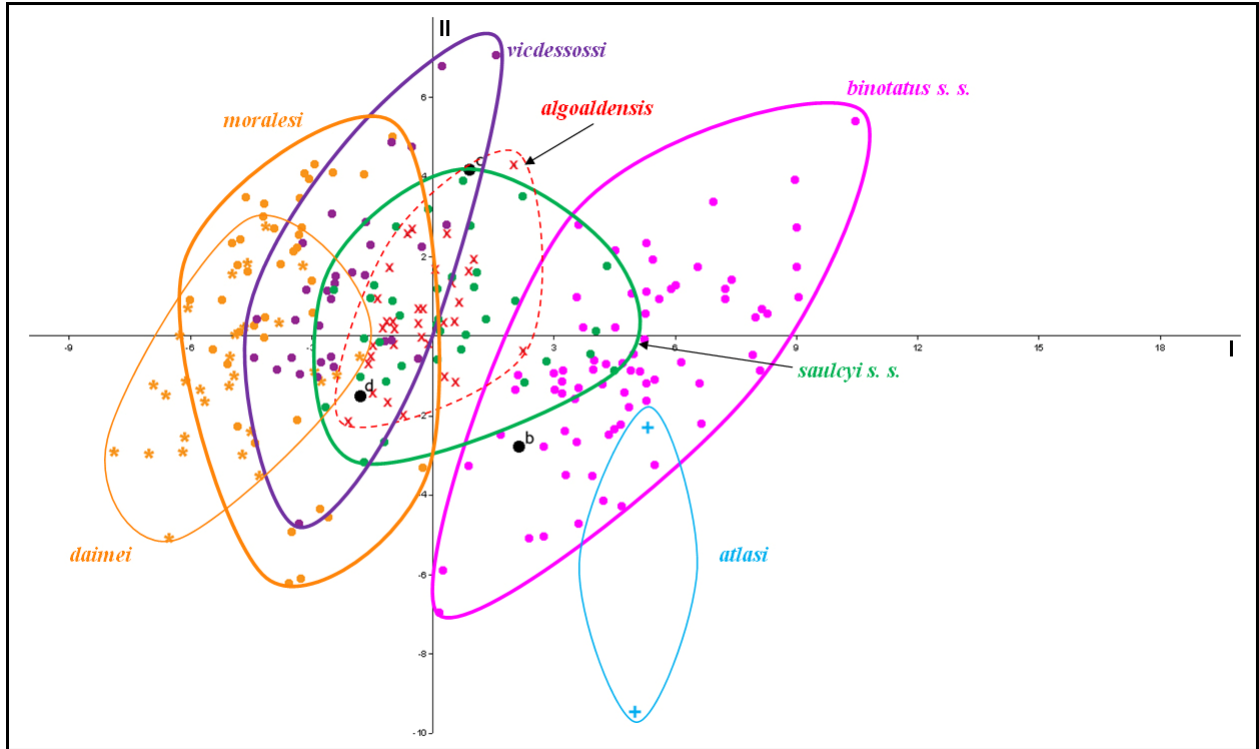


Figure 11. ACP pour les ♀♀ avec 50 paramètres. Carte du plan factoriel I-II

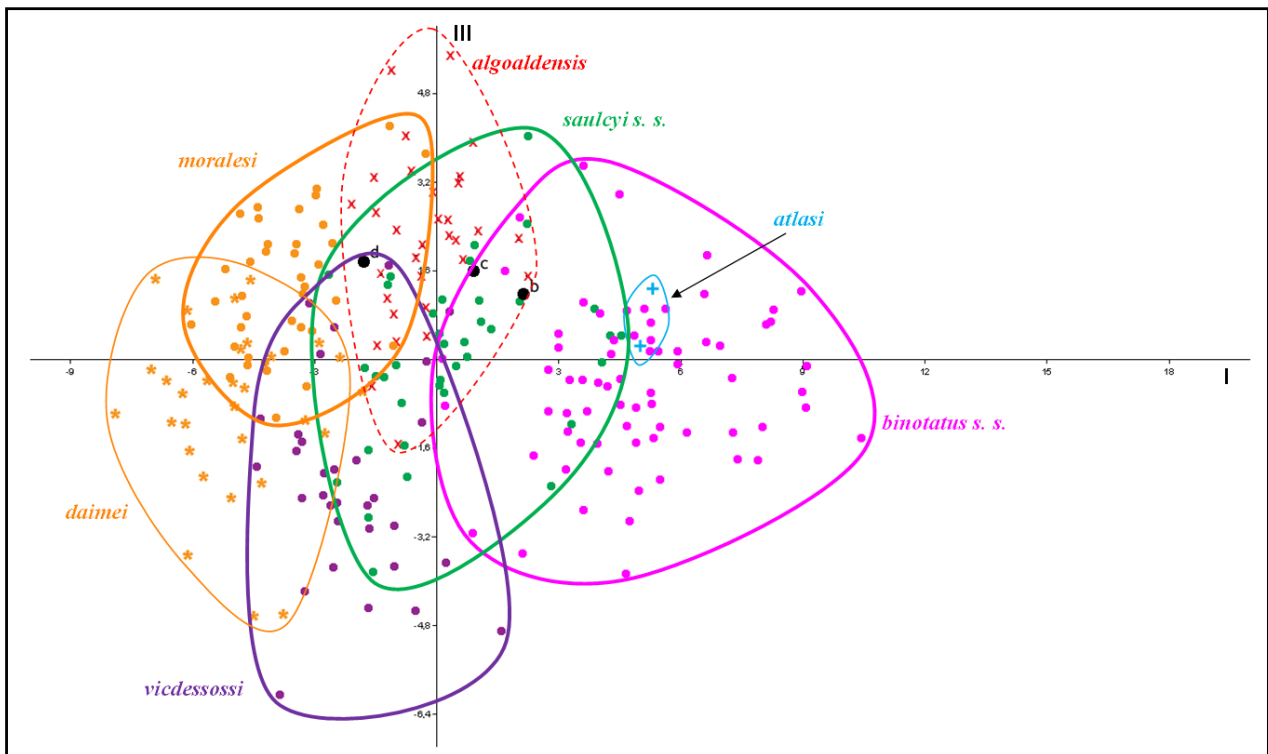


Figure 12. ACP pour les ♀♀ avec 50 paramètres. Carte du plan factoriel I-III



## 2. FEMELLES.

Comme pour les ♂♂ une première ACP a été pratiquée avec les paramètres indépendants du raccourcissement des organes du vol, c'est-à-dire les 10 paramètres de la partie haute du **tableau 4**, la seconde avec tous les paramètres de ce tableau (22 paramètres) ; et pour la troisième j'ai ajouté 28 paramètres choisis parmi « les moins inefficaces » repérés sur le fichier Excel (au total 50 paramètres).

Les conventions pour les figurés et les contours sont les mêmes que sur les cartes des ♂♂.

Trois exemplaires problématiques qui, pour cette raison, n'ont pas été pris en compte dans les statistiques du **tableau 4**, sont notés « **b** », « **c** » et « **d** » sur les cartes de ces ACP. L'exemplaire « **b** » a été récolté en *Sierra del Cadi* (Lérida), à 1 150 m ; certains de ses paramètres sont, en principe, incompatibles avec *binotatus* mais compatibles avec *saulcyi*<sup>7</sup>, alors que pour un autre paramètre c'est exactement l'inverse<sup>8</sup>. Notons qu'un ♂ et une autre ♀ récoltés au même endroit sont des *binotatus* typiques.

L'exemplaire noté « **c** » provient du *Col de la Descarga* (Corsavy, Pyrénées-Orientales), 1 600 m ; certaines de ses mensurations désignent *moralessi*<sup>9</sup>, d'autres *saulcyi*<sup>10</sup>. Les quatre autres exemplaires récoltés au même endroit sont des *saulcyi* typiques (2 ♂♂ et 2 ♀♀).

L'exemplaire « **d** » provient de *La Massane* (Argelès-sur-Mer, Pyrénées-Orientales), à 750 m ; certaines valeurs semblent désigner *moralessi*<sup>11</sup>, alors que les autres exemplaires récoltés le même jour au même endroit sont des *saulcyi* normaux (1 ♂ et 2 ♀♀).

### 2-1. ACP RÉALISÉE AVEC 10 PARAMÈTRES.

Les trois premiers axes totalisent 73.22% de la variance totale (axe I : 46.13%, axe II : 14.84%, axe III : 12.25%).

Contribution des principaux paramètres à la variance exprimée par chacun des trois premiers axes :

**Axe I** : milieu de vie (12 %), rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex (12 %), coloration générale (12 %), rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex (11 %), rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex (10 %), longueur de l'antenne (10 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 09 % (minimum : 06 %).

**Axe II** : longueur du fémur postérieur (20 %), rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex (18 %), rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex (16 %), longueur de l'antenne (15 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 10% (minimum : 01 %).

**Axe III** : rapport longueur / largeur maximum du fémur postérieur (23 %), divergence des carènes prozonales vers l'avant (14 %), rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex (14 %), longueur de l'antenne (13 %), milieu de vie (13 %), couleur de la moitié apicale

de la face inféro-externe des fémurs postérieurs (12 %), coloration générale (12 %). Les autres paramètres contribuent chacun au maximum pour 07 % (minimum : 06 %).

### 2-1-1. Carte du plan factoriel I-II. (Figure 7).

Les deux axes cumulent 60.97 % de la variance totale.

La carte est assez profondément différente de la carte *s. s.* chevauche largement le nuage *binotatus*. Le nuage *algoaldensis* est à peu près superposé à la partie commune *binotatus s. s. / saulcyi s. s.*, et *moralessi* déborde légèrement sur *binotatus s. s.* Seuls les nuages *daime* et *vicdessossi* sont bien séparés du nuage *binotatus s. s.*

La (relative) différenciation de ces taxons se fait principalement selon l'axe I (pour lequel j'ai indiqué un peu plus haut l'ordre d'importance des différents paramètres).

Le nuage *atlas* est assez bien individualisé. Il s'écarte du nuage *saulcyi s. l.* selon l'axe I et du nuage *binotatus s. s.* selon l'axe II.

On conclura que chez les ♀♀, et à la différence des ♂♂, les taxons ne peuvent pas être tous individualisés seulement avec des paramètres indépendants du raccourcissement des organes du vol.

Par ailleurs l'exemplaire noté « **b** » est compatible à la fois avec *binotatus s. s.* et avec *saulcyi s. s.*, l'exemplaire « **c** » est strictement *saulcyi* (incompatible avec *moralessi*) et l'exemplaire « **d** » est plutôt *moralessi* que *saulcyi s. s.*, mais quand même assez bien compatible avec ce dernier.

### 2-1-2. Carte du plan factoriel I-III. (Figure 8).

Les deux axes totalisent 58.38% de la variance totale.

Cette carte est peut-être la plus intéressante de toutes celles réalisées pour les ♀♀. Elle montre un net allongement des principaux nuages dans le sens NE-SW, avec surtout une séparation franche entre le nuage *binotatus s. s.* (qui englobe *atlas*) et le nuage *saulcyi s. l.* Le nuage *algoaldensis* est à cheval sur ces deux entités.

D'après l'orientation des variables sur le biplot les paramètres responsables de la séparation *binotatus s. s.* – *saulcyi s. l.* sont principalement le milieu de vie, la coloration générale, la coloration de l'apex de la face inféro-externe des fémurs postérieurs et l'importance du rétrécissement vers l'avant des carènes prozonales, et secondairement la coloration des tibias postérieurs. Ces paramètres discriminants avaient déjà été repérés sur le **tableau 4**, à l'exception du dernier.

Les taxons constitutifs du nuage *saulcyi s. l.* se différencient les uns des autres (mais très imparfaitement) selon un axe NE-SW, les nuages *daime* et *vicdessossi* étant cependant presque superposés. Les paramètres responsables de la relative différenciation sont les cinq non encore évoqués : principalement la longueur absolue de l'antenne et le rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex, et secondairement le rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex, le rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex et la longueur des fémurs postérieurs.

<sup>7</sup> Écart = -2.7 ; (écart / F) x 100 = -21.06.

<sup>8</sup> (Stigma / E) x 100 = 40.56

<sup>9</sup> Stigma = 3.5 ; (stigma / E) x 100 = 24.31

<sup>10</sup> Corps \_ E. = 22.2 ; long. E post. = 6.5.

<sup>11</sup> Corps \_ E. = 18.1 ; E = 11.6 ; stigma = 3.5.

Le point « **b** » est comme précédemment nettement *binotatus*, très éloigné du nuage *saucyi*. Les points « **c** » et « **d** » sont compatibles avec *saucyi s. s.* et avec *moralesi*.

## 2-2. ACP RÉALISÉE AVEC 22 PARAMÈTRES.

Les trois premiers axes totalisent 73.33 % de la variance totale (axe I : 53.74 %, axe II : 10.85 %, axe III : 8.74 %).

Contribution des principaux paramètres à la variance exprimée par chacun des trois premiers axes (les paramètres nouveaux relativement aux ACP avec 10 paramètres sont soulignés) :

**Axe I :** longueur du tegmen (06 %), longueur de la partie apicale du tegmen (06 %), pourcentage de l'écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur relativement à la longueur du fémur postérieur (06 %), longueur du corps mesurée à l'apex des tegmina (06 %), écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur (06 %), pourcentage de la longueur de la partie apicale du tegmen relativement à sa longueur totale (06 %), rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur (06 %), rapport longueur du tegmen / longueur du champ M (06 %), pourcentage de la longueur de la partie postérieure du tegmen relativement à sa longueur totale (06 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 05 % (minimum : 02 %).

**Axe II.** Rapport longueur du tegmen / longueur du pronotum (06 %), longueur du corps mesurée à l'apex des tegmina (06 %), rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur (05 %), longueur de la partie apicale du tegmen (05 %), rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex (05 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 04 % (minimum : 00.3 %).

**Axe III.** Longueur de l'antenne (05 %), coloration de l'apex de la face inféro-externe des fémurs postérieurs (05 %), rapport longueur du tegmen / largeur du tegmen au niveau de l'apex du champ M (05 %), écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur (04 %), pourcentage de l'écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur relativement à la longueur du fémur postérieur (04 %), rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur (04 %), longueur du corps mesurée à l'apex des tegmina (04 %), longueur du tegmen (04 %), divergence des carènes prozonales vers l'avant (04 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 03 % (minimum : 00.7 %).

### 2-2-1. Carte du plan factoriel I-II. (Figure 9).

Les axes I et II totalisent 64.59 % de la variance totale.

Les nuages *algoaldensis*, *vicdessossi*, *moralesi* et *daimi* forment un ensemble distant du nuage *binotatus s. s.*, tandis que le nuage *saucyi s. s.* est en position médiane et chevauche des deux côtés. Ces trois entités s'alignent sur l'axe I, ce qui désigne les paramètres en cause : essentiellement des paramètres reliés au raccourcissement des tegmina. Cette difficulté pour séparer les ♀♀ *saucyi s. s.* des ♀♀ *binotatus s. s.* apparaissait déjà clairement sur le **tableau 4** (paramètres de la partie inférieure).

Le nuage *atlas* appartient partiellement au nuage *binotatus s. s.*

Les nuages *algoaldensis*, *vicdessossi*, *moralesi* et *daimi* s'échelonnent selon une direction NE-SW, avec cependant des chevauchements importants. L'orientation des variables sur le biplot montre que les principaux paramètres responsables de cet échelonnement sont la longueur des fémurs postérieurs, la longueur des antennes et la longueur de la partie postérieure des tegmina.

Enfin le point « **b** » est compatible avec *binotatus* et avec *saucyi s. s.* ; le point « **c** » est curieusement en dehors des nuages *saucyi s. s.* et *moralesi* (compatible seulement avec *vicdessossi* et *algoaldensis* !) et le point « **d** » est compatible avec *saucyi s. s.* et avec *moralesi*.

### 2-2-2. Carte du plan factoriel I-III. (Figure 10).

Les axes I et III totalisent 62.48 % de la variance totale.

Cette carte ressemble assez à la précédente, car d'une part il y a chevauchement de *saucyi s. s.* sur *binotatus s. s.*, d'autre part l'ensemble constitué par les autres taxons est très nettement séparé de *binotatus s. s.* (moins nettement pour *algoaldensis*).

Les nuages *binotatus s. s.*, *saucyi s. s.*, *moralesi* et *daimi* s'alignent parallèlement à l'axe I, avec chevauchements. Les paramètres responsables à titre « principal » sont nombreux...

Les nuages *algoaldensis*, *saucyi s. s.* et *vicdessossi* s'alignent à peu près parallèlement à l'axe III, avec chevauchements. Les principaux paramètres responsables sont nettement ceux liés à la largeur relative du vertex : rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex, rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex et rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex.

Le point « **b** » est compatible avec *binotatus s. s.* et avec *saucyi s. s.* Le point « **c** » est plutôt *saucyi* mais il n'est pas loin d'être compatible avec *moralesi*. Le point « **d** » est éloigné du nuage *saucyi s. s.* et nettement *moralesi*.

## 2-3. ACP RÉALISÉE AVEC 50 PARAMÈTRES.

Les trois premiers axes totalisent 50.74 % de la variance totale (axe I : 31.67 %, axe II : 11.49 %, axe III : 7.58 %).

Contribution des principaux paramètres à la variance exprimée par chacun des trois premiers axes (les paramètres nouveaux relativement aux ACP avec 10 paramètres sont soulignés) :

**Axe I :** longueur du tegmen (04 %), longueur du corps à l'apex des organes du vol (04 %), longueur de la partie apicale du tegmen (04 %), pourcentage de l'écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur relativement à la longueur du fémur postérieur (04 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 03% (minimum : 00.1 %).

**Axe II :** rapport longueur de la métazone / largeur de la tête (05 %), longueur du pronotum (05 %), longueur du corps à l'apex des fémurs postérieurs (04 %), longueur des fémurs postérieurs. Les autres paramètres

contribuent au maximum pour 03% (minimum : 00.03%).

**Axe III : rapport longueur de l'antenne / longueur du fémur postérieur** (07 %), rapport longueur de l'antenne / largeur minimale du vertex (06 %), rapport longueur de l'antenne / largeur de la tête (06 %), longueur de l'antenne (05 %). Les autres paramètres contribuent au maximum pour 04 % (minimum : 00.002 % !).

### 2-3-1. Carte du plan factoriel I-II. (Figure 11).

Les axes I et II cumulent 43.16 % de la variance totale.

Sur cette carte les centres de gravité de tous les nuages de points tendent à s'aligner selon une direction NW-SE ou WNW-ESE. D'après le biplot (non figuré) les variables responsables sont nombreuses, les plus importantes étant le rapport longueur du tegmen / longueur du pronotum, l'écart entre apex des fémurs postérieurs et des tegmina au repos, le rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur, le rapport longueur du tegmen / longueur de la prozone, le pourcentage de la partie postérieure du tegmen relativement à la longueur du tegmen, le pourcentage de l'écart entre apex du tegmen et apex du fémur postérieur relativement à la longueur du fémur postérieur, le rapport écart entre apex des fémurs postérieurs et des tegmina / longueur du fémur postérieur, le rapport largeur de la tête / largeur minimale du vertex.

En tous cas on observe une nouvelle fois que le nuage *saulcyi s. s.* chevauche le nuage *binotatus s. s.* Les autres taxons sont bien séparés de *binotatus s. s.*, sauf *algoaldensis* qui le chevauche très légèrement.

Le nuage *algoaldensis* est à peu près inclus dans le nuage *saulcyi s. s.*, et les nuages *vicdessossi* et *daimeï* s'écartent peu du nuage *moralesi*.

Le point « **b** » est nettement *binotatus s. s.*, le point « **c** » est *saulcyi s. s.* et le point « **d** » est compatible avec *saulcyi s. s.* et *moralesi*.

### 2-3-2. Carte du plan factoriel I-III. (Figure 12).

Les axes I et II cumulent 39.25% de la variance totale.

Cette carte n'apporte pas grand-chose dans la mesure où tous les nuages se chevauchent très largement. Mais c'est tout de même la carte factorielle sur laquelle les nuages *daimeï* et *saulcyi s. s.* se chevauchent le plus étroitement.

Par ailleurs le point « **b** » est compatible avec *binotatus s. s.* et *saulcyi s. s.*, le point « **c** » est nettement *saulcyi s. s.* et le point « **d** » est compatible avec *saulcyi s. s.* et *moralesi*.

## 3. CONCLUSIONS TAXONOMIQUES.

1. Trois des quatre ACP réalisées avec des paramètres indépendants du raccourcissement des organes du vol (♂♂ : 12 paramètres, cartes factorielles I-II et I-III, ♀♀ : 10 paramètres, carte factorielle I-III) confirment l'indépendance taxonomique de *saulcyi s. l.* relativement à *binotatus s. s.* C'est l'apport principal de ces ACP :

elles lèvent les derniers doutes que le chevauchement des mesures sur les **tableaux 3 et 4** pouvait susciter.

Les paramètres discriminants sont suffisamment nombreux et nets pour qu'on place cette indépendance taxonomique à un rang d'espèce. Outre le milieu de vie ces paramètres sont la coloration générale, la coloration de l'apex de la face inféro-externe des fémurs postérieurs, le rétrécissement vers l'avant des carènes prozonales, auxquels s'ajoutent pour les ♂♂ les rapports qui associent la largeur du vertex à la longueur de l'œil, à la longueur de l'antenne et à la largeur de la tête.

2. Le taxon *saulcyi s. s.* est moins nettement distinct de *binotatus* chez les ♀♀ que chez les ♂♂. Cela est dû au chevauchement plus important des valeurs de certains paramètres discriminants (ceux liés à la largeur du vertex et au microptérisme).

3. Les ACP confirment l'originalité du taxon marocain *atlasï* relativement à *binotatus*. Mais le petit nombre d'individus traités empêche d'en préciser le statut avec certitude : sous-espèce de *binotatus* ou bien espèce indépendante.

4. Elles n'apportent pas de confirmation particulière pour les sous-entités taxonomiques au sein du taxon *binotatus* d'Europe occidentale, suggérées dans un paragraphe antérieur.

5. Elles sont compatibles avec un statut de sous-espèces pour *moralesi* et *vicdessossi* relativement à *saulcyi s. s.*, car sur nombre de cartes factorielles les « centres de gravité » des nuages respectifs sont significativement distants. C'est le cas en particulier pour la ssp. nouvelle *vicdessossi* : relativement à *moralesi* et à *saulcyi s. s.* sur les **figures 2 et 4**, à *moralesi* sur les **figures 3 et 6** et à *saulcyi s. s.* sur la **figure 5**, pour les ♂♂ ; à *saulcyi s. s.* sur les **figures 7, 9 et 11**, à *moralesi* et à *saulcyi s. s.* sur les **figures 8, 10 et 12**, pour les ♀♀.

Mais le chevauchement constant des nuages sur les cartes ne permet pas d'élever leur statut au rang d'espèces indépendantes, ce que suggère pourtant leur parapatricie dans les Pyrénées.

6. Les ACP sont également compatibles avec un statut de sous-espèce pour *daimeï* relativement à *saulcyi*.

7. Le statut d'*algoaldensis* reste indécis. Rien de décisif ne permet de le rattacher à *saulcyi* ou à *binotatus*.

8. Des quatre individus litigieux un seul est réellement troublant : l'individu femelle noté « **d** » sur les cartes factorielles. En effet il devrait être considérée désormais comme appartenant au taxon *moralesi*, puisque la carte I-II, établie avec 10 paramètres (**figure 7**), et surtout la carte I-III, établie avec 22 paramètres (**figure 10**), le désignent comme tel (sur les autres cartes le point **d** est compatible à la fois avec *moralesi* et avec *saulcyi s. s.*).

Comme la population de *moralesi* la plus proche de la *Massane* est à une cinquantaine de km (comarque de Ripollès, in LLUCIÀ 2002), la présence de ce taxon dans les Albères au sein d'une population typique de *saulcyi s. s.* le désigne forcément comme espèce à part entière.

Mais cette conclusion demande vraiment à être confirmée par d'autres récoltes, et en attendant je préfère considérer qu'il s'agit d'un exemplaire aberrant.

Autre cas troublant : 2 ♂♂ et 1 ♀ récoltés à 1 550 m par D. Morin le 10 septembre 1990 au *Col d'Arès*, sur la frontière espagnole, sont nettement *saulcyi s. s.*, et une autre ♀ prise en même temps est compatible avec *saulcyi s. s.* et avec *moralesi*. Mais le ♂ récolté le lendemain à 1 320 m sur le versant français (Vallespir), et que je n'ai étudié que superficiellement, semble nettement *moralesi* : partie postérieure du tegmen = 3.8 mm, partie apicale du tegmen = 2.4 mm. . .

## A PROPOS DE LA STRIDULATION DES *Chorthippus* DU GROUPE *binotatus*

(par Stéphane PUISSANT & Bernard DEFAUT)

Notons d'emblée que les stridulations des formes microptères de *Chorthippus gr. binotatus* ont été fort peu enregistrées et étudiées, en réalité : RAGGE & REYNOLDS (1998) ont enregistré le taxon microptère *daimi* (*Col de la Bleine*, Alpes-Maritimes, 1 440 m<sup>12</sup>), BONNET (1995) a enregistré le taxon *algoaldensis* (*Pic Saint-Guiral*, Alzon, Gard), et ODÉ (2004) le taxon microptère des Pyrénées ariégeoises (Auzat).

Et c'est apparemment tout (du moins pour ce qui a été rendu public), car toutes les autres formes enregistrées semblent se rapporter à la forme macroptère, d'après les localités : vers Ortedo (Espagne, Lérida : RAGGE & REYNOLDS 1998, figure 1440 et CD, page 60, exemple 3) ; *Puerto de la Morcuera*, Sierra de Guadarrama, 1 796 m (Espagne, Madrid : RAGGE & REYNOLDS 1998, figure 1441 et CD, page 60, exemple 1) ; vers Dornajo, Sierra Nevada, 1900 m (Espagne, Granada : RAGGE & REYNOLDS 1998, figure 1438 [enregistrement non rendu public]) ; *Puerto del Pico*, Sierra de Gredos 1 400 m (Espagne, Ávila : RAGGE & REYNOLDS 1998, figure 1442 [enregistrement non rendu public]) ; vers Saint-Yrieix-la-Perche (France, Haute-Vienne : RAGGE & REYNOLDS 1998, figure 1436 et CD, page 60, exemple 2) ; Pointe-du-Raz (France, Finistère : RAGGE & REYNOLDS 1998, figure 1437 [enregistrement non rendu public]).

Malheureusement, la présente étude acoustique ne permettra en aucun cas de conclure de manière définitive, car les enregistrements analysés se rapportent toujours au chant d'un seul individu par population. On pourra donc toujours supposer que les différences acoustiques constatées entre les enregistrements relèvent de la variabilité intra- ou inter-populationnelle, et non de la variabilité interspécifique.

Les durées des émissions sonores et les fréquences ont été analysées à l'aide des logiciels Soundruler (GRID-PAPP, 2003–2007) et Avisoft-SASLab Light (SPECHT, 2004). Les mesures des fréquences ont été réalisées à l'aide de la fast Fourier transform (FFT) en utilisant une taille de fenêtre de 1024 points :  $\pm 43.1$  Hz.

## 1. STRUCTURE DES PHRASES DE LA STRIDULATION ORDINAIRE.

RAGGE & REYNOLDS (1998) ont décrit globalement la stridulation des entités taxonomiques qu'ils ont enregistrées (liste ci-dessus). Typiquement la stridulation est une phrase durant 1 à 5 secondes (GARCIA & *alii*, 1995 : extrêmes 3 à 11 secondes, moyenne 6,8 secondes), constituée d'accents (GARCIA & *alii*, 1995 : 29 à 105 accents<sup>13</sup>) répétés à la cadence de 8 à 12 par seconde (GARCIA & *alii*, 1995 : 9 à 10 par seconde).

Généralement la phrase commence doucement, le maximum d'intensité étant souvent placé sur les 2 à 4 premiers accents ; mais parfois l'intensité augmente presque continûment du début à la fin. Les phrases sont habituellement séparées par des intervalles assez longs, mais parfois 2 ou 3 phrases sont émises à un rythme passablement rapide, l'intervalle se ramenant à 1 à 5 secondes.

Théoriquement les différences entre les nombres de RAGGE & REYNOLDS (1998) et ceux de GARCIA & *alii* (1995) doivent pouvoir s'expliquer par des différences entre les températures ayant présidé aux enregistrements ; mais les températures des seconds auteurs (20 à 36°C) ne sont que très partiellement décalées par rapport à celles des premiers (18 à 27°C) ; et surtout, si la température était en cause, la différence entre les cadences d'émission des accents devait être inversée (plus rapide quand la température augmente), et les phrases devraient être plus courtes !

L'explication serait-elle alors d'ordre taxonomique ? Il faudrait reconsidérer complètement cet aspect du comportement acoustique, ce que nous n'avons pas été en mesure de faire dans le présent travail.

## 2. STRUCTURE DES ACCENTS CONSTITUTIFS DES PHRASES DE LA STRIDULATION ORDINAIRE.

Notre propre analyse des enregistrements disponibles dans le commerce suggère que les accents constitutifs de la stridulation ordinaire sont structurés selon un modèle général unique, mais qui comporte plusieurs variantes. Dans le modèle général l'accent comprend cinq groupes de pulsations principaux, dont le premier est toujours d'intensité sonore plus faible que les trois ou quatre suivants ; par ailleurs la durée du premier groupe de pulsations est presque égale ou un peu supérieure à la moitié de la durée totale de l'accent. Les variantes concernent principalement les groupes de pulsations qui font suite au premier.

## 3. BANDE PASSANTE DES STRIDULATIONS ORDINAIRES. FRÉQUENCES DOMINANTES. (Tableau 5).

Le spectre des fréquences est compris entre 2 et au moins 20 kHz (figure 13). Curieusement GARCIA & *alii*, 1995, écrivent (page 241, nous traduisons) : « *les mâles de Ch. binotatus émettent, dans tous les cas considérés, dans la bande comprise entre 2 000 et 10 000 Hz* »<sup>14</sup>. Alors que

<sup>12</sup> Mais il pourrait s'agir aussi de la forme macroptère *b. binotatus* puisque celle-ci a été photographiée par C. Roesti au *Col de Tende* (Alpes-Maritimes, vers 1 850 m).

<sup>13</sup> Nombre non précisé dans le texte de RAGGE & REYNOLDS (1998), mais sur les figures 1436 à 1441 on peut en compter 8 à 46.

<sup>14</sup> plus précisément elles atteignent 11 kHz sur les diagrammes de la figure 6, page 240.

sur les deux enregistrements ibériques dont nous disposons (Lérida et Madrid), la bande est comprise entre 2 et 20 kHz

La moyenne des fréquences dominantes varie du simple au double, de 7.5 à 15.5 kHz (**tableau 5**), selon les endroits où ont été réalisés les enregistrements. Elle est la plus basse dans l'enregistrement de la Province de Lérida (*C. b. binotatus* : 7.5 kHz) et la plus élevée dans l'enregistrement du département du Gard (*C. s. algoaldensis* : 15.5 kHz).

#### 4. SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS.

En s'appuyant sur la structure des accents (**figure 13**), sur les fréquences des émissions (**figure 13**) et sur la moyenne des fréquences dominantes (**tableau 5**) on observe que les stridulations se répartissent selon deux modèles principaux.

##### 1. Modèle 1.

On observe une forte ressemblance entre les stridulations du *C. b. binotatus* enregistré dans la Province de Lérida (Pré-Pyrénées sur le **tableau 3**), du *C. b. binotatus* de Haute-Vienne (France planitiaire) et du *C. s. daimeii* des Alpes-Maritimes (on pourrait même trouver là un début d'argument pour rattacher les taxons microptères à *C. binotatus* !).

En effet la structure des accents est voisine : l'amplitude sonore croît jusqu'au 4<sup>e</sup> groupe de pulsations, inclus ; le 5<sup>e</sup> groupe de pulsations reste au niveau sonore du 4<sup>e</sup> à Lérida (**figure 13-1**), il est nettement plus faible en Haute-Vienne (**figure 13-2**), alors qu'il est le plus souvent un peu plus élevé que le 4<sup>e</sup> dans les Alpes-Maritimes, mais parfois bien plus faible au contraire (**figure 13-3**).

D'autre part les fréquences les plus intenses des émissions ne dépassent guère 16 kHz pour ces trois taxons (**figures 13-1, 13-2 et 13-3**).

Enfin, la moyenne des fréquences dominantes est modérée, de l'ordre de 7.5 à 9.0 kHz, le maximum n'atteignant pas 10.5 kHz (**tableau 5**).

##### 2. Modèle 1<sup>bis</sup>.

L'enregistrement de *C. s. vicdessossi* en Ariège (**figure 13-4**) ne montre que d'assez faibles différences avec ce qui précède. La structure des accents est identique à celle de la Haute-Vienne, le 5<sup>e</sup> groupe de pulsations étant nettement moins sonore que le 4<sup>e</sup>. Mais les fréquences sont un peu plus élevées que chez les trois taxons précédents, pouvant même approcher les 20 kHz. La valeur moyenne des fréquences dominantes est conforme au groupe (8.5 kHz), mais la valeur maximale est un peu supérieure (11.8 kHz)

##### 3. Modèle 2.

La stridulation du taxon *algoaldensis*, telle qu'elle a été enregistrée dans le Gard, est assez radicalement différente de tout ce qui précède : l'amplitude sonore croît continûment du 1<sup>er</sup> au 5<sup>e</sup> groupe de pulsations, les fréquences d'émission atteignent massivement 20 kHz et même les dépassent sans doute, et la moyenne des fréquences dominantes est de 15.5 kHz. Comme la valeur minimale des fréquences dominantes est de 11.0 kHz, il n'y a aucun chevauchement avec les taxons précédents, si

ce n'est, mais très légèrement, avec *vicdessossi* (valeur de la fréquence dominante maximale : 11.8 kHz).

Cette forte individualité acoustique confirme, au minimum, le statut sous-spécifique du taxon *algoaldensis*. Et peut-être devrait-elle même justifier un rang d'espèce à part entière.

#### 4. Le cas de l'enregistrement en Sierra de Guadarrama (Puerto de la Morcuera, Madrid).

Les caractéristiques de l'enregistrement de *C. b. binotatus* en Sierra de Guadarrama le placent en position intermédiaire entre *C. s. vicdessossi* (qui relève du 1<sup>er</sup> modèle) et *C. s. algoaldensis* (qui relève du 2<sup>e</sup> modèle).

La structure des accents est comme en Haute-Vienne (*C. b. binotatus*) et en Ariège (*C. s. vicdessossi*) : le 5<sup>e</sup> groupe de pulsations est moins sonore que tous les autres, y compris le premier (**figure 13-5**) ; mais ce 5<sup>e</sup> groupe arrive même à manquer complètement près d'une fois sur deux, ce qui constitue une différence. Les plages de fréquences sont très semblables à celles de *C. s. vicdessossi* : intermédiaires entre celles du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>e</sup> modèle, elles dépassent très souvent 17 kHz, et atteignent parfois les 20 kHz. Enfin la valeur moyenne des fréquences dominantes s'établit à 9.8 kHz et la valeur maximale à 13.5 kHz, ce qui dans les deux cas est nettement intermédiaire entre le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>e</sup> modèle, quoique plus proche du 1<sup>er</sup>.

Ces particularités pourraient suggérer l'existence d'une sous-espèce *éthologique* particulière. A ce propos on se rappellera que la localité type de *C. b. dilutus* Ebner 1941, « Cercedilla », est située également en Sierra de Guadarrama, à une vingtaine de km, seulement, au SW du *Puerto de la Morcuera*.

*C. b. dilutus* a été synonymisé avec *C. b. binotatus* par GARCIA & alii (1995), en grande partie sur la base du comportement acoustique, précisément. Mais, on le voit, le problème de l'identité taxonomique de *C. b. dilutus* mériterait peut-être d'être repris.

#### DISCUSSION.

La ressemblance superficielle des stridulations des différentes entités taxonomiques, ressemblance affirmée par les auteurs antérieurs, ne suffit pas à leur mise en synonymie *ipso facto*, ne serait-ce que parce qu'on connaît des espèces de **Gomphocerinae** dont les stridulations sont très ressemblantes alors que personne ne met en doute leur individualité taxonomique ; par exemple *Euchorthippus declivus* (Brisout) et *E. elegantulus* Zeuner. C'est là un argument très fort. Également parce que, comme on vient de le voir, il n'est pas du tout exclu qu'une étude acoustique suffisamment poussée conduise à une conclusion radicalement ou partiellement différente.

Mais pour être valable une telle étude acoustique devra s'appuyer sur des enregistrements en nombre suffisant, et par conséquent s'étalera sur plusieurs années. Les deux signataires de ce paragraphe aimeraient beaucoup avoir l'opportunité de l'entreprendre ; mais comme il n'est pas possible de retarder indéfiniment la parution de la « faune de France » il faudra se contenter dans l'immédiat, et faute de mieux, des résultats taxonomiques en partie provisoires obtenus dans le cadre du présent travail.

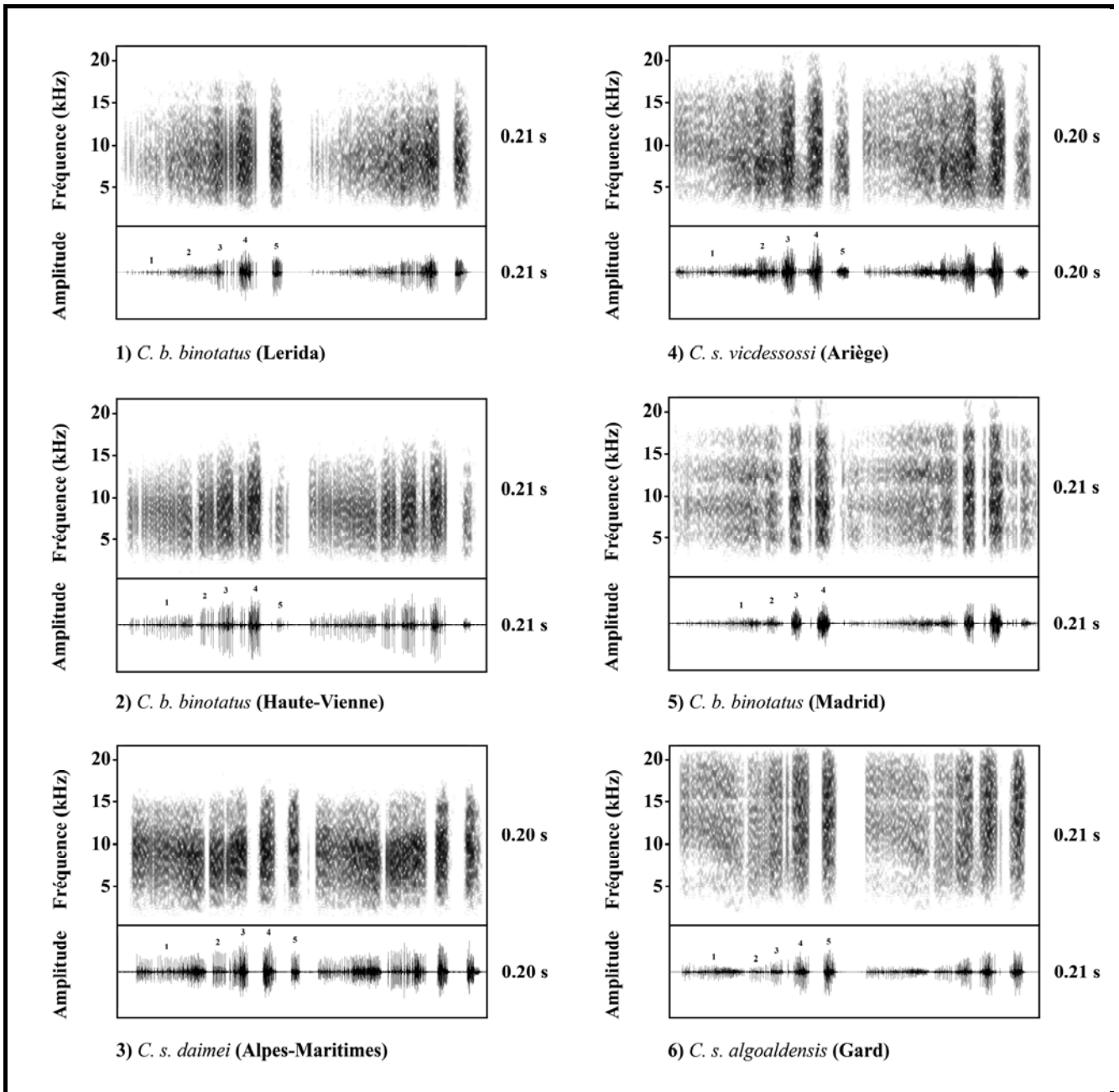


Figure 13. Sonogrammes des taxons dont les enregistrements sont publics

Tableau 5. Valeur moyenne des fréquences dominantes

taxons	température	moyenne	mini	maxi	écart-type	nombre de données
<i>C. b. binotatus</i> (Lérída)	26°C	7 518	5 448	9 065	1 226	16
<i>C. b. binotatus</i> (Haute-Vienne)	20°C	8 443	7 127	9 496	640	11
<i>C. s. daimeii</i> (Alpes-Maritimes)	18°C	8 959	6 3582	10 400	1 214	13
<i>C. s. vicdessossi</i> (Ariège)	24°C	8 458	6 438	11 822	1 439	27
<i>C. b. binotatus</i> (Madrid)	27°C	9 806	8 204	13 458	1 755	16
<i>C. s. algoaldensis</i> (Gard)	.	15 510	11 046	17 851	2 355	17

## CONCLUSION GÉNÉRALE

1. Les considérations précédentes s'appuient principalement sur des paramètres biométriques et morphologiques (dont le développement des organes du vol), sur des situations chorologiques de type parapatrique et sur les régimes alimentaires. Elles conduisent à séparer le complexe *Chorthippus* groupe *binotatus* en au moins deux espèces : *Chorthippus (Glyptobothrus) binotatus* (Charpentier, 1825) et *Chorthippus (Glyptobothrus) saulcyi* (Krauss, 1888), statut nouveau.

Pour l'essentiel la première espèce est franchement macroptère et vit principalement sur des Fabacées arbustives appartenant aux genres *Ulex*, *Cytisus*, *Genista* et, en Ibérie, *Erinacea*, qui constituent la part prédominante de sa nourriture. La seconde est microptère et vit dans des pelouses ou des fruticées ouvertes, non spécialement riches en Fabacées arbustives, son régime alimentaire étant mixte, à dominante graminéenne.

Des critères additionnels existent : la coloration générale de *C. binotatus* est bien plus vive et contrastée que celle de *saulcyi*, la face inféro-externe des fémurs postérieurs est presque toujours entièrement jaune (*saulcyi* : très souvent de couleur orangée, rouge orangé ou brun orangé sur au moins le tiers apical), et chez les femelles les fémurs postérieurs sont plus longs (en moyenne).

2. L'espèce *Chorthippus binotatus* se divise en plusieurs sous-espèces, au moins deux.

2-1. La sous-espèce nominative *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) ssp. *binotatus* (localité type : Portugal) est répandue dans toute la Péninsule Ibérique, montant en altitude jusqu'à au moins 2 200 m en Sierra Nevada et 2 000 m en Sierra de la Demanda.

2-2. Cette sous-espèce nominative déborde sur la moitié sud-occidentale du territoire français, où elle reste globalement confinée aux plaines (cependant elle peut monter un peu en altitude, notamment dans les Pyrénées-Atlantiques). Mais peut-être, en réalité, devrait-on voir là une sous-espèce particulière, car les organes du vol dépassent moins longuement les genoux postérieurs qu'en Ibérie, ou même pas du tout.

2-3. Il serait peut-être légitime d'individualiser une sous-espèce propre aux hauts sommets de la Sierra Nevada, à partir de 2 500 m. En effet les fémurs postérieurs semblent plutôt plus larges (proportionnellement) et les tibias postérieurs sont plus souvent jaunâtres que rouges.

2-4. L'existence d'une sous-espèce « est-ibérique » relativement à la sous-espèce nominative (ouest-ibérique) a pu être suggérée, mais il faudrait approfondir.

2-5. Les particularités des émissions acoustiques enregistrées en Sierra de la Demanda (Madrid), si elles étaient confirmées sur un nombre d'exemplaires suffisants, pourraient conduire à la réhabilitation de la sous espèce *C. binotatus dilutus* Ebner, 1941.

A moins qu'elles ne témoignent simplement de l'autonomie de la ssp. française pressentie plus haut.

2-6. L'extension exacte de la sous-espèce marocaine *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) ssp. *atlasii* Defaut, 1987 (localité type : Maroc, Taz-zekka, Bab-bou-Idir) reste inconnue. L'espèce est citée dans le Haut-Atlas par CHOPARD (1943, p. 272 : Aïn Leuh, Telouet). Ce taxon du Moyen-Atlas est morphologiquement très bien individualisé, notamment par sa râpe stridulatoire courte, son vertex proportionnellement étroit et ses tibias postérieurs brun rougeâtres (*b. binotatus* : rouges ou orangés) ; on peut même se demander s'il n'aurait pas valeur d'espèce à part entière.

3. On peut individualiser au moins quatre sous-espèces au sein de l'espèce *Chorthippus saulcyi*.

3-1. La sous-espèce nominative *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888) ssp. *saulcyi*, combinaison nouvelle (localité type : partie occidentale du Canigou, vers 2 300 m [?], Pyrénées-Orientales) est endémique de l'extrémité orientale des Pyrénées. Elle est présente sur le versant français (dans tout le département des Pyrénées-Orientales) et sur le versant ibérique à l'est de la Cerdagne.

3-2. La sous-espèce *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888) ssp. *vicdessossi* ssp. nov. (localité type : Goulier, Ariège) diffère de toutes les autres sous-espèces de *C. saulcyi* par ses carènes prozonales faiblement divergentes vers l'avant en moyenne (ce qui la rapproche de *C. binotatus*) et par sa coloration étonnamment terne pour un *Chorthippus* du groupe *binotatus*. Relativement au développement des organes du vol elle est en position intermédiaire entre la sous-espèce nominative (*C. s. saulcyi*) et le taxon suivant (*C. saulcyi moralesi*).

Elle est présente dans les Pyrénées françaises à l'Est de *C. saulcyi saulcyi* : Ariège (dès le *Col des Trabesses*, qui est en limite avec l'Aude), Haute-Garonne et Hautes-Pyrénées (vers l'est au moins jusqu'en Vallée d'Aure et la RN du Néouvielle).

Il faudrait s'assurer que ce n'est pas déjà cette sous-espèce qui est présente au *Col de Puymorens*, car les exemplaires que j'ai étudiés sont ambigus.

3-3. La sous espèce *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *moralesi* Uvarov, 1954 combinaison nouvelle a été décrite des Pyrénées catalanes (localité type : San Juan Plan, Lerida). Elle est surtout présente dans les Pyrénées ibériques de l'Aragon et de la Catalogne, à l'ouest de la sous-espèce nominative, mais elle vit aussi en Cerdagne française. Par ailleurs elle est peut-être présente aussi dans le Vallespir (sous le *Col d'Arès*) et dans les Albères (*La Massane*), en sympatrie avec *S. c. saulcyi* ; si cela était confirmé il faudrait l'élever au rang d'espèce à part entière.

Elle se singularise essentiellement par un microp-térisme plus poussé que chez la ssp. nominative et que chez *C. s. vicdessossi*.

3-4. La sous-espèce *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *daimeii* (Azam, 1893) combinaison nou-

velle a été décrite des Alpes-de-Haute-Provence (plusieurs toponymes sont énumérés dans l'énoncé de la localité type : voir plus haut). Elle est répandue dans les Alpes méridionales françaises, au Nord jusque dans les Hautes-Alpes (données anciennes).

Morphologiquement ce taxon est très semblable au précédent. Mais l'antenne tend à être plus courte, en valeur absolue et relativement à la largeur minimale du vertex.

3-5. Notons encore que la situation apparemment parapatrique des trois sous-espèces pyrénéennes (qui serait à examiner cependant en détail) pose problème : une telle situation implique qu'il s'agisse de *semi-species*, c'est-à-dire finalement d'espèces valides. Mais alors, puisque la biométrie paraît insuffisante, sur quels critères concrets les caractériser ?

On comprend dès lors qu'il serait nécessaire de compléter cette révision des *Chorthippus* du groupe *binotatus* par une étude chorologique serrée et une étude acoustique conséquente, voire par une étude de biologie moléculaire.

4. *Chorthippus algoaldensis* est un cas particulier. Chez ce taxon cévenol (localité type : Mont Aigoual, Gard), et qui semble présent aussi en Montagne Noire, le tiers apical de la face inféro-externe des fémurs postérieurs est presque toujours de couleur jaune et le vertex est proportionnellement étroit ; et tout cela le rapproche de *C. binotatus*. Mais la coloration est moins vive, les organes du vol sont abrégés, les carènes prozonales sont fortement divergentes vers l'avant (en moyenne) et chez les femelles les fémurs postérieurs sont plus courts (en moyenne) : tous ces caractères le rapprochent au contraire de *C. saulcyi*.

Pour compliquer encore la situation, l'émission sonore semble être d'un type tout à fait particulier. Mais il faudrait vérifier ce point sur un grand nombre d'individus.

Dans ces conditions c'est par pur pragmatisme, et très provisoirement, que je rattache ce taxon à *C. saulcyi* : ***Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888) ssp. *algoaldensis* Chopard 1952, combinaison nouvelle (provisoire).**

Par ailleurs il faudrait s'assurer sur un nombre d'exemplaires suffisant de l'identité du taxon de la Montagne Noire, laquelle est tout de même séparée des Cévennes par le Causse du Larzac !

#### REMERCIEMENTS

Je remercie chaleureusement les collègues qui m'ont confié leurs échantillons pendant plusieurs années consécutives pour cette étude : Jean-Pierre Besson, Samuel Danflous, Benoît Duhazé, Marc Enjalbal, Stéphane Jaulin, Michel Lepley, Jean-Philippe Maurel, David Morichon, Didier Morin, Stéphane Puissant.

Je remercie aussi mes collègues Stéphane Jaulin, David Morichon et Didier Morin pour leurs informations sur les milieux de vie de *C. algoaldensis*. Également Nicolas Ilbert et Christian Roesti qui m'ont signa-

lé l'existence de populations macroptères en altitude à Larrau (Pyrénées-Atlantiques) et au *Col de Tende* (Alpes-Maritimes), respectivement.

Enfin je remercie très vivement Stéphane Puissant qui a pris une part déterminante à l'élaboration du paragraphe concernant les stridulations<sup>15</sup>, ainsi qu'Alain Sauvage et David Morichon qui ont fourni les photos illustrant ce travail, ce dernier ayant de surcroît mis en forme les deux planches de photos, avec son talent habituel.

Je remercie encore David Morichon qui a assumé avec beaucoup de soin la tâche ingrate de débusquer les coquilles formelles.

#### RÉFÉRENCES.

- BELLMANN Heiko & Gérard-Christian LUQUET, 2009 – *Guide des Sauterelles, Grillons et Criquets d'Europe occidentale*. Deuxième édition revue, corrigée et augmentée, Delachaux & Niestlé, 383 p. Un CD inclus, réalisé et commenté par F.-R. Bonnet).
- BONNET E., 1996 – *Compétition et partage des ressources chez les Orthoptères Acridiens*. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 162 pages.
- BONNET François-Régis., 1995 – *Guide sonore des sauterelles, grillons et criquets d'Europe occidentale*. CD, Delachaux et Niestlé.
- CHOPARD L., 1943 – *Faune de l'Empire français, I- Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord*. Paris, Larose, 450 p.
- CHOPARD Lucien, 1952 – *Faune de France* : **56**, Orthoptéroïdes. Paris, Lechevalier, 359 p.
- C. I. Z. N., 1999 – voir « Commission Internationale de Nomenclature Zoologique ».
- CLEMENTE Maria-Eulalia, Maria-Dolores GARCIA, M.-I. ARNALDOS, E. ROMERA & Juan-José PRESA, 1999 – Confirmación de las posiciones taxonómicas específicas de *Omocestus antigai* (Bolívar, 1897) y *Omocestus navasi* Bolívar, 1908 (Orthoptera, Acrididae). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (Sección Biológica), **95** (3-4) : 27-50.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE NOMENCLATURE ZOOLOGIQUE, 1999 – *Code International de Nomenclature Zoologique*, 4<sup>e</sup> édition. The International Trust for Zoological Nomenclature, c/o The Natural History Museum, Londres, 306 p. (texte bilingue : anglais et français).
- DEFAUT Bernard, 1987 – Diagnoses d'Orthoptéroïdes nouveaux ou nouvellement décrits au Maroc. *L'Entomologiste*, **43** (2) : 109-112.
- DEFAUT Bernard, 1996 – Un système d'étages phytoclimatiques pour le domaine paléarctique. Correlations entre végétation et paramètres climatiques. *Matériaux Entomocénétiques*, **1** : 5-46.
- DEFAUT Bernard, 1999 – Synopsis des Orthoptères de France. *Matériaux Entomocénétiques*, n° hors série, deuxième édition, révisée et augmentée, 87 p.

<sup>15</sup> Il a décliné ma proposition de cosigner cet article.



- DEFAUT Bernard, 2001 – *La détermination des Orthoptères de France*. Edition à compte d'auteur, F-09400 Bédéilhac. Deuxième édition, 85 p.
- DEFAUT Bernard, 2003 – Eléments pour la Faune de France : 2. Sur la localité type de *Chorthippus binotatus saulcyi* (Krauss, 1888) (Orthopteroidea, Caelifera). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, **8** : 97-98.
- DEFAUT Bernard, 2006 – Révision préliminaire des *Oedipoda* ouest-paléarctiques (Caelifera, Acrididae, Oedipodinae). *Matériaux Orthoptériques et Entomocénétiques*, **11** : 23-48.
- GANGWERE S. K. & E. MORALES AGACINO, 1973 – Food selection and feeding behaviour in Iberian Orthopteroidea (1) (2). *An. INIA, ser. Prt. Veg.*, **3** : 251-337.
- GARCÍA Maria-Dolores & Juan-José PRESA, 1985 – Estudio faunístico y taxonómico de los Caelifera (Orthoptera : Insecta) de Sierra Espuña (Murcia, SE de España). *Anales de Biología* (Biología Animal, 1), **3** : 55-79.
- GARCÍA Maria-Dolores, Maria.-Eulalia CLEMENTE & Juan-José PRESA, 1995 – Manifestaciones acústicas de *Chorthippus binotatus binotatus* (Charpentier, 1825) (Orthoptera : Acrididae). Su estatus taxonómico y su distribución en la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Española de Entomología*, **19** (1-2) : 229-242.
- GRIDI-PAPP M., 2003–2007. SoundRuler: *Acoustic Analysis for Research and Teaching*. <http://soundruler.sourceforge.net>
- HAMMER Øyvind, David A. T. HARPER & P. D. RYAN, 2001 – PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica Electronica*, **4** (1) ; 9 pages. Disponible sur : <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- HARZ Kurt, 1975 – *Die Orthopteren Europas* : 2. – W. Junk, La Haye, 939 p.
- KLEUKERS Roy, E. VAN NIEUKERKEN, B. ODÉ, L. WILLEMSE & W. WINGERDEN, 2004 – *De sprinkhanen en krekels van Nederland* (Orthoptera). Nationaal Natuurhistorisch Museum, KNNV Uitegeveri & EIS-Nederland, 415 p. Un CD associé (cf. ODÉ, 2004)
- LLUCIÀ POMARES David, 2002 – *Revisión de los ortópteros* (Insecta : Orthoptera) de Cataluña (España). Sociedad Entomológica Aragonesa, 226 pages.
- PARDO J. E. & GÓMEZ R., 1995 – *Orthopteroidea* de los sistemas montañosos de Castilla-la Mancha (España). III. Caelifera. *Anales de Biología* (Biología Animal, 9) , **20** : 7-46.
- MOSSOT Michèle & Daniel PETIT, 2000. – Présence de *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) subsp. *binotatus* dans le Vaucluse (Orth., Acrididae). *Bull. Soc. Entomol. France*, **105** (5) : 257-258.
- ODÉ B., 2004 – *De zingende sprinkhanen en Krekels van de Benelux*. CD accompagnant le livre de KLEUKERS & alii (2004).
- PICAUD Frédérique, C. NANTHIERAS, I. COUDON, A. BELLET & Daniel PETIT, 1999. – Gradation dans l'abandon de la graminivorie chez deux sous-espèces de *Chorthippus binotatus* (Acrididae, Gomphocerinae) : approaches descriptives et expérimentales. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, **35**: 238-241.
- PICAUD Frédérique, V. GLOAGUEN & Daniel PETIT, 2002. – Mechanistic aspects to the feeding preferences in *Chorthippus binotatus* (Acrididae, Gomphocerinae). *Journal of Insect Behavior*, **15** (4) : 513-526.
- PRESA Juan-José, Maria-Dolores GARCIA & Maria-Eulalia CLEMENTE, 2007 – Catalogue of Orthoptera Caelifera from the Iberian Peninsula and Balearic Islands (Orthoptera: Caelifera). *Journal of Orthoptera Research*, **16** (2): 175-179.
- RAGGE David.-R. & W.-James. REYNOLDS, 1998 – *The Songs of the Grasshoppers and Crickets of Western Europe*. Harley Books (Colchester, Essex C06 4 AH, England), 591 p. Deux CD-ROM.
- SPECHT, R. 2004. *AVISOFT-SASLab Light*. Avisoft Bioacoustics, Berlin. <http://www.avisoft.com>

## ANNEXES

**1. DESCRIPTION DE CHORTHIPPUS SAULCYI (KRAUSS, 1888) VICDESSOSI DEFAUT SSP. NOV.**

Localité type : Pâturage mésophile, *La Prade*, Goulier (Ariège, N 42.73917°, E 01.51397°, 1 500 m).

Série type : 01 ♂ holotype, 02 ♂♂ et 02 ♀♀ paratypes, tous récoltés dans la localité type le 22 X 1980 par l'auteur. Le ♂ holotype et une ♀ paratype seront déposés prochainement au Muséum National d'Histoire Naturelle, à Paris.

Origine du nom : le vocable spécifique renvoie à la région naturelle d'où provient la série type : *le Vicdessos*.

Diagnose. Coloration générale variée de brun foncé, de brun clair et de gris, avec les genoux postérieurs souvent bien obscurcis et les tibias postérieurs bruns ou rouges chez le ♂, brunâtres, bruns ou rouge orangé chez la ♀ (rarement rouge vif) ; ils deviennent assez systématiquement bruns à la dessiccation. De tous les taxons de groupe *binotatus* / *saulcyi* c'est celui dont la coloration est globalement la plus terne ; on peut même le confondre avec une espèce du groupe *biguttulus* lorsque les organes du vol sont peu abrégés et que les genoux postérieurs sont faiblement rembrunis (ce qui n'arrive pas souvent).

Ce taxon est microptère, avec les organes du vol plutôt davantage abrégés que chez la ssp. nominative et plutôt moins abrégés que chez la ssp. *moralesi* Uvarov. De ce point de vue on peut dire aussi que les ♂♂ ressemblent plus souvent à *Ch. saulcyi saulcyi* (Krauss) et les ♀♀ à *Ch. saulcyi moralesi* Uvarov ; ainsi, sur le vif les tegmina du ♂ n'atteignent pas tout à fait la base des genoux postérieurs ou bien les dépassent un peu ; ils couvrent au moins une partie de l'épiprocte, mais souvent ils atteignent l'apex de l'abdomen, et même ils peuvent le dépasser un peu. Chez la ♀ les tegmina atteignent au mieux les genoux postérieurs, sans jamais les dépasser ; en général ils laissent à découvert plusieurs tergites abdominaux, souvent 2 ou 3 mais jusqu'à 4 ½ (rarement ils atteignent l'apex abdominal).

Le nombre d'articles aux antennes est généralement de 24 chez le ♂ (parfois 25) et de 24 à 25 chez la ♀ (parfois 26), alors qu'il est généralement de 25 chez les ♂♂

de *saulcyi saulcyi* et de *saulcyi moralesi* (parfois 24 ou 26), et de 25 à 26 chez les ♀♀ de ces deux derniers taxons.

Les carènes latérales du pronotum sont généralement moins divergentes vers l'avant que chez les autres taxons rattachés à *saulcyi*; ce caractère est mieux affirmé chez les ♂♂ que chez les ♀♀.

**Écologie.** On rencontre *C. s. vicdessossi* dans des pelouses mésophiles, des pelouses rocailleuses xériques, des pelouses frutescentes, des rocailles calcaires xériques à Raisin d'Ours, et des fruticées ouvertes telles que callunaies, callunaies-myrtillaies et rhodoraies. À l'évidence ce taxon ne manifeste aucune attirance pour les Fabacées arbustives.

Altitudinalement il a été noté depuis 1 150 m (Saurat, Ariège) jusqu'à 2 100 m (Réserve Naturelle du Néouvielle, Hautes-Pyrénées); cela couvre les étages orthoptériques montagnard supérieur et subalpin complet.

**Chorologie.** Vers l'est il est connu depuis la frontière entre les Pyrénées audoises et ariégeoises, au *Col des Trabesses* (1 900 m); mais il y a incertitude quant à l'identité du taxon présent plus à l'est, au Col de Puymorens (1 920 m, Pyrénées-Orientales): *Ch. s. saulcyi* ou bien *Ch. saulcyi vicdessossi*? D'ailleurs la zone de contact entre ces deux taxons mériterait d'être regardée de très près.

Il est très présent en altitude dans toutes les Pyrénées ariégeoises, et il est connu aussi en Haute-Garonne; vers l'ouest il atteint les Hautes-Pyrénées, au moins jusqu'à la Réserve Naturelle du Néouvielle.

**Dimensions.** Corps mesuré à l'apex de l'abdomen sur le vif ♂ 16-19.5, ♀ 21-30; corps mesuré à l'apex de l'abdomen sur le sec ♂ 14.50-19.20, ♀ 19.9-27.2; corps mesuré à l'apex des genoux postérieurs ♂ 16.1-19.6, ♀

21-27.4; corps mesuré à l'apex des organes du vol ♂ 18.7-14.7, ♀ 18.3-24.5; pronotum ♂ 2.9-3.9, ♀ 3.4-5.6; fémur postérieur ♂ 8.7-11.2, ♀ 11.2-15.5; râpe stridulatoire ♂ 3.03-4.16; nombre de dents stridulatoires ♂ 99-142; tegmen ♂ 9.4-12.8, ♀ 11.8-15.7.

Mensurations prises sur le vif (corps à l'apex de l'abdomen: 34 ♂♂ et 42 ♀♀ provenant des Pyrénées ariégeoises et de la Haute-Garonne) et sur le sec (autres dimensions: 38 ♂♂ et 33 ♀♀ provenant des Pyrénées ariégeoises, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées).

**Biométrie.** Dans l'ordre: moyenne [écart type] valeur mini-valeur maxi (nombre de données).

Rapport longueur de l'œil / largeur du vertex ♂ 1.93 [0.12] 1.63-2.20 (38), ♀ 1.55 [0.11] 1.38-1.77 (33); rapport longueur de l'œil / longueur du sillon sous-oculaire ♂ 1.44 [0.14] 0.73-1.65 (38), ♀ 1.16 [0.05] 1.09-1.28 (33); rapport longueur pronotum / longueur métazone ♂ 1.96 [0.06] 1.83-2.09 (38), ♀ 1.91 [0.06] 1.79-2.03 (30); longueur totale des cerques ♂ 0.77 [0.08] 0.61-0.92 (28), ♀ 0.58 [0.06] 0.44-0.68 (30); rapport longueur / largeur du fémur postérieur ♂ 4.22 [0.18] 3.95-4.72 (36), ♀ 4.23 [0.16] 3.83-4.52 (33); distance centre du stigma - apex du tegmen ♂ 2.69 [0.37] 2.10-3.60 (35), ♀ 3.64 [0.40] 3.00-4.40 (32); distance apex de l'aile au repos - apex du tegmen ♂ 0.17 [0.26] -0.32 - 0.70 (35) ♀ 0.20 [0.42] -0.63 - 1.50 (31); distance apex du tegmen au repos - apex du fémur postérieur ♂ -1.63 [0.72] -2.80 - -0.30 (37), ♀ -2.67 [0.94] -5.00 - -0.60 (32); pourcentage de la distance centre du stigma-apex du tegmen par rapport à la longueur du tegmen ♂ 24.81 [2.18] 20.39-29.25 (35), ♀ 27.44 [2.02] 23.19-31.39 (32); rapport longueur du tegmen / longueur du pronotum ♂ 3.19 [0.22] 2.86-3.79 (38), ♀ 2.97 [0.24] 2.59-3.77 (33); rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur ♂ 1.08 [0.06] 0.97-1.20 (37), ♀ 1.04 [0.06] 0.92-1.20 (33).

Exemplaires provenant d'Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées.

## 2. CLEF DES TAXONS RECONNUS OU PRESENTIS

- 1 (6) Taxon **macroptère**. Les tegmina dépassent les genoux postérieurs ou les atteignent presque (**il peut manquer jusqu'à 0.8 mm chez le ♂, jusqu'à 1.2 mm chez la ♀**, très rarement davantage: chez 3 et 2% des exemplaires, respectivement). Coloration générale ♂♀ **fortement bariolée et très contrastée**, souvent **vert vif** avec des marques **jaune vif** ou brune avec des marques **beige soutenu**. Face externe des fémurs postérieurs le plus souvent avec des marques claires et sombres bien contrastées (notamment les genoux postérieurs fortement obscurcis, précédés d'un anneau clair). Antennes plus longues en moyenne que chez *C. saulcyi*, relativement à la largeur minimum du vertex Face inféro-externe des fémurs postérieurs entièrement ou presque entièrement **jaune** (mais souvent nuancé de brunâtre ou d'orangé tout à fait à l'apex). Taxon surtout répandu **en plaine**, mais pouvant monter localement en altitude; les individus se tiennent très souvent perchés dans des **Fabacées arbustives**, surtout *Ulex* pl. sp. sur silice et *Genista scorpius* sur calcaire.

La longueur de la partie apicale du tegmen des ♂♂ (à partir du milieu du stigma) représente au moins 29.5 % de la longueur totale. Les tegmina des ♀♀ peuvent dépasser genoux postérieurs (jusqu'à 1.3 mm en France, 2.4 mm en Ibérie); le rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur est  $\geq 1.10$ , et le pourcentage de la partie apicale du tegmen (au-delà du milieu du stigma) relativement à sa longueur totale est  $\geq 31.0$ . Rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex plus élevé que chez *C. saulcyi*, en moyenne.

..... 1. *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825)

- 2 (3) Rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex ♂♂  $\geq 2.50$ . Carènes latérales du pronotum moins anguleuses dans la prozone. Râpe stridulatoire tendant à être plus courte (2.7 mm en moyenne). Tibias postérieurs brun rougeâtres. **Moyen-Atlas** septentrional (Tazzecca: Bab-bou-Idir!). Un taxon voisin ou identique est indiqué dans le Haut-Atlas.

..... 1-2. *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825), ssp. *atlas* Defaut, 1987

- 3 (2) Rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex ♂♂  $\leq 2.50$ . Carènes latérales du pronotum davantage anguleuses dans la prozone, en moyenne. Râpe stridulatoire tendant à être plus longue (3.4 mm en moyenne). Tibias postérieurs rouge franc, rouge orangé ou orangés. **Europe occidentale**.

- 4 (5) Partie apicale des tegmina proportionnellement plus allongée. Tegmina au repos dépassant les fémurs postérieurs plus longuement, en moyenne (chez les ♂♂ jusqu'à 1.8 mm). Fémurs postérieurs tendant à être plus larges. **Péninsule Ibérique** (mais remplacé apparemment dans le secteur pyrénéen par le taxon suivant). Monte au moins jusqu'à 2 200 m en Sierra Nevada (peut-être remplacé par un autre taxon à partir de 2 500 m).

- ..... 1-1. *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825), ssp. *binotatus*.
- 5 (4) Partie apicale des tegmina proportionnellement moins allongée. Tegmina au repos ne dépassant pas les fémurs postérieurs ou les dépassant moins longuement, en moyenne (chez les ♂♂ jusqu'à 1.1 m, mais souvent de moins de 0.8 mm). Fémurs postérieurs tendant à être plus étroits.  
**France surtout planitiaire** (cependant ce taxon monte au moins jusqu'à 1 300 m dans les Pyrénées occidentales françaises et dans les Pyrénées catalanes ibériques [Haut-Urgel] et jusqu'à 1 000 m en Montagne Noire).  
 ..... 1-1. *Chorthippus binotatus* (Charpentier, 1825) : une ssp. à nommer ?  
 Chez les ♂♂ de la population alticole des Pyrénées-Atlantiques (Larrau) le champ Sc des tegmina tend à être plus large que dans toutes les autres populations françaises et ibériques de *C. binotatus* (largeur maxi = 0.33 mm en moyenne, contre 0.26 à 0.29 mm) et le rapport largeur du champ M (mesurée à l'apex) / largeur maxi du champ Sc est plus faible :  $\leq 1.40$ , contre  $\geq 1.35$ . Faudrait-il encore voir là une autre ssp. ?
- 6 (1) Taxon **microptère**. Les tegmina n'atteignent généralement pas l'apex des genoux postérieurs chez le ♂, jamais chez la ♀ : **typiquement il manque plus de 0.8 mm chez le ♂ et plus de 1.2 mm chez la ♀**, mais il y a des exceptions chez les ssp. *saulcyi* ♂♀ (20 % et 17 % des exemplaires), *daimi* ♂♀ (10 et 7 %), *vicdessossi* ♂ ( $\approx 10$  %) et *moralesi* ♀ (5 %). Les tegmina ♂♂ ne dépassent que très rarement les genoux (de 0.3 mm au maximum). Coloration ♂♀ **moins bariolée** que chez *C. binotatus*, le plus souvent dominée par les tons bruns et gris avec des taches brunâtre pâle (les couleurs vert vif, jaune vif et beige soutenu sont à peu près absentes). Taxons essentiellement **alticoles**.  
 La longueur de la partie apicale du tegmen des ♂♂ représente au plus 29.2 % de la longueur totale (sauf chez la ssp nominative : jusqu'à 32 %). Les tegmina des ♀♀ sont en général plus nettement abrégés que chez les ♂♂, laissant à découvert l'épiprocte et un nombre plus ou moins important de tergites ; le rapport longueur du tegmen / longueur du fémur postérieur est normalement  $\leq 1.10$  (rarement jusqu'à 1.20 chez *C. saulcyi saulcyi* et chez *C. saulcyi daimi*), et le pourcentage de la partie apicale du tegmen relativement à sa longueur totale est  $\leq 31.2$  (mais par exception jusqu'à 34.6 chez *C. saulcyi saulcyi*). Rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex moins élevé en moyenne, sauf chez *algoaldensis*.  
 ..... 2. *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888)
- 7 (8) Face inféro-externe des fémurs postérieurs entièrement ou presque entièrement **jaune** (souvent nuancé de brunâtre ou d'orangé tout à fait à l'apex). ♂ plus grand : corps mesuré à l'apex des organes du vol souvent  $\geq 16.5$ . Rapport œil / vertex ♂ souvent  $\geq 2.05$ . Carènes latérales du pronotum bien divergentes vers l'avant. Antennes plus longues proportionnellement à la largeur minimum du vertex. Chez certaines populations (pas toutes, semble-t-il) les individus manifestent une prédilection nette pour les Fabacées arbustives.  
**Massif Central** (des Cévennes à la Montagne Noire).  
 ..... 2-1. *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888) (?), ssp. *algoaldensis* Chopard, 1952
- 8 (7) Très souvent la moitié ou un bon tiers apical de la face inféro-externe des fémurs postérieurs est **orangé ou rouge orangé**, parfois **brune** (mais il arrive aussi qu'elle soit entièrement jaune). Rapport longueur de l'œil / largeur minimale du vertex ♂ souvent  $\leq 2.05$ . Antennes plus courtes relativement à la largeur minimum du vertex. Les individus ne montrent aucune prédilection pour les Fabacées arbustives, et on les trouve le plus souvent **dans l'herbe**.
- 9 (10) Tegmina ♂♀ dépassant la base des genoux postérieurs (chez la ♀ ils peuvent parfois ne pas l'atteindre tout-à-fait). Face externe des fémurs postérieurs avec des marques claires bien contrastées ; genoux postérieurs fortement obscurcis, précédés d'un anneau clair.  
 Partie orientale des Pyrénées franco-ibériques. En France uniquement trouvé dans le département des Pyrénées-Orientales  
 ..... 2-2. *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *saulcyi*
- 10 (9) Tegmina ♂♀ n'atteignant pas la base des genoux postérieurs (ou parfois tout juste chez le ♂).
- 11 (12) Coloration générale **terne**. Face externe des fémurs postérieurs souvent sans marques claires bien contrastées ; genoux postérieurs modérément ou fortement obscurcis ; anneau clair pré-apical plus ou moins marqué. Carènes latérales du pronotum à divergence vers l'avant généralement faible, surtout chez les ♂♂.  
**Pyrénées de l'Ariège, de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées** ; atteint vers l'ouest la Vallée d'Aure et la Réserve Naturelle du Néouvielle (Hautes-Pyrénées)  
 ..... 2-3. *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *vicdessossi* nov.
- 12 (11) Face externe des fémurs postérieurs avec des marques claires bien contrastées. Genoux postérieurs fortement obscurcis, précédés d'un anneau clair bien marqué. Carènes latérales du pronotum à divergence vers l'avant généralement forte chez les ♂♂ (surtout chez *C. s. daimi*).
- 13 (14) Anneau clair pré-apical des fémurs postérieurs souvent peu marqué. Carènes latérales du pronotum fortement divergentes vers l'avant chez les ♂♂ : indice « **(largeur de la prozone-rétrécissement prozonal) x (longueur de la prozone / 2)** » le plus souvent  $\geq 0.40$ .  
**Alpes françaises** (pas cité en Suisse ni en Italie).  
 ..... 2-4. *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *daimi* (Azam, 1893)
- 14 (13) Anneau clair pré-apical des fémurs postérieurs généralement bien marqué. Carènes latérales du pronotum faiblement divergentes vers l'avant : indice le plus souvent  $\leq 0.45$  chez les ♂♂.  
**Pyrénées centrales de l'Aragon et de la Catalogne**, à l'est jusqu'en **Cerdagne** (ibérique et française).  
 ..... 2-5. *Chorthippus saulcyi* (Krauss, 1888), ssp. *moralesi* Uvarov, 1954

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	18
INTRODUCTION .....	18
MATÉRIEL EXAMINÉ .....	19
PARAMÈTRES UTILISÉS .....	21
MÉTHODE D'ÉTUDE .....	24
CARACTÉRISATION DE DEUX GRANDS ENSEMBLES MORPHOLOGIQUES .....	24
1. RELATIVEMENT AU DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DU VOL .....	24
1-1. Chez les mâles .....	24
1-2. Chez les femelles .....	25
2. RELATIVEMENT À D'AUTRES PARAMÈTRES MORPHOLOGIQUES .....	25
3. LE CAS PARTICULIER DU TAXON DES CÉVENNES ( <i>algoaldensis</i> ) .....	25
4. DISCUSSION .....	25
4-1. Le statut taxonomique accordé dans la littérature à ces deux grands ensembles .....	25
4-2. Relation avec le paramètre <i>altitude</i> .....	25
4-3. Les régimes alimentaires .....	29
LES ENTITÉS TAXONOMIQUES CONSTITUTIVES DE L'ENSEMBLE MACROPTÈRE ( <i>C. binotatus</i> ) .....	29
1. LE TAXON D'IBÉRIE ET DE FRANCE EN PLAINE ET À ALTITUDE MODÉRÉE .....	29
2. LE TAXON DES HAUTES ALTITUDES EN SIERRA NEVADA .....	30
3. LE TAXON DU MOYEN-ATLAS MAROCAIN .....	30
LES ENTITÉS TAXONOMIQUES CONSTITUTIVES DE L'ENSEMBLE MICROPTÈRE ( <i>C. saulcyi</i> ) .....	30
1. LES ENTITÉS TAXONOMIQUES PYRÉNÉENNES .....	30
2. LA FORME DES ALPES .....	31
3. LE TAXON CÉVENOL .....	31
L'APPORT DES ANALYSES EN COMPOSANTES PRINCIPALES .....	31
1. MÂLES .....	31
1-1. ACP avec 12 paramètres .....	31
1-1. ACP avec 21 paramètres .....	36
1-1. ACP avec 73 paramètres .....	37
2. FEMELLES .....	41
2-1. ACP avec 10 paramètres .....	41
2-1. ACP avec 22 paramètres .....	42
2-1. ACP avec 50 paramètres .....	42
CONCLUSIONS TAXONOMIQUES .....	43
A PROPOS DES STRIDULATIONS .....	44
1. STRUCTURE DES PHRASES DE LA STRIDULATION ORDINAIRE .....	44
2. STRUCTURE DES ACCENTS CONSTITUTIFS DES PHRASES DE LA STRIDULATION ORDINAIRE .....	44
3. BANDE PASSANTE DES STRIDULATIONS ORDINAIRES. FRÉQUENCES DOMINANTES .....	44
4. SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS .....	45
DISCUSSION .....	45
CONCLUSION GÉNÉRALE .....	47
REMERCIEMENTS .....	48
RÉFÉRENCES .....	48
ANNEXES .....	49
1. DESCRIPTION DE <i>CHORTHIPPUS SAULCYI</i> (KRAUSS, 1888), SSP. <i>VICDESSOSI</i> DEFAUT SSP. NOV. ....	49
2. CLEF DES TAXONS RECONNUS OU PRESENTIS .....	50



14	15
16	17
18	19
20	21

14. ♂ *C. binotatus binotatus*, Lande du Cluzeau, Meuzac (Haute-Vienne), D. MORICHON, 4 VIII 2009.
15. ♂ *C. binotatus binotatus*, Lande du Cluzeau, Meuzac (Haute-Vienne), D. MORICHON, 4 VIII 2009.
16. ♂ *C. binotatus binotatus*, Col d'Erroyendi, Larrau (Pyrénées-Atlantiques), D. MORICHON, 29 X 2009.
17. ♂ *C. sauleyi algoaldensis*, Montselgues (Ardèche), D. MORICHON, 22 VIII 2009.
18. ♂ *C. sauleyi daimeii*, Montagne de Lachens, La Bastide (Var), D. MORICHON, 29 IX 2008.
19. ♂ *C. sauleyi daimeii*, Valberg, Guillaumes (Alpes-Maritimes), D. MORICHON, 02 X 2008.
20. ♂ *C. sauleyi sauleyi*, Tres Esteles, Py (Pyrénées-Orientales), D. MORICHON, 09 IX 2007.
21. ♂ *C. sauleyi moralesi*, Fontanet, Err (Pyrénées-Orientales), D. MORICHON, 20 VIII 2009.

Figures 14 à 21. Mâles de *Chorthippus* groupe *binotatus*



- |    |    |   |
|----|----|---|
| 22 | 23 | 22. ♀ <i>C. binotatus binotatus</i> , Lande du Cluzeau, Meuzac (Haute-Vienne), D. MORICHON, 4 VIII 2009.      |
|    | 25 | 23. ♀ <i>C. binotatus binotatus</i> , Col d'Erroyrondi, Larrau (Pyrénées-Atlantiques), D. MORICHON, 29 X 2009 |
| 24 | 26 | 24. ♀ <i>C. saulcyi vicdessosi</i> , Étang de Laurenti, Artigues (Ariège), A. SAUVAGE, 27 VII 2006.           |
|    | 28 | 25. ♀ <i>C. saulcyi algoaldensis</i> , Montselgues (Ardèche), D. MORICHON, 22 VIII 2009.                      |
| 27 |    | 26. ♀ <i>C. saulcyi daimei</i> , Montagne de Lachens, La Bastide (Var), D. MORICHON, 29 IX 2008.              |
|    |    | 27. ♀ <i>C. saulcyi saulcyi</i> , Tres Esteles, Py (Pyrénées-Orientales), D. MORICHON, 09 IX 2007.            |
|    |    | 28. ♀ <i>C. saulcyi moralesi</i> , Fontanet, Err (Pyrénées-Orientales), D. MORICHON, 20 VIII 2009.            |

Figures 22 à 28. Femelles de *Chorthippus* groupe *binotatus*

