



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار - عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTÉ DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLOME DE DOCTORAT ES SCIENCES

Spécialité: BIOLOGIE ANIMALE

Intitulé

**ÉTUDE BIOSYSTEMATIQUE DES COLEOPTERES
CARABIQUES DE LA REGION DE CONSTANTINE.**

Présentée par: M^{elle} SAOUACHE YASMINA

Membres de Jury:

SOLTANI Noureddine	(Professeur) Président	Université de Annaba
DOUMANDJI Salah Eddine	(Professeur) Directeur de thèse	Université d'agronomie d'El Harrach
CHAKALI Gahdab	(Professeur) Examineur	Université d'agronomie d'El Harrach
HAMRA-KROUA Salah	(Professeur) Examineur	Université de Constantine 1
DAAS Tarek	(Professeur) Examineur	Université de Annaba
OUAKID Mohamed Laid	(Professeur) Examineur	Université de Annaba

Année universitaire 2015 / 2016

Je dédie ce travail à mes chers parents

Remerciements

Au terme de ce travail, je remercie avant tout Dieu le tout puissant qui a éclairé mon chemin tout au long de mes études et qui m'a donné la force et la volonté pour mener à terme ce modeste travail.

Il m'est particulièrement agréable d'exprimer ma gratitude et mon profond respect au Professeur Doumandji Salah Eddine d'avoir accepté généreusement de diriger ce travail.

Je tiens à remercier le Professeur Soltani Noureddine qui m'a fait l'honneur de présider ce jury : qu'il soit assuré de ma profonde reconnaissance.

J'adresse mes remerciements aux Professeurs : Mr Chakali Gahdab, Mr Daas Tarek, Mr Ouakid Mohamed et Mr Hamra-kroua Salah d'avoir accepté de juger ce travail.

Mes remerciements vont aussi aux Professeurs :

-Mr Thierry Deuve du laboratoire d'entomologie du Museum d'histoire naturelle de Paris et

-Mr Achille Casale du département de zoologie et anthropologie de l'université de Sassari, pour avoir eu l'amabilité de me consacrer du temps afin d'examiner et de confirmer la détermination de certaines espèces.

-Mr Mouna Mohamed de l'institut scientifique de Rabat de m'avoir facilité l'accès aux collections de références.

Je tiens à remercier également Mr. Benbelkacem A et tout le personnel de l'ITGC El Khroub Constantine pour leur gentillesse et leur disponibilité.

Un grand merci pour mon amie Nadia Ouchtati de l'Université de Guelma, qui m'a soutenue moralement pendant ces longues années, votre soutien a été une aide précieuse.

J'adresse mes plus sincères remerciements à mon amie Souad Neffar de l'Université de Tébessa pour son soutien, et l'aide précieuse qu'elle m'a apportée pendant l'élaboration de ce manuscrit.

Je tiens à remercier également Melle Leila Sahli du Laboratoire de Biologie et Environnement de l'université Mentouri de Constantine, pour son aide et pour la réalisation de l'analyse granulométrique.

Je remercie très affectueusement mon cher frère et mes chères sœurs pour leur aide et leur soutien.

Enfin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

Résumé

Une étude des coléoptères carabiques a été réalisée dans des paysages agricoles d'une région semi-aride du Nord-Est de l'Algérie (Constantine).

Cette étude s'est déroulée entre 1997 et 2000, dans trois biotopes (bordures de champs de céréales, zone forestière et les bordures d'un verger de cerisiers). L'échantillonnage des carabidés a été réalisé à l'aide de pièges d'interceptions. Au niveau de chaque biotope, nous avons placé dix pièges.

Les résultats ont montré que les bordures de champs de céréales renferment une plus grande diversité de coléoptères carabiques. Ainsi l'abondance, la richesse spécifique des carabes étaient nettement plus élevées dans les bordures de champs de céréales. Cette différence est peut être liée à la stabilité et caractéristique du premier biotope. Les valeurs de l'indice de similitude de Jaccard calculée pour chaque année d'étude expriment une faible affinité entre les différents habitats.

Les traits biologiques et écologiques des espèces, comme le régime alimentaire, le pouvoir de dispersion et la taille des espèces ont montré que dans les bordures du verger de cerisiers les espèces polyphages, macroptères et les espèces de petites tailles sont les plus fréquentes. Alors que dans les bordures de champ de céréales, considérées comme un habitat non perturbé, les prédateurs sont les plus fréquents. Les espèces xérophiles prédominent dans les trois biotopes et le nombre d'espèces hygrophiles est plus élevé en bordure de champs de céréales.

Mots clés: Coleoptera, Carabidae, champ de céréales, verger, bordure forestière, Constantine.

Abstract

The ground beetles of agricultural landscapes were studied in the semi- arid region of north eastern Algeria (Constantine).

Between the years 1997 and 2000 the ground beetles (Carabidae) of three biotopes (cereal field edge, cherry orchard edge and forest edge) were studied using ten pitfall traps for each site and also collecting under shelters. The results showed that the cereal field edges contained a greater diversity of carabid beetles compared to the other biotopes. Thus, the richness, abundance and Shannon index carabid species were noticeably higher in cereal field edges. This difference is probably due to the stability and characteristic of the first biotope. This also explains the low affinity observed between the species assemblage of the all biotopes as it indicated by the Jaccard's similarity of the three years which was found to be very low.

Adaptative parameters of species, like diet, flying ability and body size showed that the polyphagous, flying and small sized species are more frequent in the cherry orchard edge. Whereas in the cereal field edge, which was considered an undisturbed habitat, predators were more frequent. Xerophilic species prevailed in the all habitats and the number of hygrophilic species was higher in the cereal field.

Keys words : Coleoptera, Carabidae, cereal field, orchard, forest edge ,Constantine.

الملخص

تمت دراسة تجمعات الخنافس الكرابية على مستوى الحظيرة الوطنية للقالا و تيسة, منطقتان تقعان على مستويين مناخيين مختلفين متوسطي رطب و متوسطي شبه جاف على الترتيب. وجد منها 102 نوع ينتمي أغلبها الى العائلة الأربلينية (Harpalinae).

أثبتت الطرق الاحصائية المستعملة أن كثير من الأوساط المدروسة أظهرت تنوعا منتظما ومتوازنا. سمحت حركية هذه المجموعات بإظهار تأثير المناخ على الوسط الغير حيوي وعلى تشكيلة البيئة و تنظيمها.

وأثبتت الدراسة المقارنة بطرق مختلفة أن تجمعات الأنواع تتأثر بدرجة الرطوبة, طبيعة الركيزة, و الارتفاع.

توضح دراسة دورة التكاثر وجود تكاثر شتوي وربيعي أما التوزيع الجغرافي الحيوي للأنواع بين وجود سيادة للصفة المتوسطة.

الكلمات المفتاحية: الخنافس الكرابية, وسط رطب, وسط شبه جاف, الجرد الحيواني, الجغرافية الحيويه.

Tables des matières

<i>Remerciement</i>	i
<i>Résumés</i>	ii
<i>Tables des matières</i>	v
<i>Liste des figures</i>	ix
<i>Liste des tableaux</i>	xii
<i>Liste des abréviations</i>	xiii
Introduction générale	1
Chapitre 1 Aperçu bibliographique	
1.1 Généralités sur les Carabidés	4
1.2 Taxonomie	5
1.2.1 Principaux caractères de reconnaissance des Carabidés	6
1.3 Principaux éléments de la biologie et de l'écologie des Carabidae	10
1.3.1 Mode trophique	10
1.3.2 Taille et mode de déplacement	11
1.3.3 Cycle de développement	12
1.3.4 Reproduction	13
1.4 Importance économique des Carabidae	14
Chapitre 2 Présentation de la zone d'étude	
2.1 Délimitation géographique de la zone d'étude	15
2.2 Relief	15
2.3 Climat	16
2.3.1 Température	17
2.3.2 Pluviométrie	17
2.3.3 Humidité atmosphérique	18
2.3.4 Vent	18
2.4 Sol	19

Tables des matières

2.5 Hydrographie	19
2.6 La végétation	19
2.7 Description générale des biotopes échantillonnés	20
2.7.1 Station d'El-Khroub (Kh)	20
2.7.2 Hamma Bouziane (Hm)	21
2.7.3. Station du Campus universitaire (Cu)	22

Chapitre 3 Matériel et méthodes

3.1 Choix des stations	24
3.2 Matériel utilisé	24
3.2.1 Le piège à fosse (pièges Barber)	24
3.2.2 La chasse à vue	24
3.3 Dispositif d'échantillonnage : Les pièges à fosse	25
3.5 Détermination	26
3.6 Méthodes d'analyse de la structure des peuplements	26
3.6.1 L'abondance absolue	26
3.6.2 La richesse spécifique	27
3.6.3 La fréquence d'occurrence	27
3.6.4 Indice de Shannon (H')	27
3.6.5 Equitabilité de Pielou E (1966)	28
3.6.6 L'indice de similitude de Jaccard	28
3.7 Traits biologiques des espèces	29

Chapitre 4 Résultats et discussion

4.1 Analyse faunistique	30
4.1.1 Composition de la faune carabique dans les différents biotopes	30
4.1.1.1 Espèces recensées	33
4.1.2 Répartition biogéographique	36

Tables des matières

4.1.3 Description des génitalia et traits biologiques de quelques espèces	38
4.1.3.1 <i>Parophonus planicollis</i> Dejean, 1829	38
4.1.3.2 <i>Metophonus antoineianus</i> Schauberger, 1929	39
4.1.3.3 <i>Parophonus antoinei</i> Schauberger, 1932	39
4.1.3.4 <i>Harpalus distinguendus</i> Duftschmidt 1812	40
4.1.3.5 <i>Harpalus siculus</i> Dejean, 1829	41
4.1.3.6 <i>Artabas punctatostriatus</i> Dejean, 1829	42
4.1.3.7 <i>Ophonus (Hesperophonus) pumilio</i> Dejean, 1829	43
4.1.3.8 <i>Ophonus (Hesperophonus) rotundatus</i> Dejean, 1829	44
4.1.3.9 <i>Orthomus rubicundus</i> Coquerel, 1856	45
4.1.3.10 <i>Poecilus quadricollis</i> Dejean, 1828	46
4.1.3.11 <i>Poecilus vicinus</i> Levrat, 1859	47
4.1.3.12 <i>Poecilus purpurascens</i> Dejean, 1828	48
4.1.3.13 <i>Poecilus decipiens</i> Waltl., 1835	49
4.1.3.14 <i>Brachinus efflans</i> Dejean, 1831	50
4.1.3.15 <i>Brachinus andalusiacus</i> Rambur, 1838 <i>ssp mauretanicus</i> Bedel, 1914	51
4.1.3.16 <i>Brachinus longicornis</i> Fairmaire, 1858	52
4.2 Organisation du peuplement de Carabidés	54
4.2.1 Abondance et Richesse spécifique de la faune carabique dans les différentes stations.	54
4.2.2 Diversité spécifique et Equitabilité du peuplement Carabique.	58
4.3 Dynamique de la communauté carabique dans les différents biotopes	60
4.3.1 Variation mensuelle de l'abondance et la richesse spécifique au niveau des trois stations.	60
4.3.2 Variation interannuelle de l'abondance et la richesse spécifique au niveau des trois biotopes.	62
4.4 Rythme d'activité annuel des principales espèces	65

Tables des matières

4.4.1 <i>Macrothorax morbillosus</i> Fabricius	65
4.4.2 <i>Broscus politus</i> Dejean	66
4.4.3 <i>Calathus fuscipes</i> Goeze ssp <i>algerinus</i> Gautier	66
4.4.4 <i>Licinus punctatulus</i> Fabricius	67
4.4.5 <i>Acinopus megacephalus</i> Rossi	68
4.4.6 <i>Pseudophonus rufipes</i> De Geer	69
4.5 Composition biologique et écologique du peuplement	70
4.5.1 Sensibilité des espèces du peuplement carabique à l'humidité	70
4.5.2 Composition trophique des carabidae	74
4.5.3 Pouvoir de dispersion de la faune carabique globale et dans les différents sites	77
4.5.4 Variation de la taille des espèces	82
Conclusion générale	85
Références	88
Annexe	102

Liste des figures

Figure 1.1 a Face ventrale d'un <i>Carabus</i> (<i>Carabus monilis</i> Fabricius, 1792) (Du Chatenet, 1990)	8
Figure 1.1 b Face dorsale d'un <i>Carabus</i> (<i>Carabus monilis</i> Fabricius, 1792) (Du Chatenet, 1990)	9
Figure 1.2 Dessous des tarsi antérieurs mâle en haut, femelle en bas.	10
Figure 1.3 Les étapes du développement des Carabidés	12
Figure 2.1 Localisation géographique de la zone et des stations d'étude.	15
Figure 2.2 Carte bioclimatique de l'Est algérien (Cote 1974)	16
Figure 2.3 Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la zone d'étude (1995-2008).	17
Figure 2.4 Photo satellite représentant le site Khroub	21
Figure 2.5 Projection des résultats de l'analyse granulométrique des sols de trois stations d'étude, selon le triangle textural américain (Duchauffour, 1977).	21
Figure 2.6 Photo satellite représentant le site Hamma Bouziane	22
Figure 2.7 Photo satellite représentant le site Campus Universitaire	23
Figure 4.1 Proportion des sous familles de Carabidés répertoriées au niveau des trois stations (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus universitaire) 1997-2000.	30
Figure 4.2 Proportions des sous familles de Carabidés répertoriées au niveau de chaque biotope (Khroub, Hamma Bouziane, Campus universitaire) (1997-2000)	32
Figure 4.3 Spectre de la répartition biogéographique de l'ensemble des espèces de Carabidés	36
Figure 4.4 Spectre de la répartition biogéographique des espèces de Carabidés Méditerranéennes	37
Figure 4.5 a : Adulte <i>Parophonus planicollis</i> , b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil. Gr (x60)	38
Figure 4.6 a : Adulte <i>Metophonus antoineianus</i> b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil. Gr (x60)	39
Figure 4.7 a : Adulte <i>Parophonus antoinei</i> b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil. Gr (x60)	40
Figure 4.8 a : Adulte <i>Harpalus distinguendus</i> b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil. Gr (x60)	41
Figure 4.9 a : Adulte <i>Harpalus siculus</i> b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil. Gr (x60)	42
Figure 4.10 a : Adulte <i>Artaba punctatostriatus</i> b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil. Gr (x60)	43

Liste des figures

Figure 4.11	a : Adulte <i>Ophonus (Hesperophonus) pumilio</i>	b : organe copulateur vue de profil	44
	c : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.12	a : Adulte <i>Ophonus (Hesperophonus) rotundatus</i>	b : organe copulateur vue de profil	45
	c : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.13	a : Adulte <i>Orthomus rubicundus</i>	b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face	46
	d : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.14	a : Adulte <i>Poecilus quadricollis</i>	b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face	47
	d : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.15	a : Adulte <i>Poecilus vicinus</i>	b : organe copulateur vue de profil,	48
	c : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.16	a : Adulte <i>Poecilus purpurascens</i>	b : organe copulateur vue de profil,	49
	c : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.17	a : Adulte <i>Poecilus decipiens</i>	b : organe copulateur vue de profil,	50
	c : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.18	a : Adulte <i>Brachinus efflans</i>	b-c : organe copulateur vue de face, vue de profil,	51
	d : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.19	a : Adulte <i>Brachinus andalusiacus</i>	b-c : organe copulateur vue de face, vue de profil,	52
	d : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.20	a : Adulte <i>Brachinus longicornis</i>	b-c : organe copulateur vue de face, vue de profil,	53
	d : organe copulateur vue de profil.	Gr (x60)	
Figure 4.21	Répartition des populations de Carabides selon leur richesse spécifique au niveau des trois stations (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus universitaire) (1997-2000).		54
Figure 4.22	Répartition des populations de Carabidés selon leur abondance au niveau des trois stations. (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus universitaire) (1997-2000).		56
Figure 4.23	Variation mensuelle de l'abondance et la richesse spécifique (cumulé) des Carabidés dans les différentes stations. (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire)		61
Figure 4.24	variation annuelle de l'abondance des Carabidés dans les différentes stations (1997-2000). (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire)		62
Figure 4.25	variation interannuelle de la richesse spécifique des Carabidés dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire)		63
Figure 4.26	Cycle d'activité de l'espèce <i>Macrothorax morbillosus</i> (1997-2000)		65
Figure 4.27	Cycle d'activité de l'espèce <i>Broscus politus</i> (1997-2000)		66
Figure 4.28	Cycle d'activité de l'espèce <i>Calathus fuscipes</i> (1997-2000)		67
Figure 4.29	Cycle d'activité de l'espèce <i>Licinus punctatulus</i> (1997-2000)		68
Figure 4.30	Cycle d'activité de l'espèce <i>Acinopus megacephalus</i> (1997-2000)		68

Liste des figures

- Figure 4.31** Cycle d'activité de l'espèce *Pseudophonus rufipes* (1997-2000) 69
- Figure 4.32** Proportion des espèces de Carabidés (Xérophiles, Hygrophiles et Mésophiles) dans le peuplement global. 70
- Figure 4.33** spectre des espèces de Carabidés (Xérophiles, Hygrophiles et Mésophiles) au niveau des trois stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire) 71
- Figure 4.34** Les variations interannuelles du pourcentage des espèces de Carabidés (mésophiles, xérophiles, hygrophiles) dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire) 73
- Figure 4.35** Spectre des espèces Carabidés (Phytophages, polyphages et prédatrices) dans le peuplement global. 74
- Figure 4.36** Répartition des populations de Carabidés selon leur régime alimentaire (phytophage, polyphage et prédateur) au niveau des trois stations. (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire) 75
- Figure 4.37** Les Variations interannuelles du pourcentage des espèces de Carabidés (phytophages, polyphages et prédatrices) dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire). 76
- Figure 4.38** Spectre des espèces Carabidés (Macroptères, Brachyptères et Dimorphes) dans le peuplement global (1997-2000) 78
- Figure 4.39** Pourcentage des espèces de Carabidés (Macroptères, Brachyptères et Dimorphes) au niveau des trois stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus Universitaire) 79
- Figure 4.40** les Variations interannuelles du pourcentage des espèces de Carabidés (Macroptères, Brachyptères, Dimorphes) dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus Universitaire) 81
- Figure 4.41** Variation du pourcentage des espèces de Carabidés selon leur taille dans les trois stations. (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus Universitaire) 83
- Figure 4.42** Variation de la taille de quelques espèces communes recensées dans les stations Khroub et Hamma-Bouziane. 84

Liste des Tableaux

Tableau 2.1 Moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008); Tmoy : Température moyenne (Tmax + Tmin) /2	102
Tableau 2.2 Moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000); Tmoy : Température moyenne (Tmax + Tmin)	102
Tableau 2.3 Moyennes mensuelles des précipitations enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008)	102
Tableau 2.4 Moyennes mensuelles des précipitations enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000)	102
Tableau 2.5 Moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008)	102
Tableau 2.6 Moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000)	103
Tableau 2.7 Moyennes mensuelles de la vitesse des vents enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008)	103
Tableau 2.8 Moyennes mensuelles de la vitesse des vents enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000)	103
Tableau 4.1 liste des espèces récoltées au niveau des trois stations (1997-2000) Khroub ; Campus universitaire ; Hamma-Bouziane	104
Tableau 4.2 Indice de diversité et Equitabilité dans les trois biotopes (1997-2000).	58
Tableau 4.3 Indice de diversité et Equitabilité de faune carabique dans les trois biotpes.	59
Tableau 4.4 Indice de similarité de Jaccard dans les trois biotopes (1997-2000). (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire)	60

Liste des abréviations

Kh : Khroub

Hm :Hamma-Bouziane

Cu : Campus universitaire

ITGC : Institut Technologique des grandes cultures

ITAF : Institut national de l'amélioration des arbres fruitiers

O.N.M : Office national de la météorologie

RA : régime alimentaire « **Pr** : Prédateur ; **Po** : Polyphagie ; **Ph** : Phytophage »

PD : pouvoir de dispersion « **Ma** : Macroptère ; **Br** : Brachyptère ; **Dm** : Dimorphe »

SH : Sensibilité à l'humidité « **Xr** : Xérophile ; **Hy** : Hygrophile ; **Ms** : Mésophile »

RB : répartition biogéographique « **Tr** : Tyrrhéniennes; **M st** : Méditerranéennes strictes ; **M occ** : Méditerran-occidentales; **N Af** : Nord-Africaine; **Br** : Béticorifaines; **Afro-Eurp** : Afro-européenne »

INTRODUCTION GENERALE

La biodiversité connaît à l'heure actuelle un déclin important dû à l'action irrationnelle de l'homme. Cette perte de la biodiversité pose un sérieux problème pour plusieurs raisons. La première raison est essentielle (au sens étymologique du terme) et patrimoniale puisque les êtres vivants qui peuplent la Terre sont le patrimoine de l'Humanité mais aussi de la planète qu'ils habitent et contribuent à façonner. La deuxième raison, tient à ce que nous, êtres humains, dépendons entièrement de la bonne santé des écosystèmes dans lesquels nous vivons puisqu'ils nous fournissent nombre de services écosystémiques difficiles voire impossibles à remplacer, essentiellement les auxiliaires dont les coléoptères carabiques font partie et qui constituent un groupe clé des arthropodes du sol.

Les Carabidés (Coleoptera: Carabidae) sont l'une des familles de coléoptères les plus diversifiées et les plus abondantes, avec plus de 40000 espèces dans le monde (Larochelle, 1990 ; Dajoz, 2002). Ils colonisent tous les milieux terrestres et sont bien présents dans les agroécosystèmes. Leur écologie et systématique sont relativement bien connues (Thiele, 1977; Kotze *et al.*, 2011b). Ils constituent, l'un des groupes d'invertébrés les plus sensibles aux perturbations environnementales (Butterfield *et al.*, 1995; Cole *et al.*, 2002; Gobbi et Fontaneto, 2008), telles que l'utilisation des pesticides (Basedow, 1990 ; Epstein *et al.*, 2001; Goulet, 2003 ; Van Toor, 2006) et la perturbation du sol dans les agroécosystèmes (Pfiffner et Luka, 2003). En raison de la spécificité de l'habitat de certaines espèces, ces coléoptères peuvent être utilisés comme indicateurs biologiques pour évaluer les changements qui s'opèrent dans certains milieux (Eyre et Luff, 1990 ; Miñarro et Dapena, 2003; Biaggini *et al.*, 2007; Fadda *et al.*, 2008 ; kotze *et al.*, 2011b).

Ce sont pour la majorité, des prédateurs à l'état adulte et larvaire. Ils représentent donc de bons auxiliaires des cultures, vu leurs omniprésence et leur action de prédation sur certains ravageurs comme les (pucerons, taupins et limaces) (Goulet, 2003; Saska, 2007 ; Nietupski1 *et al.*, 2015).

Plusieurs travaux ont montré l'importance des habitats semi-naturels comme les bordures des champs, les bandes enherbées et les prairies pour les Carabidés (Le Cœur *et al.*, 2002 ; Griffiths *et al.*, 2007; Eyre *et al.*, 2009). Ces habitats peuvent constituer des zones de refuge, réserves en nourriture et des aires de reproduction

Introduction générale

saisonniers (Lee *et al.*, 2001 ; Ostman *et al.*, 2001a ; Boivin et Hance, 2003; Purtauf *et al.*, 2005a).

L'intérêt croissant qui est porté aux Carabidés a fait l'objet de nombreuses études dans différentes régions du globe. Il a été marqué par l'organisation de « Congrès internationaux de Carabidologie » dont le premier s'est tenu à Washington en 1976. Depuis cette date, plusieurs congrès ont eu lieu et plusieurs volumes de comptes-rendu ont été publiés (Dajoz, 2002).

Au Maghreb (Nord de l'Afrique), les études approfondies sur cette famille de Coléoptères sont plutôt rares, à l'exception de certains travaux qui ont été réalisés sur la composition faunistique des Carabidés en Algérie, Tunisie et Maroc à savoir : Seriziat (1885), Bedel (1895), Peyerimhoff (1931, 1948), Kocher et Reymond (1954), Antoine (1955-1962), Pierre (1958), Chavanon (1994) et Chavanon *et al.*, (1995).

En Algérie, les données sur la faune carabique restent fragmentaires, à part quelques travaux de Brague-Bouragba *et al.* (2007), Boukli-Hacene *et al.* (2011), Ouchtati *et al.* (2012) ; Belhadid *et al.* (2013) et Ouchtati (2013).

C'est dans ce cadre, que s'inscrit l'objectif de ce travail qui vise à contribuer à la connaissance de la biologie et l'écologie des Carabidés. Pour ce faire, le choix a été porté sur la région de Constantine au sein de trois stations différentes par le type de végétation (biotope) (milieux agricole et naturel) : Khroub, Hamma-Bouziiane et le Campus universitaire (Constantine).

Ainsi, nous visons par cette étude à :

- ✓ Dresser l'inventaire de la faune carabique et d'effectuer une comparaison entre la structure des communautés de Carabidés au niveau des trois habitats,
- ✓ Connaître le statut bio-écologique de la faune carabique (abondance, richesse spécifique, diversité).
- ✓ Analyser certains traits biologiques et écologiques des espèces de coléoptères carabiques tels que le régime alimentaire, l'exigence à l'humidité et le pouvoir de dispersion.

Introduction générale

Cette thèse s'articule autour de quatre chapitres :

- ✓ le premier chapitre est une synthèse bibliographique exposant des généralités sur la systématique, la biologie et l'écologie des coléoptères carabiques,
- ✓ le second chapitre est consacré à la description de la zone et des stations d'étude,
- ✓ le troisième chapitre décrit les méthodes utilisées pour l'élaboration et la réalisation de ce travail (méthodes de captures de la faune, d'échantillonnage et d'analyses statistiques) et,
- ✓ le quatrième chapitre traite de l'ensemble des résultats obtenus et leur discussion, appuyée par une bibliographie riche et récente. Ce dernier est divisé en deux parties :
 - la première est consacrée à l'analyse faunistique des espèces inventoriées,
 - la deuxième s'intéresse à l'organisation des communautés de coléoptères carabiques au niveau des trois biotopes. Cette partie exposée sous forme de tableaux et de graphes les résultats obtenus au cours de la période d'étude (1997-2000).

CHAPITRE I

DONNÉES

BIBLIOGRAPHIQUES

1.1 Généralités sur les Carabidés

Les Carabidae constituent un groupe-clé parmi les Arthropodes de la litière en raison de leur abondance et de leur régime le plus souvent prédateur (Larochelle 1990). Cette famille compte plus de 40 000 espèces dans le monde (Larochelle 1990 ; Kromp, 1999 ; Lövei, 2008), dont environ 100 nouvelles espèces décrites annuellement (Kotze *et al.*, 2011b).

Il s'agit d'une famille taxonomiquement et écologiquement très diversifiée, reconnue pour coloniser un amalgame d'habitats (Thiele, 1977; Butterfield *et al.*, 1995; Larochelle et Larivière, 2003; Vanbergen *et al.* 2005 ; Garcin *et al.*, 2011). Ils dominent dans les régions à climat tempéré et /ou humide et se raréfient dans les régions à climat plus chaud et plus aride (Dajoz, 2002).

L'emploi des Carabidae pour l'étude de sujet de biologie générale est ancien. Il a débuté vers le 19^{ème} siècle par Wollaston, qui avait constaté que beaucoup de Carabidae de l'île Madère étaient aptères et Darwin fut le premier à proposer une interprétation de leur aptérisme (Dajoz, 2002). Leur taxonomie et biologie sont bien connues (Lövei et Sunderland, 1996 ; Kotze *et al.*, 2011b ; Bouchard *et al.*, 2011).

D'une manière générale, les communautés des coléoptères carabiques sont fortement liées à la végétation, que ce soit sa richesse, sa diversité, sa structure ou le microclimat qu'elles conditionnent (Thomas *et al.*, 2002 ; Taboada *et al.*, 2008; Vician *et al.*, 2015), aux facteurs édaphiques (Purtauf *et al.*, 2005a ; Magura *et al.*, 2006) et abiotiques (température, humidité) (Paarmann, 1975 ; Dufrene et Baguette, 1989 ; Antvogel et Bonn, 2001; Lövei, 2008 ; Koiavula, 2011).

Sur la base de cette étroite relation avec le sol, ce groupe constitue un bon sujet pour étudier l'impact des modifications du milieu (Raino et Niemela, 2003 ; Teofilova *et al.*, 2015) et évaluer la biodiversité des écosystèmes (Thiele, 1977 ; Kotze *et al.*, 2011a), plus particulièrement, celui de l'action des pesticides sur la faune carabique (Epstein *et al.*, 2001). Ainsi, certains travaux ont montré que le travail du sol et les traitements phytosanitaires peuvent affecter négativement les communautés de Carabidés (Purvis et Fadl, 2002 ; Holland et Reynolds, 2003 ; Van Toor, 2006).

Leur rôle en tant que bioindicateurs a été bien confirmé (Pearsall, 2007 ; Koivula, 2011; Kotze *et al.*, 2011 b).

Certaines études ont prouvé l'efficacité des carabes comme agent de lutte biologique contre des ravageurs et font donc partie du cortège des auxiliaires (Hedde *et al.*, 2015), comme les pucerons (Hajek *et al.*, 2007), les vers de terre (Symondson *et al.*, 2006), les larves de lépidoptères (Sunderland, 2002), et les limaces (Mair & Port, 2001 ; Schmidt *et al.*, 2004). Plusieurs autres espèces sont granivores et peuvent intervenir dans la lutte contre les mauvaises herbes (Menalled *et al.*, 2007 ; Gaines et Gratton, 2010 ; Petit *et al.*, 2015).

Ceci n'empêche, que certaines espèces polyphages ou phytophages de la tribu des Harpalini ou de celle des Zabrinini causent des dégâts dans les cultures, cas du zabre des céréales *Zabrus tenebrioides* Goeze, 1777 (Dajoz, 2002).

La plupart des espèces de la faune carabique choisissent des endroits stables pour hiverner et colonisent à nouveau les milieux cultivés quand les conditions redeviennent plus favorables (Geiger *et al.*, 2009). Cela conforte l'intérêt des bordures de champs non-cultivées comme réservoirs de prédateurs utiles.

L'action prédatrice des Carabes sur les ravageurs est souvent dirigée envers les espèces ayant un stade de développement au sol. En verger par exemple, citons le cas de la chenille du carpocapse *Cydia pomonella* Linnaeus, 1758, consommée au dernier stade par plusieurs espèces de Carabes lors de leur déplacement au sol avant nymphose (Hagley et Allen, 1988 ; Riddick et Mills, 1994). Il en est de même pour de nombreuses espèces de mouches des fruits qui sont la proie de Carabes au moment de la pupaison au sol, comme la mouche de la cerise *Rhagoletis cerasi* Linnaeus, 1758 ou la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* Gmelin, 1790. Des pucerons peuvent également être consommés, tel le puceron vert du pommier *Aphis pomi* de Geer, 1773 (Elmer *et al.*, 1990).

1.2 Taxonomie

Durant les dernières décades, la taxonomie des Carabidae a été sujette à un changement considérable. L'un des plus importants travaux était celui de Jeannel (1941-1949), qui a subdivisé la famille des Carabidae en un nombre élevé de sous

familles, tribus et sous tribus par contre Lindroth (1961-1969) ne reconnaît que 8 sous familles et un nombre réduit de tribus.

Les caractères principaux utilisés par Jeannel pour diviser les Caraboidea en grands groupes sont : la structure des protibias, en particulier la disposition de leurs éperons terminaux (opposition Isochètes – Anisochètes), la structure du mésosternum et la disposition des pièces sternales qui entourent les cavités coxales intermédiaires (opposition Simplicia – Limbata et Disjoncta-Conjuncta).

Actuellement, les critères utilisés pour établir la classification des Carabidae sont divers : morphologie externe, anatomie de l'appareil reproducteur mâle et femelle, morphologie larvaire, formule chromosomique, étude de l'ADN et analyse chimique des substances défensives. En raison de sa variabilité, l'appareil reproducteur femelle est de plus en plus utilisé pour établir une phylogénie selon les méthodes cladistiques (Deuve, 1993 ; Liebherr et Will, 1998).

Erwin (1975) et Krysanovski (1976) apportèrent un grand développement dans l'histoire de la taxonomie des Carabidae.

La conception d'une nouvelle classification a été inspirée de ces travaux ultérieurs ainsi que ceux de Reichardt (1977) et Bousquet et Laroche (1993). Aussi, de diverses modifications ont été proposées par Lawrence et Newton (1995) et Ball *et al.*, (1998).

La classification actuelle divise les Carabidae en 24 sous familles et 110 tribus (Bouchard *et al.*, 2011).

Il est notoire que grâce aux nombreuses publications sur les Carabidae, la nomenclature des divers taxa a été mise à jour et les noms utilisés ne sont pas toujours ceux qui ont été employés dans les publications originales.

Ainsi *Abax ater* est devenu *Abax parallelepipedus* Piller & Mitterpacher, 1783 et *Carterus calydonius* est devenu *Ditomus calydonius* P. Rossi, 1790 (Dajoz, 2002).

1.2.1 Principaux caractères de reconnaissance des Carabidés

Les Carabidae appartiennent à l'ordre des coléoptères et au sous ordre des Adephaga. La famille des Carabidae compte un grand nombre de sous-familles qui diffèrent morphologiquement entre elles, de sorte qu'elles aient été longtemps considérées comme des familles à part entière. Cependant, un grand nombre de traits écologiques et morphologiques sont communs à tous ces insectes (**Figure 1.1 a-b**).

- Sutures notopleurales visibles extérieurement,
- Cavités coxales antérieures ouvertes en arrière dans quelques tribus telles que les Carabini, les Cychrini, les Nebrini, les Opisthini et les Notiophilini, et fermées en arrière par des prolongements internes du prosternum chez la majorité des carabidés,
- L'abdomen possède 6 sternites, sauf les *Brachinus* qui en ont 8.
- Le premier sternite abdominal est divisé par les hanches postérieures : sa marge postérieure n'est pas visible entre les hanches. Les six segments sont visibles
- Les protibias ont développé une structure, appelée "organe de toilette", car l'insecte l'utilise pour le lissage de ses antennes. L'anatomie de cet organe permet de différencier plusieurs lignées carabiques.
- Les tarses ont toujours 5 articles. Ceux des pattes antérieures et médianes sont souvent élargis chez les mâles et peuvent être munis de phanères adhésifs qui aident celui-ci à se cramponner sur le dos de la femelle durant l'accouplement (Figure 1.2)
- Trochanters postérieurs larges
- Les antennes sont toujours linéaires, composées de 11 articles, insérées latéralement entre l'oeil et le scrobe mandibulaire
- Quatre tubes de Malpighi, testicules tubulaires, ovaire de type méroïstique polytrophe (Dajoz, 2002).

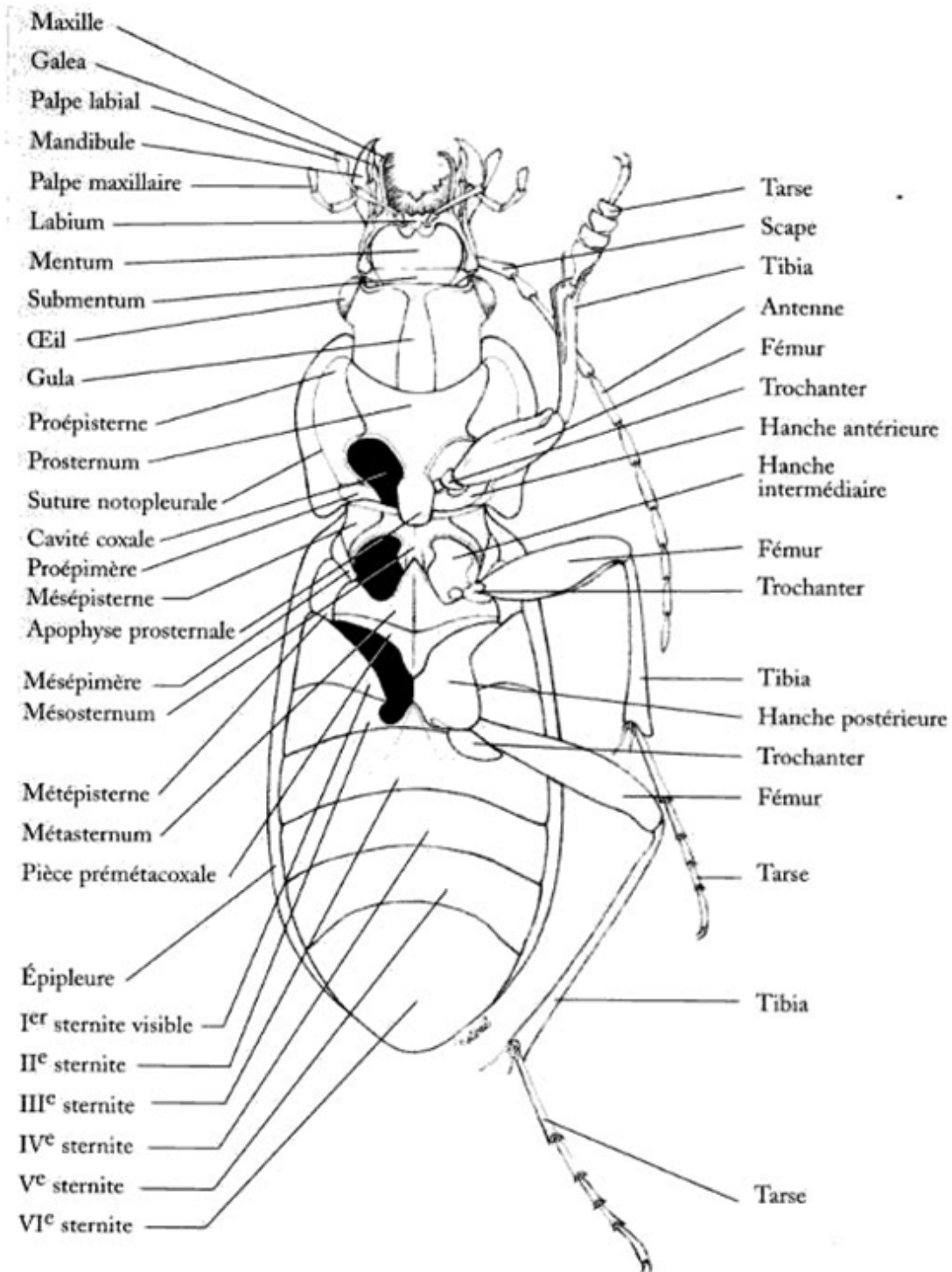


Figure 1.1 a. Face ventrale d'un *Carabus* (*Carabus monilis* Fabricius, 1792)
(Du Chatenet, 1990).

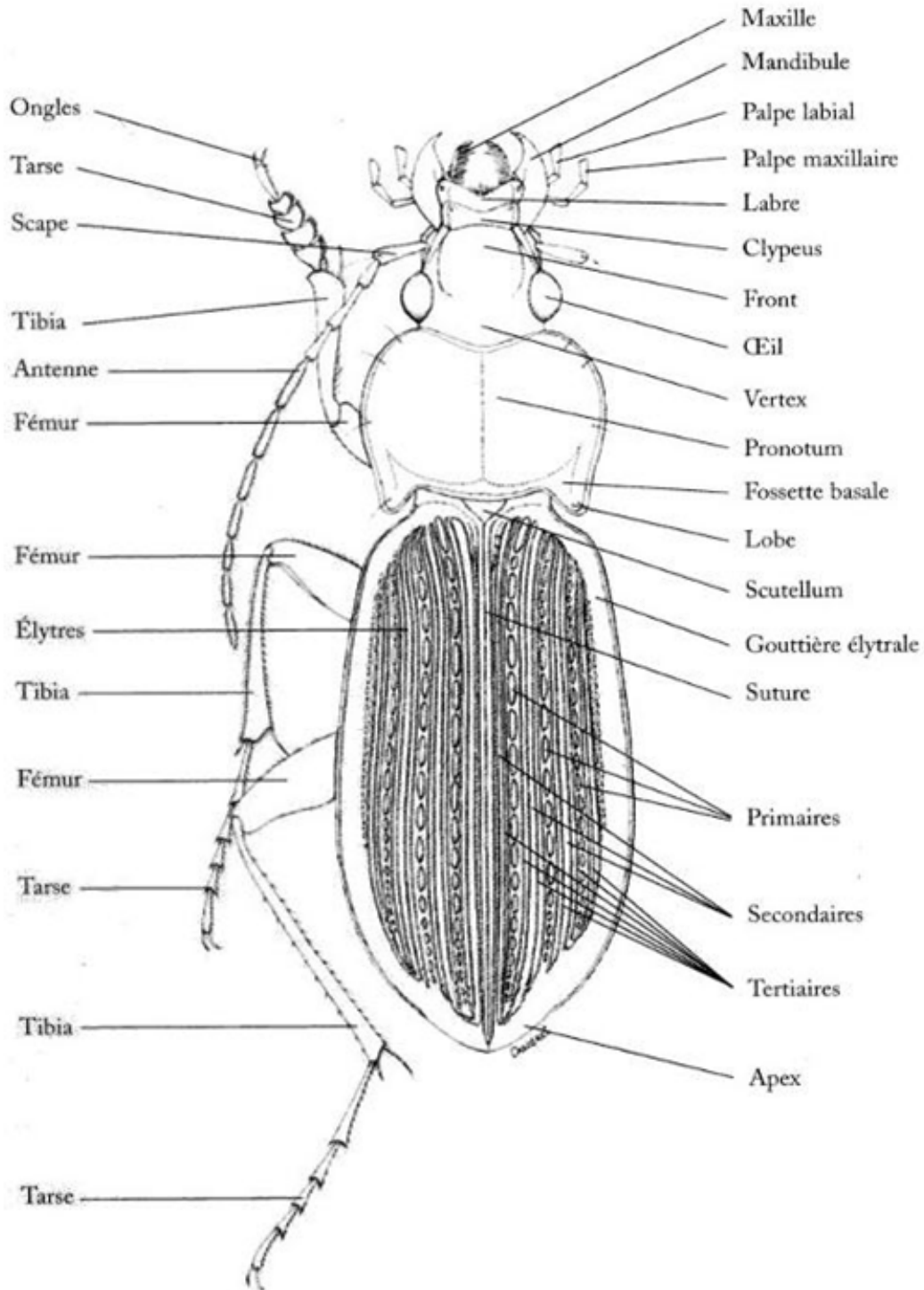


Figure 1.1 b. Face dorsale d'un *Carabus* (*Carabus monilis* Fabricius, 1792)

(Du Chatenet, 1990).



Figure 1.2. Dessous des tarsi antérieurs mâle en haut, femelle en bas.

(Cliché Saouache, 2015)

1.3 Principaux éléments de la biologie et de l'écologie des Carabidae

Les éléments présentés ici concernent des points clés de la biologie et de l'écologie des Carabidae qui permettent de comprendre le lien existant entre le milieu de vie (ses caractéristiques, les perturbations qu'il subit et le contexte dans lequel il se situe) et les assemblages d'espèces qui y sont présents. Ces éléments concernent plus particulièrement le rythme saisonnier des Carabidae, leur taille, leur mobilité et leur mode trophique.

1.3.1 Mode trophique

Chez les Carabidae, on peut distinguer trois modes trophiques. Les espèces prédatrices se nourrissent principalement de proies animales et sont les plus sensibles à l'intensification agricole ; les espèces phytophages se nourrissent principalement de matière végétale (et notamment de graines) tandis que les espèces polyphages ont un régime mixte animal/végétal (Larochelle, 1990 ; Kromp, 1999).

En général, peu d'espèces de Carabidae ont une alimentation très spécialisée, qui se nourrissent principalement de proies animales tels que, les mollusques (limaces et petits escargots). Alors que la majorité des espèces est polyphage, caractérisée par une flexibilité plus ou moins large du régime alimentaire en fonction des ressources disponibles (Lövei, 2008), différentes espèces sont phytophages. La phytophagie chez ce groupe est connue depuis longtemps (Forbes, 1883). Elle est observée chez beaucoup de genres appartenant aux tribus Carabini, Pterostichini, Amarini, Zabrinini et Harpalini (Zetto Brandmayr, 1990).

Cependant dans la tribu Harpalini, certains genres se nourrissent exclusivement (ou presque) de substances végétales, surtout de graines de graminées et plantes qu'ils accumulent dans des galeries creusées dans le sol (Trautner et Geigenmüller, 1987). Les espèces appartenant aux genres *Carterus* et *Zabrus* se nourrissent respectivement de graines d'ombellifères et de céréales (Larochelle, 1990).

On rencontre dans le groupe phytophage certains carabidés, considérés comme normalement prédateurs mais qui ont tendance à consommer des fruits, tel est le cas de certaines espèces de *Carabus*, *Pseudophnus*, *Amara* et *Harpalus* (Zetto Brandmayr, 1990 ; Larochelle, 1990)

L'étude du régime alimentaire des carabidés est très difficile, en raison des mœurs nocturnes de beaucoup d'espèces à l'exception des Cicindèles, qui sont diurnes. Tout récemment, des techniques PCR (polymerase chain reaction) ont été mises au point (Symondson, 2002), qui ouvrent de nouvelles perspectives pour l'étude du régime alimentaire des auxiliaires.

1.3.2 Taille et mode de déplacement

La taille et la capacité de dispersion des Carabidae sont étroitement liées (Den Boer, 1977 ; Ribera *et al.*, 2001; Millan de la Peña *et al.*, 2003 ; Gobbi et Fontaneto, 2008). Chez ce groupe d'insectes, certaines espèces possèdent des ailes fonctionnelles et peuvent voler sur des distances de plusieurs kilomètres (genre *Amara*) ; d'autres espèces sont aptères ou ont des ailes non fonctionnelles et se déplacent par la marche sur quelques dizaines à centaines de mètres au cours de leur période d'activité. Enfin, il existe des espèces dimorphiques, avec une partie des individus possédant des ailes fonctionnelles et d'autres non (Matalin, 2003).

- Certains traits morphologiques influencent également le choix de l'habitat par les espèces de carabes. Ainsi, la taille du corps est souvent utilisée comme un indicateur de la qualité de l'habitat pour les carabes (Eyre *et al.*, 2013).

Selon plusieurs auteurs, les espèces de grande taille sont souvent des brachyptères et rencontrées dans les milieux fermés et stables alors que celles de petites tailles sont des macroptères et caractérisent les milieux ouverts (Burel *et al.*, 2004; Pizzolotto, 2009).

1.3.3 Cycle de développement

Selon Thiele (1977) et Kotze *et al.* (2011b), la biologie de la reproduction des Carabidae a été largement étudiée. Le caryotype de plus de 915 espèces est connu. Toutefois, ce nombre varie selon les espèces. Les trois valeurs les plus fréquentes sont $2n=24$, $2n=28$ et $2n=37$. Le nombre 24 se rencontre surtout chez les espèces de la tribu des Bembidiini ($2n=22+XY$) et celui de 28 chez les Carabini ($2n=26+XY$). Le nombre $2n=37$ chez les Harpalini : $2n=36+X$

- Les Carabidae réalisent une métamorphose complète (holométabole). En général, le développement se réalise en quatre étapes **Figure 1.3**

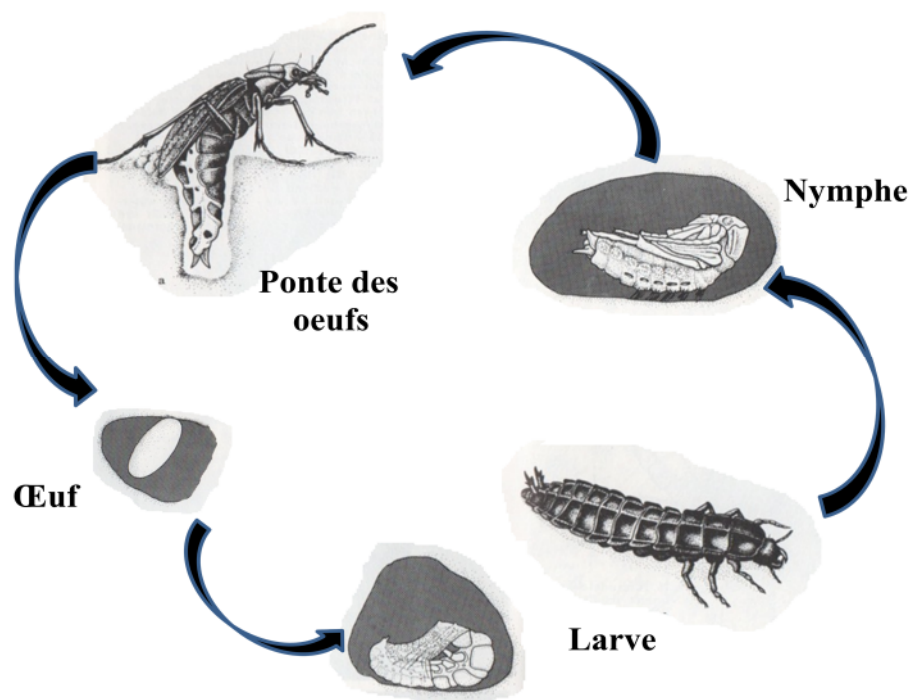


Figure 1.3 Les étapes du développement des Carabidés
(Trautner & Geigenmüller, 1987)

Le nombre d'œufs pondu chez les femelles de Carabidae varie de 5 à 10 à plusieurs centaines (Lövei & Sunderland, 1996), cas de *Calathus melanocephalus* (Linne, 1758) qui ne porte pas de soins aux œufs (153 à 216 œufs) et *Pterostichus metallicus* F (porte des soins aux œufs : 30 œufs) (Dajoz, 2002).

Les larves sont le plus souvent mobiles, passant pour la plupart par trois stades de développement, alors que pour certaines espèces comme (*Amara* ou *Harpalus*), deux stades seulement (Lövei, 2008) ou 5 stades pour les *Brachinus* avant de se transformer

en pupe (Dajoz, 2002). Au stade final, les larves doivent chercher un lieu favorable à leur nymphose et aménager l'abri où elles séjourneront à l'état de nymphe. Après l'éclosion de la pupe, la cuticule du jeune imago se sclérotinise et prend sa coloration (Kromp, 1999). La durée de vie de l'adulte peut elle aussi, être supérieure à une saison (*Agonini, Harpalini, Pterostichini, Carabini*) (Thiele, 1977).

Au stade adulte, les carabes sont majoritairement des organismes épigés ou semi-épigés. Les stades larvaires, par contre, sont surtout reconnus pour leur mode de vie endogé (Kromp, 1999).

Ainsi, le nom anglais « Ground beetles » reflète bien le mode de vie terricole des carabes puisqu'adultes et larves ont souvent une vie nocturne et se retrouvent la journée, sous des pierres, des feuilles, des débris ou autres objets ou encore courent à la surface du sol. D'autres espèces, peuvent également grimper sur les plantes et les arbres (Larochelle et Larivière, 2003), ce qui s'avère particulièrement intéressant pour la lutte contre les ravageurs.

Certaines espèces sont également fouisseuses et la plupart d'entre elles se retrouvent dans les premiers 15-20 cm du sol, mais d'autres peuvent hiberner jusqu'à 50 cm de profondeur (Dajoz, 2002).

1.3.4 Reproduction

D'après les anciens travaux de Larsson (1939), les Carabidae se reproduisent au printemps et en automne. Les espèces à reproduction printanière, dont les individus hivernent sous forme adulte, reprennent leur activité et se reproduisent au printemps et le développement larvaire de la nouvelle génération à lieu avant l'hiver. Les espèces à reproduction automnale sont en revanche caractérisées par une activité et une reproduction à l'automne et ont une hibernation sous forme larvaire. Le développement des individus se termine l'année suivante (Lövei et Sunderland, 1996).

Dans les régions tempérées et selon Thiele (1977) et Den Boer et Den Boer- Daanje (1990), il existe différents cycles de reproduction :

- Des espèces qui se reproduisent au printemps. L'éclosion a lieu en été et passent l'hiver à l'état l'adulte.
- Des espèces qui se reproduisent soit au printemps, soit en automne, et dont les larves se développent aussi bien en été qu'en hiver.

- Des espèces qui se reproduisent en été ou en automne et qui hivernent à l'état larvaire.
- Des espèces qui hivernent à l'état larvaire. Les jeunes adultes émergent au printemps. Ces dernières estivent avant de se reproduire.
- Des espèces dont le développement dure plusieurs années.

En Afrique du Nord, de nombreuses espèces sont des reproducteurs d'hiver à cause de la sécheresse rencontrée pendant l'été (Paarmann, 1975). Alors que, certaines espèces peuvent supporter les conditions de sécheresse et se reproduisent pendant l'été, c'est le cas des espèces *Thermophilum sexmaculatum* (Fabricius, 1787) et *Graphipterus serrator* (Forsk., 1775) (Paarmann *et al.*, 1986 ; Dinter *et al.*, 2002 in Ouchtati *et al.*, 2012). Alors que dans les biotopes humides, certaines espèces se reproduisent en été et d'autres tout au long de l'année (Paarmann, 1975).

1.4 Importance économique des Carabidae

En tant que prédateurs d'invertébrés, la plupart des Carabidae est considérée comme des organismes bénéfiques, comme c'est le cas de *Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758) qui s'attaque à *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758) et *Calosoma inquisitor* (Linnaeus, 1758), qui s'attaque surtout aux chenilles processionnaire du chêne, *Taumatopoea processionea* (Linnaeus, 1758) (Dajoz, 2002).

Ils ont été décrits à de nombreuses reprises comme des auxiliaires, prédateurs d'organismes nuisibles aux cultures (Kromp, 1999 ; Nietupski *et al.*, 2015), mais aussi comme consommateurs de graines d'adventices (Bohan *et al.*, 2011).

Toutes les espèces prédatrices ou polyphages sont susceptibles de contribuer au contrôle biologique des organismes nuisibles aux cultures, en tant que prédateurs généralistes. Cette dernière qualité les rend complémentaires des prédateurs plus spécialistes des ravageurs de cultures car les généralistes pouvant se nourrir de proies alternatives avant le développement des ravageurs. Ils sont présents dès l'arrivée de ces derniers et peuvent donc précocement en limiter l'essor, assurant le relai avant que des prédateurs plus spécialistes (dont les populations s'accroissent plus vite) n'arrivent (Symondson *et al.*, 2002).

CHAPITRE II

PRÉSENTATION DE LA ZONE

D'ÉTUDE

2.1 Délimitation géographique de la zone d'étude

La wilaya de Constantine est située à l'est algérien aux coordonnées géographiques : latitude $36^{\circ} 21'N$, longitude $06^{\circ} 36'E$ et altitude 660m. Elle s'étend sur une superficie de 2288,77 Km², limitée au nord par la wilaya de Skikda, au sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi, à l'est par la wilaya de Guelma et à l'ouest par la wilaya de Mila.

La commune de Constantine est située au carrefour de 4 vallées. La vallée du Rhumel supérieur au sud-ouest et qui comprend la commune de Ain S'mara ($36^{\circ}16'N$ $06^{\circ}30'E$, 627 m d'altitude), la vallée de Boumerzoug au sud-est et qui comprend la commune d'El Khroub ($36^{\circ}15'N$ $06^{\circ}41'E$, 650 m d'altitude), la vallée du Rhumel inférieur située au nord-ouest avec l'axe de Mila et la dépression de Hamma Bouziane au nord ($36^{\circ}25'N$ $06^{\circ}35'E$, 460 m d'altitude) (Figure 2.1).

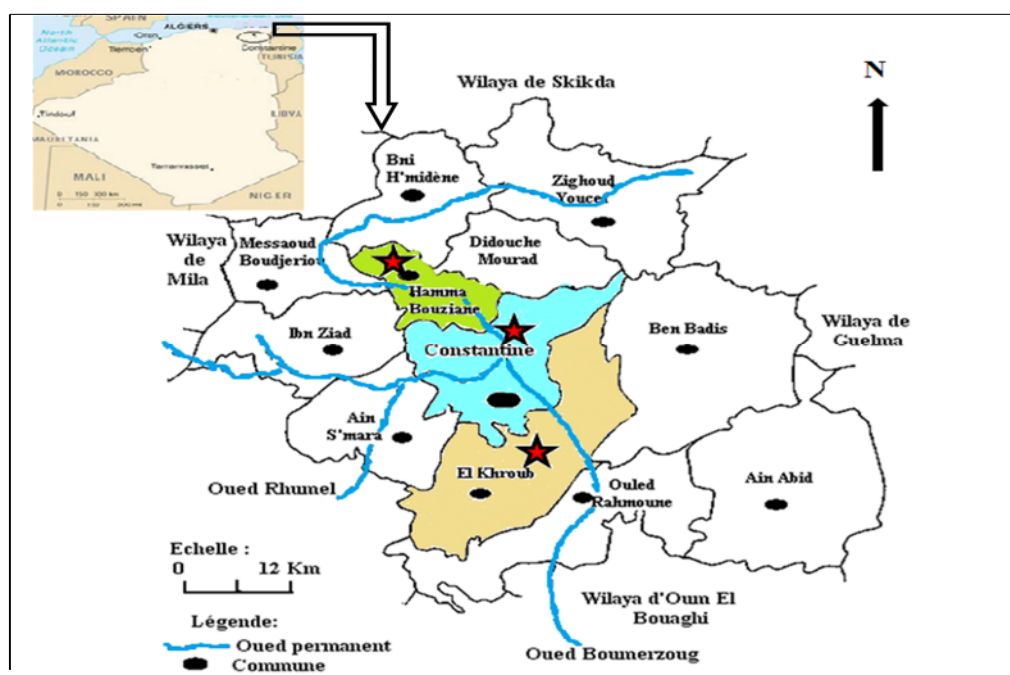


Figure 2.1. Localisation géographique des stations d'étude.

★ : Station d'étude)

2.2 Relief

La wilaya de Constantine se dresse entre les montagnes telliennes, humides et boisées, au nord, les hautes plaines semi-aride et céréalières au sud. Sur le plan orographique, elle est constituée de trois zones : une zone montagneuse au nord, qui est le prolongement de la chaîne tellienne qui s'abaisse vers l'est. Ces formations prennent des directions d'ensemble

Chapitre 2. Présentation de la zone d'étude

sud-ouest et nord-est, qui sont dominées respectivement par le mont de Chettaba et le massif de Djebel Ouahch (1350 m d'altitude). À l'extrême nord, aux limites de la wilaya de Mila et Skikda, se dresse le mont Sidi Driss qui culmine à 1364 m d'altitude, la zone des bassins intérieurs, en forme de dépression, qui s'étend d'est à l'ouest de Zighoud-Youcef à Ferdjioua dans la wilaya de Mila. Elle est limitée au Sud par les hautes plaines avec une altitude variant de 500 à 600 m. Cet ensemble composé de basses collines est entrecoupé par les vallées du Rhumel et de Boumerzoug, puis la zone des hautes plaines située au sud-est de la wilaya entre les chaînes intérieures de l'Atlas tellien et l'Atlas saharien, s'étendant sur les communes de Ain Abid et Ouled Rahmoune (A.N.D.I, 2013).

2.3 Climat

La région de Constantine est soumise à un climat de type méditerranéen, caractérisé par des étés chauds et secs et par des hivers doux et humides. La partie sud de la région, à savoir la commune El-Khroub se trouve à la limite entre le sub-humide et le semi-aride (Louadi 1999) (**Figure 2.2**)

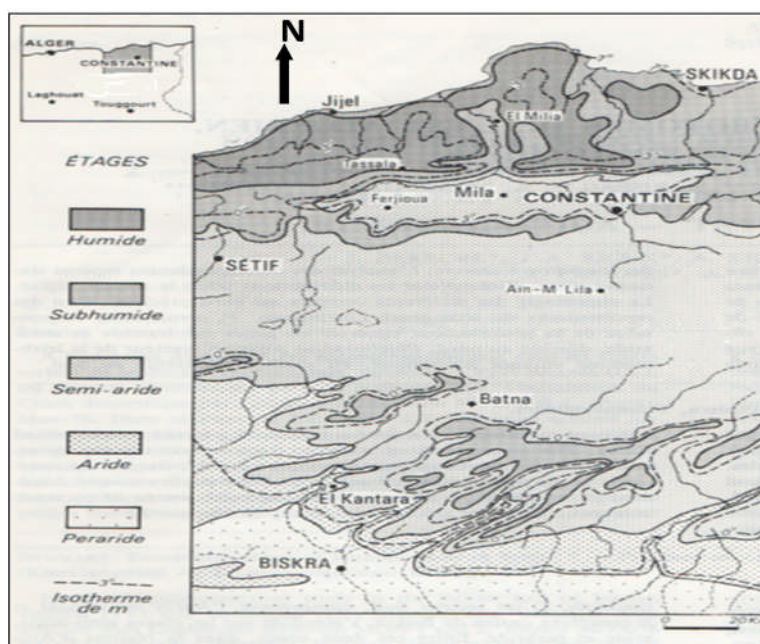


Figure 2.2. Carte bioclimatique de l'est algérien (Cote 1974)

2.3.1. Température

En analysant les données de la période 1995-2008, il a été constaté que le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 7,4°C et le mois le plus chaud est juillet avec

une moyenne de 26,6°C (**Tableau 2.1. Annexe**), alors que durant la période d'étude (1997-2000), le mois le plus chaud est aout avec une température moyenne de 27,1 °C et le mois le plus froid est janvier avec une moyenne de 7,3 °C (**Tableau 2.2. Annexe**).

2.3.2. Pluviométrie

Au niveau de la région de Constantine, la moyenne annuelle des précipitations se situe autour de 500mm à 700mm (A.N.D.I, 2013). Les données recueillies aux prés de l'O.N. M de Constantine durant la période 1995-2008 montrent des précipitations faibles avec une concentration au cours des périodes automnales et hivernales. Le mois le plus arrosé coïncide avec le mois de décembre avec 78,4mm. La moyenne annuelle de la pluviométrie est de 510,7mm (**Tableau 2.3. Annexe**).

Les données caractérisant la pluviométrie de la région d'étude au cours de la période allant de 1997 à 2000, montrent que la moyenne pluviométrique est de l'ordre de 491,2mm. Les fortes précipitations sont enregistrées durant le mois de novembre avec 89,1mm et les faibles précipitations coïncident avec le mois de juillet avec 1,1mm (**Tableau 2.4 Annexe**).

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls (1995-2008) montre que la période sèche s'étend sur 5 mois de mai jusqu'au mois d'octobre (**Figure 2.3**).

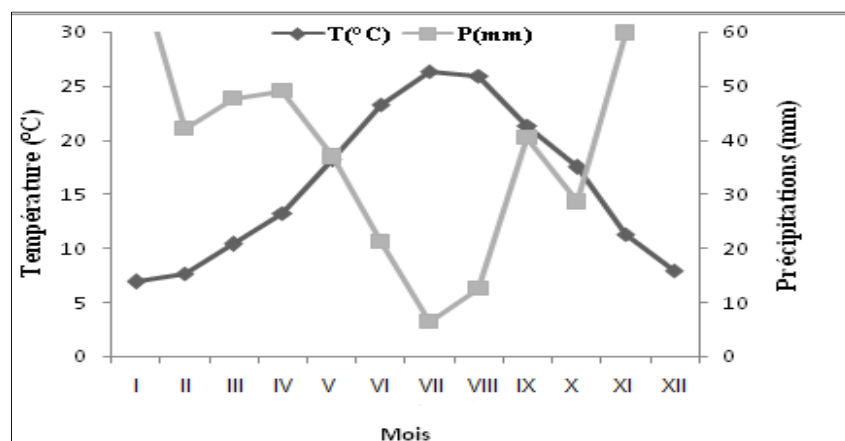


Figure 2.3. Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la zone d'étude (1995-2008).

L'indice de Martonne calculé pour cette zone est de 19,74, traduisant un climat semi-aride

$$I = P / T + 10$$

Avec :

P : précipitations annuelles (mm)

T : Températures moyennes annuelles (°C).

De Martonne propose la classification suivante :

$I < 5$ climat hyperaride

$5 < I < 7.5$ climat désertique

$7.5 < I < 10$ climat steppique

10 < I < 20 climat semi-aride

$20 < I < 30$ climat tempéré

Cet indice est d'autant plus faible que le climat est plus aride.

2.3.3. Humidité atmosphérique

L'évolution mensuelle de l'humidité relative calculée dans la station de Ain Bey sur une période de quinze années (1995-2008) montre que l'humidité est souvent supérieure à 50 % sauf en été avec une valeur minimale de l'ordre 48,7% au mois de juillet. La valeur maximale du mois de décembre est de 80,4%. L'humidité moyenne annuelle est de l'ordre de 67.9% (**Tableau 2.5**)

Durant notre période d'étude (1997-2000), le mois présentant la plus forte humidité relative de l'air est le mois de janvier, avec une moyenne de 80%, alors que la valeur minimale est toujours enregistrée au mois d'avril, avec une moyenne de 47,6% (**Tableau 2.6**).

2.3.4 Vent

La région de Constantine est soumise à l'influence de deux types du vent, ceux du nord-ouest et du nord et ceux du sud. Le premier type est le plus dominant. Une grande partie des précipitations provient de l'ascendance forcée de ces masses d'air sur les monts de la région de Constantine. Ils sont fréquents en l'hiver. Le second type connu sous le nom du Sirroco, vent sec et chaud soufflant surtout en été et à la fin de l'automne.

2.4 Sol

La wilaya de Constantine est caractérisée par une prédominance de terrains tendres (marnes et argiles). La chaîne numidique du nord qui fait partie du massif tellien comporte des massifs calcaires jurassiques et des massifs gréseux. Les hautes plaines constantinoises enveloppant le sud de la wilaya correspondent à des bassins de marnes et d'argiles. Entre les deux, se trouve

le piémont tellien constituant un bassin formé de collines aux formes molles (argile) taillées par les oueds Rhumel, Boumerzoug et Smendou (Mebarki, 1984).

2.5 Hydrographie

La région de Constantine est traversée par l'oued Rhumel, qui prend sa source vers 1160 m dans les marges méridionales du Tell, au nord-ouest de Belaâ. Il traverse les hautes plaines constantinoises, avec une orientation sud-ouest jusqu'à Constantine (côte 500-550m), où il s'encaisse très profondément dans des gorges calcaires, s'écoule en direction nord-ouest pour confluer avec l'oued Endja aux environs de Sidi Merouane. Durant tout ce parcours, l'oued Rhumel reçoit quelques affluents importants, entre autres les oueds Dekri, Athmania, Seguen, Boumerzoug, Smendou et Ktone (Mebarki, 1984)

En plus de l'écoulement de surface et sub-superficiel, les traits communs caractérisant les hautes plaines de Constantine, notamment les bassins de Ain S'mara et El Khroub, consiste en la présence de matériaux quaternaires (alluvions) qui déterminent la présence de nappes phréatiques (Mebarki 1984).

2.6 La végétation

L'Algérie appartient au domaine botanique de la Méditerranée occidentale (Isnard, 1971). La flore de Constantine est composée de forêts qui occupe une superficie totale de 18008 ha (Khrief, 2006), de maquis, de prairies naturelles et artificielles, de terres labourées, de vergers et de surfaces nues englobant les terres dénudées, les steppes et les broussailles.

La strate arborescente supérieure (20 à 30 m) est composée d'Eucalyptus, pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), chêne liège (*Quercus suber* L.), chêne vert (*Quercus ilex* L.) et de chêne zeen (*Quercu .faginea* Lamk.). Dans la strate arbustive (1 à 7 m), il y a la bruyère et l'arbousier. Le romarin et le thym caractérisent la strate sous arbustive.

La flore de la strate herbacée se compose de plusieurs familles botaniques. Parmi elles, les Brassicaceae (*Sinapis arvensis* L), les Asteraceae (*Silybum marianum* Gaertn, *Scolymus hispanicus* L, *Scolymus grandiflorus*, *Centaurea solstitialis* L., *Calendula arvensis* L.), les Lamiaceae (*Lavandula officinalis* L.) les Boraginaceae (*Borago officinalis* L.), les

Convolvulaceae (*Convolvulus arvensis*), les Primulaceae (*Anagallis arvensis* L.), les Apiaceae (*Daucus* sp), les Poaceae (*Bromus* sp, *Hordeum murinum* L.), etc.

Les vergers et les cultures maraîchères, font partie des paysages de Hamma Bouziane.

Il est notoire que la couverture végétale saisonnière est présente avec les cultures céréalières qui dominant largement et sont presque localisées dans le sud-est de Constantine, essentiellement au niveau de la commune d'El Khroub.

2.7 Description générale des biotopes échantillonnés

Les biotopes échantillonnés se trouvent sur un transect nord sud, séparé l'un de l'autre de 12 Km. Il s'agit de : Hamma Bouziane, Khroub et le Campus universitaire au niveau de la commune de Constantine.

2.7.1 Station d'El-Khroub (Kh)

Elle est située au sud-est de Constantine. Le climat d'ElKhroub appartient à l'étage bioclimatique sub-humide dans sa partie nord et semi-aride au sud (Hamra-Kroua 2009). Cette commune est à vocation agro-pastorale où les grandes cultures surtout les céréales (Blé, orge, avoine...) et les légumineuses vivrières dominent.

Notre station est une friche, sans culture particulière à proximité de l'Institut Technique des Grandes Cultures (I.T.G.C) aux coordonnées : 36° 16' 28''N ; 06°40' 20.37''E, à une altitude de 630m et d'une superficie de 6 hectares, adjacente aux champs de céréales (**Figure 2.4a,b**).



Figure 2.4a. Photo satellite représentant le site Khroub (✨ position des pièges) (Google Earth, Mars 2014)



Figure 2.4 b. Station Khroub « champs de céréales »
« Cliché Saouache 2000 »

Le sol est calcaire avec présence d'éléments calciques ou pétrocalciques de texture moyenne de bonne perméabilité (Rached-Mosbah, 1977).

L'analyse granulométrique effectuée à partir des sols prélevés au niveau de la station Khroub et même dans les deux autres stations, reflète le caractère limoneux sableux. En effet, les classes texturales des échantillons du sol sont représentées dans le triangle textural, illustré par la **Figure 2.5**.

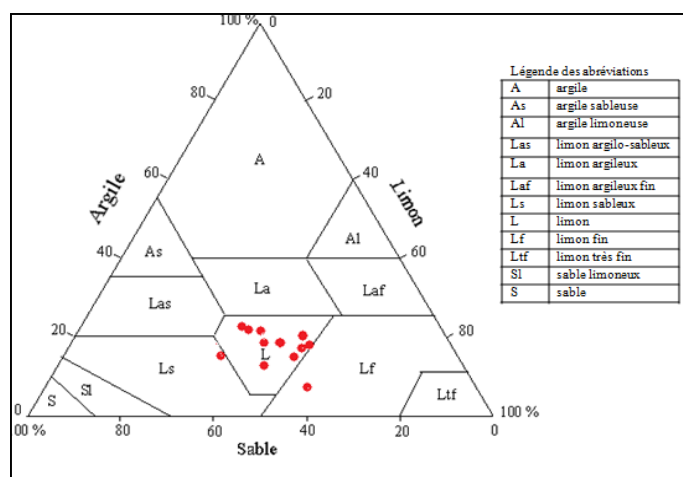


Figure 2.5. Projection des résultats de l'analyse granulométrique des sols des trois stations d'étude, selon le triangle textural américain (Duchauffour, 1977).

Au niveau de cette station, la flore spontanée est dominante représentée par les annuelles et la strate arborescente, constituée de groupement de *Pinus halepensis* (Mill.) et de *Cupressus sempervirens* (L.)

2.7.2 Hamma Bouziane (Hm)

Elle se situe au nord-ouest de Constantine (36°25'10.38''N ; 6°35'41.96''E), à une altitude de 460m. Cette commune se caractérise par une vocation agricole où cultures maraichères et fruitières sont associées. Il y a particulièrement les plantations d'arbres fruitiers (Pommier, abricotier, cerisier...).

La station d'étude est un verger varié (Cerisier, pommier, abricotier), d'une superficie de 3 hectares appartenant à L'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (I.T.A.F). Le verger est entouré d'une structure végétale linéaire composée de filao (*Casuarina equisetifolia* L.), de Rosaceae et de plantes annuelles. (Figure 2.6 a,b).

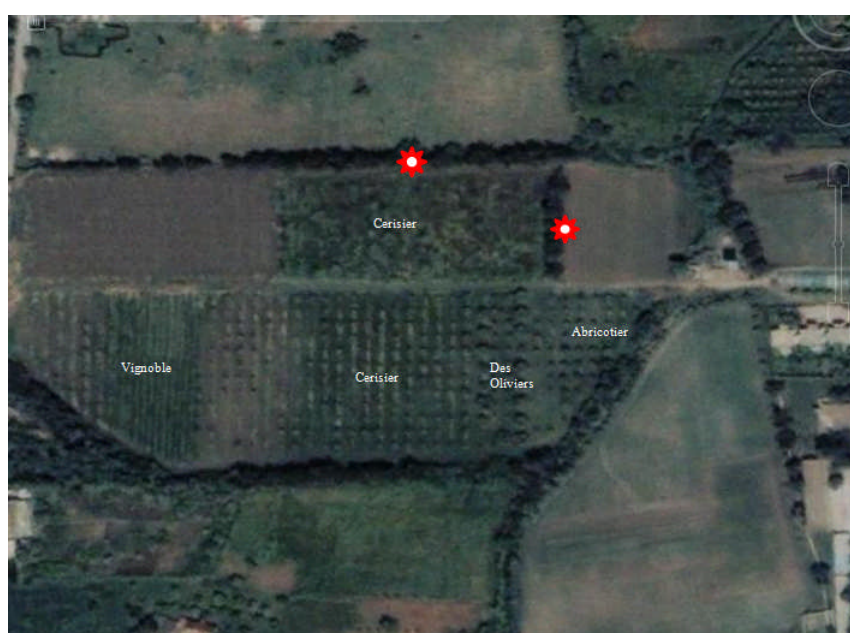


Figure 2.6 a. Photo satellite représentant le site Hamma Bouziane (* position des pièges)
(Google Earth, Mai 2003)



Figure 2.6 b. Station Hamma Bouziane (verger de cerisier)
« Cliché Saouache 2000 »

2.7.3 Station du Campus universitaire (Cu)

Il est localisé dans la commune de Constantine, au sein de l'université ($36^{\circ}20'16.94''N$; $6^{\circ}37'04.37''E$), à une altitude de 606m (Figure 2.7a,b).

Le site d'étude est une parcelle de végétation naturelle, d'une superficie de 2 hectares, située à proximité d'une forêt mixte d'*Eucalyptus* et de pin d'Alep, associée à une flore spontanée à base d'espèces annuelles.



Figure 2.7a Photo satellite représentant le site Campus Universitaire (✦ position des pièges) (Google Earth, Mai 2003)



Figure 2.7 b Station Campus Universitaire.
« Cliché Saouache 2000 »

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

Ce travail expérimental s'est déroulé entre 1997 et 2000. Il a été mené dans différents biotopes : agricole, naturel et forestier d'une région semi-aride du nord-est algérien (Constantine).

3.1 Choix des stations

Le choix des stations a été effectué suite à des prospections de terrain et sur la base des renseignements recueillis. Ainsi trois stations ont été choisies : une bordure d'un champ de céréales, une bordure d'un verger de cerisier et une bordure de forêt.

3.2 Matériel utilisé

Une bonne description du peuplement d'un biotope nécessite une méthode d'étude qui donne une image aussi fidèle que possible de celui-ci. À cet effet, deux techniques d'échantillonnage ont été adoptées : pièges-trappes « collecte passive » et la chasse à vue ou recherches manuelles « collecte active » (Bouget *et al.* 2009).

3.2.1 Le piège à fosse (pièges Barber)

La méthode des pièges Barber, pitfall trap ou piège à fosse est classique pour l'étude des Arthropodes de la faune du sol, et en particulier les Carabidae (Barber 1931 ; Lôvei 2008). Ce type de piège est un moyen très simple à mettre en œuvre pour piéger tous les arthropodes se déplaçant au sol. Il s'agit tout simplement d'un contenant (pot à confiture ou pot de tomate) qui est enterré, verticalement de façon à ce que l'ouverture se trouve au ras du sol. La terre étant tassée autour du pot afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces. Les insectes qui y tombent sont bien retenus.

3.2.2 La chasse à vue

Cette méthode consiste à chercher la faune qui se cache dans différents abris. Le prélèvement consiste à gratter le sol, soulever les pierres, les morceaux de bois, les cadavres échoués et les lasses végétales.

3.3 Dispositif d'échantillonnage

3.3.1 Les pièges à fosse

Dans chaque station, 10 pièges sont placés en ligne droite à six mètres de la bordure de « champs de céréales, verger et zone forestière ». Les pièges ont été séparés par des intervalles de 5 mètres. Ils ont été remplis à moitié d'une solution d'acide acétique dilué à 30%, additionné de détergent, pour réduire la tension de surface et empêcher ainsi les insectes piégés de s'échapper.

Pour faciliter les relevés, 2 pots ont été utilisés pour chaque piège. Le premier sert de (forme) et est disposé dans le trou. Il reste dans le trou tout le temps de la campagne d'échantillonnage. Il maintient ainsi la forme du trou dans les parcelles et il sert de « glissière » au second pot, qui constitue le piège, ainsi son retrait du trou est facilité par la présence du pot (forme).

Le contenu des pièges est filtré à travers une passoire à faibles mailles et placé dans un petit sachet transparent étiqueté.

Une plaque (pierre, tuile ou écorce) a été placée à un centimètre au-dessus du bord supérieur du piège pour protéger de l'eau de pluie. Ces pièges ont été facilement localisés et détruits. Les visites ont été régulières et mensuelles, durant quatre années successives (1997-2000).

3.4 Traitement des insectes capturés

Au laboratoire, les échantillons ont été triés sous la loupe binoculaire et débarrassés d'éventuels débris, fixés sur le tégument ou accrochés à leurs appendices puis rangés par lieux de provenance.

Les insectes recueillis ont été conservés en alcool ou dans des boîtes de collections et déterminés au laboratoire jusqu'au rang taxonomique de l'espèce.

Pour certaines espèces, la détermination nécessite une méthode basée sur l'examen des édéages (génitalia), qui offrent en général de bons caractères distinctifs (Soldati 2000).

Les organes reproducteurs permettent de différencier des espèces très proches, là où les critères purement morphologiques sont insuffisants ou incertains.

En effet, certaines espèces appartenant à la sous famille des Harpalinae et celle des Brachininae ne sont identifiables de façon certaine que par un examen des pièces génitales mâles. Pour cela, la technique suivante a été adoptée :

Si le carabidé est frais, l'appareil génital mâle est prélevé en arrachant le dernier segment abdominal visible à l'aide de pinces fines. S'il est desséché, il faut le ramollir au préalable dans l'eau à 50°C. L'abdomen est alors séparé, ce qui est généralement possible en enfonçant une épingle entre les hanches postérieures. On le laisse, par la suite, dans une solution à 10% de potasse jusqu'à ce que les tissus soient assouplis (quelques minutes à 50°C). Après un rinçage à l'eau, l'abdomen est ouvert en glissant une épingle ou des pinces entre tergites et sternites (généralement, les pièces restent attachées aux sternites). Les pièces génitales sont séparées en enlevant les tissus adipeux et musculaires qui pourraient subsister.

Pour étudier l'armature du sac interne, l'organe copulateur est lavé dans de l'eau, puis dans de l'alcool absolu. Il est transféré dans de l'huile de girofle pour une meilleure transparence puis placé sur une lame afin d'être observé sous la loupe binoculaire.

3.5 Détermination

Pour identifier les spécimens capturés, la documentation suivante a été exploitée: Bedel (1895), Jeannel (1941-1942), Antoine (1955-1961), Trautner and Geigenmüller (1987). La détermination des espèces a été confirmée en consultant les collections de référence de Carabidés d'Antoine de l'Institut Scientifique de Rabat (Maroc) et du Museum d'Histoire Naturelle de Paris.

3.6 Méthodes d'analyse de la structure des peuplements

Pour être en mesure d'exposer de manière synthétique la richesse des données obtenues, des descripteurs écologiques ont été utilisés: l'abondance, la richesse spécifique, la fréquence d'occurrence, l'indice de Shannon et l'indice de similitude de Jaccard pour comparer les communautés entre elles.

3.6.1 L'abondance absolue

L'abondance absolue d'une espèce est le nombre d'individus qui la représente dans le peuplement. Elle s'obtient en additionnant tous les individus recueillis dans chaque prélèvement.

L'abondance se présente sous deux formes : l'abondance absolue (Aa) d'une espèce ou d'un groupe qui est le nombre d'individus de cette espèce récoltés dans un peuplement, alors que l'abondance relative (Ar) donne le pourcentage d'individus récoltés dans le peuplement (Ramade 1984)

L'abondance relative est calculée selon la formule :

$$Ar = \frac{Aa}{N} \times 100$$

N étant le nombre total d'individus récoltés.

Selon Dajoz (1989), une espèce dominante présente plus de 10% des effectifs et une espèce subdominante (5 à 10% des effectifs).

3.6.2 La richesse spécifique

C'est le nombre d'espèces ou de taxons que l'on y recense dans un peuplement (Barbault 1992).

3.6.3 La fréquence d'occurrence

Selon Dajoz (1985), la fréquence d'occurrence d'une espèce est le rapport exprimé en pourcentage, du nombre de prélèvements où cette espèce est notée au nombre total de prélèvements effectués:

$$F = \frac{Pa}{P} \times 100$$

F = Fréquence d'occurrence de l'espèce

Pa = nombre total de prélèvements contenant l'espèce.

P= le nombre total de prélèvements effectués.

Bigot & Bodot (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes : $F \geq 50 \%$
- Les espèces accessoires : $25 \% < F < 49 \%$
- Les espèces accidentelles : $F \leq 25 \%$
- Les espèces très accidentelles ou sporadiques : $F < 10 \%$

3.6.4 Indice de Shannon (H')

L'indice de Shannon (H') a été calculé en cumulant l'échantillonnage passif (par piège) et actif (chasse à vue). Cet indice permet de calculer une probabilité de densité associée à l'abondance relative des espèces (Fath & Cabezas 2004), selon la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \times \log_2 P_i)$$

Où : P_i représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés (N) ; S : nombre d'espèces contenues dans l'échantillon.

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (Dajoz 1975).

3.6.5 Equitabilité de Pielou E (1966)

Cet indice permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces. Il rapporte la diversité observée (H') à la diversité théorique maximale (H'_{max}) (Barbault 1992) qui est représentée par le \log_2 de la richesse totale (S). Cet indice a pour formule :

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Où : H' est l'indice de Shannon , $H'_{max} = \log_2 S$

Ce rapport mesure l'homogénéité de la distribution des individus entre les espèces. Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro, cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Barbault 1992).

3.6.6 L'indice de similitude de Jaccard

La similarité entre deux peuplements peut se définir comme la ressemblance entre eux. Cet indice est utilisé pour comparer la composition spécifique des communautés dans les différentes stations, prises deux à deux. Il est basé sur la présence et l'absence des espèces. Sa formule est :

$$J = \frac{c}{(a + b - c)}$$

c = nombre d'espèces qui sont communes aux deux relevés ou stations

a, b = nombre d'espèces dans la zone ou le relevé (a) et le nombre d'espèces dans la zone ou le relevé (b)

Les valeurs de l'indice de Jaccard sont comprises entre 0 et 1. Plus les valeurs sont proches de 1, plus les deux peuplements sont qualitativement semblables.

3.7 Traits biologiques des espèces

La proportion des espèces présentant certains traits a été calculée dans les groupes de relevés à comparer afin d'observer d'éventuels biais de répartition de ces traits, indiquant leur sélection possible par leur milieu.

Les traits choisis sont : l'exigence des espèces vis-à-vis de l'humidité, le pouvoir de dispersion qui est étroitement lié au type alaire, la taille et le régime alimentaire.

Les données sur l'affinité écologique, le régime alimentaire et la capacité de vol des espèces ont été obtenues à partir de : Bedel (1895), Jeannel (1941-1942), Antoine (1955-1961), Dajoz (2002), Larochelle (1990), Maachi (1995) et Larochelle et Larivière (2003). La taxonomie adoptée est celle de (Bouchard *et al.* 2011).

Ainsi, les espèces ont été regroupés en trois groupes, selon leur régime alimentaire : phytophage, prédateur ou polyphage et selon leur type alaire (macroptère, brachyptère ou dimorphe).

Concernant la taille, la longueur du corps de chaque espèce est mesurée depuis l'extrémité du clypeus (ou du labre) jusqu'à l'extrémité de l'abdomen. Selon Cole *et al.*, (2002), les carabes ont été classés selon trois catégories de taille: petites (<9 mm), moyenne (9-15 mm) et grande (> 15 mm).

Pour tester la significativité des différences observées au niveau de la taille des spécimens entre deux stations (Khroub, Hamma-Bouziane), le test Chi² a été appliqué à un seuil $\alpha=0,05$.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS ET DISCUSSION

PARTIE I

Analyse faunistique des espèces inventoriées

4.1 Analyse faunistique

4.1.1 Composition de la faune carabique dans les différents biotopes

Les carabidés sont des insectes qui se trouvent dans pratiquement tous les milieux terrestres mais principalement en milieux ouverts (prairies ou cultures) et en milieux forestiers (Garcin *et al.* 2011).

Nous avons entrepris cette étude biosystématique dans un seul but d'apporter quelques éclaircissements sur la faune des coléoptères carabiques colonisant différents biotopes : milieu herbacé naturel adjacent aux champs de céréales, vergers et bois.

Ainsi de nombreuses études ont mis en avant l'importance de ces habitats pour la faune carabique (Varchola et Dunn 2001; Saska 2007; Nash *et al.* 2008 ; Werling et Gratton 2008 ; Eyre *et al.* 2009 ; Hof et Bright 2010 ; Marrec *et al.* 2014 ; Hatt *et al.* 2015).

Au cours des quatre années d'étude (1997-2000), nous avons capturé 1259 individus appartenant à 73 espèces et 47 genres, regroupés en 9 sous familles (Tableau 4.1 Annexe), dont la sous famille des Harpalinae qui s'est montrée quantitativement la plus abondante. En effet, cette sous famille représente 75,3% des espèces identifiées (Figure 4.1), soit 55 espèces réparties sur 32 genres. Elle est suivie de la sous famille des Trechinae (6,8%), Brachininae (5,4%), Nebriinae (4,1%) et la sous famille des Carabinae (2,7%). Le reste des sous familles : Broscinae et Scaritinae, Siagoninae, Apotominae sont représentées par une seule espèce chacune soit (1,3%) du peuplement étudié. La classification adoptée est celle proposée par Bouchard *et al.* (2011).

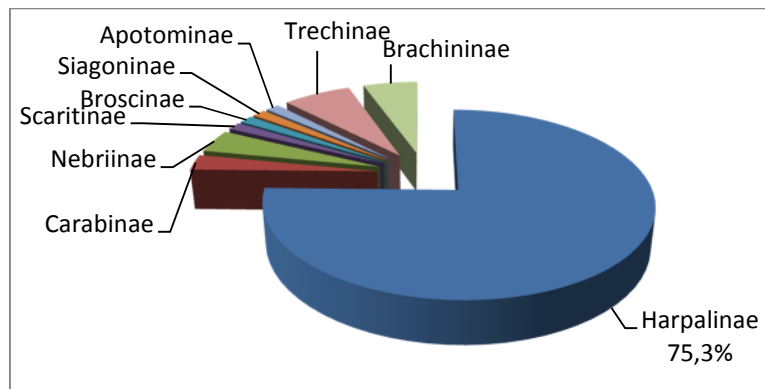


Figure 4.1. Proportions des sous familles de carabidés répertoriées au niveau des trois stations (Khroub; Hamma-Bouziane; Campus universitaire) 1997-2000.

Les observations effectuées au niveau des trois biotopes, tout au long de cette étude montrent une nette prédominance de la sous famille des Harpalinae dans les trois stations (Figure 4.2), ce qui concorde avec d'autres études (Ouchtati, 2013 ; Teofilova *et al.* 2015).

Il est à noter que la station Khroub (Kh), a enregistré 42 espèces appartenant à la sous famille des Harpalinae, ce qui représente 77,7% du peuplement. La station Hama Bouziane (Hm) 66,6% (16 espèces), alors que la station du Campus universitaire (Cu) présente 20 espèces, soit 66,6 %.

Parmi les espèces de cet inventaire, dix taxons sont communs aux trois stations comme : *Macrothorax morbillosus* Fabricius, *Nebria andalusia* Rambur, *Notiophilus geminatus* Dejean, *Calathus fuscipes* Goeze, *Ophonus (Hesperophonus) rotundatus* Dejean, *Parophonus antoinei* Schaubberger, *Artabas punctatostriatus* Dejean, *Licinus punctatulus* Fabricius, *Orthomus rubicundus* Coquerel, *Acinopus megacephalus* Rossi.

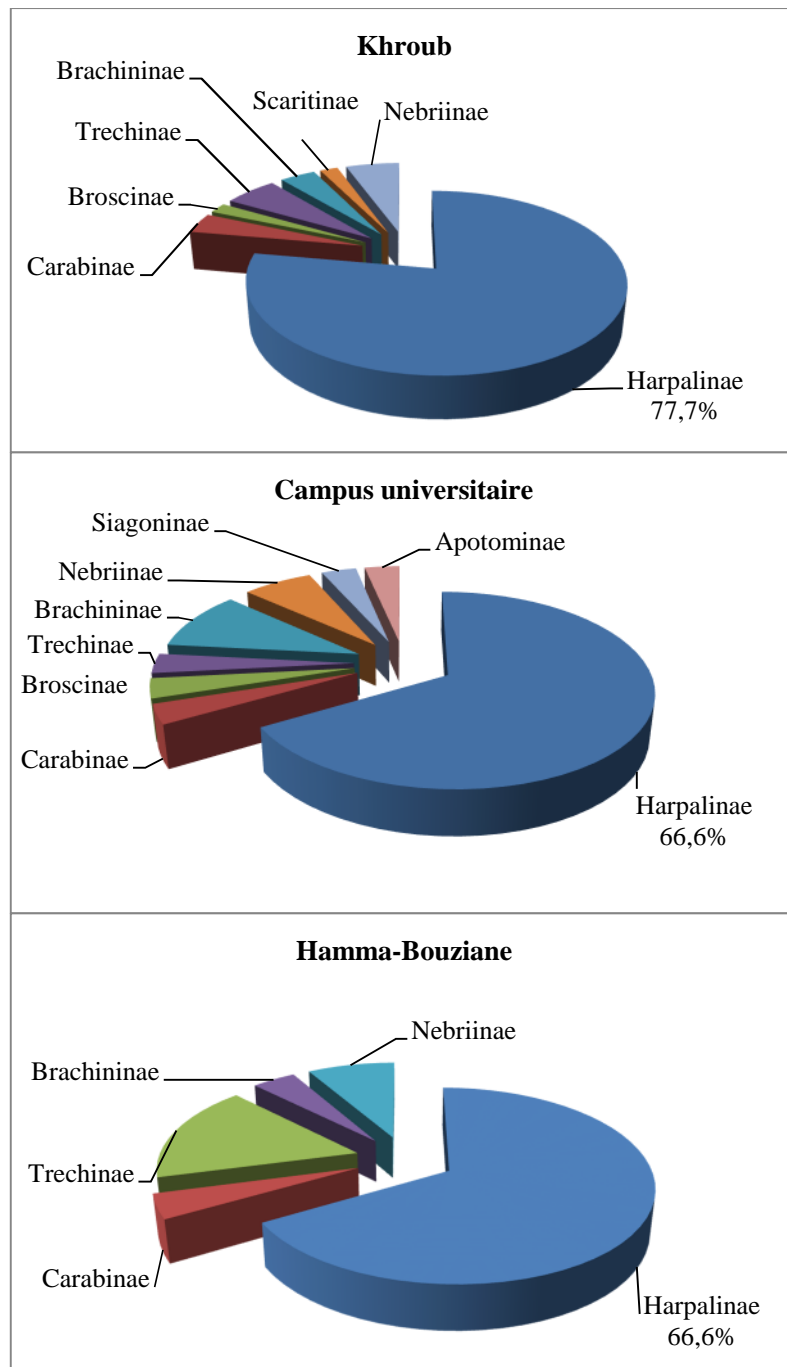


Figure 4.2. Proportions des sous familles de carabidés répertoriées au niveau de chaque biotope (Khroub, Hamma Bouziane, Campus universitaire) (1997-2000).

4.1.1.1 Espèces recensées

Sous / familles	Espèces
Carabinae Latreille, 1802	<i>Macrothorax morbillosus</i> Fabricius, 1792 ssp <i>morbillosus</i> F <i>Eurycarabus faminii</i> Dejean, 1826
Nebriinae Laporte, 1834	<i>Nebria andalusia</i> Rambur, 1837 <i>Notiophilus quadripunctatus</i> Dejean, 1826 <i>Notiophilus geminatus</i> Dejean, 1831
Scaritinae Bonelli, 1810	<i>Distichus planus</i> Bonelli, 1813
Siagoninae Bonelli, 1813	<i>Siagona gerardi</i> Buquet, 1880
Broscinae Hope, 1838	<i>Broscus politus</i> Dejean, 1828
Apotominae Le Conte, 1853	<i>Apotomus maroccanus</i> Antoine, 1954
Harpalinae Bonelli, 1810	<i>Calathus fuscipes</i> Goeze, 1777 ssp <i>algiricus</i> Gautier, 1866 <i>Calathus circumseptus</i> Germar, 1824 <i>Calathus soleiri</i> Bassi, 1833 <i>Omaseus elongatus</i> Duftschmidt, 1812 ssp <i>tingitanus</i> Lucas 1846 <i>Pristonychus algerinus</i> Gory, 1833 <i>Poecilus purpurascens</i> Dejean, 1828 <i>Poecilus decipiens</i> Waltl., 1835 <i>Poecilus quadricollis</i> Dejean, 1828 <i>Poecilus vicinus</i> Levrat, 1859 <i>Angoleus crenatus</i> Dejean, 1828 <i>Acorius metallescens</i> Zimmermann, 1831 <i>Zabrus piger</i> Dejean, 1828 <i>Dinodes decipiens</i> Dufour, 1820 <i>Odontonyx fuscatus</i> Dejean, 1828 <i>Acinopus megacephalus</i> Rossi, 1794 <i>Odontocarus cordatus</i> Dejean, 1826 <i>Odontocarus tricuspидatus</i> Fabricius, 1792 <i>Carterus debilis</i> La Brulerie, 1873

Carterus dama Rossi, 1792
Carterus rotundicollis Rambur, 1842
Carterus interceptus Dejean, 1831
Pseudophonus rufipes De Geer, 1774
Pseudophonus griseus Panzer, 1787
Ophonus opacus Dejean, 1829
Ophonus (hesperophonus) pumilio Dejean, 1829
Ophonus (Hesperophonus) rotundatus Dejean, 1829
Ophonus (Metophonus) antoineianus Schaubberger, 1929
Parophonus antoinei Schaubberger, 1932
Parophonus planicollis Dejean, 1829
Ditomus sphaerocephalus Olivier, 1795
Ditomus clypeatus Rossi, 1790
Orthomus rubicundus Coquerel, 1856
Amblystomus algerinus Reitter, 1887
Artabas punctatostriatus Dejean, 1829
Amara aenea De Geer, 1774
Amara palustris Baudi, 1864
Harpalus distinguendus Duftschmidt 1812
Harpalus tenebrosus Dejean, 1829
Harpalus rufitarsis Duftschmidt 1812
Harpalus sículus Dejean, 1829
Harpalus attenuatus Stephens, 1828
Licinus punctatulus Fabricius, 1792
Trichochlaenius chrysocephalus Rossi, 1790
Trichochlaenius aeratus Quensel, 1806
Chlaeniellus olivieri Crotch, 1870
Chlaenites spoliatus Rossi, 1790
Chlaenius velutinus Duftschmidt, 1812
Masoreus watterhali Gyllenhal, 1813
Philorhizus crucifer Lucas, 1846
Platytarus bufo Fabricius, 1801
Syntomus bedeli Puel, 1938

Lionychus albonotatus Dejean, 1825

Syntomus sp1

Microlestes sp1

Microlestes sp2

Trechinae Bonelli, 1810

Notaphus varius Olivier, 1795

Trechus rufulus Dejean, 1831

Mettalina ambiguum Dejean, 1831

Phyla rectangulum Jacquelin-Duval, 1851

Phyla sp

Brachininae Bonelli, 1813

Brachinus immaculicornis Dejean, 1825

Brachinus efflans Dejean, 1831

Brachinus andalusiacus Rambur, 1838 ssp *mauretanicus*
Bedel, 1914

Brachinus longicornis Fairmaire, 1858

4.1.2 Répartition biogéographique

Grâce à la répartition biogéographique des espèces, nous allons chercher à préciser l'origine de la faune carabique dans notre région d'étude et faire ressortir ses caractéristiques.

L'origine biogéographique des espèces inventoriées dans ce travail a été déterminée en se basant sur les ouvrages de : Bedel (1895), Jeannel (1941-1942), Antoine (1955-1962) et Maachi (1995).

Selon la figure 4.3, il semble bien que cette faune soit dominée par le caractère méditerranéen (80%). Les espèces **paléarctiques** (espèces à large répartition géographique, rencontrées en Europe, Asie et Afrique du Nord) et **afro-européennes** (espèces localisées en Europe et ayant des représentants en Afrique du Nord) sont moins nombreuses, ils représentent respectivement (12% et 9%) par rapport aux espèces méditerranéennes.

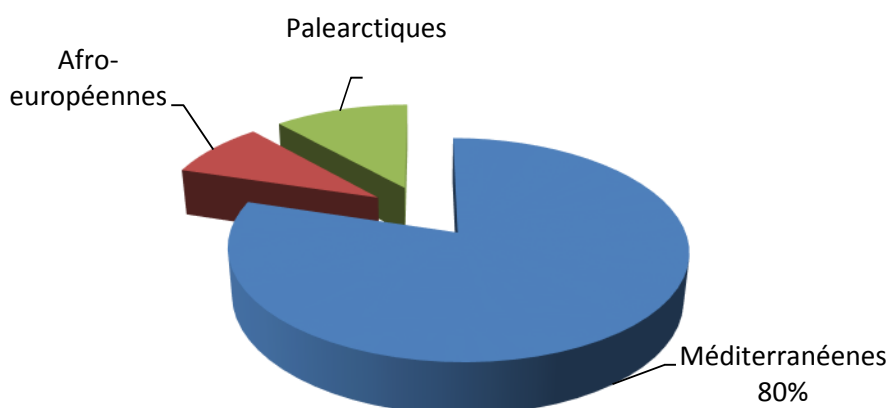


Figure 4.3. Spectre de la répartition biogéographique de l'ensemble des espèces de carabidés

Le caractère méditerranéen se divise en cinq catégories : les éléments méditerranéens stricts, méditerranéo-occidentaux, Nord-africains, bético-rifains et tyrrhéno-maghrebins (Figure 4.4).

Ainsi, les éléments **Nord africains (15%)** comme *Parophonus antoinei* ; *Amblystomus algerinus*, *Philorhizus crucifer*, *Apotamus maroccanus*, *Syntomus bedeli*, *Poecilus vicinus*, *Orthomus rubicundus*; **méditerranéo-occidentaux (42%)** telles que *Ditomus sphaerocephalus*, *Ditomus clypeatus*, *Poecilus purpurascens*, *Licinus punctatulus*, *Pristonychus algerinus*; **méditerranéens stricts (31%)**:

Notiophilus quadripunctatus, *Notiophilus geminatus*, *Broscus politus*, *Distichus planus*, *Calathus circumceptus*, *Odontocarus tricuspидatus*, *Carterus dama*.

Ainsi, l'existence de ces éléments confirme la liaison au Cénozoïque, de l'Europe à l'Afrique du Nord. Ces contacts ibéro-marocains et **tyrrhéno-maghrebins** ou **tyrrhéno-numidiens** (Arahou, 2008) sont confirmés par la présence d'espèces **tyrrhéniennes** (4%) comme: *Macrothorax morbillosus* qui est connu « d'Afrique du Nord, d'Italie, d'Espagne, de Corse et de Sardaigne », *Ophonus (Hesperophonus) pumilio* et des espèces **bético-rofaines**, qui sont très peu représentées (7%) telles que *Nebria andalusia*, qui habite l'Afrique du Nord et l'Espagne, *Poecilus decipiens*, *Brachinus efflans*, *Brachinus andalusiacus* et *Brachinus longicornis*, font que cette région constituait au Tertiaire une seule entité.

En effet, le pourcentage des espèces **afro-européennes** trouve aussi sans doute son explication dans cette entité formée au Tertiaire, période pendant laquelle s'est constituée la base faunistique de la région.

Il existe trois races géographiques limitées à l'Afrique du Nord, des espèces européennes comme *Macrothorax morbillosus ssp morbillosus* F, *Calathus fuscipes ssp algericus*, *Omaseus elongatus ssp tingitanus*.

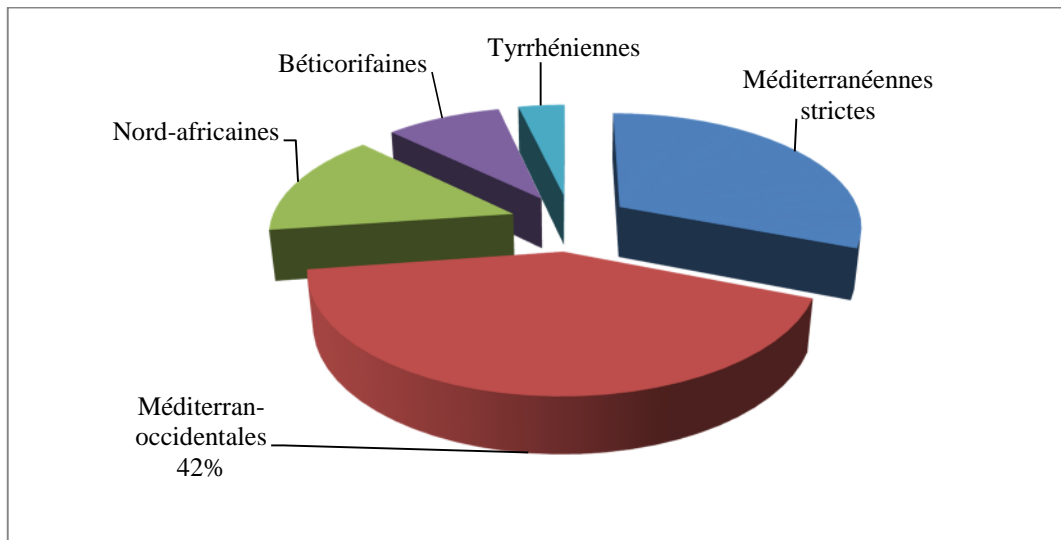


Figure 4.4. Spectre de la répartition biogéographique des espèces de carabidés méditerranéennes

4.1.3 Description des génitalia et traits biologiques de quelques espèces

En général, la détermination des espèces a été basée sur des caractères morphologiques externes, mais elle n'a pas été le cas pour certaines espèces. En effet, l'observation des génitalia de quelques taxons a été indispensable pour confirmer leur identification, essentiellement les espèces appartenant à la sous famille des Harpalinae et Brachininae.

4.1.3.1. *Parophonus planicollis* Dejean, 1829

- Taille : 7-8,5mm
- Traits biologiques : polyphage, macroptère, hygrophile.
- Répartition géographique : Méditerranée occidentale.
- Bedel (1895) : Espèce présente en Algérie, Tunisie, Maroc et la péninsule Ibérique.
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente dans le Maroc atlantique et le Moyen Atlas.
- Au cours de cette étude, cette espèce a été observée au niveau de la station Khroub.
- Organe copulateur : robuste, arqué vers l'apex, obturé par une ligule sillonnée au milieu (Figure 4. 5)

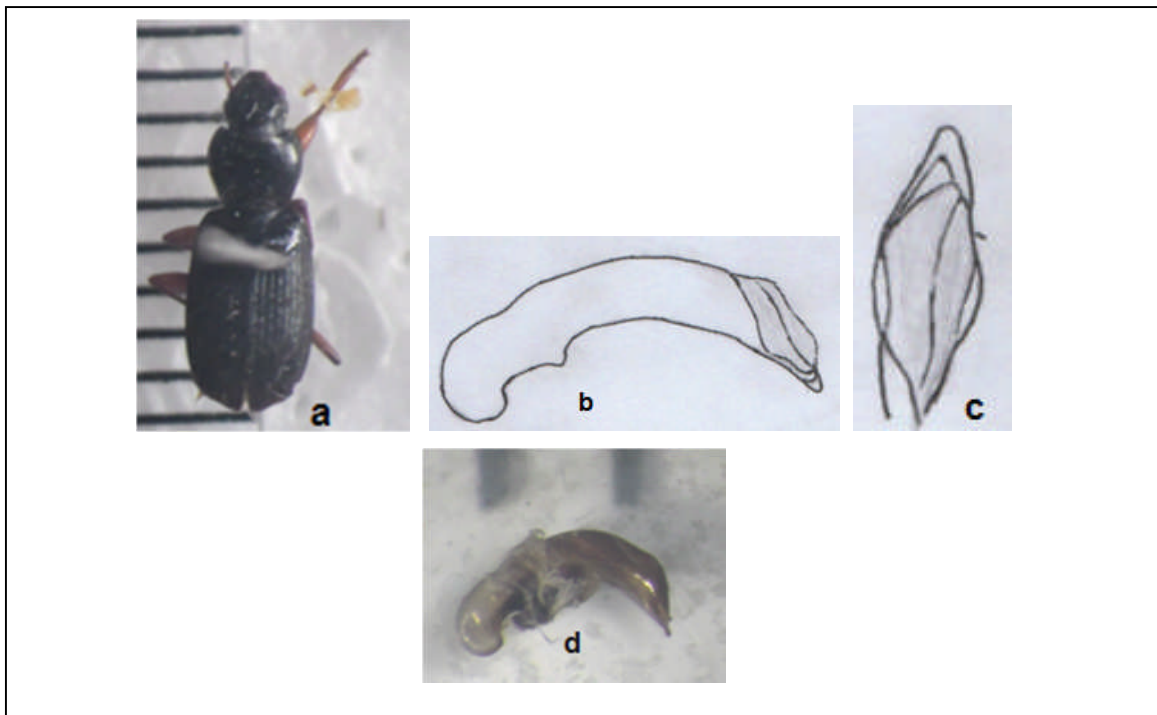


Figure 4. 5. a : Adulte *Parophonus planicollis*, b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.2. *Ophonus (Metophonus) antoineianus* Schauberger, 1929

- Taille : 7- 9mm
- Traits biologiques : macroptère, xérophile, phytophage
- Répartition géographique : Méditerranée occidentale
- Bedel (1895) : Cette espèce, n'a pas été signalée en Algérie par l'auteur.
- Antoine (1955-1961) : Espèce observée au Maroc atlantique et le Moyen Atlas.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été rencontrée au niveau des stations (Khroub et celle de Hamma Bouziane).
- Organe copulateur : élancé, l'extrémité apicale effilée. Vue de face, l'extrémité apicale longue et étroite. Présence de squames vers l'avant et dans la partie basale (Figure 4.6).

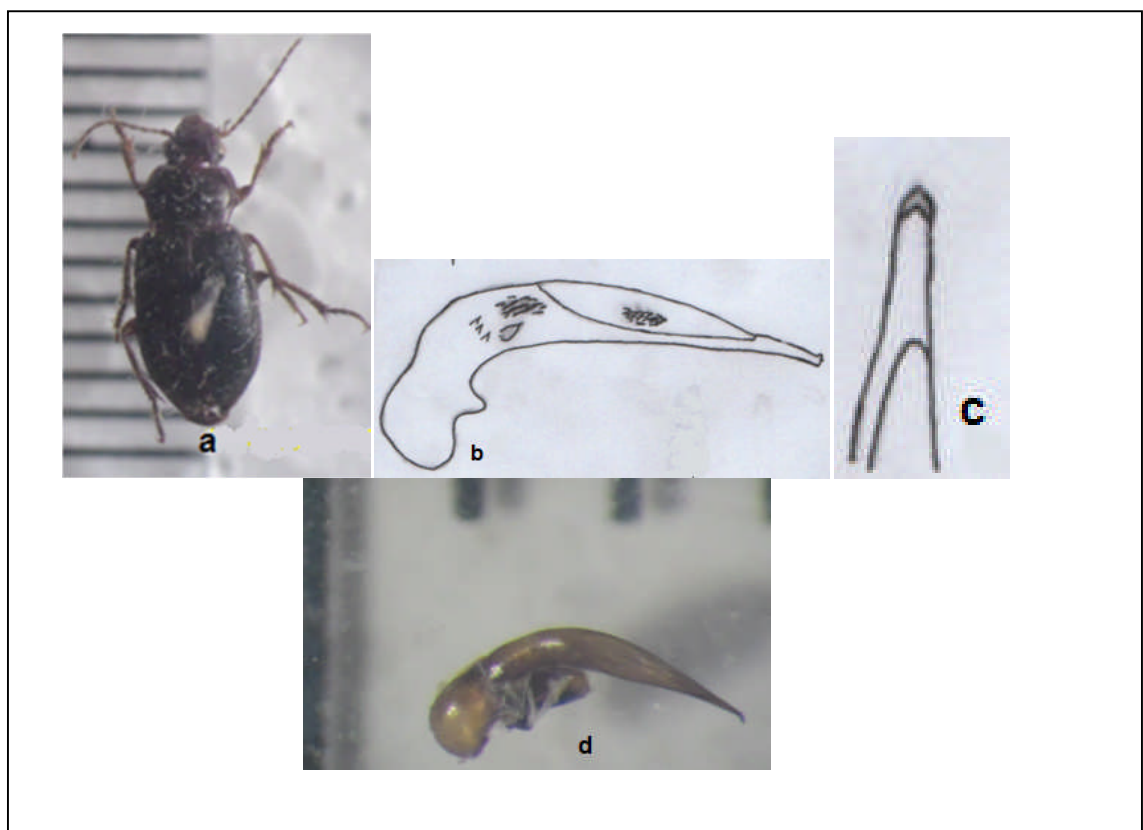


Figure 4.6. a : Adulte *Metophonus antoineianus* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.3. *Parophonus antoinei* Schaubberger, 1932

- Taille : 8-9mm
- Traits biologiques : phytophage, macroptère, hygrophile.
- Répartition géographique : Afrique du Nord.
- Bedel (1895) : Cette espèce, n'a pas été signalée en Algérie par l'auteur.
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente dans le Maroc atlantique.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des stations (Khroub, Hamma Bouziane et Campus universitaire).
- Organe copulateur : un peu incurvé, l'extrémité apicale effilée, vue de face forme un triangle plus long. L'armature est constituée de grandes épines et deux clous bien développés à la base. Ligule bilobée (Figure 4.7).

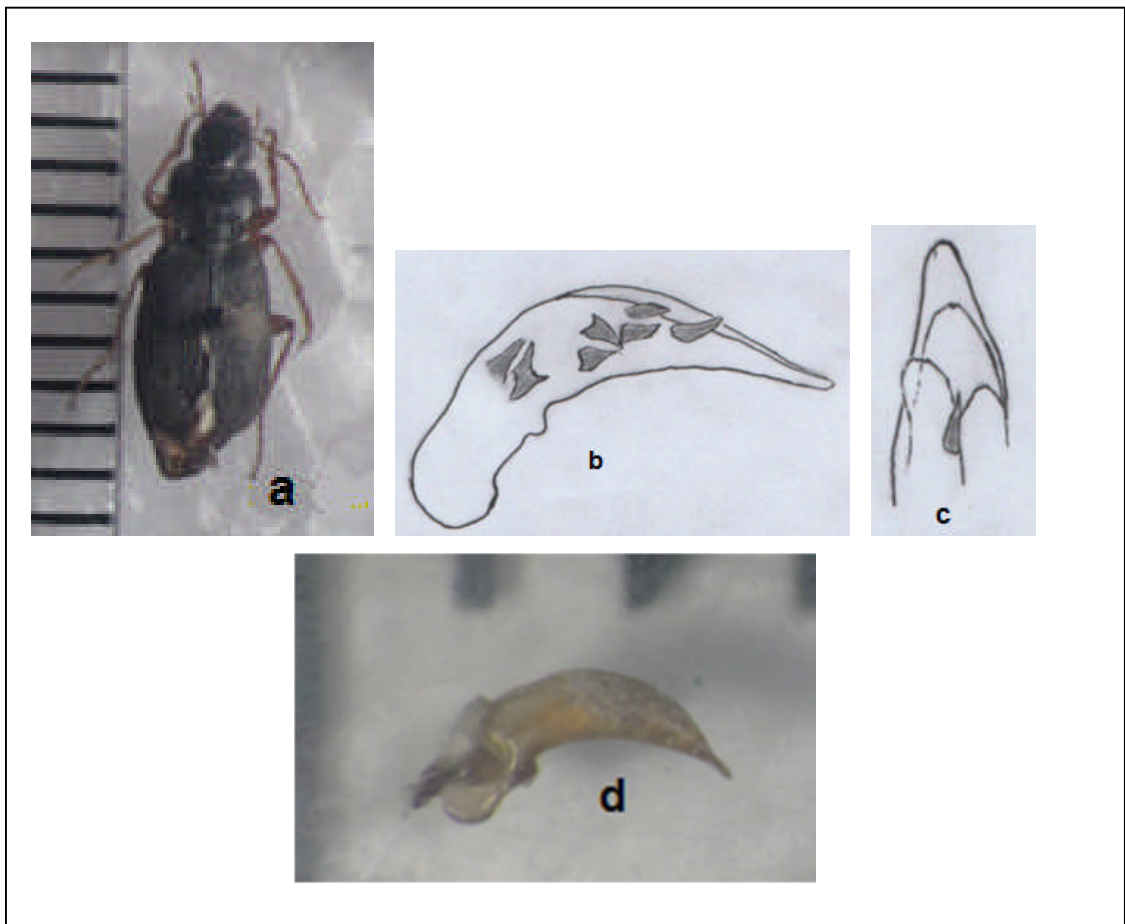


Figure 4.7. a : Adulte *Parophonus antoinei* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.4 *Harpalus distinguendus* Duftschmidt 1812

- Taille : 8-9mm
- Traits biologiques : prédateur, macroptère, xérophile
- Répartition géographique : paléarctique.
- Bedel (1895) : Espèce très répandue en Europe, Asie mineure, centre et l'Ouest de l'Algérie
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente en Europe moyenne, Asie mineure, Maroc oriental et Moyen Atlas, centre et l'Ouest de l'Algérie.
- Au cours de notre étude, ce taxon a été rencontré au niveau de la station Hamma Bouziane.
- Organe copulateur : grêle, un peu arqué. Le plateau apical court et anguleux à l'extrémité (Figure 4.8).

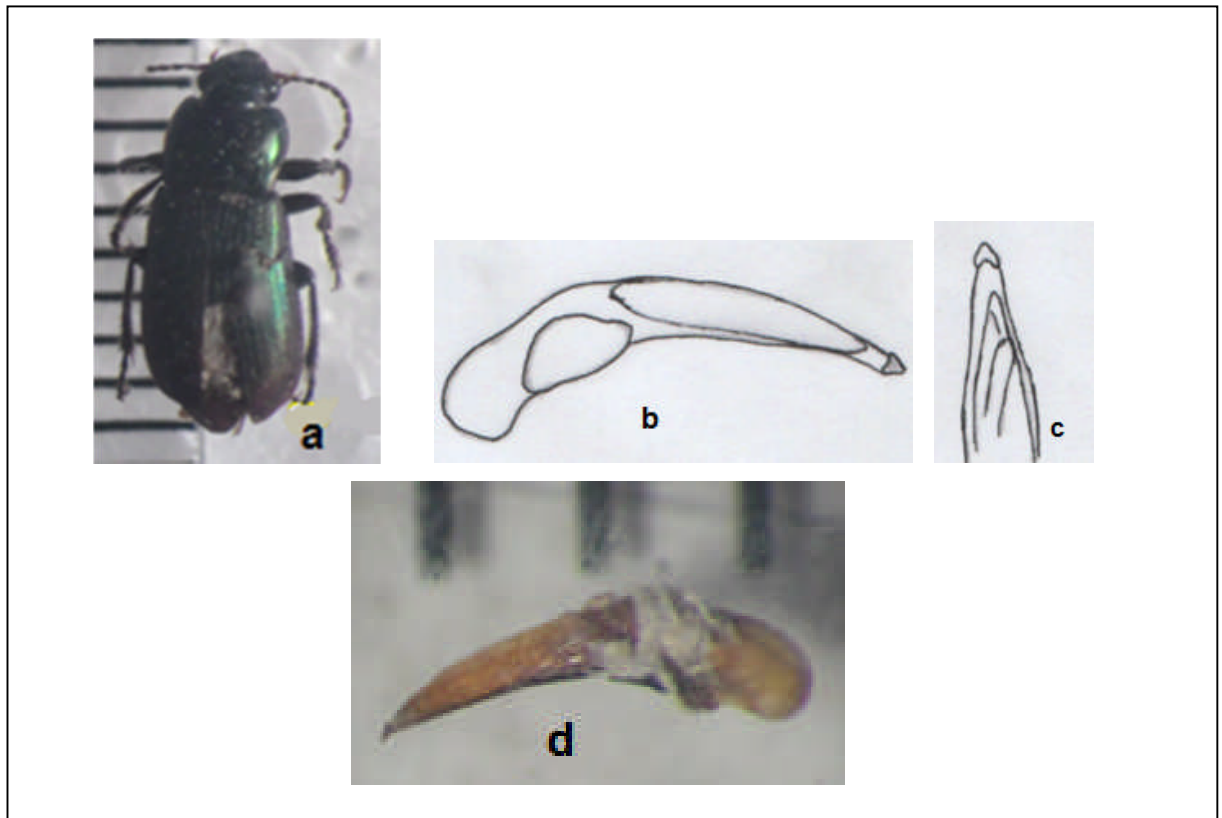


Figure 4.8 a : Adulte *Harpalus distinguendus* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.5 *Harpalus siculus* Dejean, 1829

- Taille : 8-11mm
- Traits biologiques : polyphage, macroptère, hygrophile
- Répartition géographique : Méditerranéo-occidentale
- Bedel (1895) : Espèce assez répandue en Algérie, présente au Maroc et en Tunisie.
- Antoine (1955-1961) : tout le Maroc atlantique.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau de la station Campus universitaire.
- Organe copulateur : plus robuste que celui de *H. distinguendus*. Extrémité apicale large, plateau apical court, bourrelet terminal saillant (Figure 4.9).

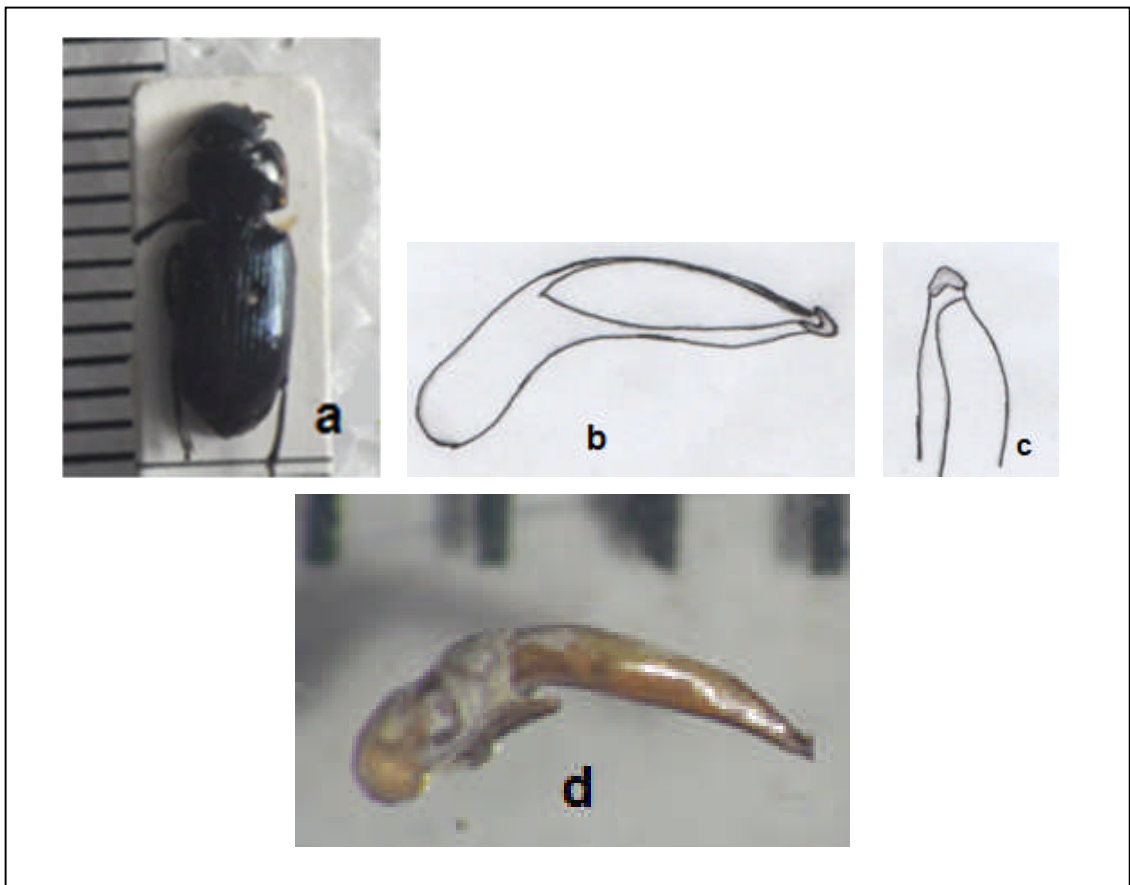


Figure 4.9. a : Adulte *Harpalus siculus* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.6. *Artabas punctatostriatus* Dejean, 1829

- Taille : 8-11, 5mm
- Traits biologiques : polyphage, macroptère, mésophile.
- Répartition géographique : méditerranéenne.
- Bedel (1895) : Espèce présente dans tout le bassin méditerranéen, jusqu'au Liban.
- Antoine (1955-1961) : Espèce méditerranéenne, présente (du Maroc à la Syrie).
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des trois stations (Khroub, Hamma Bouziane et Campus universitaire).
- Organe copulateur : il a presque la forme que le précédent, mais un peu plus allongé, extrémité apicale large, l'orifice apical plus court comparé à celui de *H. siculus* (Figure 4.10).

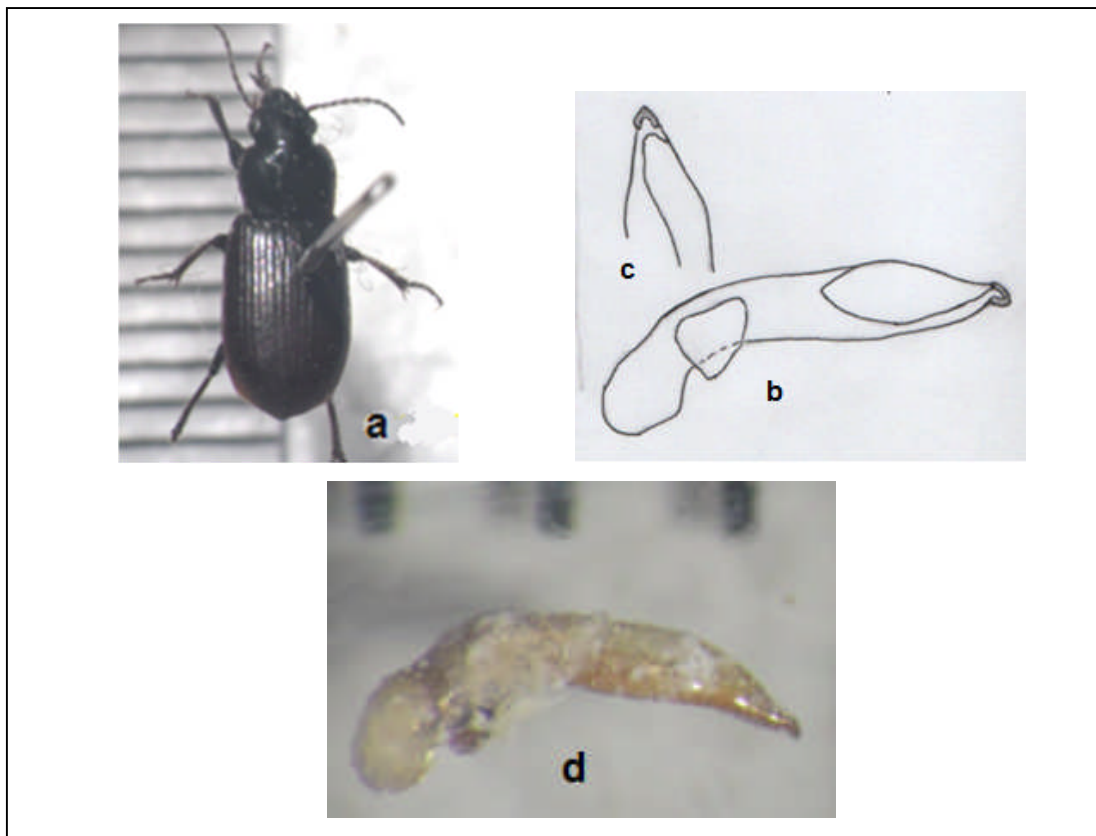


Figure 4.10. a : Adulte *Artabas punctatostriatus* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.7. *Ophonus (Hesperophonus) pumilio* Dejean, 1829

- Taille : 6-8mm
- Traits biologiques : phytophage, macroptère, mésophile
- Répartition géographique : Tyrrhénienne
- Bedel (1895) : Espèce présente en Algérie, Tunisie, Maroc.
- Antoine (1955-1961) : Espèce plus abondante en Algérie par rapport au Maroc.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des stations (Khroub et Campus universitaire).
- Organe copulateur : un peu courbé, l'apex épaissi, l'extrémité apicale très fine. Présence de deux plaques sombre à la base (Figure 4.11).

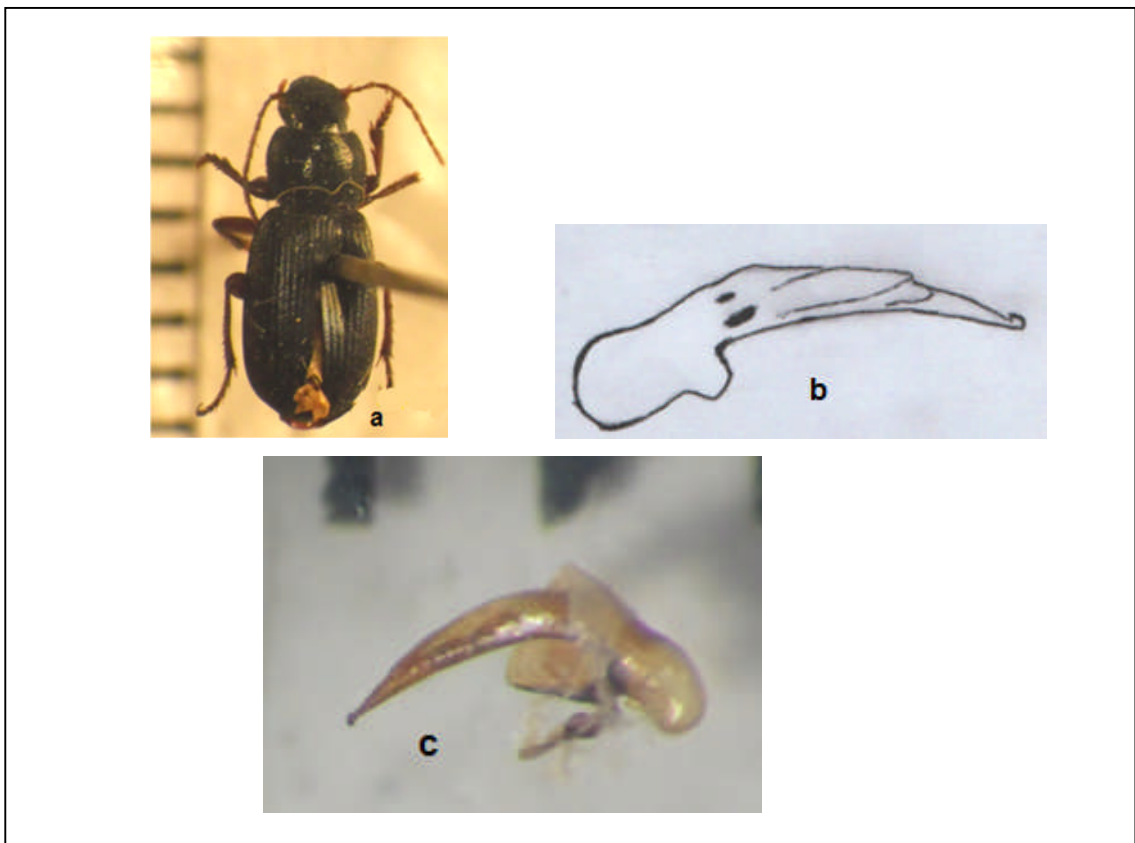


Figure 4.11. a : Adulte *Ophonus (Hesperophonus) pumilio* b : organe copulateur vue de profil c : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.8. *Ophonus (Hesperophonus) rotundatus* Dejean, 1829

- Taille : 6,5-7, 5mm
- Traits biologiques : phytophage, macroptère, hygrophile.
- Répartition géographique : méditerranéenne occidentale.
- Bedel (1895) : Espèce présente en Algérie, le Nord de la Tunisie, Maroc.
- Antoine (1955-1961) : tout le Maroc atlantique, Moyen Atlas.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des trois stations (Khroub, Hamma Bouziane et Campus universitaire).
- Organe copulateur : Légèrement rectiligne, l'extrémité apicale très fine, absence de bourrelet. Présence d'une plaque sombre à la base, l'armature est constituée d'un clou très développé avec une petite plaque sombre à sa base (Figure 4.12).

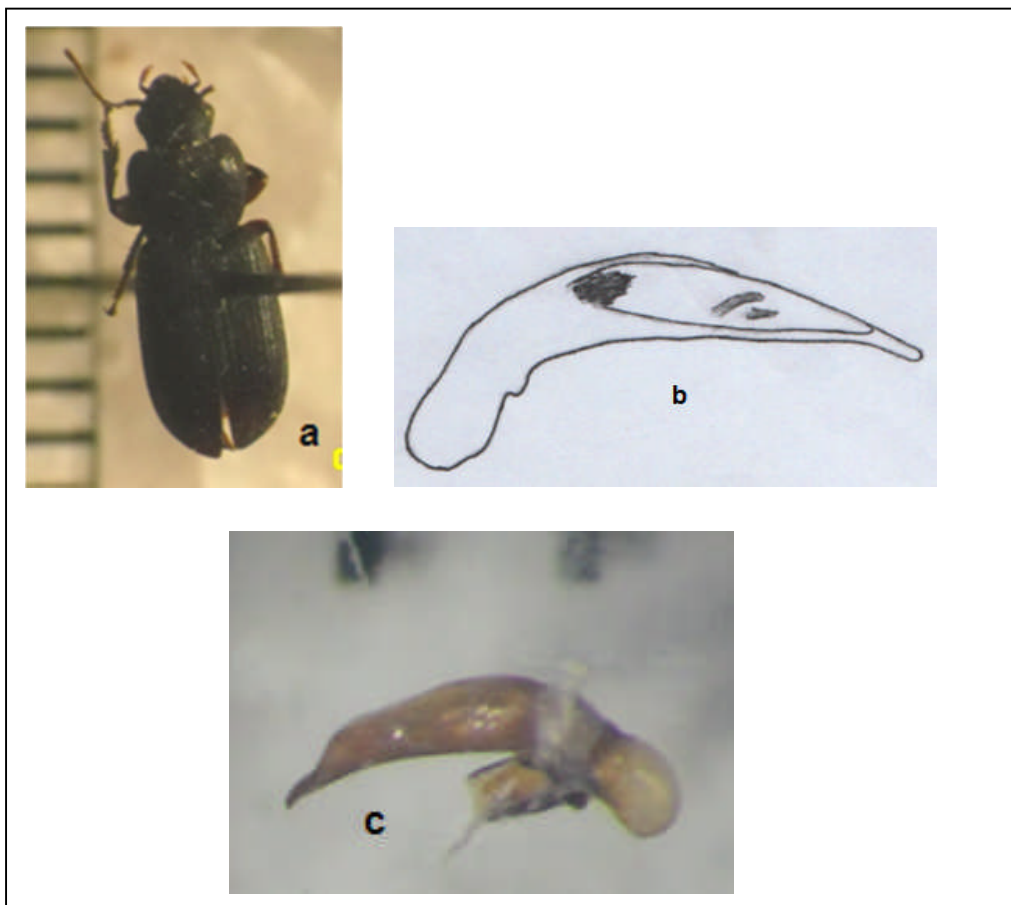


Figure 4.12. a : Adulte *Ophonus (Hesperophonus) rotundatus* b : organe copulateur vue de profil c : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.9. *Orthomus rubicundus* Coquerel, 1856

- Taille : 7-9mm
- Traits biologiques : brachyptère, régime alimentaire et tolérance à l'humidité (indéterminés).
- Répartition géographique : Afrique du Nord.
- Bedel (1895) : Espèce présente dans le Nord de l'Afrique.
- Antoine (1955-1961) : Espèce localisée dans le Rif oriental, Moyen Atlas.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des trois stations (Khroub, Hamma Bouziane et Campus universitaire).
- Organe copulateur : vue de face, l'extrémité apicale très large et arrondie, absence de bourrelet (Figure 4.13).

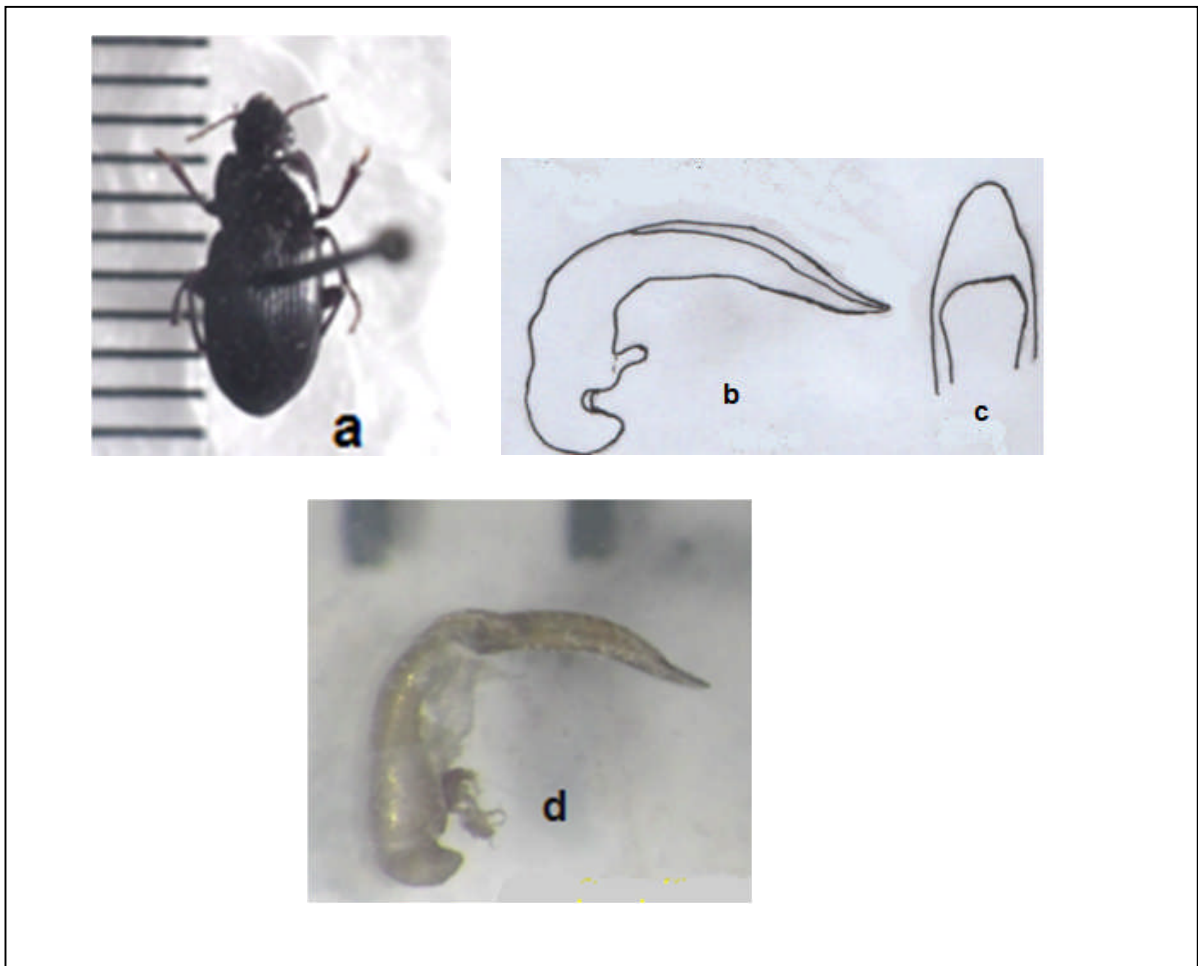


Figure 4.13 a : Adulte *Orthomus rubicundus* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.10. *Poecilus quadricollis* Dejean, 1828

- Taille : 10,5-12,5mm
- Traits biologiques : prédateur, macroptère, hygrophile.
- Répartition géographique : méditerranée occidentale.
- Bedel (1895) : Espèce présente en Algérie (de l'Est à l'Ouest, signalée à Constantine, Tunisie, Maroc, Espagne méridionale et Sicile.
- Antoine (1955-1961) : Espèce très commune dans tout le Maroc jusqu'à la lisière du Sahara.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau de la station Khroub.
- Organe copulateur : la partie apicale inclinée, vue de face, elle est très large, étirée vers la droite. L'orifice apical est long. Présence d'une plaque de squames (Figure 4.14).

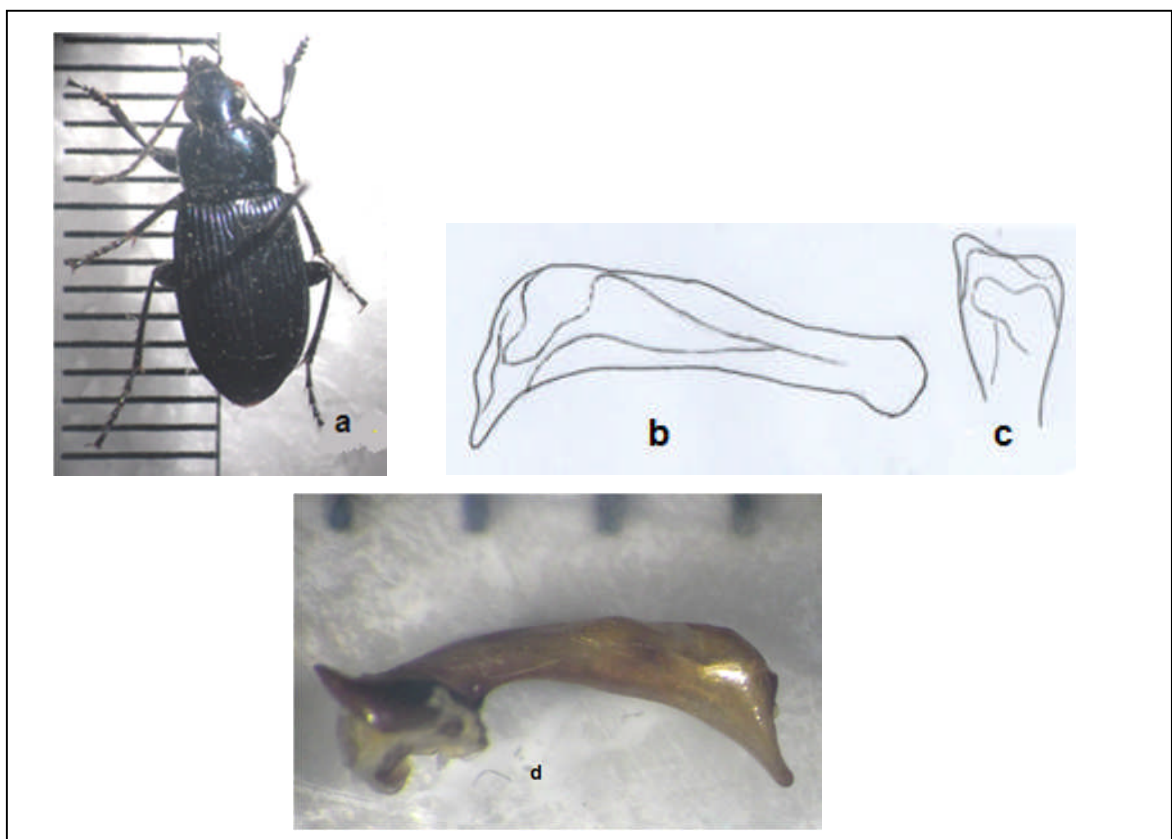


Figure 4.14. a : Adulte *Poecilus quadricollis* b-c : organe copulateur vue de profil, vue de face d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.11 *Poecilus vicinus* Levrat, 1859

- Taille : 11-14mm
- Traits biologiques : prédateur, macroptère, hygrophile.
- Répartition géographique : Afrique du Nord.
- Antoine (1955-1961) : Maroc atlantique, Moyen Atlas, Algérie.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau de la station Khroub.
- organe copulateur : ressemble au précédent, vue de profil, l'extrémité apicale est peu courte par rapport à celle de *P. quadricollis*. L'orifice apical long. (Figure 4.15).

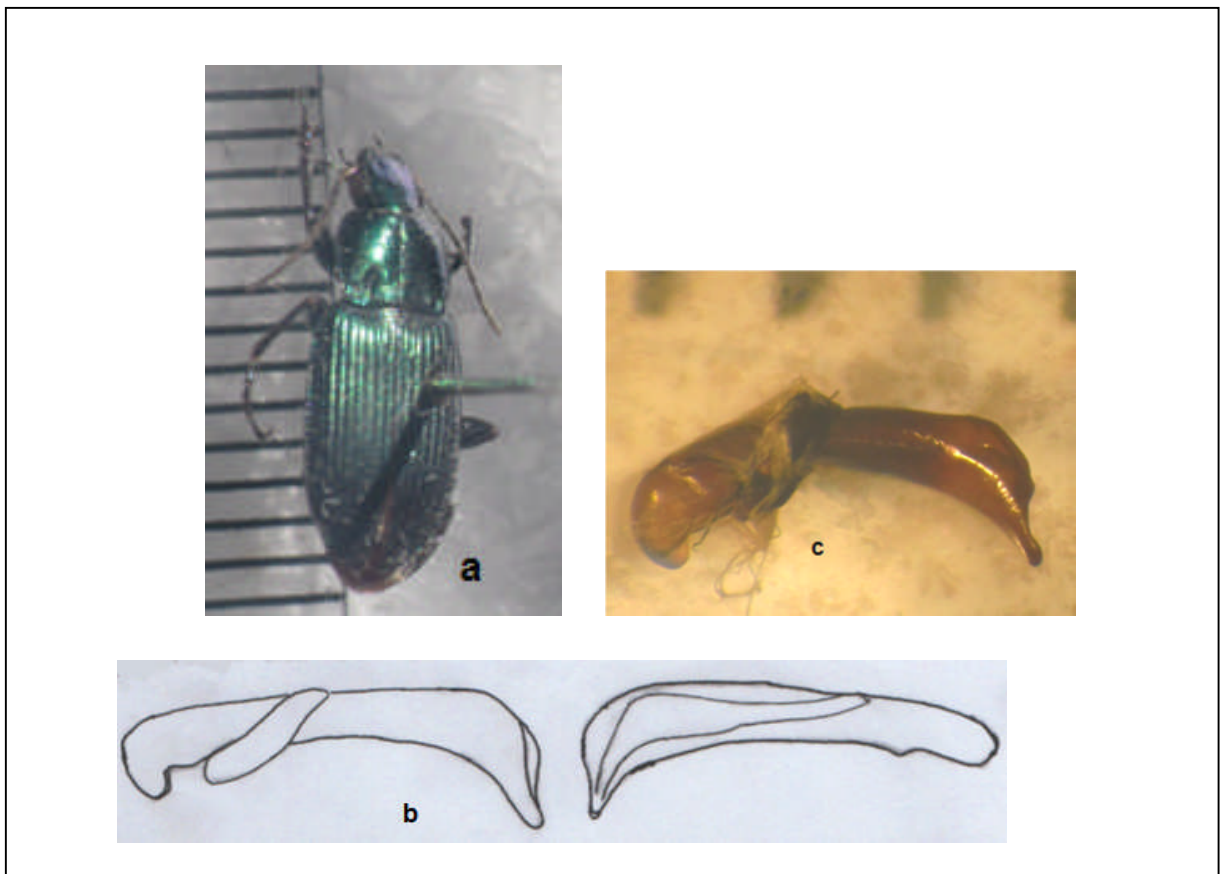


Figure 4.15. a : Adulte *Poecilus vicinus* b: organe copulateur vue de profil, c : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.12. *Poecilus purpurascens* Dejean, 1828

- Taille : 11-12mm
- Traits biologiques : prédateur, macroptère, hygrophile
- Répartition géographique : méditerranée occidentale
- Bedel (1895) : Espèce présente dans tout le Nord de l'Algérie jusqu'à Biskra, Maroc, Tunisie, Péninsule Ibérique, France occidentale, Italie, Sicile.
- Antoine (1955-1961) : Espèce présent au Maroc et elle est très répandue dans les régions humides.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des stations (Khroub et Campus universitaire).
- Organe copulateur : robuste, l'apex bien arqué (Figure 4.16).

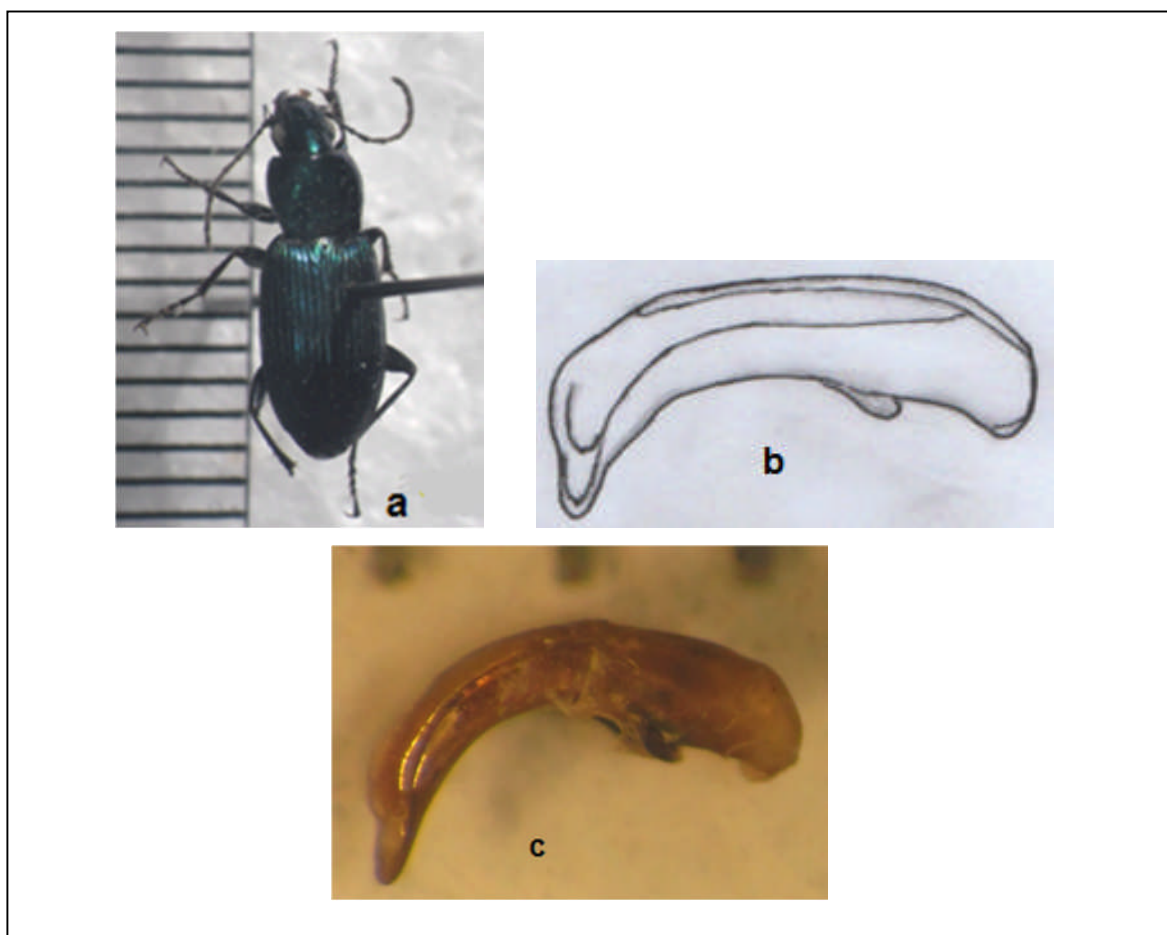


Figure 4.16. a : Adulte *Poecilus purpurascens* b : organe copulateur vue de profil, c : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.13 *Poecilus decipiens* Waltl., 1835

- Taille: 11-13mm
- Traits biologiques : prédateur, brachyptère, mésophile.
- Répartition géographique : beticorifaine
- Bedel (1895) : Espèce présente au Maroc et en Espagne. Elle n'a pas été signalée en Algérie par l'auteur.
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente dans le Rif, rare à l'Est du Maroc et elle est absente dans le sud.
- Cette espèce a été signalée au niveau de la région de Tebessa par Ouchtati (2012). Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau de la station Khroub.
- Organe copulateur : ressemble au précédent, mais il est un peu plus grand et moins arqué vers l'apex. Présence d'une plaque allongée formée de squames fines (Figure 4.17).

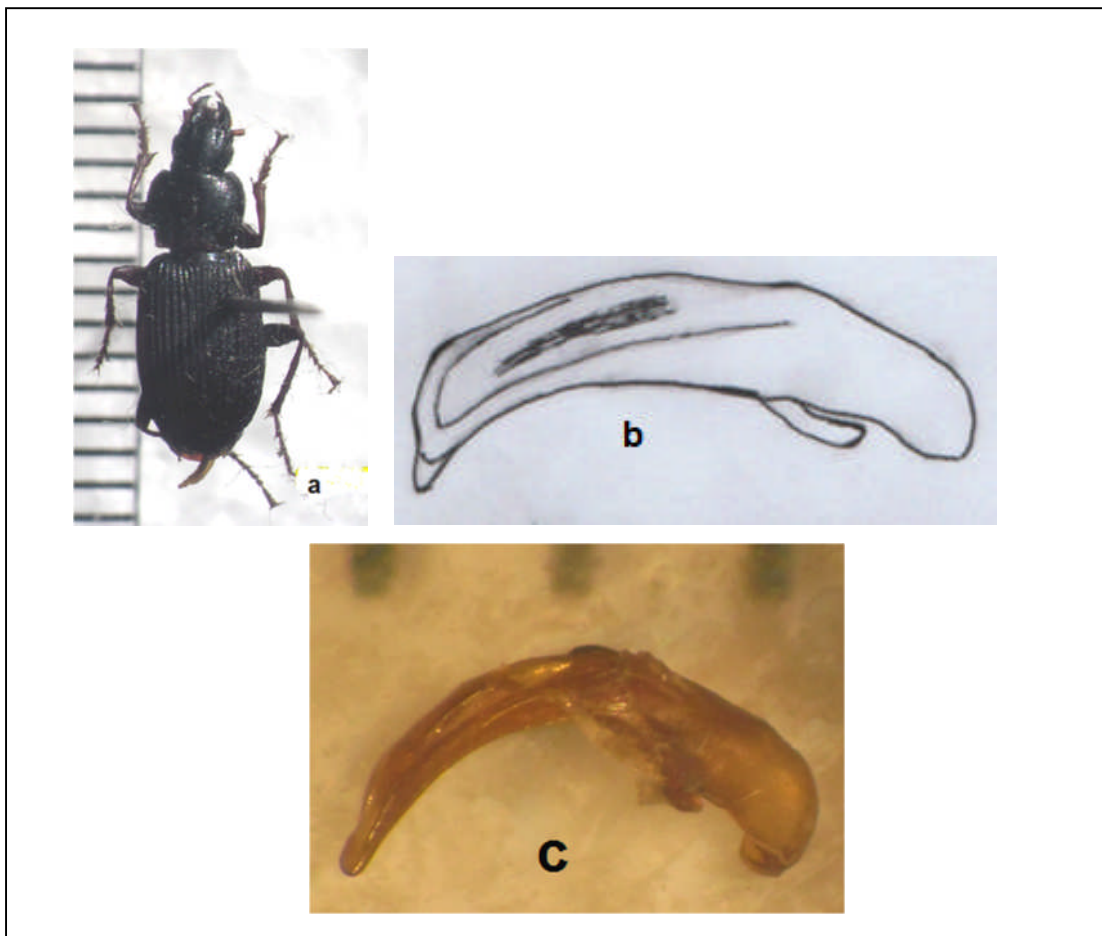


Figure 4.17. a : Adulte *Poecilus decipiens* b : organe copulateur vue de profil, c : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.14. *Brachinus efflans* Dejean, 1831

- Taille: 8-10mm
- Traits biologiques : prédateur, macroptère, xérophile.
- Répartition géographique : bético-rifaine
- Bedel (1895) : Espèce présente dans tout le Nord de l'Algérie, en Tunisie et au Maroc.
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente dans la région atlantique du Maroc, Moyen Atlas, l'Espagne.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des stations (Khroub et Campus universitaire).
- Organe copulateur : très arqué, la partie basale très large, vue de face l'extrémité apicale très large et arrondie. Ligule large (Figure 4.18).

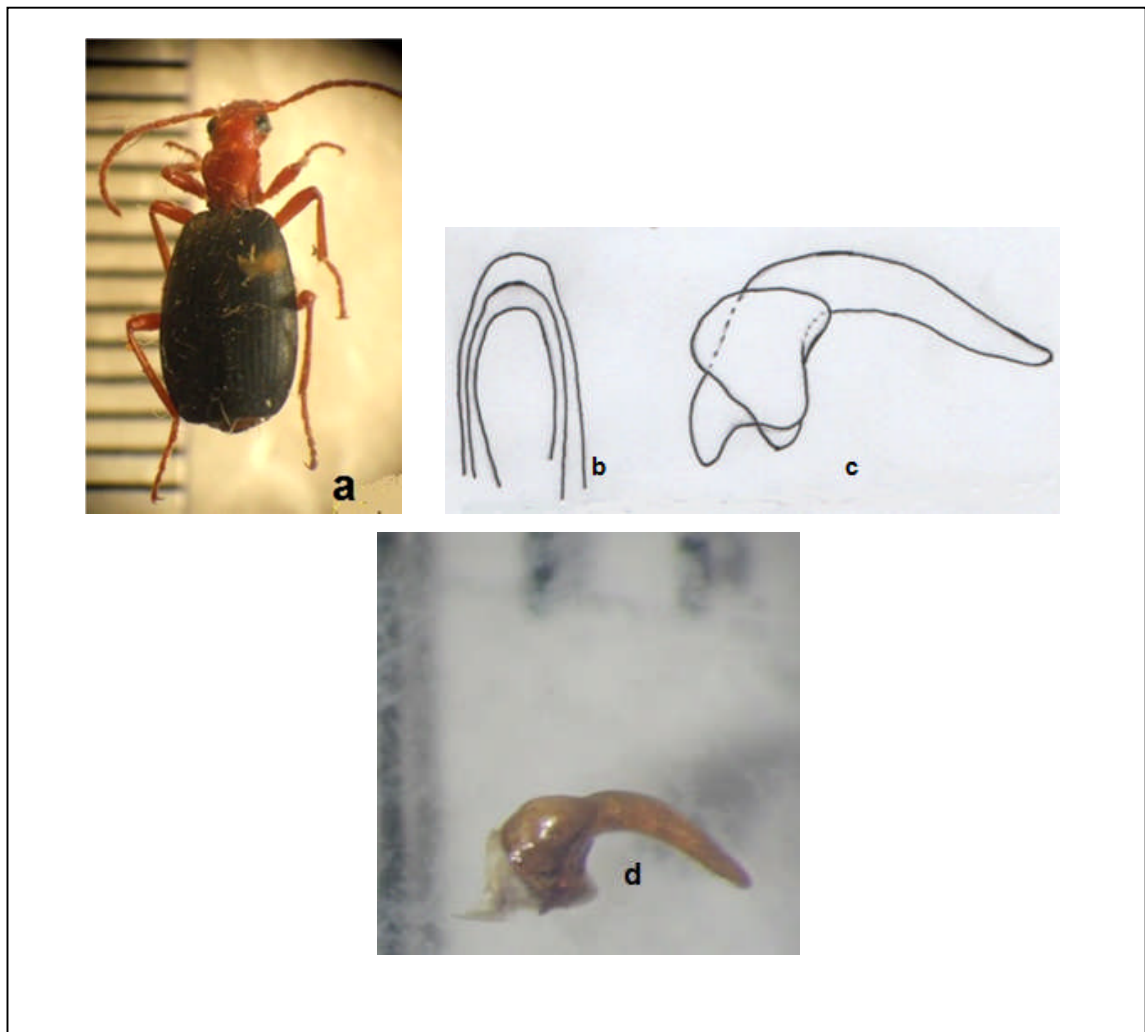


Figure 4.18. a : Adulte *Brachinus efflans* b-c : organe copulateur vue de face, vue de profil, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.15. *Brachinus andalusiacus* Rambur, 1838 *ssp mauretanicus* Bedel, 1914

- Taille: 5-7mm
- Traits biologiques : prédateur, brachyptère, hygrophile
- Répartition géographique : bético-rifaine
- Bedel (1895) : Espèce présente à l'Est de l'Algérie, en Tunisie et au Maroc.
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente dans le Nord du Maroc.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau des stations (Hamma Bouziane et Campus universitaire).
- Organe copulateur : un peu arqué. Vue de face, l'apex allongé et étroit. Ligule moins large (Figure 4.19).

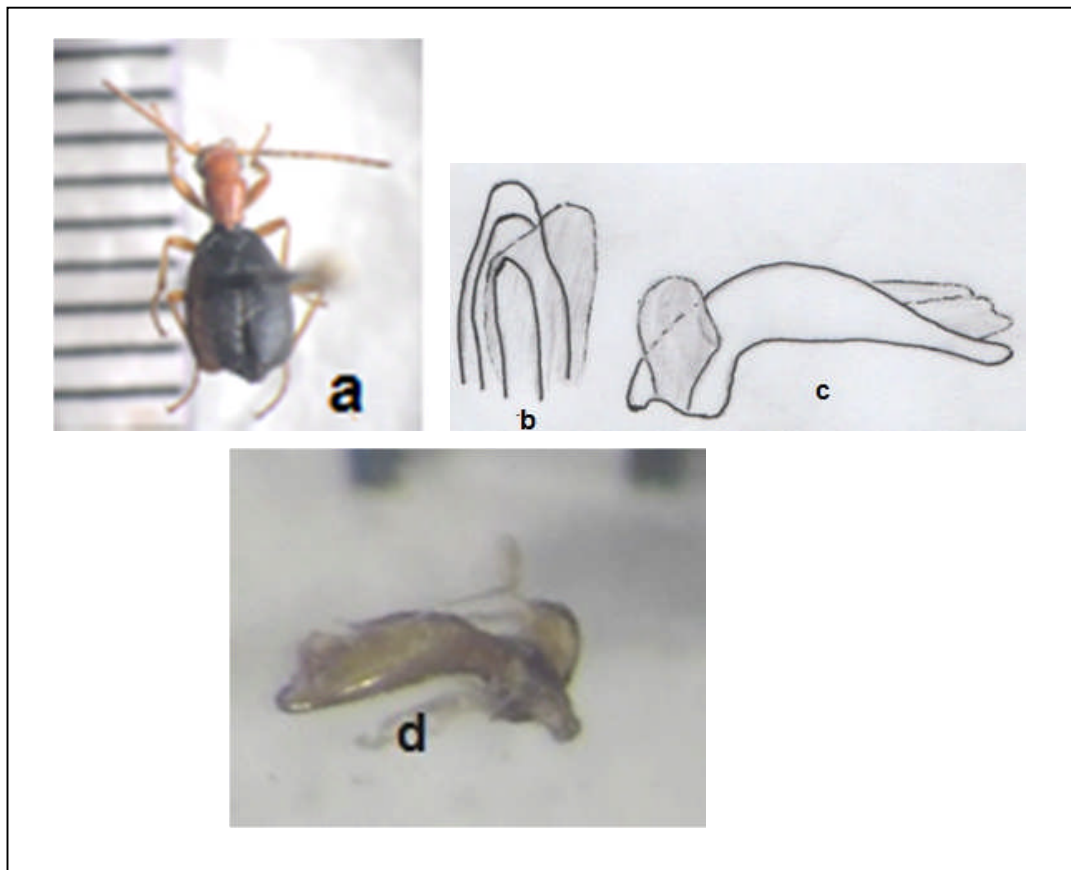


Figure 4.19. a : Adulte *Brachinus andalusiacus* b-c : organe copulateur vue de face, vue de profil, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

4.1.3.16 *Brachinus longicornis* Fairmaire, 1858

- Taille : 6,5-9,5mm
- Traits biologiques : prédateur, dimorphe, hygrophile.
- Répartition géographique : bético-rifaine
- Bedel (1895) : Espèce présente dans tout le Nord de l'Algérie, au Maroc et en Tunisie
- Antoine (1955-1961) : Espèce présente dans la région septentrionale et atlantique du Maroc, Moyen Atlas, Grand Atlas et en Espagne.
- Au cours de notre étude, cette espèce a été observée au niveau de la station Campus universitaire.
- Organe copulateur : un peu effilé, comparé au deux précédant, presque rectiligne. Vue de face, l'apex moins large et arrondi, présence de trois ligules (Figure 4.20).

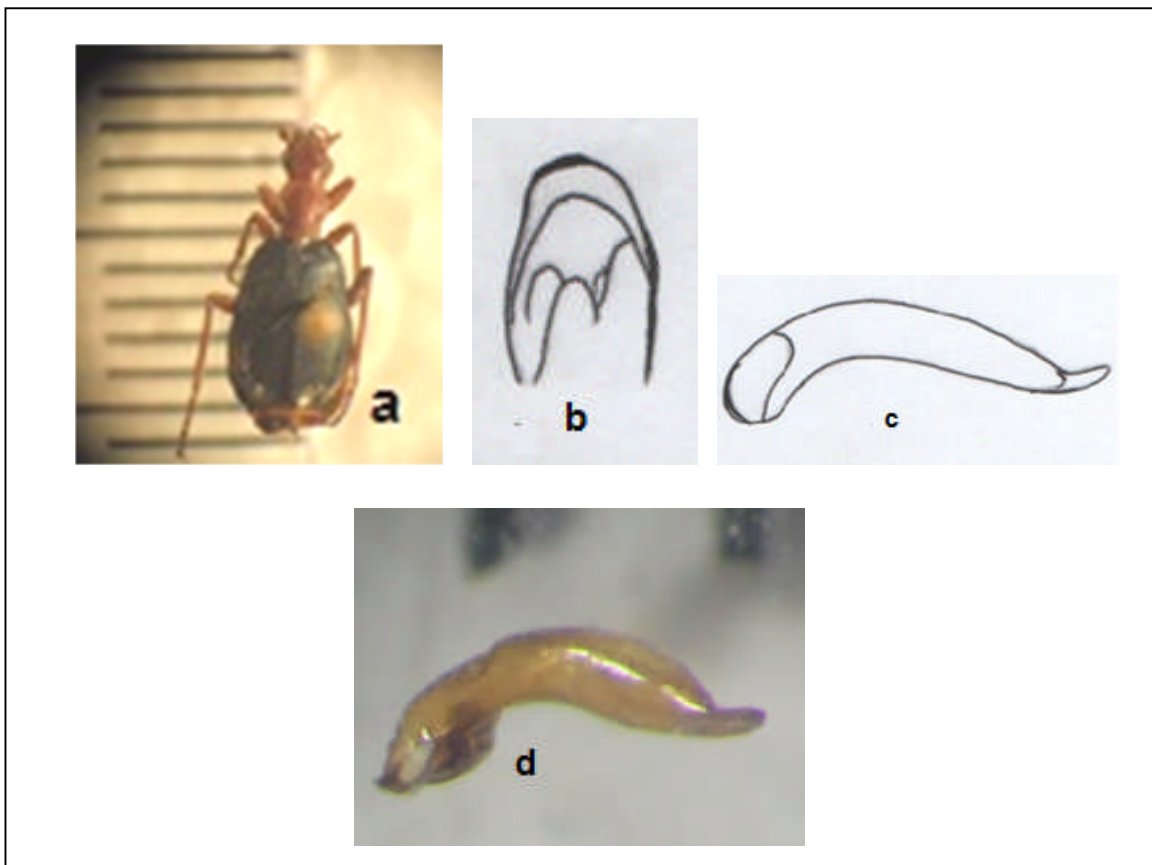


Figure 4.20. a : Adulte *Brachinus longicornis* b-c : organe copulateur vue de face, vue de profil, d : organe copulateur vue de profil, Gr (x60).

PARTIE II

Organisation des Communautés de Coléoptères Carabiques dans les trois biotopes

4.2. Organisation du peuplement de carabidés

Selon plusieurs auteurs, la composition des assemblages des carabidés, leur richesse spécifique et leur abondance, sont influencés par le type de milieu dans lequel ils se trouvent et les conditions abiotiques qui y règnent (Gobbi et Fontaneto 2008 ; Kotze *et al.* 2011b).

Afin de caractériser les assemblages de carabidés trouvés dans les différents milieux échantillonnés, nous avons fait apparaître des comparaisons d'abondance et de richesse spécifique.

4.2.1 Abondance et richesse spécifique de la faune carabique dans les différentes stations

L'intérêt des milieux semi naturels pour la faune carabique réside dans le rôle que peuvent jouer ces habitats pour son développement. En effet, ces habitats qui sont généralement très riches en carabidés (Legrand *et al.* 2011), pourraient constituer un refuge, leur permettant de s'abriter, d'hiverner, de se reproduire, de se nourrir et servir de corridor à leurs dispersion (Purtauf *et al.* 2005a ; Šeric et Durbešić 2009 ; Woodcock *et al.* 2010 ; Petit *et al.* 2015).

Les résultats obtenus au cours de cette étude et qui sont illustrées par les figures (4.21 et 4.22), montrent que la richesse spécifique et l'abondance enregistrées dans les trois stations sont très élevées dans la station Khroub comparée aux autres biotopes.

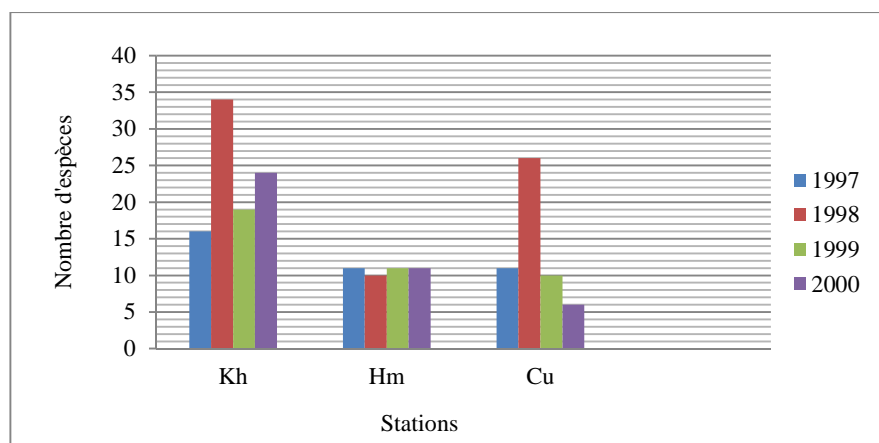


Figure 4.21. Répartition des populations de carabidés selon leur richesse spécifique au niveau des trois stations (Khroub ; Hamma-Bouziiane ; Campus universitaire) (1997-2000).

Cette différence pourrait être liée aux conditions écologiques plus favorables offertes par ce biotope, comme la densité du couvert végétal (Pakeman et Stockan 2014) et l'absence de facteurs anthropiques (Kromp, 1999).

En effet, parmi les 73 espèces rencontrées, 54 espèces (73,9%) ont été capturées dans la station Khroub, 33 espèces au niveau de la station du Campus universitaire, ce qui représente 43,8% de l'ensemble des espèces recensé. Alors qu'au niveau de la station Hamma-Bouziane 24 espèces ont été recensées, représentant 34,2% des 73 espèces inventoriées.

Dix (10) taxons sont communs aux trois zones d'études (*Macrothorax morbillosus*, *Nebria andalusia*, *Notiophilus geminatus*, *Calathus fuscipes*, *Ophonus (Hesperophonus) rotundatus*, *Parophonus antoinei*, *Artabas punctatostriatus*, *Licinus punctatulus*, *Orthomus rubicundus*, *Acinopus megacephalus* (Tableau 4.1 Annexe).

D'un autre coté, les valeurs les plus élevées de la richesse spécifique ont été enregistrées au cours de l'année 1998, essentiellement dans la station Khroub avec 34 espèces suivie de la station du Campus universitaire avec 26 espèces, tandis que, seulement 10 espèces ont été rencontrées dans la station Hamma-Bouziane. Alors que durant les autres années (1997, 1999 et 2000), le nombre des espèces a diminué dans les trois stations.

Ceci dit, il serait judicieux de noter que des fortes précipitations ont été enregistrées durant l'année 1998 (570,3mm), alors que les faibles précipitations (506,9mm ; 514,2mm ; 373,5 mm) ont été notées durant les autres années (Tableau 2.4 Annexe).

Durant cette étude, nous avons remarqué la présence de certaines espèces constantes dans la station Khroub comme *Calathus fuscipes*, *Licinus punctatulus*, *Macrothorax morbillosus*, *Acinopus megacephalus*, *Brosus politus* alors qu'au niveau de la station Campus universitaire, le cortège des espèces était composé d'espèces accidentelles (75%) comme *Nebria andalusia*, *Notiophilus geminatus*, *Siagona gerardi*, *Calathus circumceptus*, *Ditomus sphaerocephalus* et accessoires (25%), c'est le cas de *Calathus fuscipes*, *Macrothorax morbillosus*, *Acinopus megacephalus*, *Brachinus andalusiacus* et *Trichochlaenius chrysocephalus*. Dans ce biotope, les espèces constantes sont absentes.

Quant à la station Hamma-Bouziane et durant la même période d'échantillonnage, presque le même nombre d'espèces a été trouvé mais le cortège des espèces était différent d'une année à une autre avec la persistance de certaines espèces qui étaient présentes durant les quatre années d'échantillonnage (espèces constantes), cas de *Harpalus distinguendus*, *Pseudophonus rufipes*, *Nebria andalusia*.

Comme pour la richesse spécifique, l'abondance montre aussi une grande différence entre les trois biotopes. Durant toute la période de cette étude, ce paramètre présente presque la même allure que celle de la richesse spécifique (Figure 4.22).

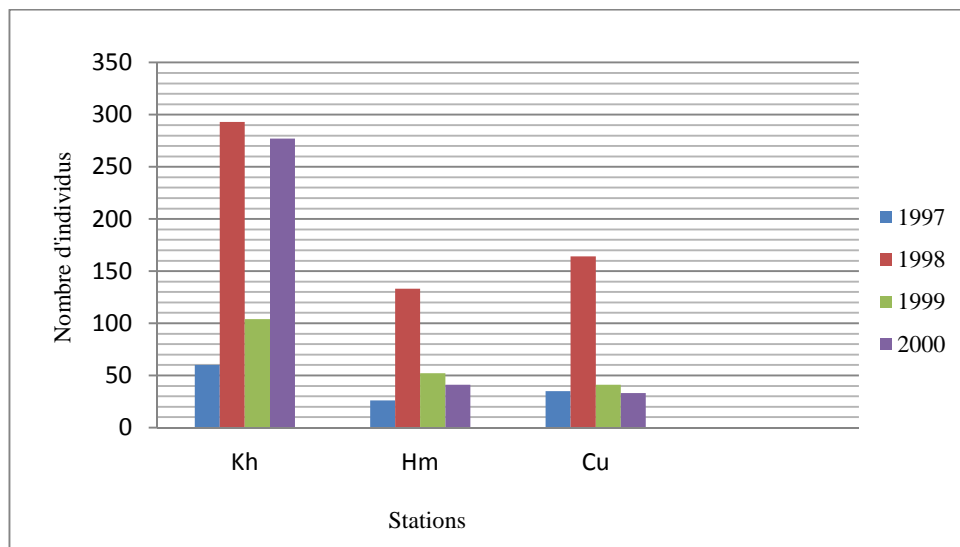


Figure 4.22. Répartition des populations de Carabidés selon leur abondance au niveau des trois stations. (Khroub ; Hamma-Bouziane ; Campus universitaire) (1997-2000).

En effet, en termes d'effectifs, la station Khroub possède la plus grande part de l'effectif (734 individus) comparée aux deux autres stations (252 individus à Hamma-Bouziane et 273 individus à la station du Campus universitaire).

Ainsi, les récoltes effectuées dans les différentes stations révèlent que l'année 1998 s'est caractérisée aussi par des valeurs très élevées d'abondance par rapport aux autres années. L'effectif le plus élevé a été relevé au niveau de la station Khroub (293 individus).

Une diminution des effectifs a été remarquée au cours des autres années dans les trois stations à l'exception de celle de Khroub durant l'année 2000 (malgré les faibles

précipitations enregistrées), où l'augmentation de l'abondance au cours de cette année était peut être liée à la migration des espèces des champs de cultures adjacents qui ont été laissés en jachère durant cette année. Selon Arnault *et al.* (2009) et Petit *et al.* (2015), les habitats semi-naturels fournissent des ressources alimentaires variées (feuilles, graines, insectes, lombriciens). Ils représentent des sites d'hivernages indispensables, procurant ainsi refuge et nourriture à une période où les sols cultivés sont laissés nus.

Cette différence spatio-temporelle de l'abondance et la richesse spécifique observées dans chaque station pourrait être associée aux conditions climatiques, essentiellement les précipitations (Paarmann 1970; Irmiler 2003; Kotze *et al.* 2011b), la densité du couvert végétal, l'humidité du sol et les facteurs anthropiques (Standberg *et al.* 2005 ; Mullen *et al.* 2008). Ainsi, la faible abondance observée dans la station Hama-Bouziane, pourrait être expliquée par le faible couvert végétal constaté au niveau de cet habitat, l'utilisation des insecticides qui réduit les proies des espèces prédatrices (Petremand 2015) et aux herbicides, transformant ainsi ce biotope à un milieu défavorable pour les carabidés. Ces résultats concordent avec ceux de Garcin *et al.* (2004).

Selon Thomas *et al.* (1992); Butterfield (1997) et Honek et Jarosik (2000), la répartition des coléoptères est fortement liée à la densité du couvert végétal et les biotopes dotés d'une couverture végétale dense sont caractérisés par une richesse spécifique importante (Magura *et al.* 2001; Standberg *et al.* 2005).

En effet, notre étude confirme ces allégations. Ainsi, l'action de la végétation jouerait à la fois sur le microclimat et les ressources alimentaires (Garcin *et al.* 2004). Selon certains auteurs, lorsque la densité de la végétation est plus importante, le taux d'humidité du sol reste élevé pendant longtemps (Lalonde 2011), ce qui favorise une plus grande abondance des carabes (Kromp 1989 ; Cardwell *et al.* 1994).

Dans d'autres études, Menalled *et al.* (2007) et la Fontaine *et al.* (2009) ont rapporté que les pesticides réduisent l'abondance et la diversité des coléoptères dans les cultures. De nombreuses études ont mis en évidence cet effet (Kromp 1999 ; Lee *et al.* 2001; Dajoz 2002; Melnychuk *et al.* 2003). Ces traitements phytosanitaires ont donc un impact direct sur les carabes. Norris et Kogan (2005) et Petit *et al.* (2015), corroborent cette idée en associant cet effet à la réduction des ressources nutritives

pour les espèces phytophages ou polyphages ou indirectement sur les prédateurs dont la nourriture ou l'habitat de leurs proies dépendent de ces mauvaises herbes.

4.2.2 Diversité spécifique et équitabilité du peuplement carabique

Nous avons utilisé l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité, qui caractérisent la distribution des effectifs des espèces d'une communauté.

Il est à remarquer que l'indice de diversité (Tableau 4.2), présente le même classement que celui de la richesse spécifique. Ainsi, la station Khroub a un cortège carabique plus diversifié et plus équilibré.

Tableau 4.2 Indice de diversité et équitabilité dans les trois biotopes (1997-2000)

(H' (bits): Indice de Shannon ; Hmax : diversité maximale ; E : équitabilité)

Station \ Indice	H' (bits)	Hmax	E %
Khroub	4,33	5,74	75%
Campus universitaire	3,82	5,01	76%
Hamma-Bouziiane	3,32	4,58	72%

Concernant les valeurs de l'équitabilité, une faible différence a été observée entre les stations (Khroub et Campus universitaire), qui est peut être lié aux caractéristique des deux habitats. Selon Pakeman et Stockan (2014), les milieux enherbés sont favorables pour le développement des carabidés. Alors que la faible valeur de l'équitabilité enregistrée dans la station Hamma-Bouziiane reflète bien l'état d'instabilité au niveau de cette station.

En effet, les variations interannuelles de la diversité et de l'équitabilité révèlent aussi des différences entre les trois biotopes (Tableau 4.3).

Il est à constater que, les plus grandes valeurs de l'indice de diversité ont été enregistrées au niveau des stations (Khroub et Campus universitaire) essentiellement au cours de l'année 1998.

Tableau 4.3 Indice de diversité et équitabilité de faune carabique dans les trois biotopes (H'(bits) : Indice de Shannon ; Hmax : diversité maximale ; E : équitabilité)

Année Station	1997	1998	1999	2000
Khroub	H' 3,41 Hmax 3,98 E(%) 0,85	H' 3,79 Hmax 5,08 E(%) 0,74	H' 3,20 Hmax 4,21 E(%) 0,76	H' 3,41 Hmax 4,58 E(%) 0,74
Campus universitaire	H' 3,11 Hmax' 3,45 E(%) 0,90	H' 3,95 Hmax 4,68 E(%) 0,84	H' 2,75 Hmax 3,45 E(%) 0,79	H' 2,14 Hmax 2,79 E(%) 0,76
Hamma-Bouziane	H' 2,92 Hmax 3,45 E(%) 0,84	H' 2,26 Hmax 3,32 E(%) 0,68	H' 2,71 Hmax 3,45 E(%) 0,78	H' 3,15 Hmax 3,45 E(%) 0,81

Ceci est peut être lié aux fortes précipitations enregistrées au cours de cette année, ce qui a permis peut être l'instauration d'un microclimat favorable pour le développement de la faune carabique. Selon Paarmann (1986), Irmeler (2003) et Kotze *et al.* (2011b), les précipitations et la température contribuent fortement à la diversité de la faune carabique dans un biotope. Quant aux valeurs de l'équitabilité, ces deux stations n'ont pas enregistré des différences interannuelles importantes. Il semble donc que les milieux herbacés favorisent une meilleure distribution des individus au sein des différentes espèces de carabidés.

Alors que les faibles valeurs de l'indice de diversité ont été enregistrées dans la station Hm. Dans ce biotope, l'année 1998 s'est caractérisée par les plus faibles valeurs de l'indice de diversité et de l'équitabilité. Ce résultat est peut être lié à la forte abondance de *Ophonus (Metophonus) antoineianus* et *Pseudophonus rufipes*. Il semble que cette dernière espèce fait partie des espèces dominantes dans les vergers de pommiers (Hedde *et al.* 2015)

Il est à noter que, la présence de ces deux espèces a été enregistrée exclusivement au niveau de cette station (Hamma-Bouziane).

Ces résultats concernant la diversité et l'équitabilité concordent avec la faible similarité observée entre les espèces des communautés de coléoptères carabiques dans les différentes stations, comme il a été indiqué par les faibles valeurs de l'indice de

similarité observées durant la période d'étude qui montrent une très faible affinité entre les trois peuplements (Tableau 4.4).

Tableau 4.4. Indice de similarité de Jaccard dans les trois biotopes (1997-2000).
(Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire)

Station Année	Kh- Cu	Kh- Hm	Cu- Hm
1997	0,22	0,17	0,46
1998	0,22	0,15	0,16
1999	0,30	0,21	0,05
2000	0,10	0,20	0,05

Ceci est peut être dû aux caractéristiques de chaque biotope, qui sont liés à certaines conditions écologiques qui instaurent des microclimats, répondant aux exigences d'une catégorie d'espèces. Ainsi, les valeurs de l'indice de Jaccard reflètent probablement les caractéristiques de chaque biotope comme, la diversité du couvert végétal, l'impact du type de milieu adjacent à la zone herbacée et de certains facteurs anthropiques, comme l'utilisation de pesticides (Ostman *et al.* 2001a).

4.3. Dynamique de la communauté carabique dans les différents biotopes

4.3.1. Variation mensuelle de l'abondance et la richesse spécifique au niveau des trois stations

Selon la figure 4.23, les variations mensuelles de l'abondance et la richesse spécifique cumulées des carabidés durant toute la période d'étude, montrent que le maximum d'individus et d'espèces a été observé pendant le printemps au mois d'avril et en automne au mois d'octobre, dans la station Khroub et Campus universitaire. Ces pics d'abondance et de richesse spécifique sont peut être liés à la période d'émergence de certains taxons et à leur reproduction qui peut se dérouler soit en automne ou au printemps.

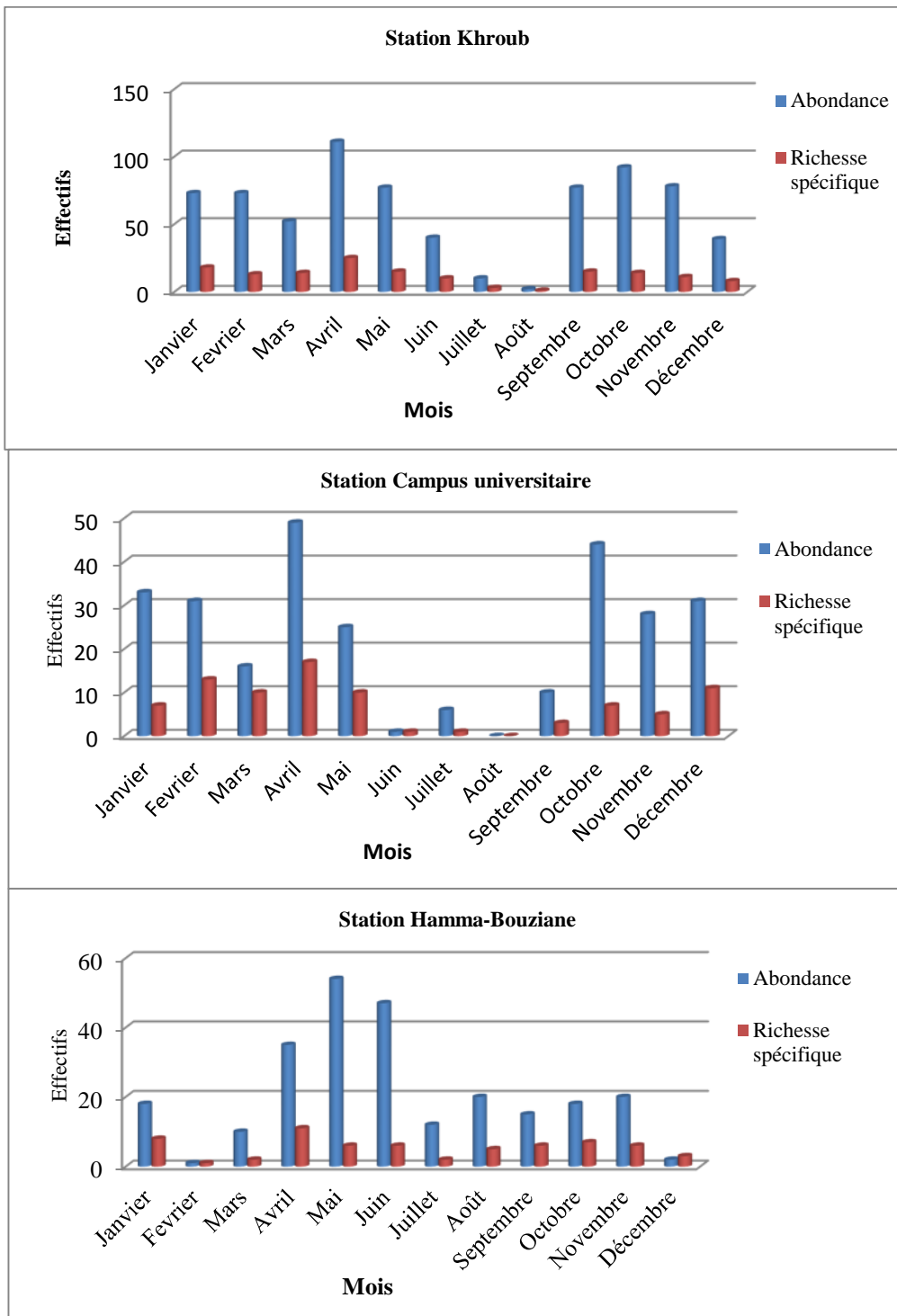


Figure 4.23. Variation mensuelle de l'abondance et la richesse spécifique (cumulées) des carabidés dans les différentes stations (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

4.3.2. Variation interannuelle de l'abondance et la richesse spécifique au niveau des trois biotopes

Selon les deux figures (4.24 et 4.25), les variations interannuelles de l'abondance et la richesse spécifique suivent la même allure. En effet, à travers ces illustrations, il est à constater, que durant toute la période d'étude, il y a toujours deux pics dont l'un au printemps et le deuxième en automne. Ce qui concorde avec les travaux de Ouchtati *et al.* (2012). Ces deux pics, qu'ils soient associés à l'abondance ou à la richesse spécifique, correspondent peut être à la période de reproduction des espèces.

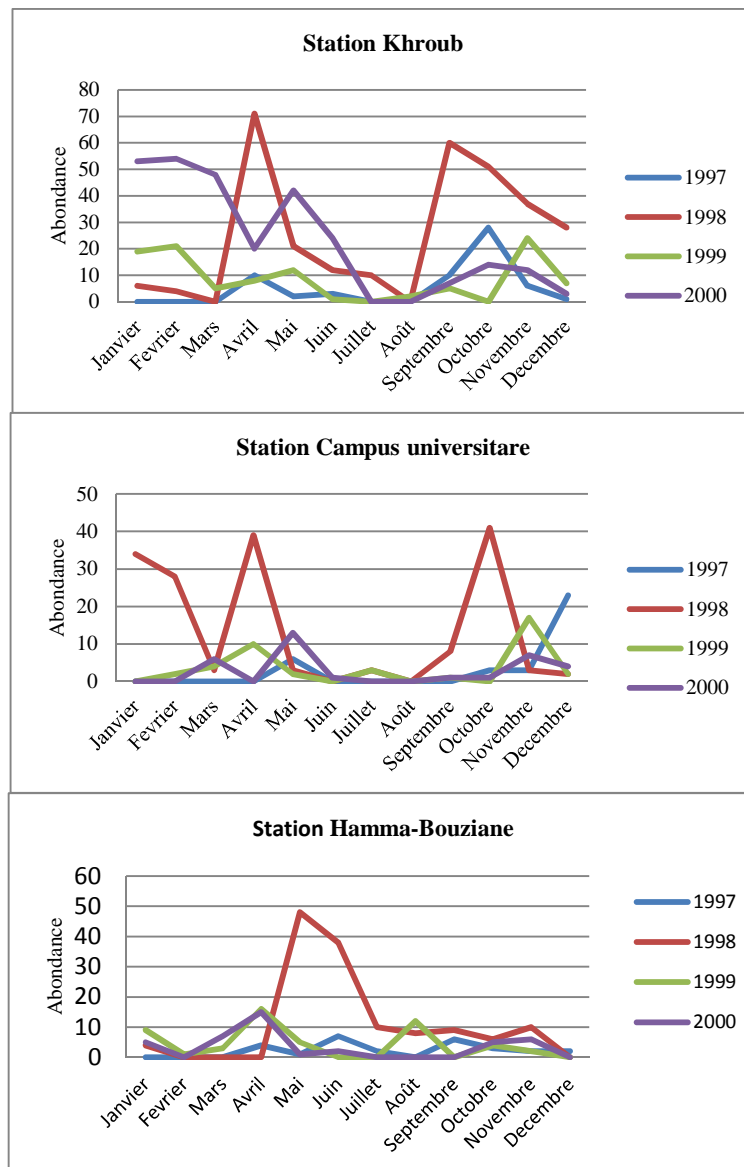


Figure 4.24. Variation annuelle de l'abondance des carabidés dans les différentes stations (1997-2000)

(Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

Chapitre 4. Résultats et discussion

En effet, au niveau des deux stations (Khroub et Campus universitaire), les pics d'abondance et richesse spécifique enregistrés au printemps, dans le mois d'avril, correspondent à la période d'émergence des espèces : *Notiophilus geminatus*, *Nebria andalusia*, *Acinopus megacephalus*, *Licinus punctatulus* et *Calathus fuscipes*, car nous avons capturé des individus immatures (teneral) pendant cette période.

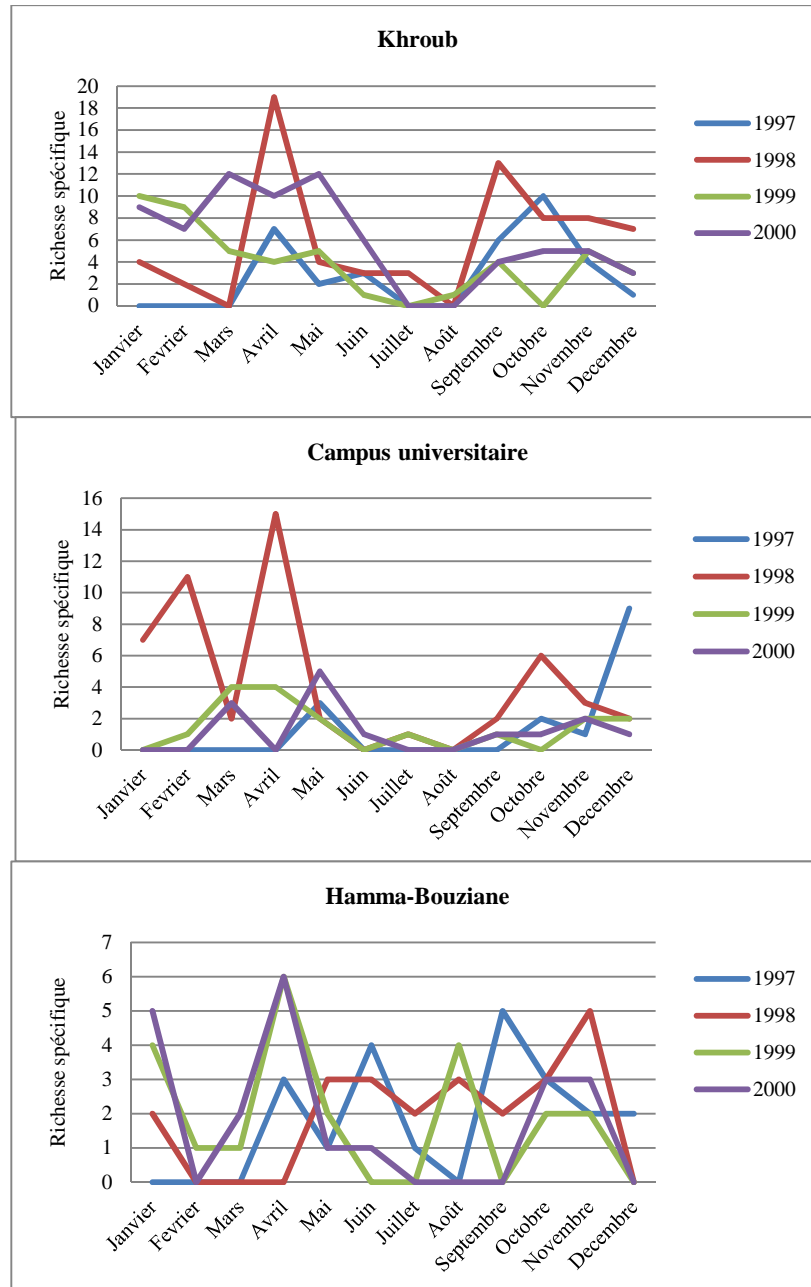


Figure 4.25. Variation interannuelle de la richesse spécifique des carabidés dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

Ces individus sont caractérisés par leurs couleurs et leurs corps moue (Gruttke 1994). Le deuxième pic indiqué en automne a probablement une relation avec le cycle de reproduction des espèces *Brosicus politus*, *Zabrus piger* et *Licinus punctatulus*. L'observation des individus de ces espèces en copulation pendant le mois de septembre et octobre nous permet de déduire que ce sont des reproducteurs d'automne.

Le pic observé pendant l'automne résulte aussi en partie de l'augmentation des effectifs des individus de l'espèce *Calathus fuscipes* pendant les mois de septembre et octobre. Cette espèce est probablement un reproducteur d'automne car nous avons récolté des individus immatures pendant le printemps. Laroche (1990) a signalé que cette espèce se reproduit pendant l'automne et Paarmann (1970) a mentionné que la ponte de cette espèce a lieu entre le mois de novembre et décembre et la larve apparaît pendant l'hiver.

Au niveau de la station Hamma-Bouziane, les valeurs de l'abondance les plus élevées ont été enregistrées durant le printemps et le début de l'été. Ces valeurs sont probablement liées à la forte présence de certaines espèces comme *Metoponus antoineianus* au mois de mai de l'année 1998 et *Pseudophonus rufipes*, dont nous avons noté la présence d'individus en copulation en été de la même année. Durant toute la période d'étude, nous avons remarqué une présence continue, presque du même nombre de taxons, avec bien sûr un changement dans le cortège des espèces. La présence des espèces au printemps ou bien en été est certainement liée au cycle de reproduction de certaines taxons comme *Harpalus distinguendus* qui, selon Saska (2007) est un reproducteur de printemps, dont nous avons remarqué la présence d'individus en copulation au mois d'avril et *Pseudophonus rufipes*, qui est un reproducteur d'automne (Jaskula & Soszyriska-Maj 2011) dont nous avons noté la présence d'individus en copulation durant les trois mois de l'été ou bien à la période d'émergence de certaines espèces comme c'est le cas de *Nebria andalusia* et *Acinopus megacephalus* dont nous avons capturé des individus immatures au mois d'avril et juin.

4.4. Rythme d'activité annuel des principales espèces

Le rythme d'activité des principales espèces a été déterminé en cumulant les quatre années d'études. Nous avons pris en considération les espèces dont les effectifs étaient suffisamment importants.

Selon les résultats obtenus, il est à noter que la majorité des espèces principales sont actives au printemps, début de l'été et en automne. Il y a une disparition des espèces en été (à l'exception de *Pseudophonus rufipes* au niveau de la station *H.Bouziane*).

L'augmentation de l'activité chez les espèces de la faune carabique durant ces deux périodes est certainement liée, soit à la reproduction ou bien à l'apparition d'individus immatures (période d'émergence) qui ont passé l'hiver sous forme larvaire (Dajoz 2002).

Paarmann (1970) qui a étudié la faune de carabidés en Cyrenaïque (Libye, Nord de l'Afrique) a désigné les reproducteurs d'automne des zones Sud de la méditerranée en tant que reproducteurs d'hiver.

4.4.1 *Macrothorax morbillosus* Fabricius

C'est une espèce eurypote, tyrrhéno-maghrebine. Elle est polyphage, brachyptère, et xérophile. Deux pics d'activité ont été enregistrés, le premier au mois de janvier et le deuxième au mois de novembre (Figure 4.26). Cette espèce est probablement un reproducteur d'hiver car nous avons observé des individus s'accoupler pendant le mois de février.

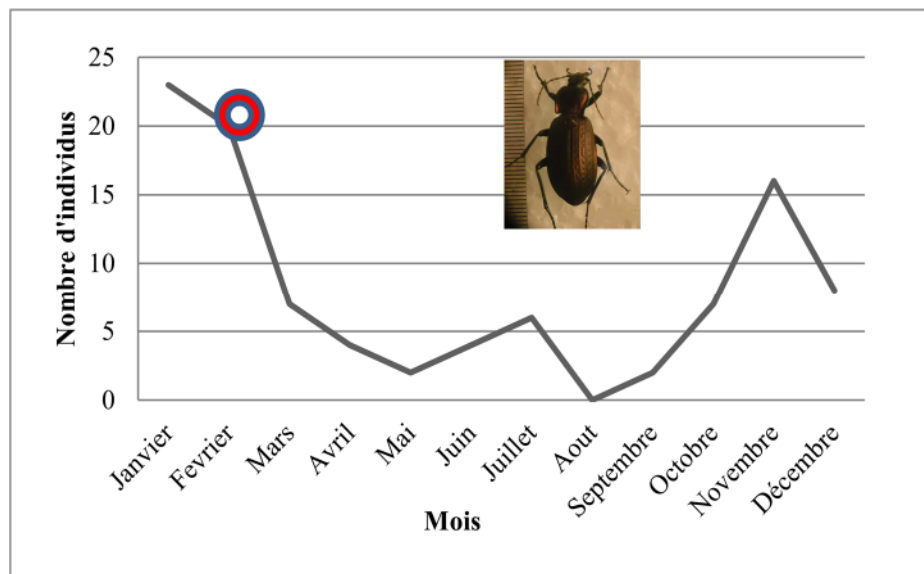



Figure 4.26. Cycle d'activité de l'espèce *Macrothorax morbillosus* (1997-2000)

Individus en copulation 

4.4.2. *Broscus politus* Dejean

C'est une espèce méditerranéenne, polyphage, macroptère et xérophile. Le cycle d'activité de cette espèce présente deux pics d'activité, le premier au mois de mars qui correspond à la période d'émergence des adultes, car nous avons capturé des individus immatures et le deuxième au mois d'octobre (Figure 4.27). Cette espèce est probablement un reproducteur d'automne car nous avons observé des individus en copulation entre les mois d'octobre et novembre.

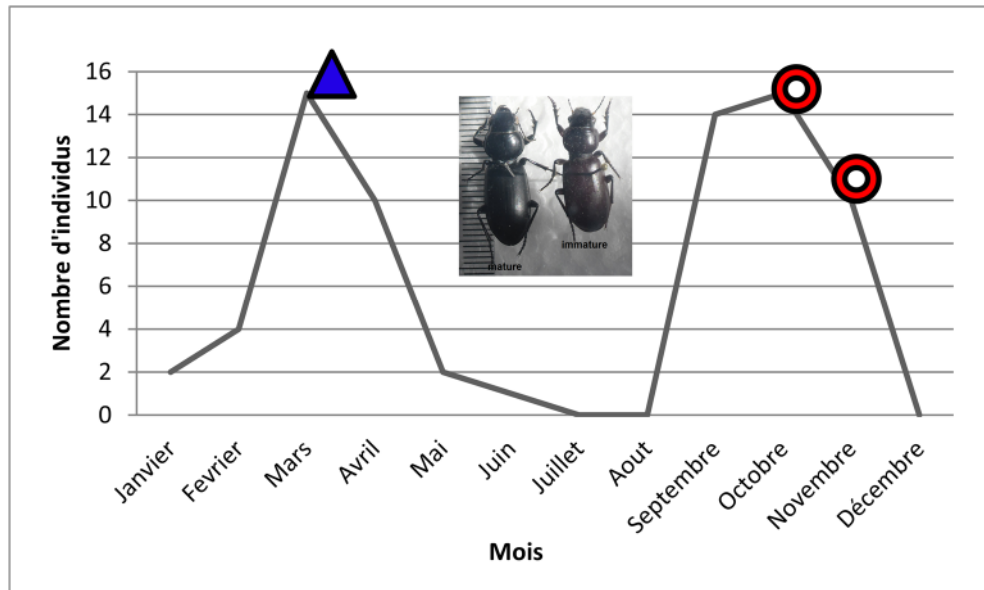


Figure 4.27. Cycle d'activité de l'espèce *Broscus politus* (1997-2000)

Individus en copulation ○ Individus immatures ▲

4.4.3. *Calathus fuscipes* Goeze ssp *algericus* Gautier

C'est une espèce très répandue en Afrique du Nord (Bedel 1895). Elle est polyphage, dimorphe et préfère les milieux ouverts et secs (Traughaut 1998 ; Teofilova 2015). Le cycle d'activité de cette espèce montre deux pics (aux mois de mai et octobre), dont le premier correspond à la période d'émergence des adultes, car nous avons capturé des individus immatures au printemps (Figure 4.28).

Selon Paarmann (1970), des individus immatures ont été observés entre les mois d'avril et mai. Le deuxième pic est peut être lié à la période de reproduction. Cette espèce est peut être un reproducteur d'automne. Larochelle (1990) a signalé aussi que cette espèce est un reproducteur d'automne.

Traughaut (1998) a remarqué que la période de reproduction chez cette espèce commence au mois de septembre.

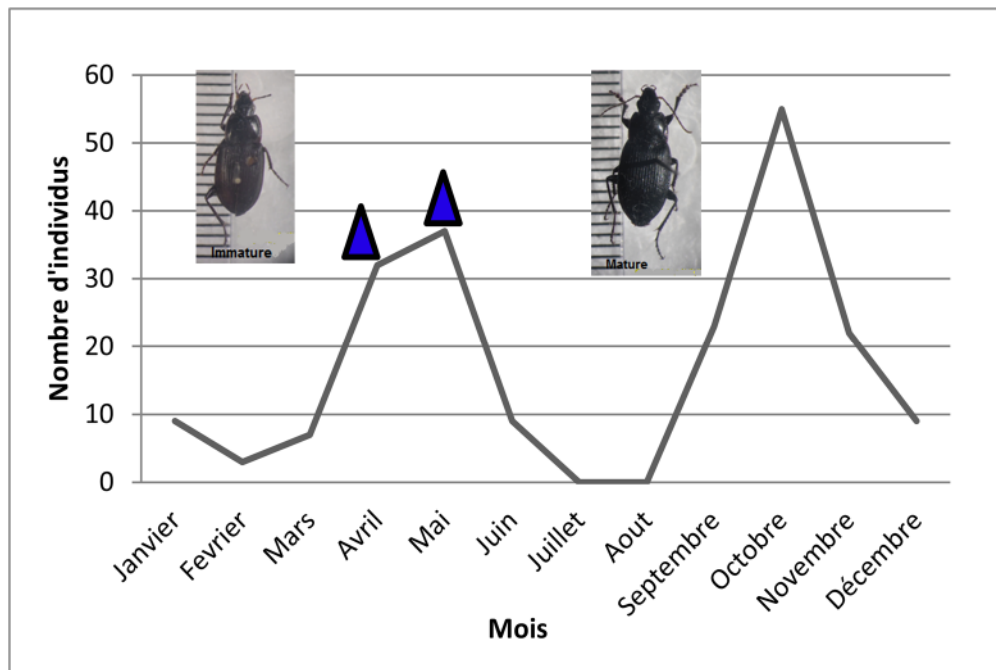


Figure 4.28. Cycle d'activité de l'espèce *Calathus fuscipes* (1997-2000)

Individus immature ▲

4.4.4. *Licinus punctatulus* Fabricius

Espèce très abondante essentiellement dans la station Khroub. C'est une espèce méditerranéenne, prédatrice, macroptère et xérophile. Son cycle d'activité montre deux pics, le premier au printemps et le second en automne-début de l'hiver (aux mois de novembre et janvier) (Figure 4.29). Ces deux pics correspondent à la période de reproduction. A propos de cette espèce, nous avons observé des individus en copulation entre les mois d'octobre et février. La présence d'individus immatures a été notée vers le mois de mai. Cette espèce est probablement un reproducteur d'automne. Ces résultats confirment les observations de Ouchtati (2013).

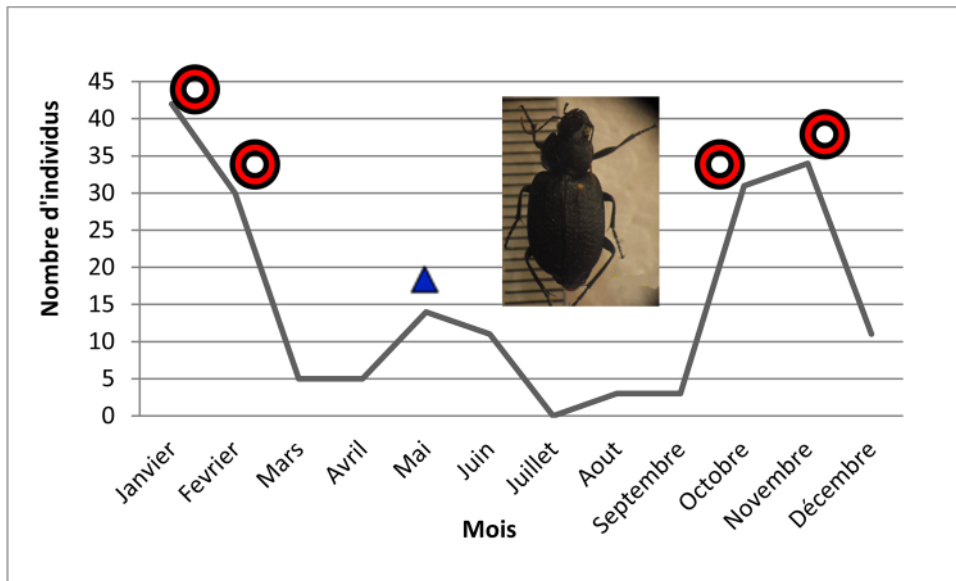


Figure 4.29. Cycle d'activité de l'espèce *Licinus punctatulus* (1997-2000)

Individus en copulation ○ Individus immature ▲

4.4.5. *Acinopus megacephalus* Rossi

C'est une espèce méditerranéenne. Elle est phytophage, macroptère et xérophile. Le cycle d'activité de cette espèce se caractérise par la présence d'un pic très important au printemps (mois d'avril) et un deuxième au mois d'octobre, mais moins important que le premier. La présence d'individus immatures au mois de juin (Figure 4.30), laisse supposer que cette espèce est peut être un reproducteur d'automne.

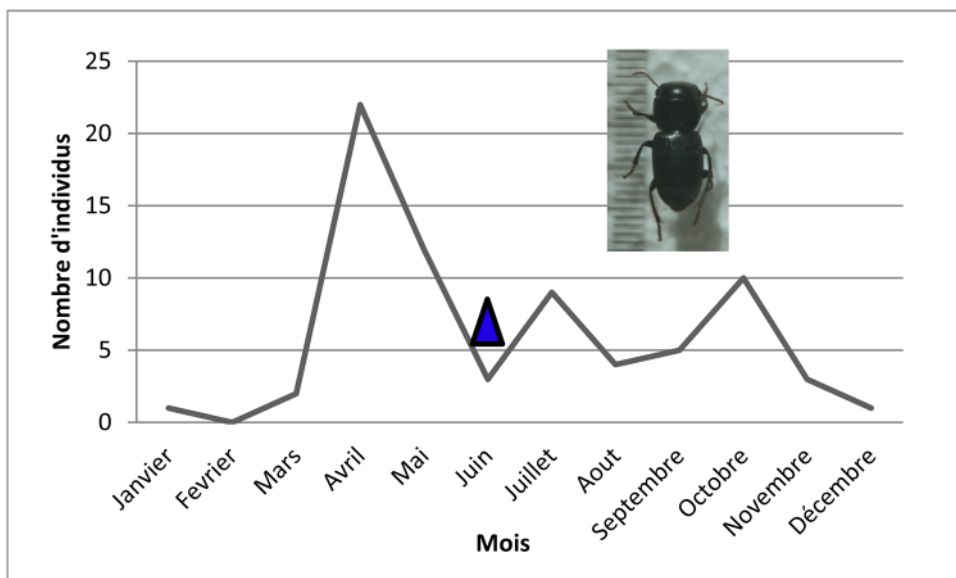


Figure 4.30. Cycle d'activité de l'espèce *Acinopus megacephalus* (1997-2000)

Individus immatures ▲

4.4.6. *Pseudophonus rufipes* De Geer

C'est une espèce paléarctique, commune dans les vergers (Letardi *et al.* 2015), résiste aux perturbations (Kortez *et al.* 2011b, Vician *et al.* 2015). Elle est polyphage, macroptère et préfère les milieux xérophiles. Le cycle d'activité de cette espèce s'étale du mois d'avril jusqu'au mois de novembre. Il se caractérise par la présence d'un pic très important en été (juin) (Figure 4.31). Un individu immature a été capturé la mi-août et des individus en copulation ont été observés aux mois de juin, juillet et août. Nos résultats concordent avec les travaux de Larochelle (1990), qui a signalé que le développement de cette espèce s'étale du mois d'avril jusqu'au mois d'octobre. Sa période de reproduction se situe entre les mois de juillet et août et les individus immatures apparaissent entre les mois de juillet et août. Selon Zetto Brandmayr (1983), cette espèce est un reproducteur d'automne.

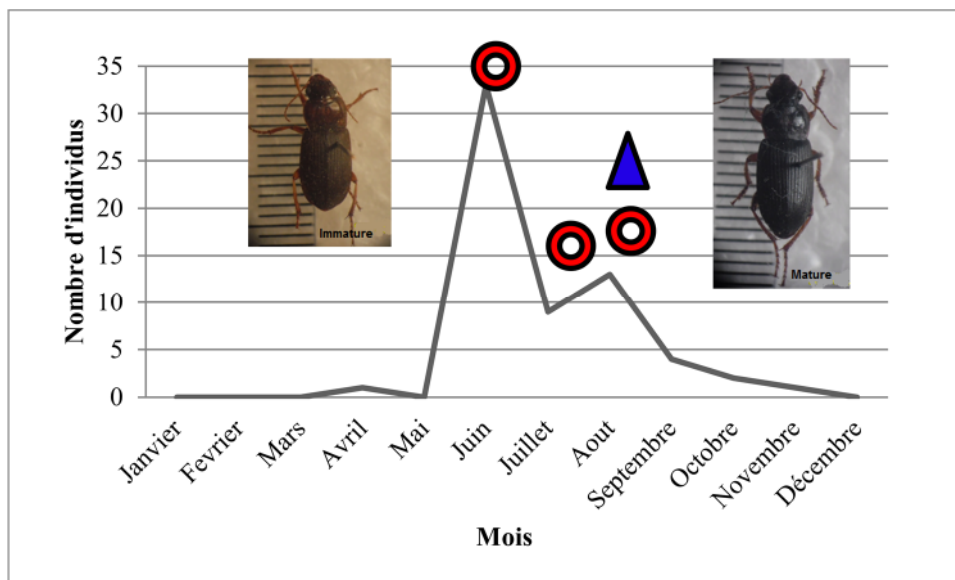


Figure 4.31. Cycle d'activité de l'espèce *Pseudophonus rufipes* (1997-2000)

Individus en copulation ○ Individus immatures ▲

4.5. Composition biologique et écologique du peuplement

Il est utile de connaître et de prendre en compte les traits biologiques et écologiques des espèces comme le pouvoir de dispersion, la sensibilité à l'humidité et le régime alimentaire. Sur cette base, nous pouvons partager ces coléoptères en plusieurs catégories.

Ces traits permettent de prédire le rôle des espèces dans le fonctionnement des écosystèmes.

4.5.1. Sensibilité des espèces du peuplement carabique à l'humidité

4.5.1.1. Peuplement global et peuplement stationnel

Selon la figure 4.32, qui représente le pourcentage des espèces selon leur sensibilité à l'humidité dans le peuplement global, nous avons remarqué que les espèces hygrophiles représentent le plus grand pourcentage soit 30 taxons, ce qui représente 45% de l'ensemble des espèces du peuplement carabique. Les espèces xérophiles figurent en deuxième rang (31%), soit 21 espèces alors que le plus faible pourcentage (24%) concerne les espèces mésophiles (16 espèces).

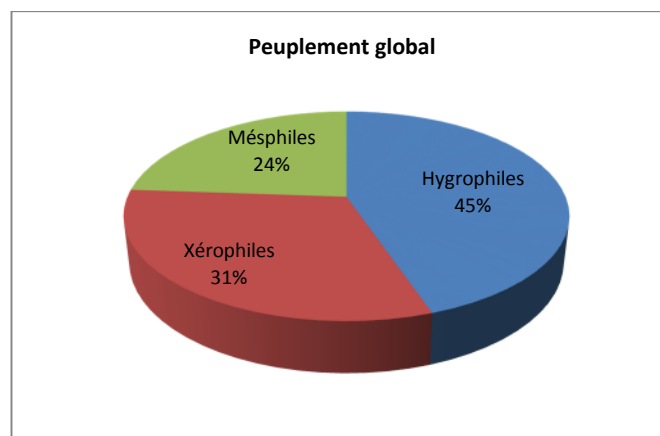


Figure 4.32. Proportion des espèces de Carabidés (Xérophiles, Hygrophiles et Mésophiles) dans le peuplement global.

D'après la figure 4.33, nous constatons que la station Campus universitaire s'est caractérisé par un pourcentage très important d'espèces hygrophiles (52%). Ce résultat est peut être lié aux caractéristiques du biotope. Alors que le pourcentage des espèces xérophiles le plus important a été enregistré au niveau de la station Hamma-Bouziane (46%). Il semble que cette présence importante des espèces xérophiles comme (*Macrothorax morbillosus*, *Calathus fuscipes*, *Pseudophonus rufipes*, *Acinopus megacephalus*, *Harpalus rufitarsis*, *Harpalus siculus*, *Harpalus attenuatus*,

Chapitre 4. Résultats et discussion

Platytarus bufo, *Odontonyx fuscatus* et *Metophonus antoineanus*) est probablement liée d'une part à l'habitat qui était pauvre en végétation et d'autre part à la nature du sol qui est limono-sableux. En effet, plusieurs auteurs ont signalés que ces espèces supportent les milieux secs et sont souvent trouvées dans des sols sablonneux (Bedel 1895), Antoine (1955-1961), Chabrol et Desmichel (2000), Larochelle et Larivière (2003) et Lassalle et Jaffrézic (2005). Il semble également que les assemblages d'espèces de carabidés qui fréquentent les marges des cultures et les milieux ouverts sont dominés par des espèces xérophiles (Werling et Gratton 2008 ; Lessel *et al.* 2011).

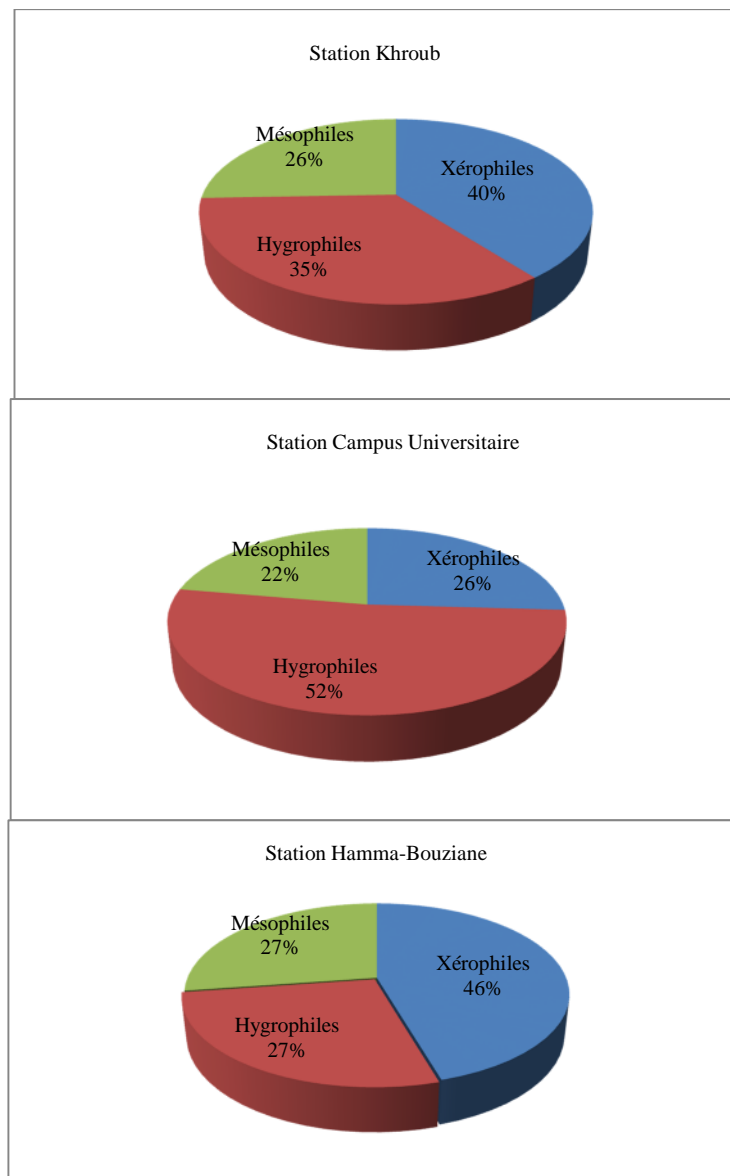


Figure 4.33. Spectre des espèces de carabidés (Xérophiles, Hygrophiles et Mésophiles) au niveau des trois stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

Les variations interannuelles du pourcentage des espèces xérophiles, hygrophiles et mésophiles dans les trois sites (Figure 4.34) montrent qu'au niveau de la station Khroub, le pourcentage des espèces xérophiles était plus élevé (50% ; 48%) durant les années 1997 et 2000 alors que pour les années 1998 et 1999, ce sont les espèces hygrophiles qui montrent un pourcentage élevé (41% ; 49%).

Au niveau de la station Hamma-Bouziane et durant les quatre années d'étude, nous avons remarqué une dominance des espèces xérophiles. Alors que dans la station Campus universitaire, ce sont les espèces hygrophiles qui dominent l'assemblage (50% ; 46% ; 56% ; 60%). Ces résultats reviennent peut être aux caractéristique de chaque biotope et aux conditions météorologiques, sachant que les précipitations les plus élevées ont été enregistrées durant les années 1998 (570,3mm) et 1999 (514,2 mm), ce qui favorise l'installation d'une végétation luxuriante essentiellement au niveau de la station Khroub et celle du Campus universitaire.

Selon certains auteurs, la densité et l'hétérogénéité du couvert végétal instaurent un microclimat favorable pour les espèces hygrophiles (Lessel *et al.* 2011). De même que l'absence de produits phytosanitaires (herbicide) (Venn & Kotze 2014), ce qui explique peut être la présence de cette catégorie d'espèces au niveau des deux stations (Khroub et Campus universitaire).

Les carabidés sont fortement influencés par le microclimat de leur habitat (Magura *et al.* 2003). Selon Thomas *et al.* (1992); Butterfield (1997); Honek (2000) et Magura *et al.* (2001), la distribution des coléoptères est fortement liée à la densité du couvert végétal. Lorsque la densité de la végétation est importante, le taux d'humidité relative du sol reste élevé pendant une longue période (Lalonde 2011 ; Rouabah *et al.* 2015), ce qui favorise une plus grande abondance des carabidés (Kromp 1989 ; Cardwell *et al.* 1994). Des observations similaires ont été faites par Ouchtati *et al.* (2012) après une étude de la faune carabique dans des biotopes steppiques, cultivés et naturels d'une région semi-aride de l'Algérie. La dominance des espèces xérophiles dans la station Hamma-Bouziane est peut être liée d'une part au type de sol (limono-sableux) et d'autre part à la faible densité du couvert végétal qui entoure le verger, qui est due peut être à l'utilisation des herbicides. Selon des auteurs, la perte de la végétation provoque un changement des conditions hygrothermiques au niveau du sol, ce qui affecte le

peuplement de carabidés et favorise l'installation des espèces xérophiles (Venn et Kotze 2014 ; Petremand 2015).

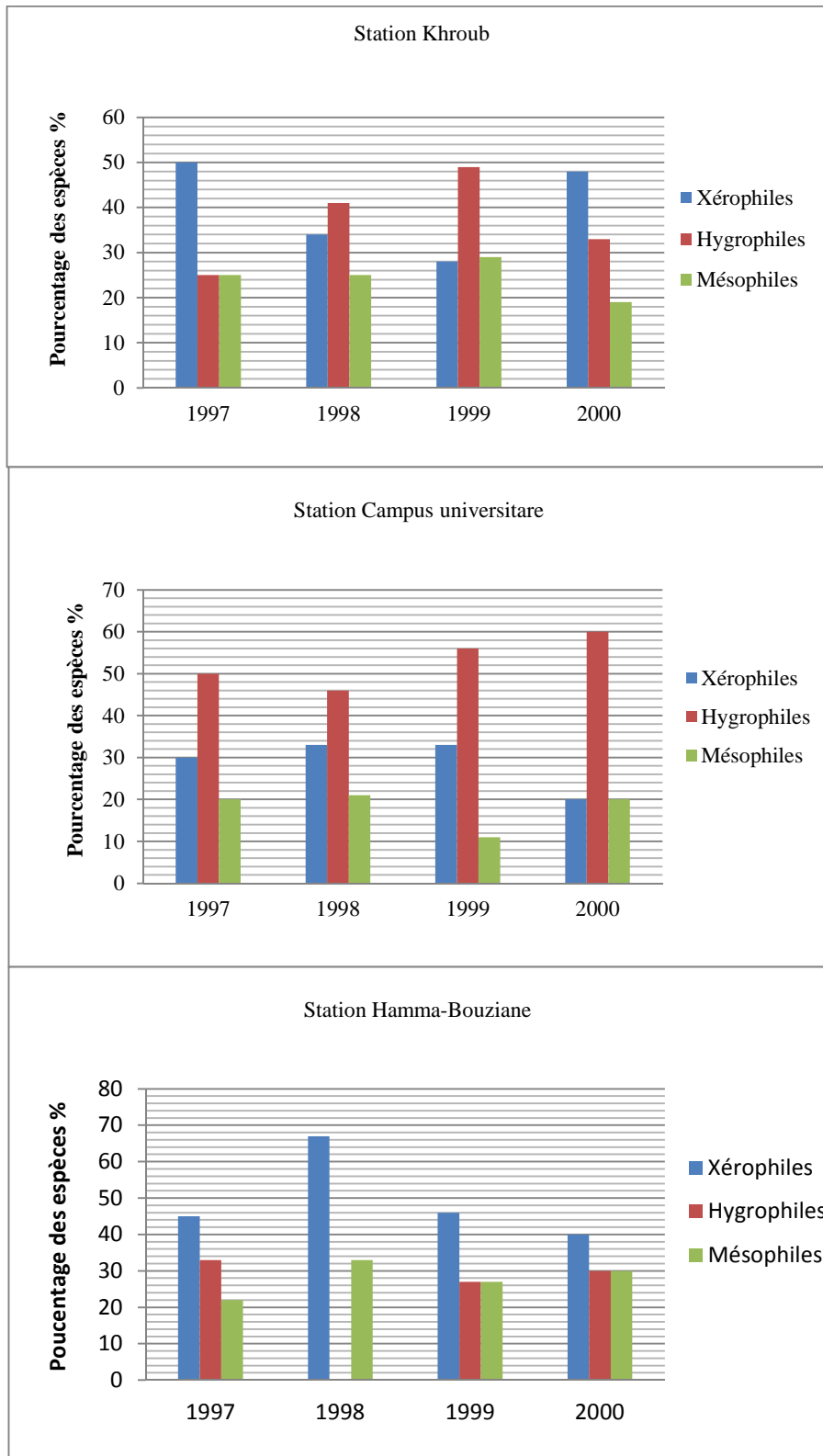


Figure 4.34. Les variations interannuelles du pourcentage des espèces de carabidés (Mésophiles, xérophiles, hygrophiles) dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

4.5.2 Composition trophique des carabidés

Selon leur mode trophique, les carabidés sont répartis en trois groupes. Les espèces phytophages, polyphages et prédatrices. Les espèces de ce dernier groupe peuvent donc constituer de bons auxiliaires des cultures et limiter l'impact de certains ravageurs (Thiele 1977; Melnychuk *et al.* 2003). Ainsi, elles peuvent jouer un rôle prépondérant dans la lutte biologique.

4.5.2.1. Peuplement global et stationnel dans les différents biotopes

Les espèces de la faune carabique sont classées selon leur appartenance à un régime alimentaire, à savoir, prédateur, polyphage ou phytophage. Au terme de cette étude, nous avons remarqué que le nombre des espèces à régime alimentaire prédateur est le plus important dans toutes les stations.

Ainsi nos résultats illustrés par la figure 4.35, montrent que ces espèces constituent 62% (38 espèces) du peuplement global de carabidés. Les espèces phytophages constituent 23% (14 espèces) de l'ensemble de la faune carabique des trois biotopes. Alors que 15% (9 espèces) des espèces sont des polyphages.

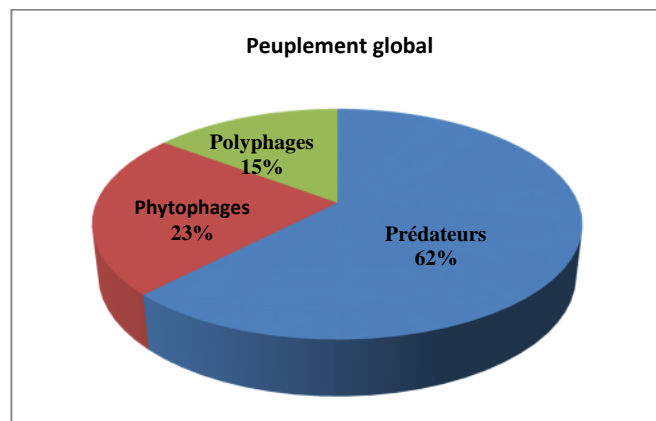


Figure 4.35. Spectre des espèces carabidés (Phytophages, polyphages et prédatrices) dans le peuplement global.

En effet, selon la figure 4. 36, les espèces prédatrices représentent à peu près la moitié du peuplement au niveau de chaque station.

Nous avons constaté aussi, qu'au niveau des deux stations Khroub et Campus universitaire, les proportions des espèces prédatrices, phytophages et polyphages sont très proches, car au niveau de ces deux stations, nous avons choisi un milieu herbacé,

Chapitre 4. Résultats et discussion

non traité par les produits phytosanitaires (non anthropisé). Selon Rouabah (2015), les milieux herbacés sont considérés comme milieux ouverts. Ils favorisent la présence des espèces prédatrices. Certains auteurs ont rapporté aussi que le régime prédateur est une caractéristique biologique négativement liée à la perturbation de l'habitat (Kotze et O'Hara 2003; Purtauf *et al.* 2005b; Lovei et Magura 2006).

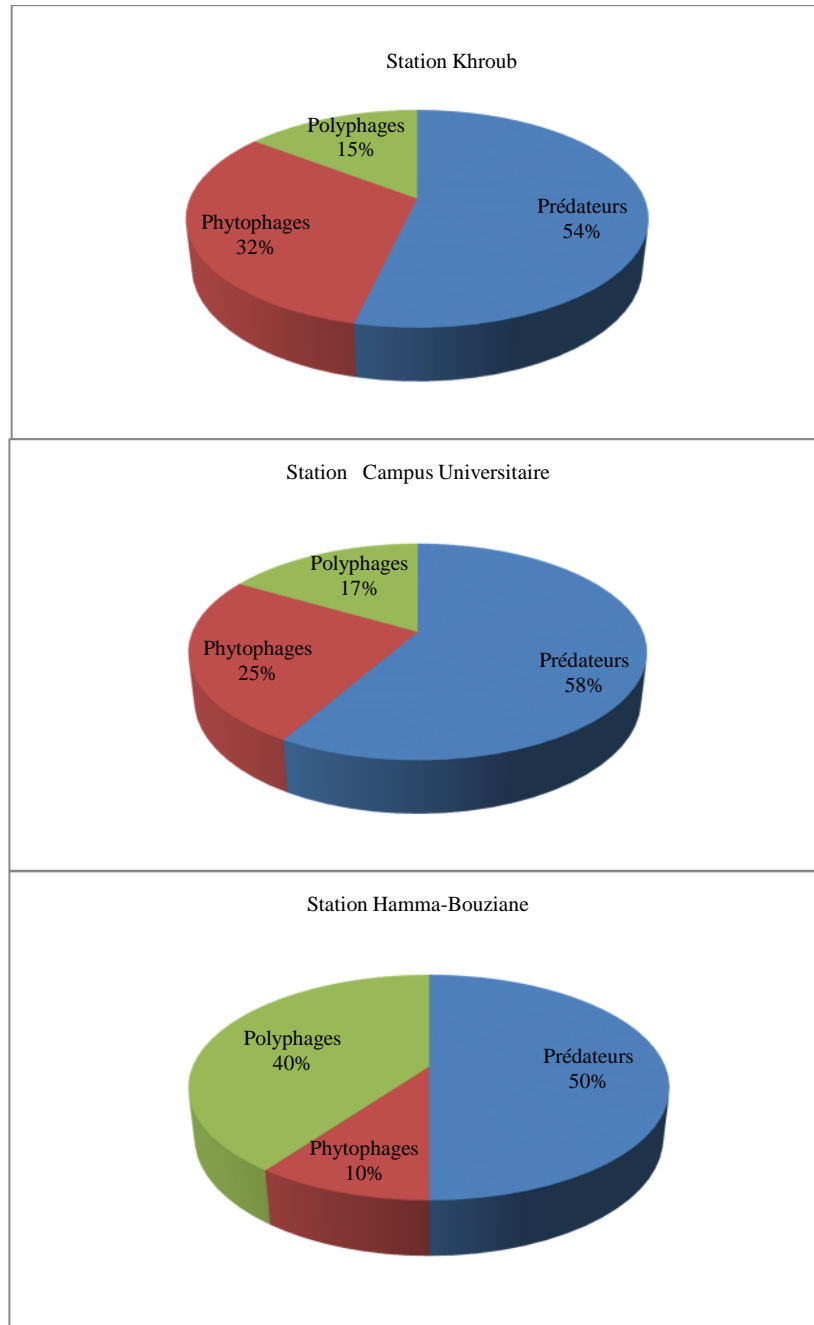


Figure 4.36. Répartition des populations de carabidés selon leur régime alimentaire (Phytophage, polyphage et prédateur) au niveau des trois stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

Chapitre 4. Résultats et discussion

Les variations interannuelles du pourcentage des espèces selon leur mode trophique au niveau des trois stations (Figure 4.37), révèle aussi que la plus grande part de l'effectif se caractérise par un comportement de prédateurs, comme *Macrothorax morbillosus*, *Licinus punctatulus*, *Notiophilus geminatus* et *Harpalus siculus*. Selon Larochelle (1990), ces espèces sont prédatrices de mollusques et de Chrysomelidae.

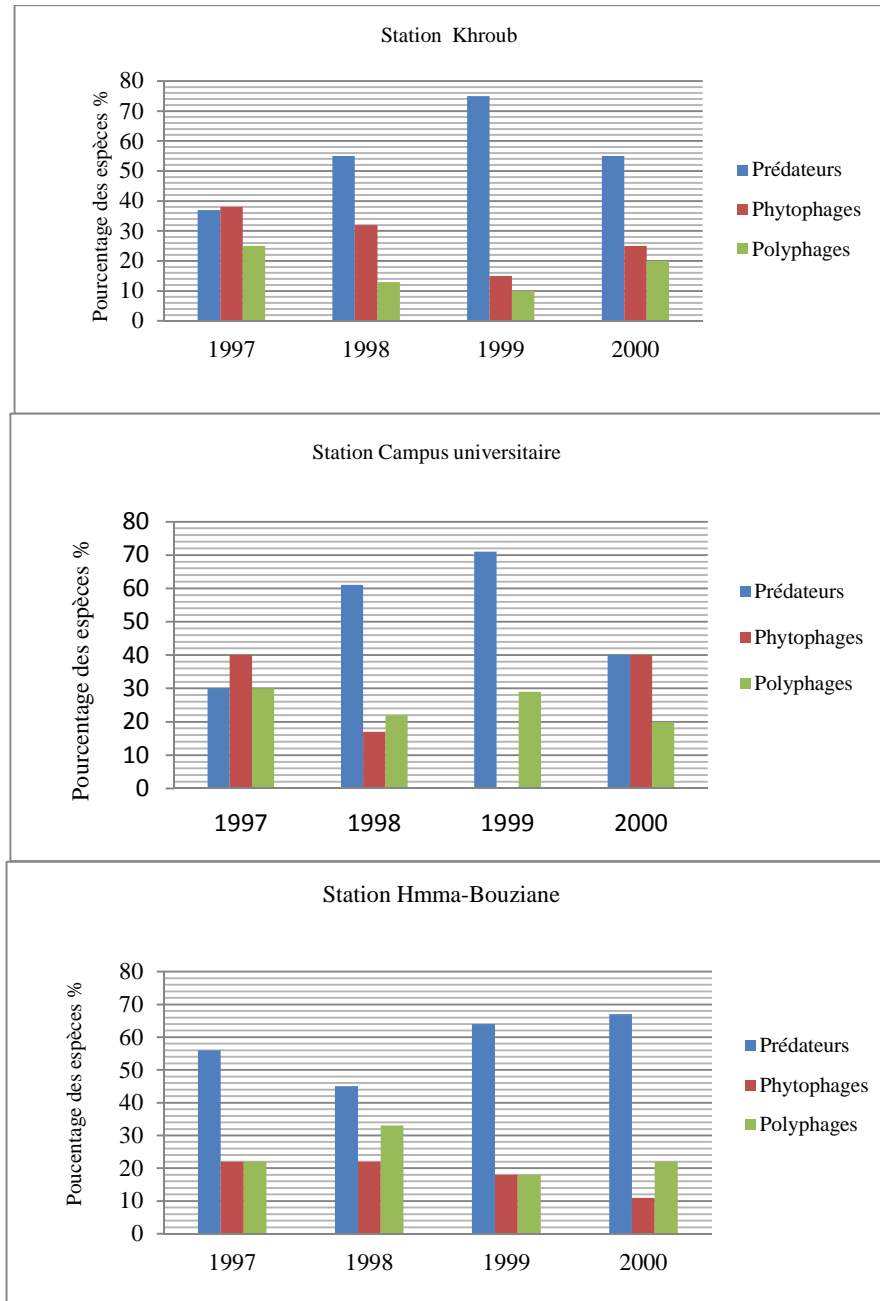


Figure 4.37. Les variations interannuelles du pourcentage des espèces de carabidés (Phytophages, polyphages et prédatrices) dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma Bouziane et Campus universitaire).

Il est à noter qu'au niveau de la station Khroub, la présence des espèces phytophages est importante. Cette catégorie d'espèces se classe en deuxième rang après les prédateurs. Cette présence est peut être liée à la densité du couvert végétal dans ce biotope. En effet, plusieurs auteurs ont rapporté des effets bénéfiques de la structure de la végétation sur la diversité et la présence d'insectes prédateurs et phytophages (Marino et Landis 1996; Samu 2003 ; Hatt *et al.* 2015). Alors qu'au niveau de la station Campus universitaire, la présence d'espèces prédatrices, est peut être liée à la proximité du milieu herbacé à un milieu fermé (Schirmel *et al.* 2014)

Dans la station Hamma-Bouziiane, les variations interannuelles montrent que la proportion annuelle (chaque année) des espèces phytophages ne dépasse pas les 20%. Cette faible proportion est peut être liée à l'action des herbicides (Ostman *et al.* 2001 b). Alors que les espèces polyphages sont plus fréquentes, comme *Harpalus distinguendus*, *Pseudophonus griseus* et *Pseudophonus rufipes*. Cette dernière espèce se trouve souvent dans les vergers traités par les pesticides (Miñarro et Dapena, 2003). Ces espèces opportunistes sont des prédateurs de Curculionidae, limaces et chenilles de lépidoptères et deviennent parfois granivores (Larochelle 1990 ; Larochelle et Larivière 2003). Selon Niemela *et al.* (2002), Ishitani *et al.* (2003), Bradmayr *et al.* (2005), les espèces opportunistes sont souvent rencontrées dans des habitats perturbés.

4.5.3. Pouvoir de dispersion de la faune carabique globale dans les différents sites

En fonction de la présence ou l'absence des ailes, les carabidés sont partagés en trois catégories. Les macroptères (présence d'ailes), brachyptères (absence d'ailes), dimorphes (présence d'individus macroptères et brachyptères chez la même espèce).

Selon la figure 4.38, qui illustre le pourcentage des espèces du peuplement global selon leur pouvoir de dispersion, les espèces macroptères présentent le pourcentage le plus élevé, soit 79% (52 espèces) de l'ensemble des espèces recensées.

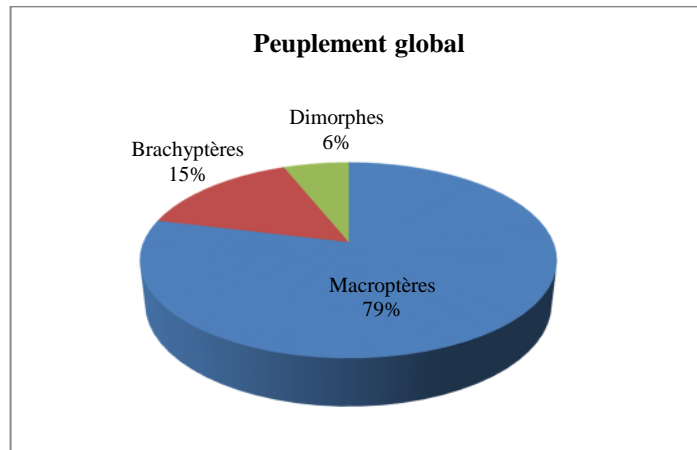


Figure 4.38. Spectre des espèces carabidées (Macroptères, Brachyptères et Dimorphes) dans le peuplement global (1997-2000).

Il est à remarquer que les trois habitats sont caractérisées par une dominance des espèces macroptères (Figure 4.39). Le pourcentage le plus élevé a été enregistré au niveau de la station Khroub. Il constitue 80% (35 espèces) de l'ensemble de la faune carabique. Alors que les espèces brachyptères présentent presque le même pourcentage essentiellement au niveau des deux stations (Hamma-Bouziane et Campus universitaire). Ces proportions sont peut être liées aux caractéristiques de chaque biotope (présence de haie au niveau de la station (Hm) et le bois à proximité du milieu herbacé dans la station (Cu)).

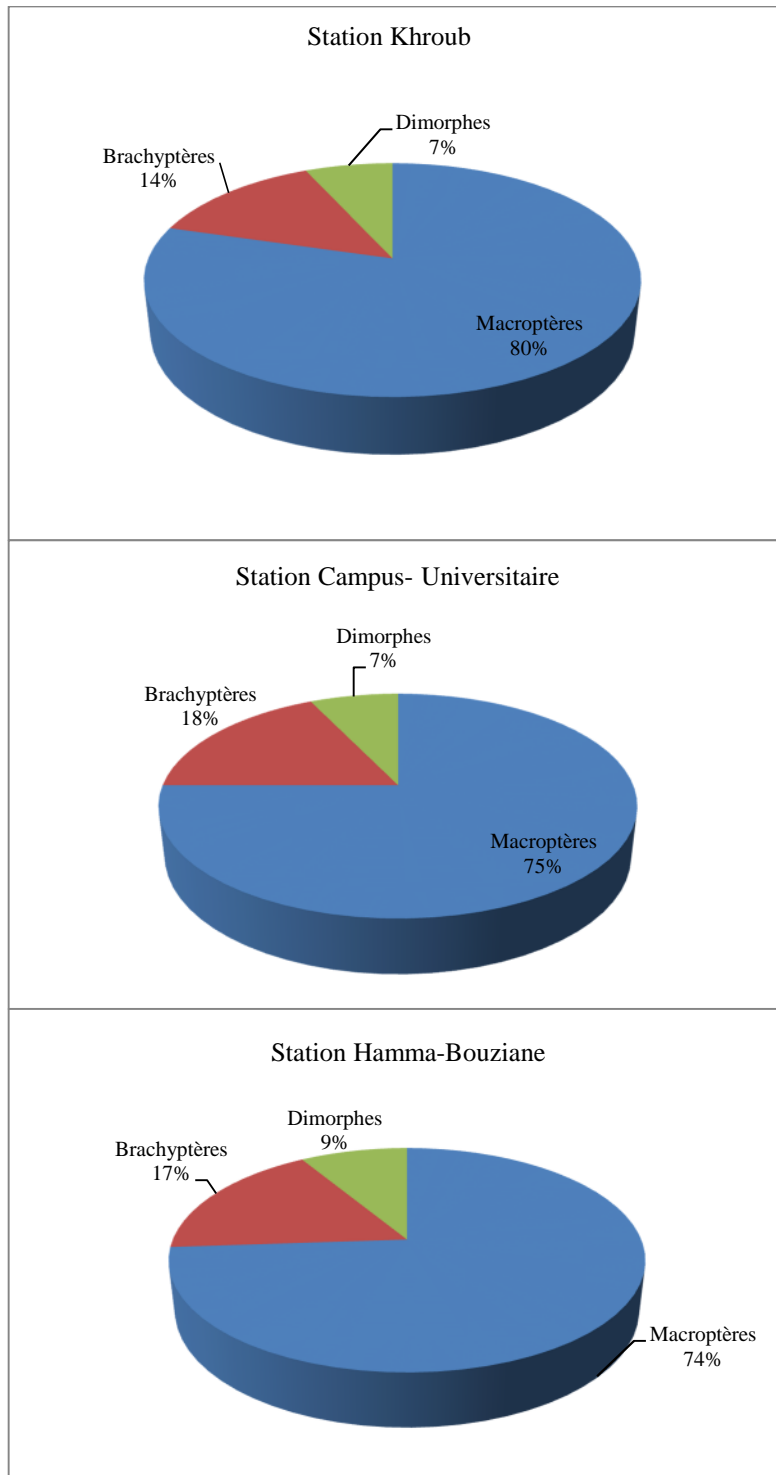


Figure 4.39. Pourcentage des espèces de carabidés (Macroptères, Brachyptères et Dimorphes) au niveau des trois stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma-Bouziiane ; Campus Universitaire)

Les variations interannuelles du pourcentage des espèces macroptères, brachyptères et dimorphes, illustrées par la figure 4.40 montre que les espèces macroptères sont dominantes dans les trois biotopes et durant les quatre années d'étude.

Selon Thiele (1977), Döring et Kromp (2003), les espèces macroptères sont souvent associées à des habitats ouverts tels que les milieux naturels et les bordures des champs cultivés. Certains auteurs ont également indiqué qu'elles sont souvent rencontrées dans les habitats perturbés (Ribera *et al.* 2001; Gerisch 2011). Ainsi, ce caractère morphologique (ailes bien développées : macroptère) permet aux espèces de contourner et de fuir certaines perturbations du milieu ou contraintes environnementales (Gkissakis *et al.* 2014 ; Hedde *et al.* 2015). Concernant les espèces brachyptères, elles sont plus fréquentes dans la station Campus universitaire en comparaison avec les deux autres biotopes. Ceci est peut être lié au bois, considéré comme un milieu stable et qui est situé à proximité du milieu herbacé. Gutierrez & Menendez (1997); Seric et Durbešić (2009) ont montré que la stabilité d'un habitat favorise la présence des espèces brachyptères. Selon Ribera *et al.* (2001) et Pizzolotto (2009), les milieux perturbés peuvent influencer les traits de dispersion et caractères morphologiques des carabidés tels que la taille du corps et la morphologie des ailes. En effet, Gobbi et Fontaneto (2008) ; (Gobbi *et al.* 2015) ont constaté que les habitats qui présentent un certain degré de perturbation sont prédisposés à avoir une plus faible proportion d'espèces brachyptères, car ils sont sensibles aux conditions instables d'un habitat.

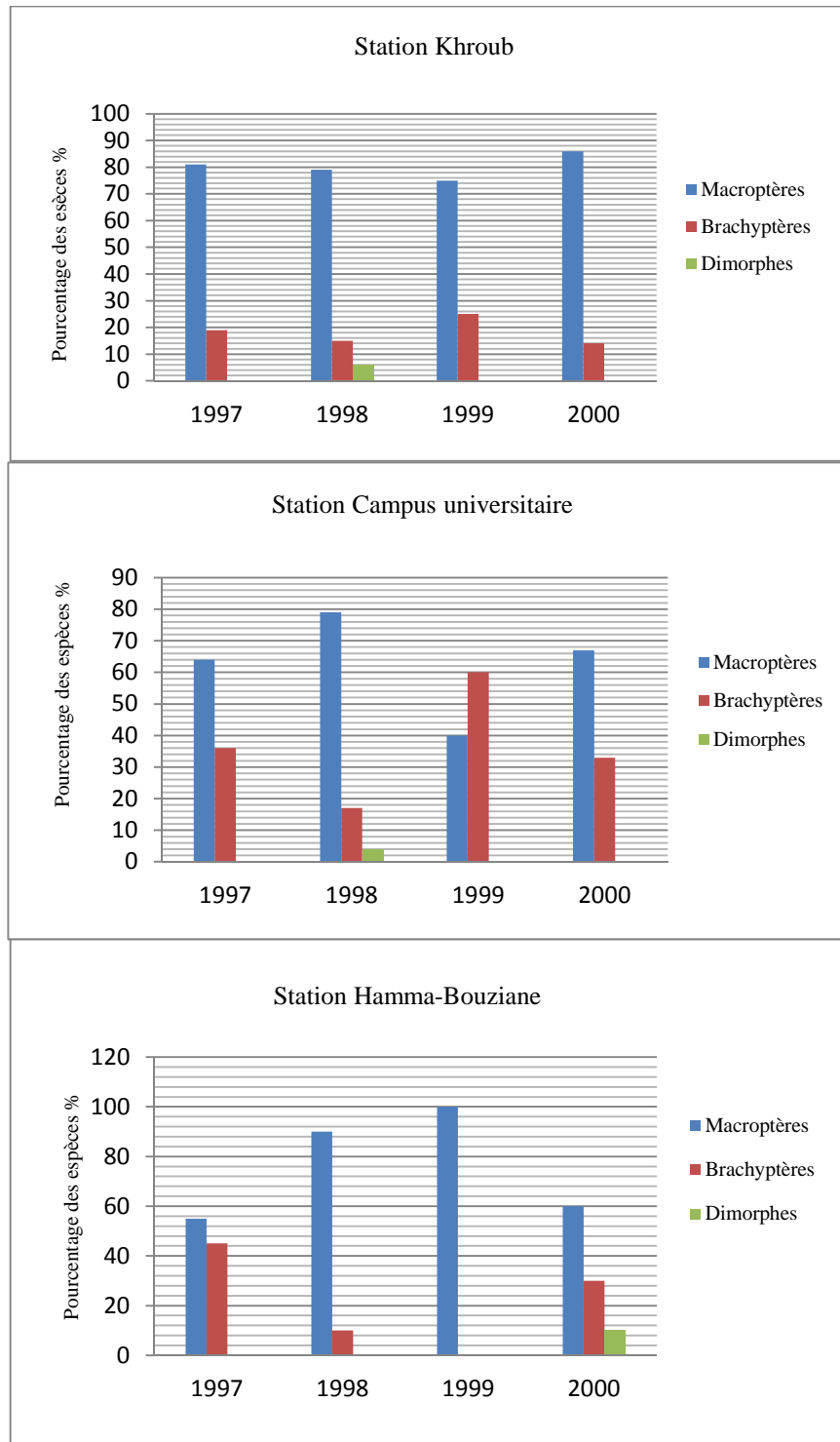


Figure 4.40. Les variations interannuelles du pourcentage des espèces de carabidés (Macroptères, brachyptères, dimorphes) dans les différentes stations (1997-2000) (Khroub ; Hamma-Bouziiane ; Campus Universitaire).

4.5.4. Variation de la taille des espèces

Certains traits morphologiques influencent le choix de l'habitat par les espèces de carabidés. Ainsi, la taille du corps est souvent utilisée comme un indicateur de la qualité de l'habitat pour les carabidés (Eyre *et al.* 2013).

La taille des espèces présentée dans la figure 4.41, montre que les espèces de taille moyenne présentent presque le même pourcentage au niveau des trois stations.

Dans la station Khroub, les espèces de petite taille représentent (44%) de l'ensemble du peuplement carabique, tandis que les grandes espèces représentent (19%) de l'ensemble du peuplement. Dans la station Hamma-Bouziane, le pourcentage des espèces de petites tailles est le plus élevé (52%), par rapport aux grandes espèces qui ne représentaient que 9% de l'ensemble des espèces de la communauté. Alors qu'au niveau de la station Campus universitaire, les espèces de grande taille représentent le pourcentage le plus élevé (27%) comparé aux deux autres biotopes. Tandis que le plus faible pourcentage des espèces de petite taille a été enregistré au niveau de ce biotope.

En effet, cette différence dans le pourcentage des grandes et des petites espèces de carabes trouvée dans les trois stations peut nous donner une idée sur la stabilité de l'environnement dans les trois habitats. La prédominance des espèces de grande taille au niveau de la station Cu et celles de petite taille dans la station Hm, est peut être associée aux caractéristiques de chaque biotope.

Dans le cas de la station Campus universitaire, qui est situé à proximité d'un bois, justifie peut être la présence importante des espèces de grande taille. Selon des auteurs, un accroissement de la taille des espèces de carabidés a été observé, des milieux ouverts vers les milieux fermés (Koivula 2011) et les grandes espèces sont plus fréquentes dans les zones moins perturbées (Burel *et al.* 2004 ; Mullen *et al.* 2008 ; Lessel *et al.* 2011).

En ce qui concerne la proportion des espèces de petite taille dans la station Hm, elle a peut être une liaison avec les perturbations qui s'opèrent au niveau de ce biotope, comme l'utilisation des pesticides et herbicides.

En fait, plusieurs auteurs ont montré que la taille du corps est négativement liée à certaines contraintes ou perturbation du milieu (Blake *et al.* 1994 ; Michael 2011 ; Pakeman et Stockan 2014).

Nos résultats confirment donc des études antérieures, qui ont montré que les espèces de grande taille sont rares dans les milieux perturbés, qui sont caractérisés par des espèces de petite taille (Cole *et al.* 2006 ; Schirmel *et al.* 2012).

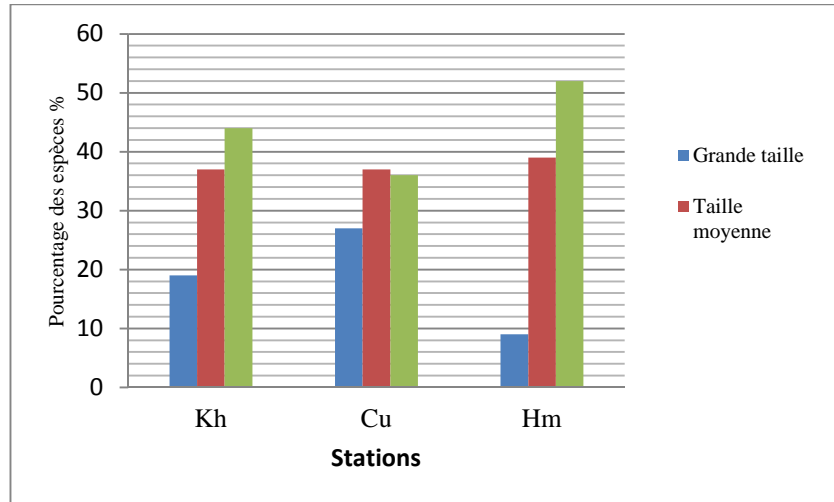


Figure 4.41 Variation du pourcentage des espèces de Carabidés selon leur taille dans les trois stations. (Khroub ; Hamma-Bouziiane ; Campus Universitaire)

On comparant la taille de certaines espèces communes pour deux stations, nous avons remarqué que la taille des spécimens dans les 2 stations est variable. Par exemple, au niveau de la station Khroub, si on prenait l'espèce *Macrothorax morbillosus*, sa taille est en moyenne de $28,9 \pm 1,6$ mm, avec un minimum de 26mm et un maximum de 32 mm et elle est de $29,1 \pm 2,5$ mm, avec un minimum de 27mm et un maximum de 35 mm, dans la station Hamma-Bouziiane.

L'espèce possédant la plus faible taille dans les 2 stations est *Mettalina ambiguum*, dont la taille est de : $3,8 \pm 0,27$ mm, avec un minimum de 3,5mm et un maximum de 4 mm.

En testant la différence de la taille des spécimens de certaines espèces communes (Figure 4.42) aux deux stations (Khroub et Hamma-Bouziiane), le test du Chi2 a révélé qu'il n'y a aucune différence significative pour toutes les espèces.

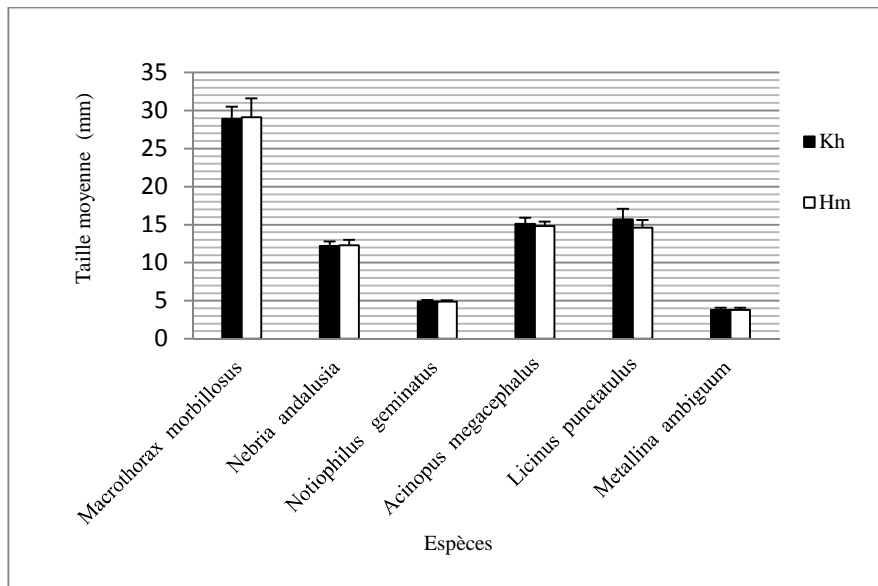


Figure 4.42. Variation de la taille de quelques espèces communes recensées dans les stations Khroub (Kh) et Hamma-Bouazine (Hm).

CONCLUSION GENERALE

ET

PERSPECTIVES

Conclusion générale

L'étude biosystématique de la faune carabique au niveau de la région de Constantine et durant quatre années consécutives (1997-2000), a permis d'inventorier 73 espèces, appartenant à 47 genres, regroupés en 9 sous familles (Harpalinae, Carabinae, Trechinae, Nebriinae, Scaritinae, Siagoninae, Apotominae, Brachininae, Broscinae,) dont la sous famille des Harpalinae est quantitativement la plus abondante, étant représentée par 55 espèces, réparties sur 32 genres. Dix taxons sont communs aux trois stations.

La répartition biogéographique des espèces montre une nette dominance du caractère méditerranéen. Les espèces spécifiques au Nord de l'Afrique sont représentés par trois taxons : *Macrothorax morbillosus Fabricius, 1792 ssp morbillosus F*, *Calathus fuscipes Goeze, 1777 ssp algericus Gautier, 1866*, *Omaseus elongatus Duftschmidt, 1812 ssp tingitanus Lucas 1846*.

Les résultats de cette étude montrent qu'il y a une grande différence entre les trois biotopes. La station Khroub s'est révélée la plus riche du point de vue abondance et richesse spécifique. Cette différence est peut être liée aux conditions écologiques plus favorables offertes par ce biotope, comme la densité du couvert végétal et l'absence de facteurs anthropiques

Les valeurs de l'indice de similarité observées durant la période d'étude montrent une très faible affinité entre le peuplement carabique au niveau des trois biotopes.

La dynamique des communautés révèle qu'il y a deux pics d'abondance, le premier se situe au printemps le second en automne, essentiellement dans la station Khroub et le Campus universitaire.

Les paramètres adaptatifs tels que le régime alimentaire, le pouvoir de dispersion et la tolérance des espèces à l'humidité, montrent que les espèces polyphages, macroptères et de petite taille sont plus fréquentes dans la station Hamma-Bouziane. Alors que dans les deux autres stations, la présence d'espèces prédatrices, de grande taille est bien importante. De ce fait, nous pouvons les qualifier d'habitats stables. Alors que les espèces xérophiles présentent une dominance au niveau des trois stations.

Ainsi, la composition biologique et écologique du peuplement a permis de remarquer des espèces que nous pouvons qualifier de bioindicatrices, comme certaines taxons indicateurs de la texture sableuse du sol, tels que : *Platytarus bufo*, *Zabrus piger*,

Conclusion générale

Harpalus siculus, *Harpalus attenuatus*, *Harpalus rufitarsis*, *Harpalus tenebrosus*, *Acinopus megacephalu*, *Odontonyx fuscatus*, *Masoreus watterhali*.

Des espèces hygrophiles, comme *Poecilus decipiens*, *Poecilus vicinus*, *Brachinus andalousiacus*. Espèces halophile comme *Artaba punctatostriatus*, *Amblystomus algerinus*,

Ce travail a permis de donner quelques renseignements sur la faune carabique et les éléments qui régissent cette famille de coléoptères.

Nos résultats suggèrent que l'analyse de l'assemblage des carabidés semble être utile dans l'étude de l'écologie des paysages, afin de déterminer la stabilité de l'habitat.

Cette étude a confirmé que les milieux qui ne sont pas soumis à des contraintes et des facteurs anthropiques « comme l'utilisation de produit phytosanitaires », semble avoir un effet positif et plus important sur la diversité de la faune carabique.

Il découle de cette étude préliminaire que, les espèces prédatrices constituent une part importante dans l'assemblage d'espèces trouvées dans les trois biotopes, confirmant ainsi la nécessité de préserver ces habitats.

Plusieurs travaux ont suggéré que la conservation de ces habitats semi-naturels dans les paysages agricoles, contribue à maintenir une forte abondance et une diversité des espèces auxiliaires, ce qui conduit à un meilleur contrôle naturel des ravageurs dans les agrosystèmes. Ainsi, les zones enherbées sont considérés comme une source de diversité et zones de refuges pour les carabidés.

Cependant, l'étude de la faune carabique en Algérie et particulièrement dans la région de Constantine est loin d'être achevée, l'inventaire doit impérativement continuer et un suivi devrait être mis en place si l'on veut raisonnablement pouvoir parler de gestion d'espaces naturels et agricole.

Notre perspective est donc d'élargir les recherches dans toute l'Algérie. Ces recherches devraient se concrétiser par plusieurs axes menés à court et moyen termes correspondants essentiellement à :

- Réalisation des études d'inventaire des Carabidés dans différents écosystèmes afin de connaître les espèces endémiques et rares.
- La mise en place de collections de référence des Coléoptères carabiques de l'Algérie.

Conclusion générale

- La détermination des menaces potentielles qui pèsent sur les espèces de Carabidés, la faune en général et leurs habitats, dans le seul but de sauvegarder la biodiversité des écosystèmes.
- Approfondir les études sur la biologie des espèces qui présentent un intérêt économique.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

1. **A.N.D.I, 2013.** *Wilaya de Constantine*. Agence Nationale de Développement de l'Investissement, Constantine, 24p
2. **Antoine M., 1955.** *Coléoptères carabiques du Maroc. 1^{ère} partie*. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 1, 1–177.
3. **Antoine M., 1957.** *Coléoptères carabiques du Maroc. 2^{ème} partie*. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 3, 178–314.
4. **Antoine M., 1959.** *Coléoptères carabiques du Maroc. 3^{ème} partie*. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 6, 315–465.
5. **Antoine M., 1961.** *Coléoptères carabiques du Maroc. 4^{ème} partie*. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 8, 466-537.
6. **Antoine M., 1962.** *Coléoptères carabiques du Maroc. 5^{ème} partie*. Mémoire. Société. Sci. Natu et Phys. Maroc, Zool, 9, 539-693.
7. **Arahou M., 2008.** *Catalogue de l'entomofaune du Chêne vert du Moyen Atlas (Maroc)*. Documents de l'Institut Scientifique, Rabat, (22), 37p
8. **Antvogel H. and Bonn A., 2001.** Environmental parameters and microspatial distribution of insects : a case study of carabids in an alluvial forest. *Ecography*, 24: 470–482.
9. **Arnault I., Bouquet C., Bouron A., Chevallier N., Derieux A., Frene G., Fort J.L., Garnier A., Guichard V., Guillou E., Le Bris C., Lesage J., Maillet Mezeray J., Olagnon J., Reynaud J.S. and Wartelle R., 2009.** *Espaces de biodiversité. Intégrer la Biodiversité dans les Systèmes d'exploitations agricoles (Ibis)*, Aménagements, 85 p.

B

10. **Ball G.F., Casale A. and Taglianti V., 1998.** *Phylogeny and classification of caraboidea (Coleoptera:Adephaga)*. Ed. Museo Regionale di Scienze Naturali, Torino, Italy, 543p.
11. **Barbault R., 1992.** *Ecologie des peuplements*. Ed. Masson, Paris, 273p.
12. **Barber H.S., 1931.** Traps for cave-inhabiting insects. *Journal Elisha Mitchell Scientific Society*, 46 : 259-266.
13. **Basedow T., 1990.** Effect of insecticides on Carabidae and the significance of these effects for agriculture and species number. In: Nigel, E.S. *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*, Intercept Ltd., Andover, Hampshire, 115-125.
14. **Bedel L., 1895.** *Catalogue raisonné des coléoptères du nord de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine) avec notes sur les îles de Canaries*. Nabu Press, Paris, 402p.
15. **Belhadid Z., Chakali G., Ghalem M., Haddar L. et Boughrara H., 2013.** Distribution des caraboidea dans différents peuplements forestiers du parc national de Chréa, Algérie. *Lebanese Science Journal*, 14(2): 53-61.

Références bibliographiques

- 16. Biaggini M., Consorti R., Dapporto L., Dellacasa M., Paggetti E. and Corti C., 2007.** The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 122: 183-191.
- 17. Bigot L. et Bodot P., 1973.** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quercus coccifera* – Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, 23, Fasc. 2 (Sér. C) : 229-249.
- 18. Blake S., Foster G.N., Eyre M.D. and Luff M.L., 1994.** Effects of habitat type and grassland management practice on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia*, 28: 502-512.
- 19. Bohan D. A., Boursault A., Brooks D. R. and Petit S., 2011.** National scale regulation of the weed seedbank by carabid predators. *Journal of Applied Ecology*, 48(4) : 888-898.
- 20. Boivin G. and Hance T., 2003.** Ground beetle assemblages in cultivated organic soil and adjacent habitats: temporal dynamics of microspatial changes. *Pedobiologia*, 47: 193-202.
- 21. Bouchard P., Bousquet Y., Davies A.E., Alonzo-Zarazaga M.A., Lawrence J.F., Lyal C.H.C., Newton A.F., Reid C.A.M., Schmitt M., Slipinski A. and Smith A.B.T., 2011.** Family-group names in Coleoptera (Insecta). *Zookeys* 88 (Special issue), 972p.
- 22. Bouget C. et Nageleisen L.M., 2009.** L'étude des insectes en forêt : méthodes et techniques, éléments essentiels pour une standardisation, *Office National des Forêts*, 19, 144p
- 23. Boukli –Hacene S., Hassaine K. et Ponel P., 2011.** Les peuplements des Coléoptères du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Algérie). *Rev. Ecol (Terre et Vie)*, 66 : 1-15.
- 24. Bousquet, Y and Laroche, A. 1993.** Catalogue of Geadephaga (Coleoptera : Trachypachidae, Rhysodidae Carabidae including cicindelini) of America North of Mexico. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 167, 397p.
- 25. Brague-Bouragba N., Brague A., Dellouli S. et Lieutier F., 2007.** Comparaison des peuplements de Coléoptères et d'Araignées en zone reboisée et en zone steppique dans une région présaharienne d'Algérie. *C. R. Biologies*, 330: 923–939.
- 26. Brandmayr P., Pizzoloto R. and Zetto-Brandmayr T., 2005.** *I coleotteri carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità*. Manuali e line Guida, Rome.
- 27. Burel F., Butet A., Delettre Y.R. and Millan de la peña N., 2004.** Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification. *Landscape and Urban Planning*, 67: 195-204.
- 28. Butterfield J., 1997.** Carabid community succession during the forestry cycle in conifer plantations. *Ecography*, 20: 614–625.
- 29. Butterfield J., Luff M.L., Babes M. and Eyre M.D., 1995.** Carabid beetle communities as indicators of conservation potential in upland forests. *Forest Ecology and Management*, 79: 63-77.

C

- 30. Cardwell C., Hassall M. and White P., 1994.** Effects of headland management on carabid beetle communities in Breckland cereal fields. *Pedobiologia*, 38 : 50-62.

Références bibliographiques

31. **Chabrol L. et Desmichel S., 2000.** Contribution a la connaissance des entomocenoses des landes seches dans l'ouest de la haute-vienne : cas des coleopteres carabidae. *Matériaux Entomocénétiques*, 5 : 63-70
32. **Chavanon G., 1994.** Etudes sur la basse Moulouya (Maroc oriental) 3. Les carabiques des berges du fleuve et de son affluent l'oued Za. *L'entomologiste*, 50 : 63-77.
33. **Chavanon G., Rahhou I. et Chavanon L., 1995.** Etude sur la basse Moulouya (Maroc oriental) 4: les carabiques des berges du fleuve Zeghzel. *Bull. Mens. Soc. Lin. Lyon*, 64: 188-192.
34. **Cole L.J., Mc Cracken D.I., Dennis P., Downie I.S., Griffin A. L., Foster G. N., Murphy K. J. and Waterhouse T., 2002.** Relationships between agricultural management and ecological groups of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) on Scottish farmland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 93: 323–336.
35. **Cole L.J., Pollock M.L., Roobertson D., Holland J.P. and McCracken D.I., 2006.** Carabid (Coleoptera) assemblages in the Scottish uplands : the influence of sheep grazing on ecological structure. *Entomologica Fennica*, 17 : 229-240.
36. **Cote M., 1974.** *Les régions bioclimatiques de l'est algérien*. Ed. C.U.R.E.R., Constantine, 6p.

D

37. **Dajoz R., 1975.** *Précis d'écologie*. Ed. Gauthier –Villars, Paris, 549p.
38. **Dajoz R., 1985.** *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 505p.
39. **Dajoz R., 1989.** Les Coléoptères Carabidae d'une région cultivée à Mandres-les-Roses (Val de Marne). *Cahiers des Naturalistes*, 45(2) : 25-37.
40. **Dajoz R., 2002.** *Les coléoptères carabidés et ténébrionidés. Ecologie et Biologie*. Tec & Doc Ed., Paris, 522 p.
41. **Den Boer P.J., 1977.** *Dispersal power and survival. Carabids in a cultivated country side*. Miscellaneous papers, Agricultural University, Wageningen, 14,190 p.
42. **Den Boer P. J. and Den Boer-Daanje W., 1990.** On life history tactics in carabid beetles: are there only spring- and autumn-breeders? *In : The role of groundbeetles in ecological and environmental studies, 7th European Carabidologist Meeting, London*. Ed. N. E. Stork, Intercept, Andover, 247-258.
43. **Deuve T., 1993.** L'abdomen et les génitalia des femelles de Coléoptères Adéphaga. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Zoologie*, 155 : 1-184.
44. **Dinter K., Paarmann W., Peschke K. and Arnott E., 2002.** Ecological behaviour and chemical adaptations to ant predation in species of *Thermophilum* and *Graphipterus* (Coleoptera: Carabidae) in the Sahara desert. *Journal of Arid Environments*, 50: 267–286.
45. **Döring T.F. and Kromp B., 2003.** Which carabid species benefit from organic agriculture?—a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 153-161.

Références bibliographiques

46. **Du Chatenet G., 1990.** *Guide des Coléoptères d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 480p.
47. **Duchaufour P., 1977.** *Pédologie I. Pédogenèse et classification*. Ed. Masson, Paris, 477 p.
48. **Dufrene M. et Baguette M., 1989.** Etude préliminaire des traits d'histoire naturelle et des caractéristiques écologiques des Carabides en expansion et en régression en Belgique. *Notes fauniques de Gembloux*, 18: 19-34.

E

49. **Elmer A.C., Hagley E.A.C. and Allen W.R., 1990.** The green apple aphid, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididea), as prey of polyphagous arthropod predators in ontario. *The Canadian Entomologist*, 122 (11-12) : 1921-1928.
50. **Epstein D.L., Zack R.S., Brunner J.F., Gut L. and Brown J.J., 2001.** Ground beetles activity in apple orchards under reduced pesticide management regimes. *Biological Control*, 21: 97-104.
51. **Erwin T.L., 1975.** *Tounghts on the evolutionary history of ground beetles hypotheses from comparative faunal analyses of lowland forest sites in temperate and tropical region*. In: Erwin, T.L., Ball, G.E., Whitehead , D.R. & Halpern A.L *Carabid beetles - their evolution , natural history and classification* . (Eds) Dr W Junk, The Hague, 539-592.
52. **Eyre M.D. and Luff M.L., 1990.** *A preliminary classification of European grassland habitats using carabid beetles*. In: Nigel, E. S. *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*. Intercept Ltd., Andover, Hampshire, 227-235.
53. **Eyre M.D., Luff M.L. and Leifert C., 2013.** Crop, field boundary, productivity and disturbance influences on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in the agroecosystem. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 165: 60–67.
54. **Eyre M.D., Labanowska-Bury D., Avayanos J. G., White R. and Leifert C., 2009.** Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in an intensively managed vegetable crop landscape in eastern England. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 131: 340-346.

F

55. **Fadda S., Orgeas J., Ponel P., Buisson É. and Dutoit T., 2008.** Conservation of grassland patches failed to enhance colonization of ground-active beetles on formerly cultivated plots. *Environmental Conservation*, 3 (2): 109-116.
56. **Fath B.D. and Cabezas H., 2004.** Exergy and Fisher information as ecological indices. *Ecological modelling*, 74: 25-35.
57. **Forbes, 1883.** The food relations of the Carabidae and Coccinellidae. *Bulletin of the Illinois State Laboratory of Natural History*, 1 : 33-64.
58. **Fountain M.T., Thomas R.S., Brown V.K., Gange A.C., Murray P.J. and Symondson W.O.C., 2009.** Effects of nutrient and insecticide treatments on invertebrate numbers and predation on slugs in an upland grassland: A monoclonal antibody-based approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 131: 145-153.

G

- 59. Gaines H.R. and Gratton C., 2010.** Seed predation increases with ground beetle diversity in a Wisconsin (USA) potato agroecosystem. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137: 329–336.
- 60. Garcin A., Demarle O. et Soldati F., 2004.** Agriculture biologique en verger. Les Carabes, indicateurs de biodiversité et auxiliaires généralistes. *Infos-Ctifl*, 199 : 42-47
- 61. Garcin A., Picault S. et Ricard J.M., 2011.** Le Point sur les Carabes en cultures fruitières et légumières. *Ctifl*, 31 : 1-8.
- 62. Geiger F., Waeckers F.L. and Bianchi F.J.J.A., 2009.** Hibernation of predatory arthropods in semi-natural habitats. *Biocontrol*, 54 : 529-535.
- 63. Gerisch, M. 2011.** Habitat disturbance and hydrological parameters determine the body size and reproductive strategy of alluvial ground beetles. *ZooKeys*, 100 : 353–370.
- 64. Gkissakis V.D., D. Kollaros D. and Kabourakis E.M., 2014.** Soil arthropod biodiversity in plain and hilly olive orchard agroecosystems, in Crete, Greece. *Entomologia hellenica*, 23 : 33-43
- 65. Gobbi M. and Fontaneto D., 2008.** Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 127: 273-276.
- 66. Gobbi M., Fontaneto D., Bragalanti N, Pedrotti L. and Lencioni V., 2015.** Carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) richness and functional traits in relation to differently managed grasslands in the Alps. *Annales de la Société entomologique de France*, (N.S.) :1-8.
- 67. Goulet H., 2003.** Biodiversity of ground beetles (Coleoptera:Carabidae) in Canadian agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 83:259-264.
- 68. Griffiths G.J.K., Winder L., Holland J.M., Thomas C.F.G. and Williams E. 2007.** The representation and functional composition of carabid and staphylinid beetles in different field boundary types at a farm-scale. *Biological Conservation*, 135: 145-152.
- 69. Gutierrez D. and Menendez R., 1997.** Patterns in the distribution, abundance and body size of carabid beetles (Coleoptera: Caraboidea) in relation to dispersal ability. *Journal of Biogeography*, 24: 903-914.

H

- 70. Hagley E.A.C. and Allen W.R., 1988.** Ground beetles (Coleoptera:Carabidae) as predators of the codlingmoth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera Tortricidae). *The Canadian Entomologist*, 120 (10) : 917-925.
- 71. Hajek A.E., Hannam J. J., Nielsen C., Bell A. J., and Liebherr J. K., 2007.** Distribution and Abundance of Carabidae (Coleoptera) Associated with Soybean Aphid (Hemiptera: Aphididae) Populations in Central New York. *Annals of the Entomological Society of America*, 100 : 876–886.

Références bibliographiques

- 72. Hamra-Kroua S. et Cancela Da Fonseca J.P., 2009.** Dynamique saisonnière d'un peuplement de Collemboles d'un sol agricole de la ferme pilote d'El-Baaraouia (Wilaya de Constantine, Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, 31 (1) : 33-43.
- 73. Hatt S., Uyttenbroeck R., Bodson B., Piqueray J., Monty A. et Francis F., 2015.** Des bandes fleuries pour la lutte biologique : état des lieux, limites et perspectives en Wallonie – Une synthèse bibliographique. *Entomologie Faunistique – Faunistic Entomology*, 68 : 159-168.
- 74. Hedde M., Mazzia C., Decaëns T, Nahmani J., Pey., Thénard J. and Capowiez Y., 2015.** Orchard management influences both functional and taxonomic ground beetle (Coleoptera, Carabidae) diversity in South-East France. *Applied Soil Ecology*, 88 : 26–31.
- 75. Hof, A.R. and Bright, P.W., 2010.** The impact of grassy field margins on macroinvertebrate abundance in adjacent arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139 : 280-283.
- 76. Holland J.M. and Reynolds C.J.M., 2003.** The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia*, 47 : 181-191.
- 77. Honek A. and Jarosik V., 2000.** The role of crop density, seed and aphid presence in diversification of field communities of Carabidae (Coleoptera). *European Journal of Entomology*, 97: 517-525.

I

- 78. Irmeler U., 2003.** The spatial and temporal pattern of carabid beetles on arable fields in northern Germany (Schleswig-Holstein) and their value as ecological indicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 141-151
- 79. Ishitani M., Kotze D.J. and Niemela J., 2003.** Changes in carabid beetle assemblages across an urban-rural gradient in Japan. *Ecography*, 26: 481- 489.
- 80. Isnart H., 1971.** *Le Maghreb. La Géographie*. Ed.Presse.Univ.France, Paris, 43p.

J

- 81. Jaskula R. and Soszyriska-Maj A., 2011.** What do we know about winter active ground beetles (coleoptera, Carabidae) in central and Northern Europe ? *Zookeys*, 100 : 517-532.
- 82. Jeannel R. 1941.** *Faune des coléoptères carabiques de France*. 1^{ère} partie. Ed. Paul Lechevalier et fils, Paris, 572 p.
- 83. Jeannel R. 1942.** *Faune des coléoptères carabiques de France*. 2^{ème} partie. Ed. Paul Lechevalier et fils, Paris, 601p.
- 84. Jeannel R., (1946-1949).** *Coléoptères Carabiques de la région malgache*. Office de la Recherche Scientifique et Cationale, Paris, 3volumes, 83, 105, 101 p

K

85. **Kherief N., 2006.** *Etude de la variabilité des températures extrêmes et pérennité des arbres urbains dans la région de Constantine.* Thèse de Magister, 179p
86. **Kocher L. and Reymond A., 1954.** Les hamada sud marocaines. *Entomologie. Travaux de l'institut scientifique Chérifien, série générale n° 2.* Editions internationale, Tanger, 11: 191-260.
87. **Koivula M. J., 2011.** Useful model organism, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *Zookeys*, 100 : 287-317p.
88. **Kotze J. and O'hara R.B., 2003.** Species decline-but why? Explanation of carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) declines in Europe. *Oecologia*, 135: 138-148.
89. **Kotze D. J., Assmann T., Noordijk J., Turin H. and Vermeulen R., 2011a.** Carabid beetles as bioindicators : Biogéographical, Ecological and Environmental studies, *Proceedings of XIV European Carabidologists Meeting. Westerbork, 14-18 September 2009.* *Zookeys*, 100 :574 p.
90. **Kotze D. J., Brandmayr P., Casale A., Dauffy-richard E., Dekoninck W., Koivula M. J., Lövei G. L., Mossakowski D., Noordijk J., Paarmann W., Pizzolotto R., Saska P., Schwerk A., Serrano J., Szyszko J., Taboada A., Turin H., Venn S., Vermeulen R. and Zetto T., 2011 b.** Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys*, 100: 55-148.
91. **Kromp B., 1989.** Carabid beetle communities (Carabidae, Coleoptera) in biologically and conventionally farmed ecosystems. *Agriculture, EcosystemsandEnvironment*, 27 : 241-251.
92. **Kromp B., 1999.** Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74 :187-228.
93. **Kryshanowsky O.L., 1976.** Revised classification of the family carabidae. *Ent .Rev.URSS*, 1: 80-91.

L

94. **Lalonde O., 2011.** *Évaluation de l'abondance relative et de la richesse spécifique des carabes associées à différents systèmes cultureux et travaux de sol.* Thèse doctorat. Université Laval, Québec, 95 p
95. **Larochelle A., 1990.** *The Food Of Carabid Beetles (Coleoptera: Carabidae, Including Cicindelinae,* 132p.
96. **Larochelle A. and Larivière M.C., 2003.** *A Natural History of the Ground-Beetles (Coleoptera: Carabidae) of America north of Mexico.* Ed. Pensoft, Moscow, 583p.
97. **Larsson S.G., 1939.** Entwicklungstypen und Entwick-lunszeiten der danischen. *Carabiden Entomologische Meddelsler*, 20 : 277-560.

Références bibliographiques

- 98. Lassalle B. et Jaffrézic O., 2005.** Les Macrothorax de l'ouest algérien (Coleoptera Carabidae). *Le Coléoptériste*, 8 (2) :126-128.
- 99. Lawrence J.F. and Newton A.F., 1995.** *Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and date on family group names)*. In: Pakaluk, J. and Slipinski, S.A. (Eds), *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*. Museum i Instytut Zoologii, Polskiej Akademii Nauk, Warsaw, 779-1006.
- 100. Le Cœur D.B. J., Burel F. and Thenail C., 2002.** Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89 (1-2): 23-40.
- 101. Lee J.C., Menalled F.D. and Landis D.A., 2001.** Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on carabid beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 38: 472-483.
- 102. Legrand, A., Gaucherel, C., Baudry, J. and Meynard, J.-M., 2011.** Long-term effects of organic, conventional, and integrated crop systems on Carabids. *Agronomy for Sustainable Development*, 31 : 515–524.
- 103. Lessel T., Marx M.T and Eisenbeis G., 2011.** Effet of ecological flooding on the temporal and spatial dynamics of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) and springtails (Collembola) in a polder habitat. *Zookeys*, 100 : 421-446.
- 104. Letardi A., Arnone S., Cristofaro M. and Nobili P., 2015.** Species composition of carabid communities (Coleoptera Carabidae) in apple orchards and vineyards in Val d'Agri Basilicata, Italy. *Biodiversity Journal*, 6 (1): 11-16.
- 105. Liebherr J. K. and Will K. W., 1998.** Inferring phylogenetic relationships within the carabidae (Insecta, Coleoptera) from characters of female reproductive tract. In Ball G.E., A. Casale and A. Vigna Taglianti . *Phylogeny and Classification of Caraboidea Coleoptera: Adephaga*. *Proceedings of XX International Congress of Entomology, Italy*, 107-170.
- 106. Lindroth, C.H . (1961-1969).** *The ground beetles (Carabidae .excl.Cicindelinae) of Canada and Alaska*. *Opax.ent.suppl*, 20, 24,29,33,34,35.
- 107. Louadi K., 1999.** *Systématique, Eco-Ethologie des abeilles (Hymenoptera, Apoidea) et leurs relations avec l'agrocénose dans la région de Constantine*. Thèse de doctorat, Université Constantine I, 203p.
- 108. Lövei G. 2008.** *Ecology and conservation biology of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an age of increasing human dominance*. Aarhus University, 145 p
- 109. Lövei G. and Sunderland K., 1996.** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology*, 41: 231-256
- 110. Lovei G.L. and Magura T., 2006.** Body size changes in ground beetle assemblages – a reanalysis of Braun et al. (2004)'s data. *Ecological Entomology*, 31: 411- 414.

M

- 111. Maachi M., 1995.** *Coléoptères ripicoles des eaux stagnantes Marocaines (étude faunistique , écologique et biogéographique)*.Thèse de Doctorat d'état, Université Mohammed V, Rabat, 170p.
- 112. Magura T., Tothmeresz B. and Molnar T., 2001.** Forest edge and diversity: carabids along forest-grassland transects. *Biodiversity and Conservation*, 10: 287–300.
- 113. Magura T., Tothmeresz B. and Bordan Z., 2003.** Diversity and composition of carabids during a forestry cycle. *Biodiversity and Conservation*, 12: 73-85
- 114. Magura T., Tôthmérés B. and Elek Z., 2006.** Changes in carabid beetle assemblages as Norway spruce plantations age. *Community Ecology*, 7: 1-12.
- 115. Mair J. and Port G.R., 2001.** Predation of the slug *Deroceras reticulatum* by the carabid beetles *Pterostichus madidus* and *Nebria brevicollis* in the presence of alternative prey. *Agricultural and Forest Entomology*, 3 :169–174.
- 116. Marino P.C. and Landis D.A., 1996.** Effect of landscape structure on parasitoid diversity and parasitism in agroecosystems. *Ecological Applications*, 6 : 276-284.
- 117. Marrec R., Badenhausser I., Bretagnolle V., Börger L., Roncoroni M., Guillon N. & Gauffre B., 2014.** Crop succession and habitat preferences drive the distribution and abundance of carabid beetles in an agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 199 : 282-289.
- 118. Matalin A.V., 2003.** Variations in flight ability with sex and age in ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of south-western Moldova. *Pedobiologia*, 47 : 311–319
- 119. Mebarki A., 1984.** *Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kebir Rhumel (Algérie)*. Doctorat troisième cycle, Office des Publications Universitaires, Alger, 302 p.
- 120. Melnychuk N.A., Olfert O., Youngs B. and Gillott C., 2003.** Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 95: 69-72.
- 121. Menalled F.D., Smith R.G., Dauer J.T. and Fox T.B., 2007.** Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 49-54.
- 122. Michael G., 2011.** Habitat disturbance and hydrological parameters determine the body size and reproductive strategy of alluvial ground beetles. *Zookeys*, 100: 353-370.
- 123. Millán de la Peña N., Butet A., Delettre Y.R., Morant P. and Burel F., 2003.** Landscape context and carabid beetles (Coleoptera : Carabidae) communities of hedgerows in western France. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 94 1: 59-72.
- 124. Miñarro M. and Dapena E., 2003.** Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology*, 23: 111-117.
- 125. Mullen K., O'halloran J., Breen J., Giller P., Pithon J. and Kelly T., 2008.** Distribution and composition of carabid beetle (Coleoptera, Carabidae) communities across the plantation forest cycle- Implications for management. *Forest Ecology and Management*, 256: 624-632.

N

126. Nash M.A., Thomson L.J. and Hoffmann A.A., 2008. Effect of remnant vegetation, pesticides, and farm management on abundance of the beneficial predator *Notonomus gravis* (Chaudoir) (Coleoptera: Carabidae). *Biological Control*, 46: 83-93.
127. Niemelä J., Kotze D.J., Venn S., Peney L., Stoyanov I., Spence J., Hartley D. and Montes De Oca E. 2002. Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban-rural gradients: an international comparison. *Landscape Ecology*, 17: 387-401.
128. Nietupski ., Kosewska A., Markuszewski B. and Sądej W., 2015. Soil management system in hazelnut groves (*Corylus* sp.) versus the presence of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Journal Of Plant Protection Research*, 55(1) : 26-34.
129. Norris R.F. and Kogan M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual. Review of Entomology*, 50 : 479-503.

O

130. Ostman O., Ekbohm B. and Bengtsson J., 2001a. Landscape heterogeneity and farming practice influence biological control. *Basic and Applied Ecology*, 2: 365-371.
131. Ostman O., Ekbohm B., Bengtsson J. and Weibull A.C., 2001b. Landscape Complexity And Farming Practice Influence The Condition Of Polyphagous Carabid Beetles. *Ecological Applications*, 11(2) : 480-488
132. Ouchtati 2013. *Etude bisystématique des Coléoptères Carabiques du Parc National d'El Kala et de la région de Tebessa*. Thèse doctorat d'état, Université de Annaba, 119p.
133. Ouchtati N., Doumandji S. and Brandmayr P., 2012. Comparison of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) assemblages in cultivated and natural steppe biotopes of (Coleoptera, Carabidae) the semi- arid region of Algeria. *African Entomology*, 20 (1): 134-143.

P

134. Paarmann W., 1970. Untersuchungen über die Jahresrhythmik von Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) in der Cyrenaika (Libyen, Nordafrika). *Oecologia (Berlin)*, 5: 325-333
135. Paarmann W., 1975. Freilanduntersuchungen in Marokko (Nordafrika) zur Jahresrhythmik von Carabiden (Col., Carab) und zum Mikroklima im Lebensraum der Käfer. *Zoologische Jahrbücher. Abteilung Systematik*, 102 : 72-88.
136. Paarmann W., Erbeling L. and Spinnler K., 1986. *Ant and ant brood preying larva : an adaptation of carabid beetles to arid environment*: In :Den Boer, P.J., Luff, M.L., Mossakowski, D., & Weber, F. Carabid beetles Their Adaptations and Dynamics - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 79-90.
137. Pakeman R.J. and Stockan J. A., 2014. Drivers of carabid functional diversity: abiotic environment, plant functional traits, or plant functional diversity?. *Ecology*, 95(5) : 1213-1224.

Références bibliographiques

- 138. Pearsall I. A., 2007.** Carabid beetles as ecological indicators. In: “Monitoring the Effectiveness of Biological Conservation”. *Proceeding of conference, 2-4 November 2004, Richmond*, 389-399.
- 139. Petit S., Labruyere S., Trichard A., Ricci B. et Bohan D.A., 2015.** Gestion territoriale des adventices : effets des propriétés du paysage sur les communautés adventices et sur leur régulation par les carabidae. *Innovations Agronomiques*, 43 :71-82
- 140. Petremand G., 2015.** *Pratiques agricoles et biodiversité : impact de l'enherbement viticole sur l'entomofaune auxiliaire (Diptera : Syrphidae, Coleoptera : Carabidae)*. Maitrise universitaire en Sciences de L'environnement, Université de Genève, 109 p.
- 141. Peyerimhoff P., 1931.** Mission scientifique du Hoggar .I. Coléoptères. *Mémoire de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 2 : 173p.
- 142. Peyerimhoff P., 1948.** Mission française au Fezzan (février–avril 1944 et mai– juin 1947) Insectes coléoptères. Institut de recherche Sahariennes de l'Université d'Alger. Mission scientifique du Fezzan. *Zoologie*, 5: 7-84.
- 143. Pfiffner L. and Luka H. 2003.** Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*, 4: 117-127
- 144. Pierre F., 1958.** *Ecologie et peuplement entomologique des sables vifs du sahara Nord - Occidentale*. Editions du CNRS, Paris, 332p.
- 145. Pizzolotto R., 2009.** Characterization of different habitats on the basis of species traits and eco-field approach. *Acta Oecologia- International Journal of Ecology*, 35 : 142-148.
- 146. Purtauf T., Roschewitz I., Dauber J., Thies C., Tschardt T. and Wolters V., 2005a.** Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108: 165-174.
- 147. Purtauf T., Dauber J. and Wolters V., 2005b.** The response of carabids to landscape simplification differs between trophic groups. *Oecologia*, 142 : 458-464.
- 148. Purvis G. and Fadl A., 2002.** The influence of cropping rotations and soil cultivation practice on the population ecology of carabids (Coleoptera: Carabidae) in arable land. *Pedobiologia*, 46 (5) : 452-474.

R

- 149. Rached-Mosbah O., 1977.** *Contribution à l'élaboration de la carte pédologique de la station expérimentale des grandes cultures d'El-Baaraouia*, Constantine. Mém. DES Ecopédologie, Université Constantine I, 66 p.
- 150. Rainio J. and Niemelä J., 2003.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 12: 487-506.
- 151. Ramade F., 1984.** *Eléments d'Ecologie: Ecologie fondamentale*. Ed. McGraw-Hill, 397 p
- 152. Reichardt H., 1977.** Asynopsis of the genera of neotropical Carabidae (Insecta: Coleoptera). *Quaestiones Entomologicae*, 13: 346-493

- 153. Ribera I., Doledec S., Downie I.S. and Foster G.N., 2001.** Effect of land disturbance and stress on species traits of ground beetles assemblages. *Ecology*, 82: 1112–1129.
- 154. Riddick E.W. and Mills N. J., 1994.** Potential of adult carabids (Coleoptera: Carabidae) as predators of fifth instar codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple orchards in California. *Environmental Entomology*, 23 : 1338-1345.
- 155. Rouabah A., Villerd J., Amiaud B., Plantureux S. and Lasserre-Joulin F., 2015.** Response of carabid beetles diversity and size distribution to the vegetation structure within differently managed field margins. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 200 : 21–32

S

- 156. Samu F., 2003.** Can small-scale habitat diversification enhance functional diversity of generalist natural enemies in arable systems? Landscape Management for Functional Biodiversity. *IOBC WPRS Bulletin*, 26: 135-138.
- 157. Saska P., 2007.** Diversity of Carabids(Coleoptera: Carabidae) within two Dutch cereal fields and their boundaries. *Baltic Journal of Coleopterology*, 7(1): 37-50.
- 158. Schirmel J., Mantilla-Contreras J., Gauger D. and Blindow I., 2014.** Carabid beetles as indicators for shrub encroachment in dry grasslands. *Ecological Indicators*, 49 : 76–82.
- 159. Schirmel, J., Blindow, I. and Buchholz, S., 2012.** Life-history trait and functional diversity patterns of ground beetles and spiders along a coastal heathland successional gradient. *Basic Applied Ecology*, 13 : 606-614.
- 160. Schmidt M.H., Thewes U., Thies C. and Tschardt T., 2004.** Aphid suppression by natural enemies in mulched cereals. *Entomologia experimentalis applicata*, 113 : 87–93.
- 161. Šeric J.L. and Durbešić P., 2009.** Comparison of the body size and wing form of carabid species (Coleoptera: Carabidae) between isolated and continuous forest habitats. *Annales de la société entomologique de France*, 45 (3): 327-338.
- 162. Seriziat M., 1885.** *Etude sur Tebessa et ses environs . Catalogue commenté des coléoptères.* Bulletin académique d’Hippone, 27 : 175-247.
- 163. Soldati F., 2000.** *Etude des peuplements de coléoptères terricoles de quatre formations naturelles du nord de la France.* Office pour l’Information Eco-Entomologique, Languedoc-Roussillon, 42p.
- 164. Standberg B., Pedersen M.B. and Elmegaard N., 2005.** Weed and arthropod populations in conventional and genetically modified herbicide tolerant fodder beet fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105: 243-253.
- 165. Sunderland K.D., 2002.** *Invertebrate pest control by carabids.* In: Holland, J.M. (Ed.), *The Agroecology of Carabid Beetles.* Intercept, Andover, 165-214.
- 166. Symondson W.O.C., 2002.** Molecular identification of prey in predator diets. *Molecular ecology*, 11 : 627-641.
- 167. Symondson W.O.C., Sunderland K. and Greenstone M., 2002.** Can generalist predators effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology*, 47: 561-594

168. Symondson W.O.C., Cesarini S., Dodd P.W., Harper G.L., Bruford M.W., Glen D.M., Wiltshire C.W. and Harwood J.D., 2006. Biodiversity vs. biocontrol: positive and negative effects of alternative prey on control of slugs by carabid beetles. *Bulletin of Entomological Research*, 96 : 637–645.

T

169. Taboada A., Tarrega R., Calvo L., Marcos E., Marcos J. A. and Salgado J. M., 2008. Plant and carabid beetle species diversity in relation to forest type and structural heterogeneity. *European Journal of Forest Research*, 129 : 31-45.

170. Teofilova T., Markova E. and Kodzhabashev N., 2015. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from the region of Cape Emine (Central Bulgarian Black sea coast). Part I. Taxonomic and zoogeographic structure, life forms, habitat and humidity preferences. *ZooNotes*, 68: 1-18.

171. Thiele H.U. 1977. *Carabid Beetles in their Environments*. Springer, Berlin. 369p.

172. Thomas M.B., Sotherton N.W., Coombes D.S. and Wratten S.D., 1992. Habitat factors influencing the distribution of polyphagous predatory insects between field boundaries. *Annals of Applied Biology*, 120 (2): 197-202.

173. Thomas C.F.G., Holland J. M. and Brown N. J., 2002. The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes. In *Agroecology of Carabid Beetles*. *Intercept Scientific Technical Medical Publisher*, 305-344.

174. Traughaut M., 1998. Larval and adult species composition, phenology and life cycle of carabid beetles (Coleoptera : Carabidea) in an organic potato field. *The European Journal of Soil Biology*, 34(4) : 189-197.

175. Trautner J. and Geigenmüller K., 1987. *Tiger beetles and ground beetles. Illustrated Key to Cicindellidae and Carabidae of Europe*. Ed. Josef Margraf Publisher, Germany, 488p.

V.

177. Vanbergen A.J., Woodcock B.A., Watt A.D. and Niemela J., 2005. Effect of land-use heterogeneity on carabid communities at the landscape scale. *Ecography*, 28, 3-16.

178. Van Toor R.F., 2006. The effects of pesticides on carabidae (insecta : coleoptera), predators of slugs (mollusca: gastropoda): literature review. *New Zealand Plant Protection*, 59: 208-216.

176. Varchola J.M. and Dunn J.P., 2001. Influence of hedgerow and grassy field borders on ground beetle (Coleoptera : Carabidae) activity in fields of corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 83:153-163

Références bibliographiques

179. Venn S. and Kotze D. J., 2014. Benign neglect enhances urban habitat heterogeneity: Responses of vegetation and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) to the cessation of mowing of park lawns. *European Journal of Entomology*, 111(5): 01-12.

180. Vician V., Svitok M., Kočík K. and Stašiov S., 2015. The influence of agricultural management on the structure of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages. *Biologia*, 70(2): 240-251.

W

181. Werling B.P and Gratton C., 2008. Influence of field margins and landscape context on ground beetle diversity in Wisconsin (USA) potato fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 128: 104-108.

182. Woodcock B.A., Redhead J., Vanbergen A.J., Hulmes L., Hulmes S., Peyton J., Nowakowski M., Pywell R.F. & Heard M.S., 2010. Impact of habitat type and landscape structure on biomass, species richness and functional diversity of ground beetles. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139 : 181-186.

Z

183. Zetto Brandmayr, T. 1983. Life cycle, control and propagation and fecundity of *Ophonus rotundicollis* Faim. et Lab (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) as an adaptation to the main feeding plant *Daucus carota* L. (Umbelliferae). In: Brandmayr, P., Den Boer, J.P. & Weber, F. (Eds) *Report on the 4th Symposium. European Carabidologists*, Haus Rothenberge, University of Wageningen. Westphalia, 93–103

184. Zetto Brandmayr T., 1990. Spermophagous (seed-eating) ground beetles : first comparison of the diet and ecology of the harpaline *Harpalus* and *Ophonus* (Col., Carabidae). In : Stork Nigel, E.S. *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies*. Intercept, A ndover, 307-316.

ANNEXE

Tableau 2.1 Moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008) Tmoy :Température moyenne (Tmax + Tmin) /2.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc
Tmax(°C)	12,3	13,4	16,7	19,8	25,6	31,3	34,7	34,2	28,6	24,3	17	12,9
Tmin (°C)	2,5	2,8	4,9	7,2	11,5	15,7	18,5	18,8	15,4	11,8	6,6	3,8
TMoy	7,4	8,1	10,8	13,5	18,55	23,5	26,6	26,5	22	18,05	11,8	8,35

Tableau 2.2 Moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000) Tmoy :Température moyenne (Tmax + Tmin)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc
Tmax(°C)	12,2	13,6	16,4	20,3	27	31,8	34 ,4	34,8	29,4	23,1	16,6	13
Tmin (°C)	2,4	2,7	4,2	7,1	12,5	16,6	18,4	19,4	16,3	11,5	6,8	3,8
Tmoy	7,3	8,15	10,3	13,7	19,75	24,2	26,4	27,1	22,85	17,3	11,7	8,4

Tableau 2.3 Moyennes mensuelles des précipitations enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Précipitation (mm)	77,1	45,6	49,7	49,5	41,9	20,2	5,1	12,7	41,4	28,5	60,7	78,4	510 ,7

Tableau 2.4 Moyennes mensuelles des précipitations enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Années	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juil	Aut	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
1997	33,1	22,4	59,0	57,7	18,0	33,2	1,2	17,2	38,9	50,2	110,2	65,8	506,9
1998	36,4	52,7	37,4	70,8	49,6	18,3	0,0	8,9	75,2	32,6	135,3	53,1	570 ,3
1999	73,7	42,1	57,6	31,7	10,5	20,4	3,3	7,7	58,7	35,7	79,2	93,6	514,2
2000	17,4	19,1	14,3	32,9	84,4	43,6	0,0	15,7	18,4	38,3	31,7	57,7	373,5
Précipitation (mm)	40,2	34,1	42,1	48,3	40,6	28,9	1,1	12,4	47,8	39,2	89,1	67,6	491,2

Tableau 2.5 Moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées dans la station météorologique

Ain El Bey Constantine (1995-2008)

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aut	sep	oct	nov	déc
Humidité relative (%)	79,9	77,7	73,0	70,6	65,9	55,1	48,7	52,6	65,3	69,4	75,6	80,4

Tableau 2.6 Moyennes mensuelles de l'humidité relative enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000)

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aut	sep	oct	nov	déc
Humidité relative (%)	80,0	78,3	72,4	66,3	62,9	53,2	47,6	50,0	63,8	71,0	76,4	78,4

Tableau 2.7 Moyennes mensuelles de la vitesse des vents enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1995-2008)

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aut	sep	oct	nov	déc
Vitesse des Vents (m/s)	2,4	2,5	2,5	2,7	2,4	2,5	2,4	2,3	2,0	1,9	2,4	2,6

Tableau 2.8 Moyennes mensuelles de la vitesse des vents enregistrées dans la station météorologique Ain El Bey Constantine (1997-2000)

Mois	jan	fév	mar	avr	mai	jun	juil	aut	sep	oct	nov	déc
Vitesse des Vents (m/s)	2,1	2,2	2,3	3,1	2,7	2,8	2,5	2,4	2,2	2,4	2,9	3,0

Tableau 4.1 liste des espèces récoltées au niveau des trois stations (1997-2000)

Kh : Khroub ; Cu : Campus universitaire ; Hm : Hamma-Bouziane

Espèces	Stations	Kh	Cu	Hm
S/F Crarabinae Latreille, 1802				
<i>Macrothorax morbillosus</i> Fabricius, 1792 ssp <i>morbillosus</i>		+	+	+
<i>Eurycarabus faminii</i> <u>Dejean</u> , 1826		+	-	-
S/F Nebriinae Laporte, 1834				
<i>Nebria andalusia</i> Rambur, 1837		+	+	+
<i>Notiophilus quadripunctatus</i> Dejean, 1826		+	-	-
<i>Notiophilus geminatus</i> Dejean, 1831		+	+	+
S/F Scaritinae Bonelli, 1810				
<i>Distichus planus</i> Bonelli, 1813		+	-	-
S/F Siagoninae Bonelli, 1813				
<i>Siagona gerardi</i> Buquet, 1880		-	+	-
S/F Broscinae Hope, 1838				
<i>Broscus politus</i> Dejean, 1828		+	+	-
S/F Apotominae Le Conte, 1853				
<i>Apotomus maroccanus</i> Antoine, 1954		-	+	-
S/F Harpalinae Bonelli, 1810				
<i>Calathus fuscipes</i> Goeze, 1777 ssp <i>algiricus</i> Gautier, 1866		+	+	+
<i>Calathus circumceptus</i> Germar, 1824		+	+	-
<i>Calathus soleiri</i> Bassi, 1833		+	-	-
<i>Poecilus purpurascens</i> Dejean, 1828		+	+	-
<i>Poecilus decipiens</i> Waltl., 1835		+	-	-
<i>Poecilus quadricollis</i> Dejean, 1828		+	-	-
<i>Poecilus vicinus</i> Levrat, 1859		+	-	-

<i>Angoleus crenatus</i> Dejean, 1828	+	-	-
<i>Acorius metallescens</i> Zimmermann, 1831	+	-	-
<i>Dinodes decipiens</i> Dufour, 1820	+	-	-
<i>Pristonychus algerinus</i> Gory, 1833	+	-	-
<i>Odontocarus cordatus</i> Dejean, 1826	+	-	+
<i>Odontocarus tricuspидatus</i> Fabricius, 1792	+	-	-
<i>Carterus debilis</i> La Brulerie, 1873	+	-	-
<i>Carterus dama</i> Rossi, 1792	+	-	-
<i>Carterus interceptus</i> Dejean, 1831	+	-	-
<i>Carterus rotundicollis</i> Rambur, 1842	-	+	-
<i>Pseudophonus rufipes</i> De Geer, 1774	-	-	+
<i>Pseudophonus griseus</i> Panzer, 1787	-	-	+
<i>Ophonus opacus</i> Dejean, 1829	+	-	-
<i>Ophonus (hesperophonus) pumilio</i> Dejean, 1829	+	+	-
<i>Ophonus(Hesperophonus) rotundatus</i> Dejean, 1829	+	+	+
<i>Ophonus (Metophonus) antoineianus</i> Schauburger, 1929	+	-	+
<i>Parophonus antoinei</i> Schauburger, 1932	+	+	+
<i>Parophonus planicollis</i> Dejean, 1829	+	-	-
<i>Odontonyx fuscatus</i> Dejean, 1828	+	+	-
<i>Zabrus piger</i> Dejean, 1828	+	-	-
<i>Ditomus sphaerocephalus</i> Olivier, 1795	+	+	-
<i>Ditomus clypeatus</i> Rossi, 1790	+	-	-
<i>Amara aenea</i> De Geer, 1774	-	-	+
<i>Amara palustris</i> Baudi, 1864	+	-	-
<i>Artabas punctatostriatus</i> Dejean, 1829	+	+	+
<i>Licinus punctatulus</i> Fabricius, 1792	+	+	+
<i>Orthomus rubicundus</i> Coquerel, 1856	+	+	+

<i>Harpalus distinguendus</i> Duftschmidt 1812	-	-	+
<i>Harpalus tenebrosus</i> Dejean, 1829	+	-	-
<i>Harpalus rufitarsis</i> Duftschmidt 1812	+	-	-
<i>Harpalus sículus</i> Dejean, 1829	-	+	-
<i>Harpalus attenuatus</i> Stephens, 1828	-	+	-
<i>Acinopus megacephalus</i> Rossi, 1794	+	+	+
<i>Omaseus elongatus</i> Duftschmidt, 1812 <i>ssp tingitanus</i> Lucas 1846	+	-	-
<i>Trichochlaenius chrysocephalus</i> Rossi, 1790	+	+	-
<i>Trichochlaenius aeratus</i> Quensel, 1806	-	-	+
<i>Chlaenius velutinus</i> Duftschmidt, 1812	-	+	+
<i>Chlaenites spoliatus</i> Rossi, 1790	+	-	-
<i>Chlaeniellus olivieri</i> Crotch, 1870	-	+	-
<i>Amblystomus algerinus</i> Reitter, 1887	+	-	-
<i>Lionychus albonotatus</i> Dejean, 1825	-	+	-
<i>Philorhizus crucifer</i> Lucas, 1846	-	-	+
<i>Platytarus bufo</i> Fabricius, 1801	+	+	-
<i>Masoreus watterhali</i> Gyllenhal, 1813	+	-	-
<i>Syntomus bedeli</i> Puel, 1938 (<i>palipes : europe</i>)	+	+	-
<i>Syntomus Sp1</i>	+	-	-
<i>Microlestes sp1</i>	+	+	-
<i>Microlestes sp2</i>	-	+	+
S/F Trechinae Bonelli, 1810			
<i>Trechus rufulus</i> Dejean, 1831	-	+	+
<i>Mettalina ambiguum</i> Dejean, 1831	+	-	+
<i>Phyla rectangulum</i> jacquelin-Duval, 1851	-	-	+
<i>Phyla sp</i>	+	-	-
<i>Notaphus varius</i> Olivier, 1795	+	-	-

S/F Brachininae Bonelli, 1813			
<i>Brachinus immaculicornis</i> Dejean, 1825	+	-	-
<i>Brachinus efflans</i> Dejean, 1831	+	+	-
<i>Brachinus andalusiacus</i> Rambur, 1838	-	+	+
<i>Brachinus longicornis</i> Fairmaire, 1858	-	+	-
Total	54	33	24



Nebria andalusia

RA : Pr , **PD** :Ma , **SH** : Ms , **RB** : Br.



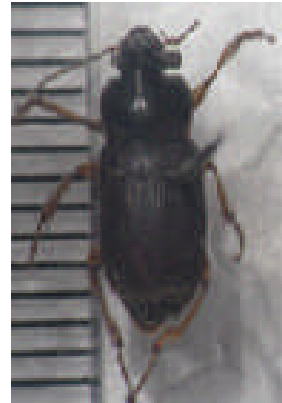
Harpalus tenebrosus

RA : Ph , **PD** :Ma , **SH** : Xr , **RB**: Afro-Eurp.



Ophonus opacus

RA :Ph , **PD** :Ma , **SH** : Hy , **RB** : M occ.



Pseudophonus griseus

RA :Po , **PD** :Ma , **SH** : Xr , **RB** : Pal.



Carterus interceptus

RA :Ph , **PD** :Ma , **SH** : Xr , **RB** : M st.



Calathus circumceptus

RA :Pr , **PD** :Ma , **SH** : Ms , **RB** : M st.



Odontocarus cordatus

RA :Ph , **PD** :Ma , **SH** : Xr , **RB** : M st.



Calathus soleiri

RA :Pr , **PD** :Ma , **SH** : Ms , **RB** : M occ.



Mettalina ambiguum

RA :Pr , **PD** : Ma , **SH** : Hy , **RB** : M occ.



Masoreus watterhali

RA: Pr , **PD** : Dm , **SH** : Xr , **RB** : Afro-Eurp.



Notiophilus geminatus

RA : Pr , **PD** : Ma , **SH** : Ms , **RB** : M st.



Notaphus varius

RA : Pr , **PD**- - , **SH** : Hy , **RB** : Pal.



Ditomus sphaerocephalus

RA :Ph , **PD** : Ma , **SH** : Xr , **RB** : M occ.



Ditomus clypeatus

RA: Ph , **PD**: Ma , **SH** : Xr , **RB**: M occ.



Odontonyx fuscatus

RA: Pr , **PD**: Ma , **SH**: Xr , **RB**: M occ.



Platytarus bufo

RA... , **PD**: Br , **SH**: Hy , **RB** : M occ.



Carterus rotundicollis

RA: Ph , **PD**: Ma , **SH**: Xr , **RB** : M occ.



Carterus debilis

RA :Ph , **PD** :Ma , **SH** : Xr , **RB** : M st.



Odontocarus tricuspidatus

RA: Ph , **PD:** Ma , **SH :** Xr , **RB :** M st.



Carterus dama

RA: Ph , **PD:** Ma , **SH:** Ms , **RB :** M st.



Apotomus maroccanus

RA ... , PD... , **SH :** Hy , **RB :** N Af.



Phyla rectungulum

RA..., **PD :** Dim , **SH :** Hy , **RB :** M st.



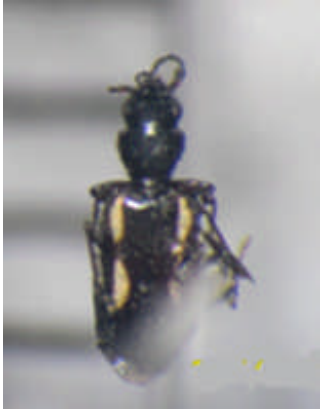
Amblystomus algerinus

RA: Pr , **PD:** Ma , **SH:** Hy , **RB:** N Af.



Syntomus bedeli

RA..., **PD :** Br , **SH :** Hy , **RB** N Af.



Lionychus albonotatus

RA: Pr , **PD:** Ma , **SH:** Hy , **RB:** M occ.



Trechus rufulus

RA: Pr , **PD:** Ma , **SH:** Ms , **RB:** M occ.



Amara palustris

RA ... , **PD:** Ma , **SH:** Hy , **RB:** M occ.



Ophonus rufipes

RA: Po , **PD:** Ma , **SH:** Xr , **RB:** Pal



Trichochlaenius chrysocephalus

RA: Pr , **PD:** Ma , **SH:** Hy , **RB:** M occ.



Trichochlaenius aeratus

RA: Pr , **PD:** Ma , **SH:** Ms , **RB:** Pal.



Chlaenius velutinus

RA : Pr , **PD** : Ma , **SH** : Hy , **RB** : Afro-Eurp.



Chlaenites spoliatus

RA :Pr , **PD** :Ma , **SH** : Hy , **RB** : Pal.



Chlaeniellus olivieri

RA : Pr , **PD** : Ma , **SH** : Hy , **RB** : Afro-Eurp



Siagona gerardi

RA ... , **PD** ... , **SH** : Hy , **RB** : Pal.



Zabrus piger

RA :Ph , **PD** :Ma , **SH** : Xr , **RB** : M occ



Omaseus elongatus ssp tingitanus

RA :Pr , **PD** :Ma , **SH** : Hy , **RB** : N Af



Licinus punctatulus

RA : Pr , **PD** : Ma , **SH** : Xr , **RB** : M occ



Angoleus crenatus

RA :Pr , **PD** :Ma , **SH** : Hy , **RB** : M st.



Calathus fuscipes spp Algericus

RA : Po , **PD** : Dm , **SH** : Xr , **RB** : N Af



Broscus politus

RA : Pr , **PD** : Ma , **SH** : Xr , **RB** : M st.



Macrothorax morbillosus

RA :Po , **PD** :Br , **SH** : Xr , **RB** : Tr



Distichus planus

RA :Pr , **PD** :Ma , **SH** : Hy , **RB** : M st.



Acinopus megacephalus

RA: Ph , **PD:** Ma , **SH:** Xr , **RB :** M st.