
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	01

Chapitre 1 : Etat de connaissances

1. Systématique	05
2. Classification.....	07
3. Origine	07
4. Principaux traits d'histoire naturelle.....	08
4.1. Taille et mobilité	08
4.2. Régime alimentaire	08
4.3. Reproduction et développement	10
4.3.1. Reproduction.....	10
4.3.2. Développement.....	12
5. Structure des communautés de Carabidés.....	13

Chapitre2 : Présentation des zones d'études

1. Description du Parc National d'El Kala.....	14
1.1. Situation géographique.....	14
1.2. Le milieu physique.....	15
1.2.1. Le climat.....	15
1.2.1.1. Température.....	15
1.2.1.2. Précipitations.....	16
1.2.1.3.Diagramme ombrothermique.....	16
1.2.1.4. Humidité de l'air.....	17
1.2.1.5. Vents.....	17
1.2.2. Particularités géologiques.....	18
1.2.3. Sol.....	18
1.2.4. Végétation.....	19
1.2.5. Faune.....	20
1.3. Description des sites d'étude.....	21

1.3.1. Lac bleu.....	21
1.3.2. Lac Oubeïra.....	21
1.3.3. Réserve Brabtia.....	21
1.3.4. Lac Mellah.....	22
1.3.5. Marécage Mellah.....	22
1.3.6. Suberaie.....	22
1.3.7. Eucalyptaie.....	23
1.3.8. Pinède à pin maritime.....	23
1.3.9. Cocciferaie.....	23
2. Description de la région de Tébessa.....	23
2.1. Situation géographique.....	24
2.2. Climat.....	25
2.2.1. Température.....	26
2.2.2. Précipitations.....	26
2.2.3. Diagramme ombrothermique.....	26
2.2.4. Humidité de l'air.....	27
2.2.5. Vents.....	27
2.3. Sol.....	27
2.4. Végétation.....	27
2.5. Description des sites d'étude.....	28
2.5.1 Djebel Noual.....	28
2.5.2. Plaine El Merdja.....	28
2.5.3. Bekkaria.....	28

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

1. Période d'étude	30
2. Méthode de capture de la faune.....	30
2.1. Les piège Barbers.....	30
2.2. Chasse à vue	31
2.3. Filet à papillon	31
3. Identification de la faune	31
4. Choix des stations.....	32
4.1. Parc National d'El Kala.....	32
4.2. La région de Tébessa.....	32
5. Analyses statistiques	33
6. Traits biologiques et écologiques	34

Chapitre 4 : Résultats et discussion

Partie 1 : Composition faunistique et biogéographie

1. Composition faunistique	35
----------------------------------	----

1.2. Inventaire faunistique.....	35
1.2.1. Liste des espèces inventoriées.....	36
1.2.2. Description de l'organe copulateur mâle de quelques espèces.....	39
2. Biogéographie	45
2.1. Répartition biogéographique des espèces du Parc National d'Elkala.....	47
2.2. Répartition biogéographie des espèces de la région de Tebessa.....	48

Partie 2 : Etude de la communauté de Carabidés du Parc National d'El Kala

1. Inventaire, structure et Dynamique de la communauté.....	51
1.1. Inventaire.....	51
1.2. Structure de la communauté.....	52
1.2.1. Abondance et richesse spécifique.....	52
1.2.2. Diversité et équitabilité.....	52
1.3. Dynamique de la communauté.....	54
2. Traits biologiques et écologiques des Carabidés dans les différents milieux.....	59
2.1. Exigences en humidité.....	59
2.2. Pouvoir de dispersion.....	61
2.3. Mode trophique.....	61
2.4. Taille.....	62
3. Reproduction.....	63
4. Comparaison des communautés de Carabidés dans les différents milieux.....	64
4.1. Coefficient de corrélation Pearson.....	64
4.2. Analyse factorielle des correspondances.....	65

Partie 3 : Etude de la communauté de Carabidés de la région de Tébessa

1. Inventaire faunistique.....	67
2. Structure de la communauté.....	68
2.1. Abondance et richesse spécifique.....	68
2.2. Diversité et équitabilité	70
3. Dynamique de la communauté.....	71
3.1. Evolution des richesses spécifiques et des abondances.....	71
3.1.1. Richesse spécifique cumulée.....	74
4. Variation mensuelle des indices de diversités et de l'équitabilité	76
4.1. Indice de Shannon	76
4.2. Equitabilité.....	76
5. Traits biologiques.....	80

5.1. Exigences en humidité.....	80
5.2. Mode trophique.....	82
5.3. Pouvoir de dispersion.....	83
5.4. Taille.....	83
6. Activité des espèces.....	84
7. Phénologie.....	87
8. Cycle annuel des principales espèces.....	89
8.1. <i>Orthomus abacoide</i>	89
8.2. <i>Zabrus brondeli</i>	89
8.3. <i>Acinopus gutturosus</i>	90
8.4. <i>Ophonus rotundicollis</i>	91
8.5. <i>Cymindis setifensis</i>	91
8.6. <i>Licinus punctatulus</i>	92
8.7. <i>Graphipterus serrator</i>	93
9. Comparaison des communautés dans les différentes stations.....	93
9.1. Coefficient de corrélation de Pearson.....	93
9.2. Analyse factorielle des correspondances.....	94

Partie 4 : Comparaison des communautés de Carabidés du Parc National d’El Kala et de la région de Tébessa

1. Inventaire faunistique.....	96
2. Bioindicateurs biologiques.....	96
3. Comparaison des traits biologiques.....	97
3.1. Humidité.....	97
3.2. Régime alimentaire.....	97
3.3. Pouvoir de dispersion.....	98
3.4. Taille.....	99
4. Comparaison des communautés par le coefficient de proximité de Pearson.....	100
Conclusion...	101
Référence...	104
Annexe	112

Liste des figures

Figure 1.1. Face ventrale d'un carabidé (<i>Carabus monillis</i>) (Du Chatenet, 1990)	06
Figure 2.1. Situation géographique du Parc National d'El Kala	15
Figure 2.2. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1985-2001)	17
Figure 2.3. Situation géographique de la région de Tébessa	25
Figure 2.4. Diagramme ombrothermique de la région de Tébessa (1972-2010)	26
Figure 3.1. Schéma du dispositif expérimental installé dans les sites d'étude	30
Figure 4.1.a : Adulte <i>Poecilus vicinus</i> (Gr x10.5); b :Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45)	39
Figure 4.2.a : Adulte <i>Poecilus purpurascens</i> (Gr x10.5); b : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45)	39
Figure 4.3.a : Adulte <i>Orthomus abacoide</i> (Gr x10,5); b : Organe copulateur, vue de profil (Gr x45)	40
Figure 4.4.a : Adulte <i>Calathus circumseptus</i> (Gr x10.5); b : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45); c : paramère droit (Gr x 45); d : paramère gauche (Gr x 45); e : organe copulateur face dorsale (Gr x 45)	40
Figure 4.5.a : Adulte <i>Calathus melanocephalus</i> (Gr x 10.5); b : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45) ; c :paramère gauche. (Gr x 45) ; d : paramère droit (Gr x 45) ; e : organe copulateur face dorsale (Gr x 45).	41
Figure 4.6.a : Adulte <i>Calathus mollis</i> (Gr x 10.5); b : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45); c: paramère droit (Gr x 45); d : paramère gauche (Gr x 45) ; e : organe copulateur face dorsale (Gr x 45)	42
Figure 4.7.a : Adulte <i>Harpalus punctatostriatus</i> (Gr x 10.5); b : organe copulateur, vue de profil (Gr x 45); c: paramère gauche (Gr x 45); d : organe copulateur face dorsale (Gr x 45); e : paramère droit (Gr x 45).	42
Figure 4.8.a : Adulte <i>Harpalus lethierry</i> (Gr x 10.5); b : organe copulateur vue de profil (Gr x 45); c : organe copulateur à partie dorsale armée de squames (Gr x45)	43
Figure 4.9.a : Adulte <i>Harpalus fuscipalpis</i> (Gr x 10.5); b : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45); c : organe copulateur face dorsale (Gr x 45)	43
Figure 4.10. a : Adulte <i>Harpalus serripes</i> (Gr x 10.5); b : organe copulateur vue de profil (Gr x 45); c : paramère gauche (Gr x 45); d : organe copulateur face dorsale; e : paramère droit (Gr x 45)	44
Figure 4.11.a : Adulte <i>Harpalus tenebrosus</i> (Gr x 10.5); b : organe copulateur vue de profil (Gr x 45);c : paramère gauche (Gr x 45); d : organe copulateur face dorsale (Gr x 45); e : paramère droit (Gr x 45).	44
Figure 4.12. a : Adulte <i>Harpalus oblitus</i> (Gr x 10,5); b : organe copulateur, vue de profil (Gr x 45); c : organe copulateur, face dorsale (Gr x 45).	45
Figure 4.13. Biogéographie de l'ensemble des espèces de Carabidés	46
Figure 4.14. Biogéographie des espèces méditerranéennes de Carabidés	46
Figure 4.15. Répartition biogéographique des espèces de Carabidés du Parc National d'El Kala	48

Figure 4.16. Répartition biogéographique des espèces méditerranéennes de Carabidés du Parc National d'El Kala.	48
Figure 4.17. Répartition biogéographique des espèces de Carabidés de la région de Tébessa	49
Figure 4.18. Répartition biogéographique des espèces méditerranéennes de Carabidés	50
Figure 4.19. Spectre des différentes sous familles de Carabidés	51
Figure 4.20. Abondance des Carabidés dans les différents milieux.	53
Figure 4.21. Richesse spécifique des Carabidés dans les différents milieux.	53
Figure 4.22. Abondance mensuelle des Carabidés dans les milieux ouverts (1997-2000).	55
Figure 4.23. Abondance mensuelle des Carabidés dans les milieux fermés (1997-2000).	56
Figure 4.24. Richesse spécifique mensuelle des Carabidés dans les milieux ouverts (1997- 2000).	57
Figure 4.25. Richesse spécifique mensuelle des Carabidés dans les milieux fermés (1997-2000).	58
Figure 4.26. Pourcentage des espèces de Carabidés ripicoles, hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les années (1997-2000).	59
Figure 4.27. Pourcentage des espèces de Carabidés ripicoles, hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les milieux ouverts (1997-2000).	60
Figure 4.28. Pourcentage des espèces de Carabidés ripicoles, hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les milieux fermés (1997-2000).	60
Figure 4.29. Pourcentage des espèces de Carabidés macroptères et aptères dans les milieux ouverts et fermés (1997-2000).	61
Figure 4.30. Pourcentage des espèces de Carabidés prédatrices, phytophages et polyphages dans les différents milieux (1997-2000).	62
Figure 4.31. Taille moyenne des espèces de Carabidés dans les différents milieux.	63
Figure 4.32. Dendrogramme interprétatif de la matrice de proximité obtenue par l'indice de Pearson.	65
Figure 4.33. Analyse factorielle des correspondances des espèces de Carabidés dans les différents milieux	66
Figure 4.34. Spectre des différentes sous familles de Carabidés.	67
Figure 4.35. Abondance des carabidés dans les différentes stations (1998-2001)	69
Figure 4.36. Nombre d'espèces de carabidés dans les différentes stations (1998-2001)	70
Figure 4.37. Variation mensuelles des abondances de Carabidés dans les différentes stations (1998 – 2001).	72
Figure 4.38. Variation mensuelle de la richesse spécifique de Carabidés dans les différentes stations (1998-2000).	73
Figure 4.39. Richesse spécifique cumulée des Carabidés dans les différentes stations (1998-2001).	75
Figure 4.40. Variations mensuelles de l'indice de Shannon (ISh) et l'équitabilité (E%) dans la station Djebel Noual 1998-1999).	77
Figure 4.41. Variations mensuelles de l'indice de Shannon (ISh) et de l'équitabilité (E%) dans la station El Merdja (1998-2001)	78
Figure 4.42. Variations mensuelles de l'indice de Shannon (ISh) et de l'équitabilité (E%) dans la station Bekkaria (1998-2001)	79

Figure 4.43. Pourcentage des espèces de Carabidés Hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les différentes stations (1998- 2001).	81
Figure 4.44. Pourcentage des espèces de Carabidés Prédatrices, Phytophages et polyphages dans les différentes stations (1998-2001).	82
Figure 4.45. Pourcentage des espèces de Carabidés macroptères et aptères dans les différentes stations (1998-2001).	83
Figure 4.46. Taille moyenne des espèces de Carabidés dans les différentes stations	84
Figure 4.47. Activité de l'ensemble des espèces de Carabidés dans les différentes stations	86
Figure 4.48. Cycle d'activité de l'espèce <i>Orthomus abacoide</i> (1998-2001)	89
Figure 4.49. Cycle d'activité de l'espèce <i>Zabrus brondeli</i> (1999)	90
Figure 4.50. Cycle d'activité de l'espèce <i>Acinopus gutturosus</i> (1998-2001)	90
Figure 4.51. Cycle d'activité de l'espèce <i>Ophonus rotundicollis</i> (1998-2001)	91
Figure 4.52. Cycle d'activité de l'espèce <i>Cymindis setifensis</i> (1998-2001)	92
Figure 4.53. Cycle d'activité de l'espèce <i>Licinus punctatulus</i> (1998-2001)	92
Figure 4.54. Cycle d'activité de l'espèce <i>Graphipterus serrator</i> (1998-2001)	93
Figure 4.55. Dendogramme interprétatif de la matrice de proximité obtenue par l'indice de Pearson.	94
Figure 4.56. Analyse factorielle des correspondances des espèces de Carabidés dans les différentes stations (1998-1999).	95
Figure 4.57. Pourcentage des espèces de Carabidés hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans le Parc National d'El Kala et la région de Tébessa.	97
Figure 4.58. Pourcentage des espèces de Carabidés prédatrices, Phytophages et polyphages dans le Parc National d'El Kala et la région de Tébessa.	98
Figure 4.59. Pourcentage des espèces de Carabidés macroptères et aptères dans le Parc National d'El Kala et la région de Tébessa.	99
Figure 4.60. Taille moyenne des espèces de Carabidés dans le Parc National d'El Kala et la région de Tébessa.	99
Figure 4.61. Dendogramme interprétatif de la matrice de proximité obtenue par l'indice de Pearson	100

Liste des Tableaux

Tableau 2.1. Annexe. Moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la station météorologique d'El Kala (1985-2001)	112
Tableau 2.2. Annexe. Moyennes mensuelles des précipitations enregistrées dans la station météorologique d'El Kala. (1985-2001)	112
Tableau 2.3. Annexe. Moyennes mensuelles de l'humidité enregistrées dans la station météorologique d'El Kala (1985-2001)	112
Tableau 2.4. Annexe. Moyennes mensuelles de la vitesse des vents enregistrées dans la station météorologique d'El Kala (1985-2001)	112
Tableau 2.5. Annexe. Moyennes mensuelles des précipitations et des températures enregistrées dans la station météorologique de Tebessa (1972- 2010)	113
Tableau 4.1 Annexe. Liste des espèces de Carabidés récoltées dans la région d 'El Kala (1997-2000).	115
Tableau 4.2. Diversité et Equitabilité dans les différents milieux (1997-2000).	54
Tableau 4.3 Annexe. Matrice de proximité (Coefficient de corrélation de Pearson) dans la région d'El Kala	116
Tableau 4.4 Annexe. Code des espèces de Carabidés de l'analyse factorielle dans la région d'El Kala.	117
Tableau 4.5 Annexe. Liste des espèces de Carabidés récoltées dans la région de Tébéssa	118
Tableau 4.6 Diversités et équitabilités dans les différentes stations (1998-2001)	71
Tableau 4.7. Phénologie des espèces de Carabidés communes dans les différentes stations.	88
Tableau 4.8 Annexe. Matrice de proximité (Coefficient de corrélation de Pearson) dans la région de Tébéssa.	119
Tableau 4.9 Annexe. Code des espèces de Carabidés de l'analyse factorielle dans la région de Tébéssa (1998-1999).	120

Liste des abréviations

ANN : Agence Nationale pour la conservation de la Nature

ONG : Opérateurs économiques et les organisations non gouvernementales

UNESCO : United Nations Educational Scientific and cultural organization

UCD : Unités de conservation et de développement

PNEK : Parc National d'El Kala

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

En 1992, la conférence de Rio (Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement), a consacré la notion de biodiversité et a alerté l'opinion publique sur la nécessité de la préserver dans un souci de développement durable.

On entend, par « biodiversité », la variété qui existe entre les différentes catégories (ou même à l'intérieur des catégories) d'organismes vivants, de communautés, ou de processus biotiques présents sur une surface donnée. Elle s'applique, en effet, aux éléments biotiques d'espaces naturels aussi bien que d'espaces modifiés par l'homme (Gosselin et Laroussinie, 2004).

Cependant, l'homme a trop puisé dans les ressources naturelles sans prendre garde aux répercussions sur de nombreuses espèces animales et végétales. En effet, le développement de l'industrie, les déforestations massives et les mauvaises pratiques culturale sont largement contribué à l'érosion de la biodiversité.

En Algérie, le développement industriel et socio-économique n'a pas toujours tenu compte de l'impact sur la qualité de l'environnement et la conservation des ressources naturelles. Mais à partir des années 1980, cette lacune a été comblée par la définition et la mise en œuvre d'une politique de préservation de la diversité visant notamment la préservation des sites abritant des écosystèmes originaux ou fragiles et celle des espèces menacées.

Cette politique, étant basée sur la préservation et l'utilisation durable des ressources naturelles est entamée par plusieurs acteurs dont les centres de recherche universitaires, les instituts de recherche, les collectivités locales, les opérateurs économiques et les organisations non gouvernementales (ONG).

Le lancement de l'inventaire de la faune et de la flore au début des années 1990, et son utilisation dans le développement économique visait comme objectif principal l'identification des différentes composantes du patrimoine naturel national. A ce titre, treize unités de conservation et de développement (UCD), sous tutelle de l'Agence Nationale pour la conservation de la Nature (ANN) du Ministère de l'Agriculture, sont mises en place dans diverses zones écologiques dont six sont considérées comme prioritaires et représentatives des écosystèmes fragiles à sauvegarder et à réhabiliter.

La mission essentielle de ces UCD est la coordination et le suivi des inventaires et des ressources entrepris avec les différents établissements techniques et scientifiques. Par ailleurs, pour la consolidation de cet inventaire, les différents biotopes menacés doivent faire l'objet de protection stricte par la mise en place d'aires protégées, de réserves naturelles ou intégrales et de différents parcs nationaux dont la gestion répond d'abord au souci de sauvegarde et de réhabilitation.

En outre sur le plan législatif, cette politique est consolidée par une réglementation riche en matière de conservation de la nature à laquelle s'ajoutent les engagements internationaux d'envergure sous régionale, régionale et mondiale. Cette législation tient compte également de la stratégie nationale englobant tous les volets de préservation et de développement de la biodiversité en cours d'élaboration.

C'est dans ce cadre, que s'inscrit l'objectif de cette dissertation. Il vise à une contribution à la connaissance de la biologie et l'écologie d'une des familles d'insectes les plus répandus dans les écosystèmes terrestres : les coléoptères carabiques ou Carabidés.

Cette famille compte environ plus de 40000 espèces dans le monde. Elle est devenue selon l'expression de Den Boer un " sujet d'étude " qui permet d'aborder des questions très diverses de biologie et d'écologie telles que l'influence des facteurs du milieu abiotique et biotique, l'étude des populations, de la biologie de reproduction, de la morphologie en rapport avec les modes de vie, de régime alimentaire, ainsi que de leur rôle dans le contrôle des insectes nuisibles aux cultures. Les Carabidés sont également utilisés dans les études biogéographiques, et dans une discipline nouvelle, la biologie de conservation. A titre d'exemple, certains d'entre eux comme les cicindèles servent d'indicateurs de biodiversité. La connaissance des espèces fossiles peut aider aussi à reconstituer des paléo-environnements et à dater des restes archéologiques.

L'intérêt croissant qui est porté aux Carabidés est marqué par l'organisation de congrès internationaux de carabidiologie et il existe plus de 30000 publications entre l'année 1996 et 2005.

La bibliographie traitant la faune de Carabidés dans différentes régions du globe est abondante, mais au Maghreb (Nord de l'Afrique), les études approfondies sur la faune carabique sont plutôt rares. Certains travaux réalisés sur la composition faunistique des Carabidés en Algérie, Tunisie et Maroc doivent être cités, 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 citons par exemple quelques travaux de Chakali et Benhadid (2005) et Boukli Hacene et Hassaine (2010). De ce fait, nous avons entrepris une étude sur ce groupe d'insectes dans deux régions situées dans deux étages bioclimatiques différents : Le Parc National d'El Kala (méditerranéen humide) et la région de Tébessa (méditerranéen semi-aride).

Cette thèse vise à :

- Dresser l'inventaire des espèces
- Etudier la structure des communautés
- Déterminer les facteurs de répartition des Carabidés
- Etudier la phénologie et les cycles d'activité et reproductifs des espèces les plus communes.

Elle s'articule en quatre chapitres :

- Le premier 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 des deux zones d'étude.
- Le troisième chapitre est purement pratique. Il 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).
- 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 quatre parties :
 - La première est consacrée à la composition faunistique et l'étude de la répartition biogéographique des espèces inventoriées.
 - La deuxième et la troisième s'intéressent aux communautés de coléoptères carabiques du Parc National d'El Kala et de la région de Tébessa. Ces parties exposent sous forme de tableaux, de graphes, d'histogrammes et de figures les résultats obtenus au cours des quatre années d'étude. Ces données mettent en valeur les caractéristiques biologiques et écologiques des communautés occupant les différents milieux.

- La quatrième partie concerne une étude comparative entre les communautés de coléoptères carabiques des deux zones d'étude, en s'intéressant aux traits biologiques et en effectuant des analyses statistiques.

L'ensemble se termine par une conclusion générale et des perspectives suivies des références bibliographiques exploitées.

CHAPITRE 1

ETAT DE CONNAISSANCES

Les Carabidés sont des coléoptères qui appartiennent à l'une des familles d'insectes les plus riches en espèces avec plus de 40000 espèces (Erwin, 1985). Lorenz (2005) estime que chaque année approximativement une centaine de nouvelles espèces apparaissent.

Ils se retrouvent dans la plupart des écosystèmes, même s'ils demeurent absents en Antarctique. Ils ont colonisé tous les milieux depuis le littoral marin jusqu'à plus de 5000mètres d'altitude, cas de *Amara quenseli* rencontrée au Spitzberg, au-delà du cercle arctique par 78° 56' N, et d'autres espèces descendent jusqu'à la Terre de Feu par 55° S.

La diversité des carabidés est considérable. A titre d'exemple, le genre néotropical et arboricole *Agra* renferme peut-être 2000 espèces. Il en est de même pour le genre *Bembidion* dont les espèces, en grande partie ripicoles, vivent dans de nombreuses régions du globe (Dajoz, 2002).

1. Systématique

Dans l'ordre des coléoptères, les Carabidés font partie du sous ordre des Adephaga.

Les Adephaga renferment des espèces terrestres, les Geadephaga, qui constituent deux familles, les Carabidae et les Trachypachidae. Les Adéphaga aquatiques ou Hydradephaga sont divisés en six familles : Les Gyrinidae, les Haliplidae, les Noteridae, les Amphizoidae, les Hygrobiidae et les Dytiscidae.

Les principaux caractères qui permettent de reconnaître les Carabidés sont les suivants (Figure 1.1) :

- ✓ Sutures notopleurales visibles extérieurement,
- ✓ Cavités coxales antérieures ouvertes en arrière dans quelques tribus telles que les Carabini, les Cychrini, les Nebriini, les Opisthini et les Notiophilini, et fermées en arrière par des prolongements internes du prosternum chez la majorité des Carabidés,
- ✓ Abdomen de six segments visibles correspond aux sternites III à VIII dont les trois premiers (c'est-à-dire III, IV, et V) sont soudés et urosternite IX et X généralement invaginés et cachés,
- ✓ Tarses de 5 articles, sauf, à de rares exceptions comme les Anillini qui ont des tarses de 4 articles,
- ✓ La nervure médiane des ailes membraneuses forme un coude à la base de la cellule médiane, ce qui détermine la formation d'une aire plus ou moins triangulaire

appelée oblongum. Chez beaucoup de Carabidés, les ailes sont atrophiées ou absentes,

- ✓ Larves de type campodéiforme dont les pattes sont formées de six segments et,
- ✓ Quatre tubes de Malpighi, testicules tubulaires, ovaire de type méroïstique polytrophe (Dajoz, 2002).

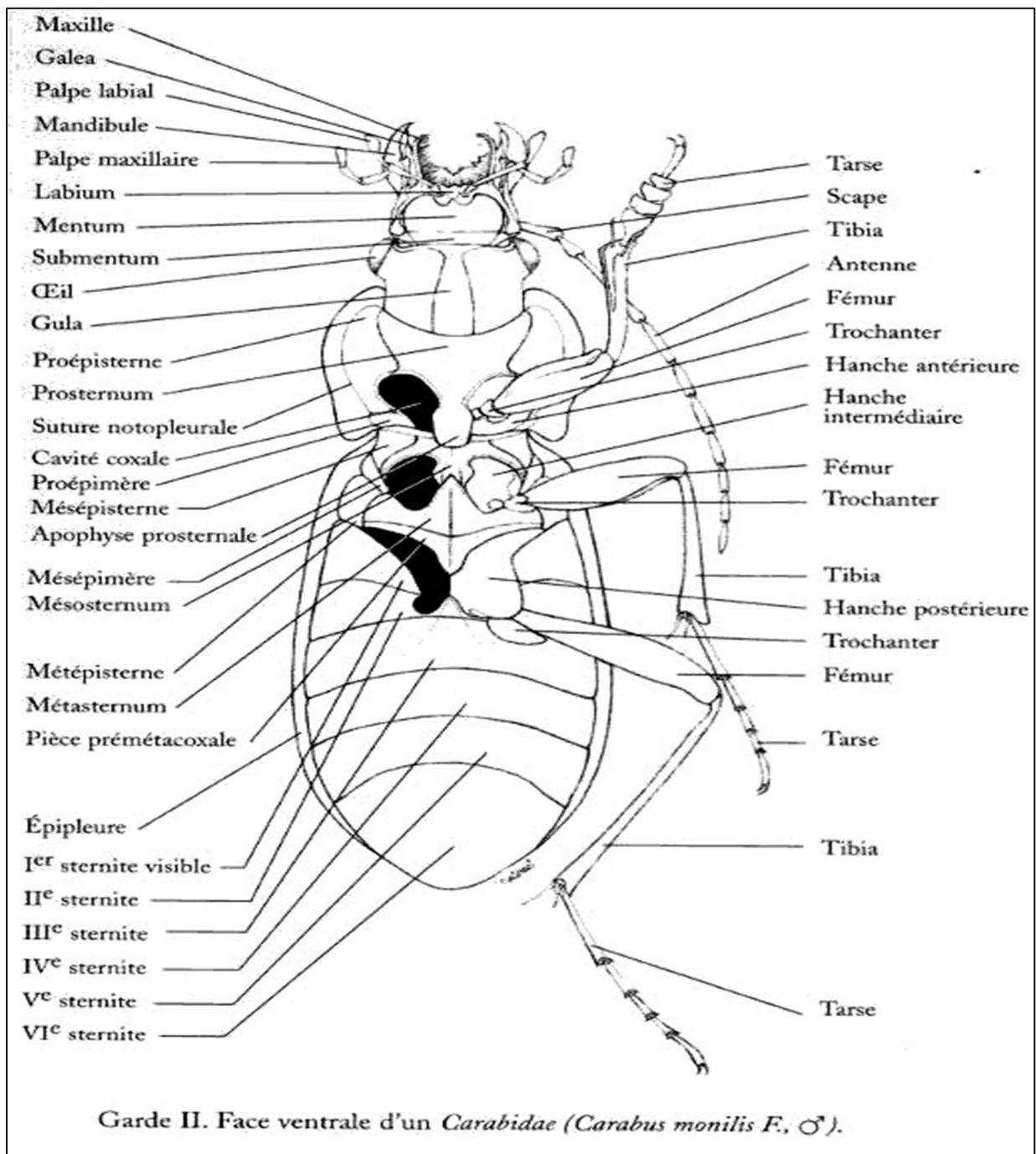


Figure 1.1. Face ventrale d'un carabidé (*Carabus monillis*) (Du Chatenet, 1990)

2. Classification

Il n'existe pas encore de classification générale de Carabidés qui soit acceptée par tous. On doit à Jeannel (1941-1942 et 1946-1949) une classification qui est caractérisée par de nombreuses initiatives mais aussi par la création, pour l'ensemble des Caraboidea, de 29 familles qui sont-elles mêmes subdivisées en un nombre élevé de sous familles, tribus et sous tribus. Cette élévation au rang de familles ou de tribus a été critiquée et elle n'est plus guère acceptée que par des entomologistes de langue française. A l'opposé, Lindroth (1961-1969) ne reconnaît que 8 sous familles et un nombre de tribus.

Les caractères principaux utilisés par Jeannel pour diviser les Caraboidea en grands groupes sont : la structure du protibia et en particulier la disposition de leurs éperons terminaux, la structure du mésosternum et la disposition des pièces sternales qui entourent les cavités coxales intermédiaires.

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

Les deux récentes et voisines classifications sont celles de Kryzhanowsky (1976) et de Erwin (1979). Récemment, diverses modifications ont été proposées par Lawrence et Newton (1995) et Ball *et al.*, (1998).

Avec les conceptions de Reichardt (1977) et de Bousquet et Laroche (1993), ces auteurs divisent la famille des Carabidae en 12 sous familles.

3. Origine

D'après Erwin (1979), à l'origine dans la Pangée tropicale, les Carabidés étaient probablement des coléoptères adaptés aux habitats rivulaires. Une succession d'évènements aurait permis à la famille de coloniser les forêts et les milieux montagneux. La spéciation des principaux groupes remonte au trias, durant l'ère secondaire (Thiele, 1977). Elle aurait été fortement favorisée par les isolements géographiques successifs et le développement simultané des prédateurs de plus en plus spécialisés comme les batraciens, les oiseaux insectivores et d'autres insectes. Les fossiles sont cependant beaucoup plus abondants dans les dépôts tertiaires, période au cours de laquelle l'évolution a été très rapide. Si les espèces

datant du début du tertiaire n'existent plus actuellement, il n'en n'est pas de même pour les espèces de la fin du pliocène. Bien que vieilles de 3 à 5 millions d'années, elles sont sur le plan morphologique au moins, en tout point de vue, identiques (Dufrêne, 1992).

4. Principaux traits d'histoire naturelle

Le succès de la famille des Carabidés s'explique par la diversité et le polymorphisme des traits d'histoire naturelle. Il s'agit des variations des traits morphologiques, physiologiques et comportementaux qui s'expriment en fonction des caractéristiques de l'environnement (Dufrêne, 1992), ce qui explique en partie leurs adaptations à des milieux variés (Lövei et Sunderland, 1996; Dajoz, 2002).

4.1. Taille et mobilité

La taille et la mobilité des espèces, partiellement liées, sont des facteurs importants de sensibilité aux perturbations endurées par les milieux intrinsèques et au contexte paysager (Blake *et al.*, 1994; Cole *et al.*, 2002; Bilde et Topping, 2004 ; Gobbi et Fontaneto, 2008). Ces traits sont fortement diversifiés chez les Carabidés, en particulier la taille.

Les déplacements au sol (par la marche) de ces espèces ne sont donc pas du même ordre de grandeur. Les plus grandes espèces peuvent marcher beaucoup plus rapidement que les plus petites.

Cependant, la mobilité des espèces est également très dépendante de la possibilité qu'ont les individus de voler. De nombreuses espèces notamment parmi les plus grosses, sont aptères ou brachyptères, c'est-à-dire que les ailes des individus ne sont pas développées. Ces espèces, dont le seul moyen de déplacement est la marche, vivent principalement dans des milieux peu perturbés. Au contraire, les individus appartenant aux espèces macroptères, possèdent des ailes fonctionnelles et peuvent donc voler, ces espèces en particulier les plus petites vivent dans les milieux perturbés. Enfin, chez les espèces dimorphiques, une partie seulement des individus possède des ailes fonctionnelles, les autres ne peuvent voler (Roume, 2011).

4.2. Régime alimentaire

Le régime alimentaire d'une espèce est un élément important permettant de présumer son impact sur son environnement, mais dans le cas des Carabidés, il est notamment corrélé à la sensibilité des espèces et à la qualité des milieux (Purtaufet *et al.*, 2005 ; Gobbi et Fontaneto, 2008)

Les méthodes qui permettent la détermination des régimes alimentaires sont variées, il y a :

- l'observation directe dans la nature, qui bien qu'elle soit difficile en raison des mœurs nocturnes et de la vie cachée de beaucoup d'espèces, cette méthode est cependant valable pour des espèces comme les cicindèles qui sont des prédateurs à activité diurne.

- l'observation au laboratoire. Elle est délicate, en particulier pour les Carabidés qui ne sont pas faciles à élever, vu que leur comportement alimentaire est souvent perturbé par la captivité. Wratten et al (1984) ont pourtant réussi, grâce à un équipement vidéo qui fonctionne en lumière infrarouge à laquelle l'insecte est insensible, à étudier le comportement de recherche des proies chez *Agonum dorsale*, espèce nocturne acidiphage.

En 1883, Forbes fut le premier à étudier le régime alimentaire des Carabidés par l'examen du contenu du tube digestif. Cet examen a été effectué ensuite par de nombreux auteurs (Davies, 1953 ; Skahravy, 1959 ; Dawson, 1965 ; Cornic, 1973 ; Luff, 1974 ; Lecordier, 1980 ; Loreau, 1983, 1986).

La reconnaissance des proies déchiquetées et partiellement digérées est parfois difficile. L'examen du contenu du tube digestif ne permet pas de différencier les proies consommées mortes de celles consommées vivantes. Elle ne s'applique pas aux espèces qui pratiquent la digestion liquide (Dajoz, 2002).

On peut distinguer trois grands modes trophiques chez les Carabidés. Les espèces prédatrices qui se nourrissent principalement de proies animales tels que, les mollusques (limaces et petits escargots), les larves d'autres insectes (taupins et diptères) ou encore les pucerons (Diwo et Rougon, 2004) et les espèces phytophages qui se nourrissent principalement de matière végétale, notamment de graines, de feuilles, de fruits et de champignons (Toft et Bildle, 2002) tandis que les espèces polyphages ont un régime mixte animal et végétal (Roume, 2011).

Dans une revue de synthèse portant sur les Carabidés, il a été précisé que sur 1054 espèces, 72,7% sont exclusivement carnivores, 7,9% sont phytophages et 19,3% sont polyphages (Lovei et Sunderland, 1996 ; Roume, 2011). Il est à signaler qu'il y a des prédateurs spécialisés comme les espèces du genre *Licinus*, et peut être l'ensemble des Licinini, cas des *Dicaeleus* et *Badister*, qui sont des prédateurs spécialisés de gastéropodes appartenant aux familles des Zonitidés, Hélicidés et Pomatidés (Brandmayr et Zetto Brandmayr, 1986). D'autres espèces sont des phytophages exclusives ou presque et sont souvent granivores appartenant aux tribus Harpalini et Zabrinini (Kotze et al., 2011) . Il existe, à de rares exceptions, des espèces ectoparasites, attachées aux genres *Brachinus*, *Pelecium*, *Lebia* et *Lebistina* (Weber et al., 2008).

Il est notoire que le spectre alimentaire des Carabidés est parfois totalement différent au cours du développement. Chez la même espèce, la larve et l'adulte peuvent avoir des régimes alimentaires différents c'est le cas par exemple des larves de *Synuchus nivalis* qui sont carnassières, alors que les adultes seraient principalement phytophages (Lindroth, 1986).

Selon Dufrêne (1992), le régime alimentaire varie aussi au cours du temps, tant dans sa composition que dans son volume en fonction des ressources disponibles et de l'état reproductif.

4.3. Reproduction et développement

La biologie de reproduction et du développement a été largement étudiée chez les Carabidés. Le caryotype de plus de 900 espèces est maintenant connu. Le nombre de chromosomes est généralement supérieur à 20. Cependant, il varie de $2n=85$ chez *Graphipterus serrator* à $2n=69$ chez *Zabrus mateui*.

Les trois valeurs les plus fréquentes sont $2n=24$, $2n=28$ et $2n=36$. Le nombre 24 se rencontre surtout chez les espèces de la tribu des Bembidiini et celui de 28 chez les Carabini.

Le nombre $2n = 37$ est réparti dans de nombreuses tribus et dans de nombreux groupes primitifs comme les Scaritini et les Patrobini.

Des espèces jumelles ont été découvertes chez les *Ceroglossus* du groupe de *Chilensis* à partir des différences observées dans les caryotypes et la structure de l'ADN.

Des chromosomes sexuels multiples sont présents dans des tribus comme les Cicindelini, cas de *Cicindela marocana* et *C. pseudomarocana* ayant pour formule chromosomique :

Chez le mâle $2n=23$, c'est-à-dire $9+9+XXXXY$

Chez la femelle $2n=26$ c'est à dire $9+9+8X$ (Dajoz, 2002).

4.3.1. Reproduction

Larsson (1939) fut le premier à reconnaître deux types principaux de cycles de reproduction chez les Carabidés. Les reproducteurs de printemps hibernent au stade adulte et la nouvelle génération qui apparaît en automne. Cette dernière peut selon les espèces, avoir une activité faible ou importante. Les reproducteurs d'automne hibernent à l'état de larves. Cette observation reposait uniquement sur l'examen des collections de musées.

Des travaux ultérieurs ont montré que les cycles de développement sont plus complexes.

Chez de nombreuses espèces de Carabidés, les adultes peuvent hiverner et se reproduire une seconde fois (Gilbert, 1956; Vlijm *et al.*, 1968; Schjøtz-Christensen, 1968; Krehan, 1970).

Schjøtz-Christensens (1965,1966) a montré que chez certaines espèces appartenant au genre *Harpalus*, les reproducteurs de printemps et d'automne peuvent fréquenter le même habitat.

Dans les régions tempérées, il est possible de distinguer, 5 types de rythmes annuels (Thiele, 1977; Paarmann, 1979; den Boer et den Boer-Daanje, 1990)

- Des reproducteurs de printemps dont les larves vivent en été et qui hibernent à l'état adulte.
- Des espèces à larves vivant en hiver et se reproduisant en été ou en automne, sans dormance à l'état adulte.
- Des espèces à larves d'hiver dont les jeunes adultes, qui apparaissent au printemps, doivent subir une phase d'estivation avant de se reproduire.
- Des espèces dont la période de reproduction est variable, chez lesquelles la reproduction peut avoir lieu soit au printemps soit en automne, et dont les larves semblent se développer aussi bien en été qu'en hiver
- 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. Mais on peut rencontrer Certaines espèces habitant les régions arides qui peuvent se reproduire en été c'est le cas des espèces *Thermophilum sexmaculatum* et *Graphipterus serrator* (Paarmann *et al.*, 1986; Dinter *et al.*, 2002).

Chez *Thermophilum sexmaculatum* il existe deux sous espèces , l'une au Nord du Sahara et l'autre au Sud. La sous espèce du Sud peut se reproduire d'une façon continue quelles que soit les conditions de températures auxquelles elle est soumise (Paarmann, 1977; Erbeling et Paarmann, 1986).

Dans les régions méditerranéennes de l'Europe certaines espèces possèdent des rythmes annuels semblables à ceux des espèces du Nord de l'Afrique par exemple les deux espèces granivores *Carterus calydonius* et *Carterus clypeatus* peuvent supporter les conditions de sécheresse de l'été et se reproduisent pendant l'été. Alors que d'autres espèces du genre *Ophonus* et *Pseudophonus* exigent une humidité plus élevée et se reproduisent en automne (Zetto Brandmayr, 1983 a,b).

Il existe d'autres types de reproduction dans les régions tropicales. Dans les régions périodiquement inondés du bassin de l'Amazone les travaux de Adis *et al.*, (1986) et Adis *et al.*, (1999) ont montrés que le rythme de développement est sous le contrôle des périodes des hautes eaux et basses eaux.

De façon générale, les cycles vitaux sont en réalité très hétérogènes et varient d'une espèce à une autre (Thiele, 1977 ; Den Boer et Den Boer-Daanje, 1990).

Ces variations sont parfois en relation avec l'habitat. En général, les hivernants larvaires dominent dans les milieux stables et prévisibles. Les habitats instables soumis à des inondations périodiques sont surtout dominés par des hivernants adultes. Le stade adulte se caractérise par une meilleure capacité répondant aux perturbations de l'environnement à l'opposé du stade larvaire (Dufrêne, 1992).

4.3.2. Développement

Les femelles des Carabidés pondent un nombre d'œufs variant de 5 à 10, atteignant jusqu'à plusieurs centaines chez les autres espèces.

Au laboratoire, le taux de fécondité est conditionné par la température et la disponibilité de la nourriture. Des insectes élevés à basse température et recevant une faible quantité de nourriture sont plus petits et se développent plus lentement que ceux qui sont élevés à une température plus élevée et qui reçoivent une plus grande quantité de nourriture (Van Dijk, 1994).

En général, il existe 3 stades larvaires suivis d'un stade nymphal chez les Carabidés. Les exceptions sont rares, cas de *Harpalus erraticus*, qui connaît deux stades larvaires et *Brachinus pallidusa* en a cinq. Chez *Thermophilum sexmaculatum* des zones arides de Tunisie et d'Algérie, le nombre de stade larvaire est seulement de deux. La réduction du nombre de stade larvaire chez cette espèce est considérée comme une adaptation à un milieu aride (Paarmann, 1979 ; Paarmann *et al.*, 1986).

Chez la plupart des espèces, les stades larvaires sont caractérisés par une mobilité assez réduite comparativement à celle des adultes et par une faible chitinisation. Cela explique que les larves et les nymphes sont plus sensibles que les adultes aux conditions du milieu, telles que le manque de nourriture ou la présence de prédateurs. La phase larvaire est donc considérée comme critique dans la survie des populations de Carabidés dans un endroit donné. Elle doit être d'autant plus longue pour les grosses espèces, puisque cette phase dure plus longtemps (Lövei et Sunderland, 1996).

5. Structure des communautés de Carabidés

Les premiers inventaires des espèces de Carabidés étaient souvent purement descriptifs visant seulement à associer une liste d'espèces à un type d'habitat donné, voire même à un groupement végétal (Dufrêne, 1992).

L'étude de l'écologie des Carabidés et de leurs réactions aux divers facteurs du milieu a surtout commencé avec l'œuvre de Lindroth (1949), consacrée aux Carabidés de Scandinavie, suivie par celle de Darlington (1952, 1971) sur les espèces de la Nouvelle Guinée et puis celle de Erwin (1981) sur les espèces d'Amérique du Nord.

La recherche des *preferendum* des coléoptères du sol vis-à-vis des divers facteurs abiotiques comme la température ou l'humidité permet souvent d'expliquer la répartition et l'abondance de ces insectes dans les divers milieux (Greenslade, 1965; Thiele 1964, 1977). A titre d'exemple, selon Eyre et Luff (1990), l'humidité du sol est le facteur-clé de la distribution des Carabidés. D'autres facteurs sont aussi impliqués tels que, le type de sol, la composition de la végétation (Dufrêne, 1992) et la disponibilité de la nourriture (Baker et Dunning, 1975 et Loreau, 1983). Selon Dufrêne (1992), seuls les facteurs environnementaux, sont souvent évoqués pour décrire la structure des communautés de Carabidés.

CHAPITRE 2

PRESENTATION DES ZONES D'ETUDES

Dans ce présent travail, nous avons étudié la faune de coléoptères carabiques ou carabidés de deux régions situées au Nord-est de l'Algérie, notamment le Parc National d'El Kala et la région de Tébessa appartenant respectivement aux étages bioclimatiques : méditerranéen humide et méditerranéen semi- aride.

1. Description du Parc National d'El Kala

Le Parc National d'El Kala (P.N.E.K), de 80.000 ha constitue un patrimoine naturel important par la richesse biologique de ses habitats. Cet éco-complexe est composé d'une mosaïque d'écosystèmes caractérisés par des zones humides dont l'ensemble constitue un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen.

En vue d'une gestion rationnelle et une protection de ses divers milieux, la région d'El Kala a été érigée en Parc National sous le décret n °83- 462 du 23 juillet 1983. Elle a en outre été classée en 1990, dans la catégorie du patrimoine national et culturel international et comme réserve de la biosphère par L'UNESCO (United Nations Educational Scientific and cultural organization)

A l'intérieur de ce Parc, sont situées deux, des plus belles zones d'expansion touristiques à savoir, la Messida et le Cap Rosa, ainsi que les lacs : Mellah (eau salée), Oubeïra(eau douce), et le lac Tonga (eau saumâtre). Ces deux derniers (Oubeira et Tonga) sont considérés comme sites d'importance internationale par la convention Ramsar (1971).

1.1. Situation géographique

Le P.N.E.K est situé à l'extrême Nord-est du Tell algérien à 80 Km à l'Est d'Annaba. Il est limité à l'Est par la frontière Algéro-Tunisienne, au Nord par la Méditerranée, à l'Ouest par les plaines d'Annaba et au Sud par les montagnes de la Medjerda. Ses coordonnées géographiques sont de 36°43'N à 36°57'N et de 7°43'E à 8°37'E.

Administrativement, il est inclus dans la wilaya d'El Taref et comprend les communes suivantes : Bouteldja, Aïn El Assel, El Kala, El Aioun, Bougous, Souarekh Roum, El Souk et Zitouna.



Figure 2.1. Situation géographique du Parc National d'El Kala(<http://www.elkala.com/?q=node/39>)

1.2. Milieu physique

1.2.1. Climat

Le P.N.E.K est sous l'influence d'un climat subhumide, variante à hiver tempéré à chaud (Emberger, 1955). Le climat se caractérise par une grande variabilité, une saison pluvieuse qui se concentre d'octobre à avril, avec un bilan hydrique positif, et une saison sèche de mai à octobre, avec un bilan hydrique négatif. L'ensemble de ces éléments caractérisent un climat forcé de type méditerranéen.

1.2.1.1. Température

La température est fonction de l'altitude, de la distance de la mer et de la position géographique (Toubal-Boumaaza, 1986). Les températures négatives les plus élevées sont enregistrées en altitude dans la zone montagneuse (massif d'El-Ghorra). Le minimum peut descendre jusqu'à -9°C . La saison est longue et la gelée blanche est importante.

Dans l'étage littoral, la saison chaude est bien marquée. Les températures maximales enregistrées en juillet et août sont généralement liées au sirroco. Cette coïncidence est souvent à l'origine d'incendies. D'après Seltzer (1946), les maximums sont plus élevés à l'Est qu'à l'Ouest (De Belair, 1990).

Selon les données enregistrées dans la station météorologique d'El Kala (36° 54'N, 8° 27' E) étalée sur une période de 16 années allant de 1985 à 2001 (Tableau 2.1 annexe), le mois d'août s'avère le plus chaud avec une moyenne de 28,05°C et un maximum de 33,33°C et décembre est le mois le plus froid avec une moyenne de 12,77°C et un minimum de 9,88°C.

1.2.1.2. Précipitations

Selon Seltzer (1946), les pluies qui tombent en Algérie étant pour la plupart influencées par le relief. Elles augmentent d'Ouest en Est .Le P.N.E.K se caractérise par une pluviométrie dont le total annuel varie entre 710mm et 910mm (Ouelmouhoub, 2005).

D'après les données recueillies dans la station météorologique d'El Kala au cours de la période 1985- 2001 (Tableau2.2Annexe), l'essentiel de la pluviosité est observé entre le mois d'octobre et le mois d'avril.

1.2.1.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien (1953,1957) montre que nous sommes en présence de deux saisons bien distinctes :

- Une saison humide (mi-septembre à mi-mai) où les précipitations l'emportent sur la température.
- Une saison sèche (mi-mai à mi-septembre) ou les précipitations sont déficitaires par rapport à l'évaporation. Le minimum s'observe en juillet et août.

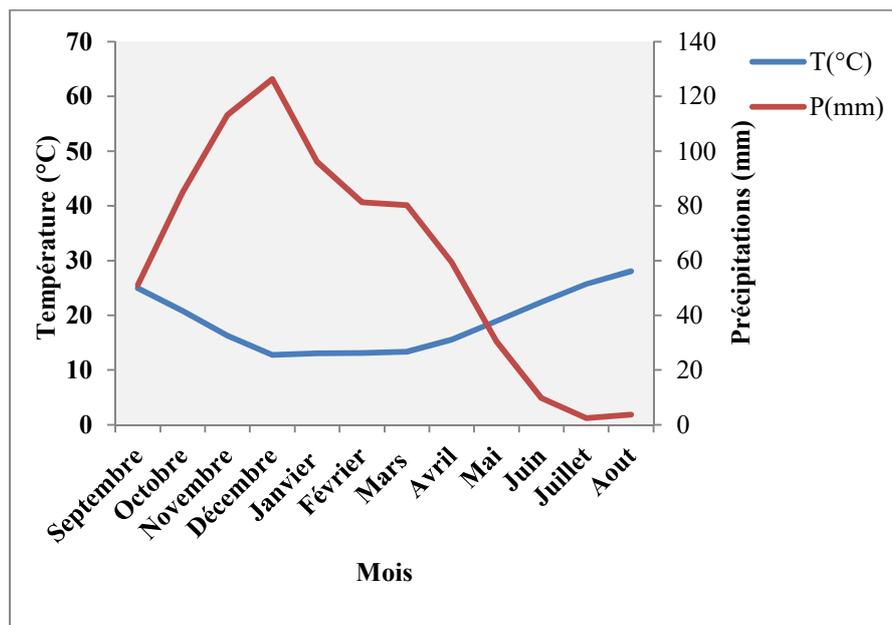


Figure 2.2. Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1985-2001).

1.2.1.4. Humidité de l'air

L'humidité de l'air est relativement élevée à proximité du littoral et atteint ses valeurs maximales au lever et au coucher du soleil durant les mois les plus froids et même la saison sèche (DeBelair, 1990) (Tableau 2.3. Annexe). Elle varie entre 70% et 81%. Ceci est dû probablement aux formations marécageuses et lacustres de la région, à sa proximité de la mer et à sa couverture forestière importante et diversifiée (Thomas, 1975).

1.2.1.5. Vents

Les vents sont généralement de direction Nord-ouest fréquents et sont les plus souvent violents. Leur fréquence diminue au printemps(tableau 2.4 Annexe). Cette diminution se caractérise par une augmentation des vents du secteur N-NE durant le printemps et plus encore en été (De Belair, 1990).

Les vents du secteur N-NE sont liés aux périodes de haute pression et donc de beau temps, alors que les vents Ouest-Ouest-Nord apportent les pluies de la période froide (automne, hiver) (DeBelair, 1990).

Durant la saison estivale, ce sont les vents chauds et secs qui dominent. Le siroco assèche l'atmosphère et favorise un déficit hydrique pour la végétation et contribue à la propagation de violents incendies de forêts (Ouelmouhoub, 2005).

1.2.2. Particularités géologiques

La région d'El Kala date de la formation de la chaîne tellienne. L'actuelle structure morphologique résulte d'une activité tectonique datant du tertiaire et du quaternaire. Cette diversité combinée à l'action de l'eau et du vent contribue jusqu'à présent au façonnement du relief (Marre, 1987).

Selon Joleaud (1936), l'époque tertiaire se distingue par la formation des argiles de Numidie qui sont datées de l'Eocène moyen. Ces argiles d'une épaisseur de 300m environ se sont développées dans le fond des vallées et en bordure des plaines, tandis que les grès de Numidie datant de l'Eocène supérieur reposent en concordance sur les argiles précédentes formant la masse principale des collines et la crête du djebel Ghorra. Par ailleurs, à l'époque tertiaire, il y a eu formation des dépôts fluviatiles constitués principalement de limons, de sables et de galets. Quant aux dépôts marins éolisés, ils sont formés par un amas dunaire issu de l'érosion par la mer des falaises gréseuses.

1.2.3. Sol

La pédogenèse est étroitement liée aux facteurs climatiques, à la nature du substrat et au couvert végétal.

L'étude des sols de la région d'El Kala permet de déterminer plusieurs types de sols dont les principaux sont les sols podzoliques insaturés à vocation forestière de chêne liège. Ils sont à structure granuleuse légèrement lessivée sans accumulation importante de la litière.

Les sols des marais occupent la partie centrale des différentes cuvettes, formés d'argile lacustres. Par ailleurs, il y a les sols des prairies marécageuses, les sols tourbeux non inondés, les sols alluvionnaires des oueds, les colluvions des pentes gréseuses et les sols dunaires.

1.2.4. Végétation

Le P.N.E.K est une région très diversifiée abritant une richesse spécifique remarquable. Selon De Belair (1990), le nombre d'espèces est de 850 espèces, constitué par 550 spermatophytes et

300 cryptophytes. Ce sont les angiospermes qui dominent. Quant aux gymnospermes, ils ne sont représentés que par deux familles, les Cupressaceae et les Pinaceae.

Cette richesse floristique est due à la situation de la région qui constitue un carrefour biogéographique, où se côtoient des espèces à affinité européenne, méditerranéenne, africaine et tropicale (Quezel et Santas 1962-1963)

La fixation des dunes littorales et leur valorisation biologique est tributaire d'une végétation abondante et diversifiée. Celle-ci est directement liée à la stabilité, l'influence des embruns maritimes et les fluctuations de la nappe phréatique.

Selon Thomas (1975), on distingue des espèces des dunes mobiles telles que *Euphorbia paralias* (L.) 1753, *Diotis maritima* (L.), *Agropyron littorale* (Host), *Calystegia soldanella* (L.) et *Cakilea egyptiaca* (L.).

les espèces psammophiles telles que *Ammophila arenaria* (L.), *Medicago marina* (L.) et *Eryngium maritimum* (L.) et celles des dunes en voie de formation représentées par le groupement d'*Ammophila arenaria* (L.) qui colonise les sables qui ne sont jamais atteints par les vagues.

Les groupements des dunes consolidées sont formés par le groupement à *Juniperus*. Au niveau du groupement, on retrouve toujours les espèces pionnières et les espèces des dunes mobiles. À l'Est du Parc, sur les dunes du lac Tonga, ce groupement est dominé par *Juniperus oxycedrus* (L.). Cependant à l'Ouest, au niveau de la vieille calleeet du lac Mellah, on retrouve *Juniperus phoenicea* (L.).

le chêne kermès *Quercus coccifera* (L.) apparaît le plus souvent sous forme de maquis climacique dans les zones dunaires (Bougherara, 2010)

Thomas (1975) signale la présence d'un faciès littoral de l'association *Pinetum halepensis* (Mill.). Ce groupement est essentiellement présent sur les versants Sud-sud-est des dunes du lac Mellah, donc à l'abri des embruns marins et des vents dominants froids du Nord-ouest.

Concernant la végétation lacustre Lefranc (1865) a répertorié un grand nombre d'espèces parmi lesquelles figurent *Nymphaea lutea* (L.), *Myriophyllum verticillatum* (L.) et *Potamogeton oblongus* (Viviani).

Selon Kadid (1989), De Belair (1990) et Miri (1996), le nombre d'espèces est voisin de 100, dont les principales sont: *Callitriche stagnalis* (Scop.), *Echinochloa crus-galli* (L.), *Ranunculus aquatilis* (L.), *Iris pseudacorus* (L.), *Juncus acutus* (L.), *Juncus maritimus* (Lam.), *Phragmites australis (communis)* (Cav.) et *Mentha aquatica* (L.).

Les forêts représentent un peu plus de la moitié (57%) de 305000 hectares que compte la superficie de la wilaya d'El Tarf (174000). Ceci met en évidence l'étendue de la couverture végétale et la place qui revient au secteur qui s'en charge de la protection de la nature. Ce chiffre concerne toutes les formations végétales, aussi bien les forêts proprement dites que les pelouses qui bordent les zones humides ou couvrent les dunes littorales. Les chênes sont dominants avec 2000ha de chênes zen couvrant les reliefs dans les secteurs au-delà de 800 mètres d'altitude, le chêne liège et sa forme dégradée et le maquis se partagent équitablement quelques 130000 hectares. Les ripisylves avec les peupliers, l'orme et le frêne, et l'aulnaie se partagent aussi un peu plus de 3000 hectares (Ouelmouhoub, 2005).

1.2.5. Faune

La diversité des habitats rencontrés au sein du Parc a pour conséquence la présence d'une faune particulièrement riche et diversifiée. En effet, les principaux groupes systématiques y sont rencontrés, à savoir les mammifères, les oiseaux et les reptiles.

Les oiseaux constituent la richesse faunistique la plus spectaculaire du Parc. Ils sont représentés par 189 espèces d'oiseaux dont 21 rapaces. Il y a 61 espèces protégées par le décret présidentiel du 20 août 1983, complété le 17 janvier 1995 (Benyacoub *et al.*, 1998). Le chiffre constitue presque la moitié (46,78%) du nombre total d'espèces aviennes que compte le pays, soit 404 espèces.

Concernant les mammifères, leur effectif ne cesse de régresser suite à l'action humaine destructrice. Ils sont représentés par 34 espèces dont 14 d'entre elles, sont protégées par la loi. Parmi ces espèces, le cerf de Barbarie qui est le mammifère le plus précieux de la région. Cette dernière relique des grands cervidés africains, se trouve confiné dans les suberaies qui représentent son habitat idéal. Pour éviter son extinction définitive et assurer son élevage continu, une réserve cynégétique a été installée au sein de la réserve de Brabtia du P.N.E.K. Quant aux reptiles Rouag (1999) ; Rouag et Benyacoub (2006) signalent la présence de nombreuses espèces dans le Parc.

Samraoui *et al.* (1992), De Belair et Samraoui (1994) ont mis en évidence la présence de plusieurs espèces d'insectes appartenant aux ordres suivants : odonates, coléoptères et hémiptères.

1.3. Description des sites d'étude

Etant donné l'ampleur des études à entreprendre sur ce Parc, notre contribution s'est limitée à 9 sites.

1.3.1. Lac bleu

C'est un lac d'eau douce de quelques hectares, alimenté par une nappe phréatique. Il est localisé dans une formation dunaire. La végétation aquatique émergée est constituée d'une ceinture de phragmites, de scirpes et de nénuphars. Les rives du lac sont jalonnées en partie par des aulnaies (Neffar, 1991).

1.3.2. Lac Oubeïra

Le lac proprement dit ayant une superficie de 2600 ha, est limité au Nord par les crêtes septentrionales, le djebel Boumerchen au Nord-est, à l'Est par les monts d'El Kala. C'est un lac d'eau douce, alimenté essentiellement par Oued Messida, et une série de Châabets, se trouvant à sec pendant l'été, l'alimente au Nord-Est. Les berges du lac présentent des espèces variées, telles que *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*, *Typha latifolia* (L.), *Typhaangustifolia* (L.), *Scirpus lacustris* (L.), *Myriophyllum spicatum* (L.), *Ceratophyllum demersum* (L.), *Nymphaea alba* (L.) (Hariahem, 1987). Ce site est surtout réputé pour sa châtaigne d'eau *Trapa natans* (L.) qui donne une couleur rouge caractéristique (Miri, 1996). Notons également, sur le bassin versant du plan d'eau, la présence de quelques formations végétales à base de chêne liège, de peuplier noir, de saule et de frêne.

1.3.3. Réserve Brabtia

Cette réserve présente une surface clôturée de 200ha (depuis 1983). Elle était destinée à la conservation du cerf et de son développement naturel en vue de son repeuplement. Dévié de son objectif initial, elle a été orienté progressivement en zoo. La réserve de Brabtia recèle entre autre une végétation diversifiée. On rencontre en abondance des maquis arborés à chêne liège, où la strate buissonnante est très dense, composée essentiellement de *Erica arborea* (L.), *Pistacialentiscus* (L.), *Chamaerops humilis* (L.), *Myrtus communis* (L.) et *Cystussal vifolius* (L.). La strate herbacée est constituée d'*Asphodelus microcarpus* (L.) et *Virgineamaritima*.

On signale donc, l'existence de prairies humides où s'installent *Juncus maritimus*(Lam), *Scirpuscernius* (Vahl), *Paspalum distichum* (L.), *Rumex pulcher* (L.), et *Plantago coronopus*

(L.). Parmi la végétation ripysive, on distingue également : *Laurus nobilis* (L.), *Populus alba* (L.), *Salix pedicelata* (L.) et *Alnus glutinosa* (L.) (De Belair, 1990).

1.3.4. Lac Mellah

Le lac est une lagune marine, dont le niveau est à la côte (Joleaud, 1936). Ce lac est en relation avec la mer par un chenal.

Le bassin de ce lac est dissymétrique : collines gréseuses à l'Ouest et au Sud et dunes à l'Est. Ce qui explique la dissymétrie de ses affluents. Les principaux affluents qui l'alimentent sont oued Bouaroug et oued Mellah (Morgan, 1982). L'extrémité du lac est occupée par une plage de sable blanc en croissant.

Deux flores algales sont rencontrées habituellement dans le lac, les Destimidés près des oueds et les Myxophycées et les Diatomées loin des oueds (Gauthier, 1928 ; Retima 1999, Messerer 1999). La végétation du lac est peu diversifiée. Elle est réduite à une ceinture de *Juncus maritimus* (Lam.) mélangée aux *Tamarix gallica* (L.), *Anthemis maritima*, *Salicornia europea* (Fem. et Brack.), *S. arabica* (L.), *Atriplex portulacoïde* (L.) et *Limonium densiflorum* (Mill.) entourant le lac (Gauthier, 1932). Nous rencontrons aussi *Juncus acutus*, *Ranunculus baudotii* (L.), *Bellis repens* (L.), *B. annua* (L.), *Centaurium maritimum* (Hill.) (Morgan, 1982).

1.3.5. Marécage Mellah

Le marécage occupe une superficie importante se situe à quelques kilomètres de la plage de sable du lac Mellah qui occupe la partie Nord. Cette zone marécageuse est dominée par *Juncus maritimus*.

1.3.6. Suberaie

C'est une formation de Chêne liège (*Quercus suber*) située au Nord-est du lac Oubeïra se développant de manière inégale selon l'humidité stationnelle. Les arbres sont de taille modeste, 4 à 6 m de haut. La strate buissonnante est un maquis caractérisé par le cortège typique de ce genre de formation. *Pistacia lentiscus* (L.), *Myrtus communis* (L.), *Erica arborea* (L.), *Arbataunedo* (L.), *Genista ferox* (L.), *Calycotom evillosa* (Rouag et Benyacoub, 2006).

1.3.7.Eucalyptaie

Elle est située à l'Ouest du lac Oubeïra. C'est une forêt de reboisement caractérisée par la présence de *Calycotom villosa*, *Genistaferox*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Rubus ulmifolius* (Schott.) (Rouag et Benyacoub, 2006).

1.3.8.Pinède à pin maritime

Le pin maritime croît sur les collines sublittorales où il trouve les sols siliceux. Il est à la base de *Pinus pinaster* sp *maritima*. Les arbres atteignent une hauteur maximale de 10m et un recouvrement moyen de 60%. Le sous-bois est composé de *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, et *Halimifolium* sp (Rouag et Benyacoub, 2006).

1.3.9.Cocciferaie

Le groupement à *Quercus coccifera* prospère sur plus de 1500 ha du cordon dunaire. Ce groupement est essentiellement confiné aux expositions Nord du lac Mellah.

2. Description de la région de Tébessa

Dans le schéma classique de l'Algérie du Nord, les zones steppiques se situent directement au Sud des chaînes telliennes et au Nord des chaînons les plus méridionaux de l'Atlas saharien. On peut distinguer deux unités de relief bien distinctes :

- ✓ Les hautes plaines sud-oranaises et sud-algéroises se prolongent à l'Est par le bassin du Hodna et les hautes plaines sud-constantinoises.
- ✓ Au Sud, faisant transition avec les vastes étendues sahariennes, deux systèmes montagneux bien différents se relaient de l'Ouest vers l'Est : l'Atlas saharien et les monts des Aurès et Nememcha.

De part et d'autre du bassin subsidient du Hodna, deux ensembles comprennent chacun, une zone de plateau ou hautes plaines, bordée au Sud par une barrière montagneuse.

- ✓ Les steppes occidentales à l'Ouest : hautes plaines Sud-oranaises et Sud-algéroises avec l'Atlas saharien. Ces hautes plaines forment un vaste ensemble dont l'altitude, décroît progressivement de la frontière marocaine (1200m) à la dépression du Hodna (400m).

L'Atlas saharien (monts des Ksours, Djebel Amour, Monts des Ouled Nail, Monts du Zab) est un alignement de relief orienté SO-NE. Leur altitude décroît également d'Ouest en Est de plus de 2000 mètres dans les Ksours à 1000m environ au Sud du Chott El Hodna.

- ✓ Les steppes orientales : à l'Est du Hodna, s'étendent les hautes plaines Sud-constantinoises dont l'altitude est relativement stable (900 à 1200m) avec, au Sud, le massif des Aurès et son prolongement oriental des Nememcha (Le Houerouet *al.*, 1977).

2.1. Situation géographique

La wilaya de Tébessa avec ses 13878 km² se rattache naturellement aux steppes orientales des hautes plaines Sud-constantinoises. Elle se trouve à une altitude de 860m, longitude (8°07'E) et latitude (35°24') (Figure 3.3). Elle est limitée :

- Au Nord par la wilaya de Souk-Ahras,
- A l'Ouest par la wilaya d'Oum El Bouaghi et Khenchela,
- A l'Est, sur 300km de frontière, par la Tunisie,
- Et au Sud, par la wilaya d'El Oued.

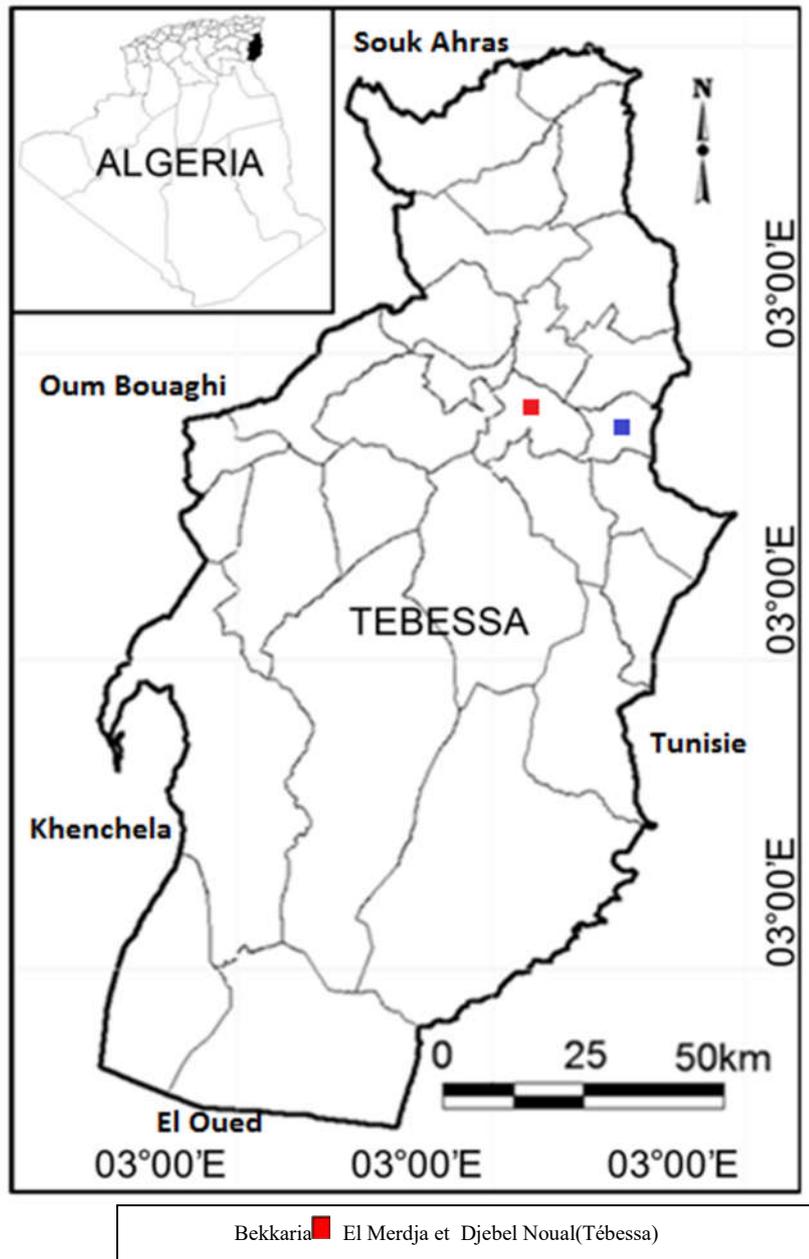


Figure 2.3. Situation géographique de la région de Tébessa

2.2. Climat

La région de Tébessa fait partie du haut plateau tellien de l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par un hiver froid et un été très chaud.

En se basant sur les données climatiques provenant de la station météorologique de Tébessa, l'analyse des variations mensuelles des précipitations et des températures sur une période de 38 ans (1972-2010) montre que la température moyenne est de l'ordre de 16,05°C avec un maximum au mois de juillet (26,50°C) et un minimum au mois de janvier (6,87°C). Les précipitations sont de l'ordre de 375mm. Le mois le plus arrosé est le mois de septembre avec

une moyenne mensuelle de 42,75 mm alors que le mois le moins pluvieux est juillet avec une moyenne de 12,85 mm (Tableau 2.5 Annexe).

2.2.1. Température

Profondément enchâssée à l'intérieur des terres et séparée de la mer par une barrière quasi-continue de montagnes, l'Algérie steppique connaît un régime thermique contrasté de type continental. L'amplitude thermique annuelle y est partout supérieure à 20°C (Le Houerou *et al.*, 1977).

2.2.2. Précipitations

Les précipitations annuelles sont en général faibles. D'après les données analysées par Seltzer (1946), les hautes plaines Sud-constantinoises reçoivent en moyenne entre 200 à 400 millimètres par an. La répartition saisonnière est marquée par les pluies d'automne.

2.2.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (Figure 2.4) montre que la saison sèche s'étend de la fin du mois de mai jusqu'à la mi - septembre.

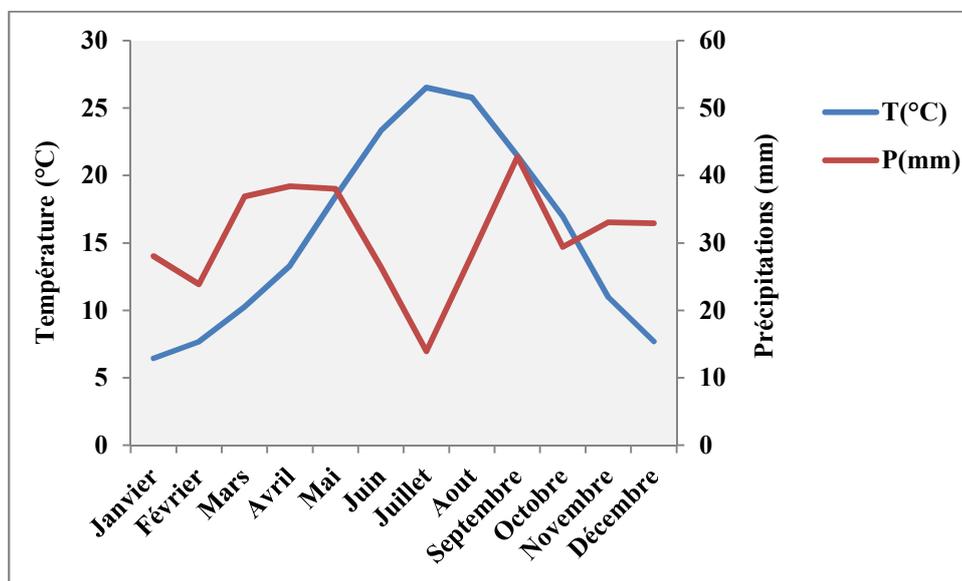


Figure 2.4. Diagramme ombrothermique de la région de Tébessa (1972-2010).

2.2.4. Humidité de l'air

L'humidité de l'air diminue à chaque fois que la latitude diminue. Le sirroco (vent asséchant) agit sur l'humidité de l'air (BNEDR, 1994)

2.2.5. Vents

Le vent souffle Nord-ouest (N-W). Il souffle le long du couloir de la plaine Tébessa-Morsott (ElMerdja) orienté Nord-ouest à Sud-est. Les vents dominants soufflent du Nord-ouest le long de la dépression de la plaine de Tébessa-Morsott (BNEDR, 1994)

2.3. Sol

La zones steppique regroupe les sols minéraux bruts, sols très peu évolués, les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques, les sols isohumiques et les sols halomorphes (Halitim, 1988). La région de Tébessa regroupe les sols calcimagnésiques qui regroupent les sols carbonatés.

2.4. Végétation

La région de Tébessa est dominée par les 4 grands types de formation végétales (Djebaili, 1984).

- Les steppes graminéennes à alfa (*Stipa tenacissima* L.). Ces steppes colonisent tous les substrats géologiques de 400 à 1800m d'altitude (Aidoud et Nedjraoui, 1992).

- Les steppes à Chamaephytes, à armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso.), Ce type de steppe s'étale sur les zones d'épandage dans les dépressions et sur les glacés encroutés avec une pellicule de glaçage en surface.

- Les steppes à halophytes. La nature des sels, leur concentration et leur variation dans l'espace vont créer une zonation particulière de la végétation halophile autour des dépressions salées. Les espèces les plus répandues dans ces formations sont :

- *Atriplex halimus* (L.) *Atriplex glauca* (L.), *Suaedafructicosa* (Forssk.), *Frankenia thymifolia* (L.), *Salsola sieberi* (L.) et *Salsola vermiculata* (L.).

- Les steppes dégradés et post culturaux : *Peganum harmala*, *Astragalus armatus*, *Noaea micronata*.

La plupart de ces steppes peuvent se présenter en formations pures ou mixtes. Ainsi des ligneux peuvent être mêlés à ces steppes.

Les forêts occupent une superficie de 171000ha. On rencontre principalement des plantations de pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

Les terres agricoles occupent une superficie importante dans la région. Les principales productions sont les céréales, les cultures maraîchères, et à un degré moindre les dattes au niveau de la zone sud.

2.5. Description des sites d'étude

L'étude a été effectuée au sein de trois localités situées au niveau de la région de Tébessa notamment, Djebel Noual, la plaine d'El Merdja et Bekkaria.

2.5.1. Djebel Noual

Cette localité est située au Nord-ouest de la wilaya de Tébessa (35°25 N, 8°03'E, Altitude : 815m). Une grande partie de ces terres est occupée par des cultures de céréales (blé et orge). Le sol est à texture limono-sableuse, presque dénudé. Les espèces végétales dominantes sont *Artemisia herbaalba*, *Artemisia campestris* (L.), *Cynodon dactylon* (L.), et *Rosmarinus officinalis*(L.).

2.5.2. Plaine El Merdja

La plaine El Merdja est localisée au Nord-est de la wilaya de Tébessa (35°24' N, 8°08'E, Altitude : 855m). Elle est limitée à l'Est par la route nationale qui mène à ElKouif, à l'Ouest par l'aéroport de Tébessa et au Nord par Djebel Dyr.

Cette plaine est traversée par une nappe phréatique, ce qui lui confère une certaine humidité.

Le sol est salé à texture limono-argileuse permettant l'installation d'une halophyte dominante notamment : *Atriplex halimus*, associée à un cortège floristique composé de : *Juncus striatus*(L.), *Hordeum murinum* (L.), *Lolium tumulentum*(L.) , *Anagalis monelli* (L.).

2.5.3. Bekkaria

Cette localité localisée au Nord-ouest de la wilaya de Tébessa(35°21 N, 8°15'E, Altitude : 1028m). Elle est constituée d'une plantation de pin d'Alep (*Pinus halepensis*). D'une superficie de 5200 ha qui s'étend entre 970m pour le peuplement des plaines et 1500m pour le peuplement montagnard. A ce pin d'Alep, s'y trouvent associées certaines plantes basses

caractéristiques des milieux secs telles que : *Cynodon dactylon*, *Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba alba*. Le sol est de type limono-sableux.

Cette localité est traversée par un oued principal, oued Bekkaria qui prend sa source du sommet du massif forestier. Durant la saison pluvieuse (automne ou hiver), le lit des Chaâbat se gonfle d'eau pour déverser leurs crues dans les torrents naissants. Après quelques heures ou une journée, l'oued est à nouveau sec ou draine une lame d'eau de quelques cm.

CHAPITRE 3

MATERIEL ET METHODES

1. Période d'étude

L'étude menée dans le Parc National d'El Kala s'est déroulée sur quatre années successives (1997- 2000) en raison d'un prélèvement mensuel.

Dans la région de Tébessa, la récolte des spécimens a été effectuée chaque semaine depuis l'année 1998 jusqu'à l'année 2001, exception faite pour la station de Djebel Noual, dans laquelle, les prélèvements se sont limités uniquement à la période 1998 -1999, à cause des travaux qui se sont lancés à l'époque (2000-2001)(construction d'une route).

Notons que durant les années 2000 et 2001, les prélèvements ont été réalisés uniquement à partir du mois de janvier jusqu'au mois d'août.

2. Méthode de capture de la faune

Dans cette thèse, nous avons combiné trois méthodes de capture : les pièges Barbers, la chasse à vue et le filet à papillon.

2.1. Les pièges Barbers

Les pièges Barbers ou pitfalltraps est une méthode fréquemment utilisée pour l'étude de la faune des arthropodes du sol et particulièrement les coléoptères terricoles (Raïno et Niemelä, 2003). Il s'agit d'une méthode de capture passive, liée à l'activité des espèces sur le sol (Southwood, 1988). De ce fait, les espèces peu mobiles ne sont peu, voire pas capturées par ce dispositif. Les pièges Barbers présentent les avantages pratiques d'être facilement et rapidement mis en place. Ils sont actifs en permanence, et permettent donc des captures en continu sur plusieurs jours, même durant des périodes où il serait difficile de prospecter manuellement (intempéries, nuit).

Pour ce faire, des pièges en aluminium ayant un diamètre de 10cm ont été employés. Dans chaque milieu d'étude 3 unités d'échantillonnage ont été disposées. Une unité d'échantillonnage est composée de 4 pièges. Ces derniers ont été remplis à moitié d'acide acétique dilué à 30% disposés au sommet d'un carré de 5m de côté (Figure 3.1)

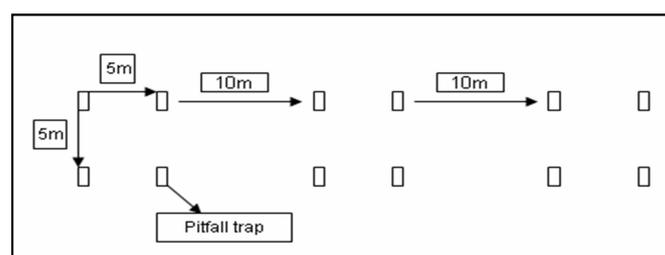


Figure 3.1. Schéma du dispositif expérimental installé dans les sites d'étude.

2.2. Chasse à vue

Cette méthode consiste à explorer en détails les différents micromilieus constituant le biotope afin d'obtenir la liste complète des espèces.

Généralement la faune se cache dans différents abris, le prélèvement consiste donc à gratter le sol, soulever les pierres, les morceaux de bois, les cadavres échoués et les laisses végétales.

2.3. Filet à papillon

Le filet à papillon a été indispensable dans la capture de la faune qui vole, notamment les cicindèles.

3. Identification de la faune

Les différents spécimens capturés ont été dans un premier temps triés en morpho-espèces, débarrassés des éventuels débris fixés sur leurs téguments ou accrochés à leurs appendices avant de les ranger en fonction de leurs lieux de provenance.

Les spécimens ont été identifiés en utilisant les clés de détermination de Bedel (1895) et d'Antoine (1955- 1962).

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.

Certaines espèces appartenant à la sous famille des Harpalinae ne sont identifiables de façon certaine que par un examen des pièces génitales mâles. Pour cela, nous avons adopté la technique suivante :

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, on lave l'organe copulateur 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.

4.Choix des stations

4.1. Parc National d'El Kala

Pour établir un inventaire complet, nous avons prospecté une grande partie du territoire du Parc. Nous avons délimité des stations dans des sites littoraux, lacustres et collinaires basses. Nous avons également stratifié la végétation sur la base d'un critère d'ouverture en échantillonnant des milieux ouverts et des milieux fermés. Les milieux sélectionnés sont les suivants :

4.1.1. Milieux ouverts

- Bordure du lac bleu
- Bordure du lac Oubeïra
- Bordure de l'Oued Bouarougde la réserve Brabtia
- Plage du lac Mellah
- Marécage du lac Mellah.

4.1.2. Milieux fermés

- Suberaie (Chêne liège)
- Eucalyptaie
- Pinède à Pin maritime
- Dune à cocciferaie (Chêne kermès)

4.2. La région de Tébessa

Le choix des stations d'étude s'est effectué suite à des prospections sur terrain. Sur la base des renseignements recueillis, nous avons opté pour 3 stations qui diffèrent par la nature du couvert végétal et du substrat.

Les deux premières stations sont délimitées dans deux formations steppiques, l'une à base d'halophytes dominées par l'espèce *Atriplex halimus* et l'autre à base de composées dominées par l'espèce *Artemisia herba alba*. La troisième station se localise dans une zone céréalière (blé et orge).

5. Analyses statistiques

Les communautés ont tout d'abord été comparées au niveau de l'abondance et de la richesse. L'abondance se définit comme le nombre de Carabidés (d'individus) capturés, alors que la richesse est le nombre d'espèces contractées au moins une seule fois au terme de N relevés effectués (Blondel, 1979).

L'indice de Shannon –Weaver (H') a été calculé en cumulant l'échantillonnage quantitatif et qualitatif. Cet indice permet de calculer une probabilité de densité associée à l'abondance relative des espèces (Fath et Cabezas, 2004), selon la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Où : P_i représente le nombre d'individus de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus recensés (N) :

Cet indice renseigne sur la diversité des espèces d'un milieu étudié. Il varie de 0,5 à 4,5. 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).

Pour estimer et comparer la diversité, on a utilisé l'indice d'équitabilité (E) rapportant 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 se calcule suivant l'équation :

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

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

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il tend vers zéro ($E < 0,5$), 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, 1981).

Pour comparer la composition des communautés prises deux à deux, nous avons calculé le coefficient de corrélation de Pearson grâce au logiciel Stat Excel 2011.

Les valeurs obtenues sont groupées dans une matrice de proximité pour mieux visualiser les affinités entre les communautés. La matrice des données est interprétée par la méthode des dendrogrammes.

Une analyse factorielle des correspondances a été effectuée. Cette analyse comporte un ensemble de calculs effectués dans des espaces de mathématique multidimensionnels. Elles visent une représentation graphique de l'essentiel de l'information contenue dans des tableaux de contingence. Leur utilisateur ne travaille pas sur les valeurs absolues des tableaux initiaux mais sur des valeurs relatives extraites d'un tableau réduit (Mehenni, 1993).

Notons que toutes les analyses statistiques ont été effectuées en combinant les trois méthodes de captures de la faune.

Le cycle d'activité et la phénologie des espèces reposent sur la méthode de capture par piège Barber.

6. Traits biologiques et écologiques

La répartition des traits dans les différents types de milieux a été étudiée afin de répondre à des questions bien précises sur la sélection de traits par les conditions du milieu. Pour ce faire, la proportion des espèces présentant certains traits d'intérêt 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 milieux.

Les traits auxquels nous nous sommes intéressés sont : l'exigence des espèces vis-à-vis de l'humidité, le type alaire, la taille, le régime alimentaire et le type de reproduction.

Pour ce qui est de l'exigence des espèces vis-à-vis de l'humidité, le régime alimentaire et le type alaire, nous avons consulté les références suivantes : Bedel (1895), Jeannel (1941, 1942), Antoine (1955- 1962), et Maachi (1999).

Concernant la taille, nous avons mesuré la longueur du corps de chaque espèce depuis l'extrémité du clypeus (ou du labre) jusqu'à l'extrémité de l'abdomen .

Pour déterminer le type de reproduction, nous nous sommes basé sur la période de ponte et la période d'émergence. Afin de nous renseigner sur l'état de l'ovaire (période de ponte) une dissection des femelles a été indispensable. La technique est semblable à celle utilisée dans l'étude des pièces génitales mâles. Nous avons disséqué 10 femelles pour les espèces communes et 5 pour les plus rares.

Les individus immatures sont reconnus par leurs cuticules fragiles et dépigmentées.

CHAPITRE 4

RESULTATS ET DISCUSSION

Partie 1

Composition faunistique et biogéographie

1. Composition faunistique

1.2. Inventaire faunistique

Les espèces de Carabidés recueillies et identifiées sont présentées selon l'ordre systématique des sous familles et la nomenclature proposée par Lawrence et Newton (1995) ; Ball *et al.*, (1998).

Au total 102 espèces ont été répertoriées dans les deux zones d'étude. La région de Tébessa s'est avérée plus riche en Carabidés (70 espèces) comparée au Parc national d'ElKala (57 espèces), conséquence, peut être due au nombre de prélèvements effectués, qui a été plus élevé dans la première zone.

En réalité, le P.N.E.K abrite un nombre plus élevé d'espèces, vu la grande diversité de ces écosystèmes par rapport à la région de Tébessa. A titre comparatif, 76 espèces de Carabidés y ont été déjà recensées par Ouchtati (1993).

Le peuplement global est constitué de 7 sous familles inégalement réparties : Les Cicindelinae (6,93 %), les Carabinae (4,95%), les Scaritinae (4,95%), les Broscinae (0,99%), les Trechinae (3,96%), Les Harpalinae (72, 27%) et les Brachininae (5,94%).

1.2.1. Liste des espèces inventoriées

Notons que dans la liste de cet inventaire, figurent des espèces qui ont été récoltées dans d'autres milieux mais faisant partie du P.N.E.K et de la région de Tébessa.

Cicindelinae

Cicindelacampestris Linné 1758

Cicindela flexuosa Fabricius 1787

Cicindela lunulata Fabricius 1781 *splittoralis* Fabricius 1787

Cicindela maura Linné 1758

Cicindela melancholica Fabricius 1798

Cicindela truquii Guerin 1885

Carabinae

Macrothorax morbillosus Fabricius 1792 spp *morbillosus*

Eurycarabus faminii Dejean 1826

Campalita olivieri Dejean 1831

Campalita maderae Fabricius 1775

; *Nebria Andalusia* Rambur 1837

Scaritinae

Siagona europaea Dejean 1826

Siagona rufipes Fabricius 1792

Distichus planus Bonelli 1813

Scarites buparius Forster 1771

Dyschirius sp

Broscinae

Broscus politus Dejean 1826

Trechinae

Tachyselongatulus Dejean 1831

Trechus rufulus Dejean 1831

Ocydromus andreae Fabricius 1785 spp *atlantis* Antoine 1943

Ocydromus dahli Dejean 1831 spp *nordaficanus*, De Monte 1949

Harpalinae

Poecilus quadricollis Dejean 1828

Poecilus vicinus Levrat 1859

Poecilus srenulatus Dejean 1828

Poecilus purpurascens Dejean 1828

Poecilus decipiens Walth 1835

Angoleus nitidus Dejean, 1828

Angoleus srenatus Dejean 1828

Omaseus elongatus Lucas 1846 spp *tingitanus* Lucas 1846

Percus lineatus Dejean 1828

Orthomus abacoide Lucas 1846

Agonum numidicum Lucas 1849

Agonum nigrum Dejean 1828

Agonum marginatum Linné 1758

Anchus ruficornis Goeze, 1777

Odontonyx fuscatus Dejean 1828

Calathus circumseptus Germar 1824

Calathus mollis Marshamm 1802 spp *pencaustus* Fairmaire , 1868
Calathus melanocephalus Linné 1758 spp *antoinei* Puel , 1939
Calathus fuscipes Goeze 1777 spp *Algiricus* Gautier , 1866
Pristonychus algerinus Gorry 1833
Pristonychus deneveui Fairmaire 1858
Sphodrus leucophthalmus Linné 1758
Zabrus brondeli Reiche 1869
Amara aenea De Geer 1774
Amara rufipes Dejean 1828
Celia fusca Dejean 1828
Celia cotyi Coquerel 1859
Paracelia simplex Dejean 1828
Amathitis rufescens Dejean 1829
Anisodactylus heros Fabricius 1801
Anisodactylus virens Dejean 1829
Carterus dama Rossi 1792
Carterus debilis La brulerie 1873
Carterus rotundicollis Rambur 1842
Carterus interceptus Dejean 1831
Odontocarustricuspidatus Fabricius 1792
Ditomus opacus Erichson 1841
Ditomus sphaerocephalus Olivier 1795
Ditomus clypeatus Rossi 1790
Eriotomus villosulus Reiche 1859
Ophonus rotundicollis Rambur 1842
Ophonus pumilio Dejean 1829
Harpalus punctatostriatus Dejean 1829
Harpalus lethierryi Reiche 1859
Harpalus attenuatus Stephens 1829
Harpalus fuscipalpis Sturm 1818
Harpalus serripes Quensel 1806
Harpalus tenebrosus Dejean 1829
Harpalus oblitus Dejean 1829
Harpalus siculus Dejean 1829

Harpalussulphuripes Germar 1824
Acinopusgutturosus Buquet 1840
Acinopussabulosus Fabricius 1792
Acupalpus maculatus Shaum 1860
Dregusglebialis Coquerel 1858
Parophonushispanus Rambur 1838spp*marrocanus* Schauberger 1932
Stenolophusteutonus Schrank 1781
Stenolophusmixtus Herbst 1784
Dinodesdecepiens Dufour 1820
Chlaeniellusolivieri Crotch 1870
Chlaeniusvelutinus Duftschmidt 1812
Chlaenius spoliatus Rossi , 1790
Trichochlaeniuschrysocephalus Rossi 1790
Trichochlaeniusaeratus Quensel 1806
Epomiscircumscriptus Duftschmidt 1812
Lonchosternusmauritanicus Lucas 1846
Licinuspunctatulus Fabricius 1792
Lebiacyanocephala Linné 1758
Cymindissetifensis Lucas 1842 spp. *setifensis*
Syntomusfuscomaculatus Motschoulsky 1844
Zuphiumolens Rossi 1870
Dryptadendata Rossi 1790
Dryptadistincta Rossi 1792
Graphipterusserrator Forskal 1775
Graphipterusexclamationis Fabricius 1792

Brachininae

Brachinusimmaculicornis Dejean 1825
Brachinussclopeta Fabricius 1792
Brachinuscrepitans Linné 1758
Brachinuspsophia Apfelbeck 1904
Brachinusexhalans Rossi 1792
Brachinushumeralis Ahrens 1812

1.2.2. Description de l'organe copulateur mâle de quelques espèces

L'étude de l'organe copulateur des mâles a été indispensable pour l'identification de certaines espèces appartenant à la sous famille des Harpalinae. Nous avons photographié et schématisé l'organe copulateur des espèces suivantes :

a-Poecilus vicinus

Organe copulateur peu arqué, l'apex peu infléchi vers le bas (Figure 4.1.b)

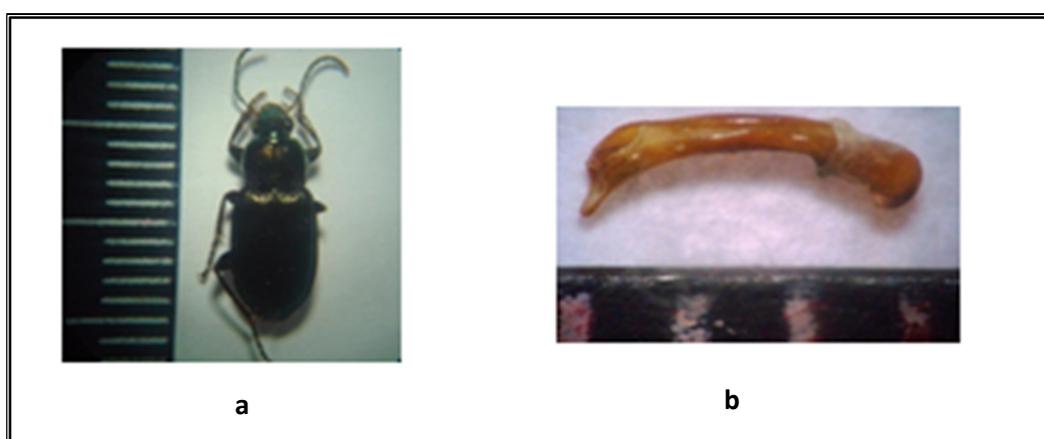


Figure 4.1.a :Adulte *Poecilusvicinus* (Gr x 10,5) ;**b** : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45)

b- Poecilus purpurascens

Organe copulateur plus petit et plus arqué par rapport à celui de *Poecilus vicinus*. La partie apicale épaissie (Figure 4.2.b).



Figure 4.2.a :Adulte *Poeciluspurpurascens*(Gr x10,5) ;**b** :Organe copulateur, vue de profil (Grx45)

c-Orthomusabacoide

Organe copulateur très fortement arqué, la moitié basilaire forme un angle droit avec la partie apicale. La partie apicale est arrondie (Figure 4.3.b).

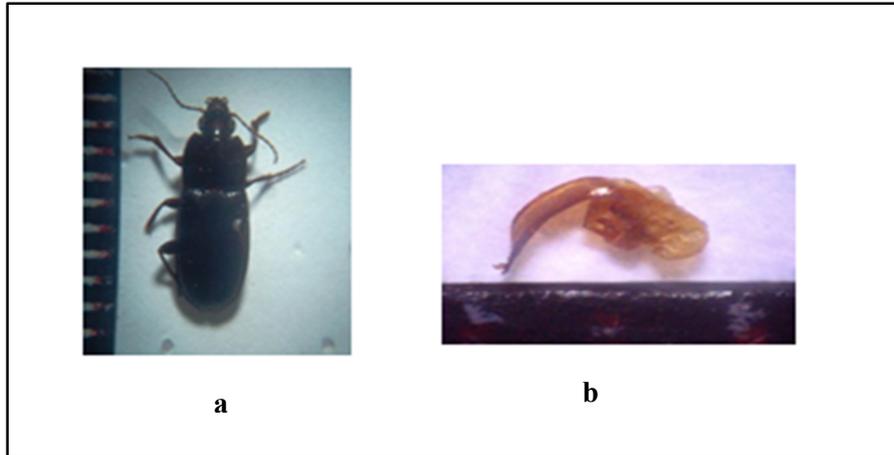


Figure 4.3. a : Adulte *Orthomusabacoide* (Gr x 10,5) ; **b:**Organe copulateur, vue de profil(Gr x 45)

d-Calathuscircumseptus

Organe copulateur robuste (Figure 4.4.b). L'apex large et arrondi (Figure 4.4.e). Paramèredroit, large à la base, effilé dans la partie apicale se termine par un fort crochet à partie aigue (Figure 4.4.d). Paramère gauche plus large atténué au sommet (Figure 4.4.c).

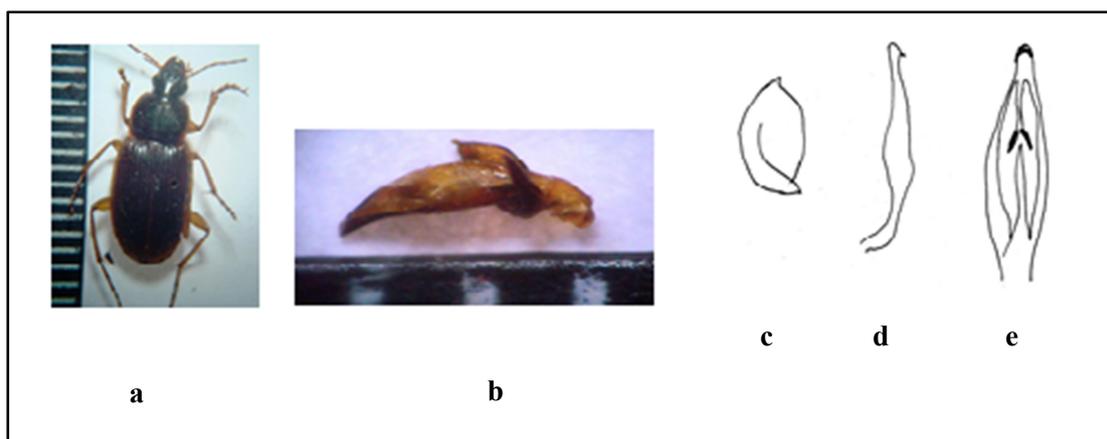


Figure 4.4 .a : Adulte *Calathuscircumseptus* (Gr x 10,5) ; **b :** Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45) ; **c :**paramère droit (Gr x 45) ; **d :**paramère gauche (Gr x 45) ; **e :** organe copulateur face dorsale (Gr x 45).

e-*Calathus melanocephalus*

Organe copulateur est rectiligne (Figure 4.5.b), le plateau apical est long(Figure 4.5.e)

Paramère droit est rectiligne terminé par un crochet apical bienformé (Figure 4.5.d).

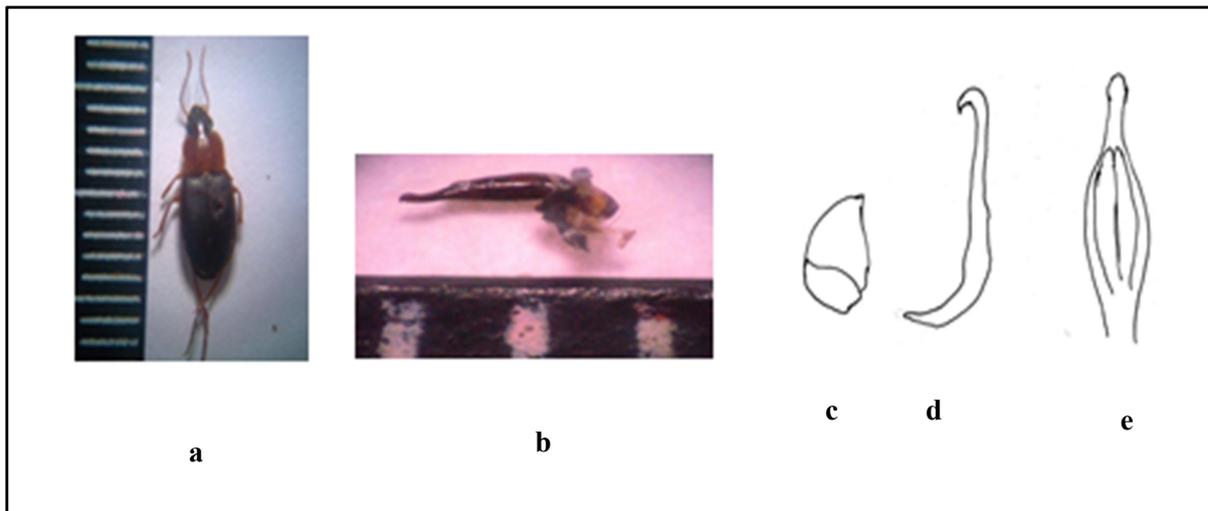


Figure 4.5 .a : Adulte *Calathusmelanocephalus* (Gr x 10,5) ; **b** : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45) ;**c** : paramère gauche (Gr x 45) ;**d** : paramère droit(G x 45) ; **e** : organe copulateur face dorsale (Gr x 45).

f-*Calathus mollis*

Organe copulateur petit (Figure 4.6 b), l'apex arrondi (Figure 4.6 .e), paramère droit sinueux à crochet apical plus petit que l'espèce précédente (Figure 4.6.c).

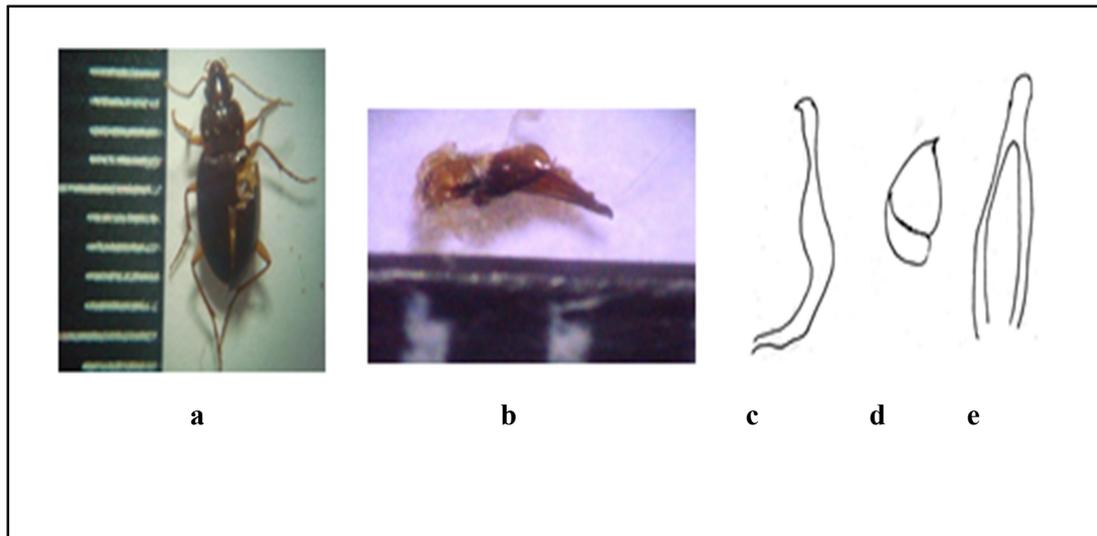


Figure 4.6 .a : Adulte *Calathus mollis* (Gr x 10,5) ; **b** : Organe copulateur, vue de profil (Gr x 45) ; **c** : paramère droit (Gr x 45) ; **d** : paramère gauche (Gr x 45) ; **e** : organe copulateur face dorsale (Gr x 45) ;

g-Harpalus punctatostratus

Organe copulateur robuste (Figure 4.7.b). Apex plus ou moins largement arrondi (Figure 4.7.d). Paramère gauche (Figure 4.7.c) plus large que le droit (Figure 4.7.e).

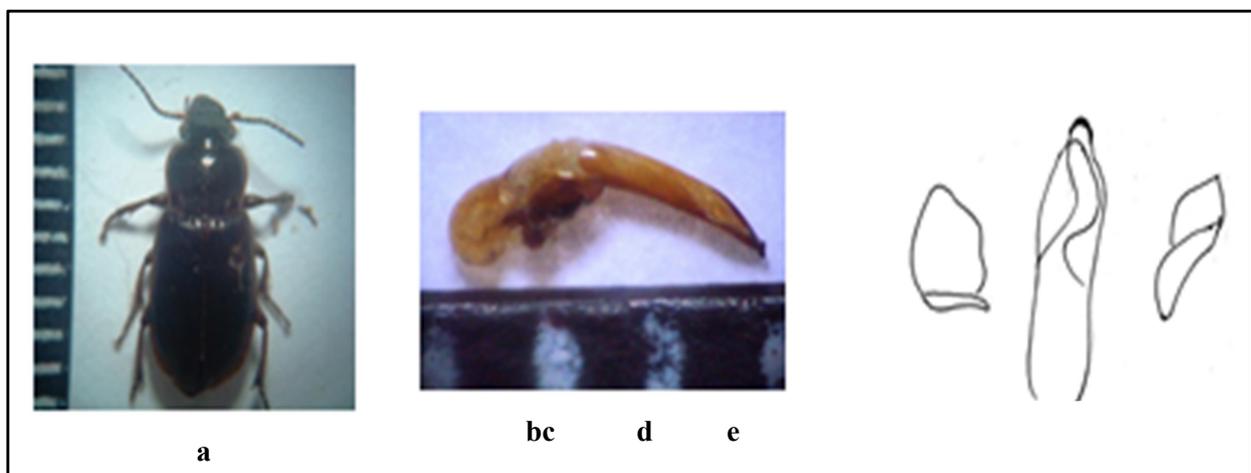


Figure 4.7 .a : Adulte *Harpalus punctatostratus* (Gr x 10,5) ; **b** : organe copulateur, vue de profil (Gr x 45) ; **c** : paramère gauche (Gr x 45) ; **d** : organe copulateur face dorsale (Gr x 45) ; **e** : paramère droit (Gr x 45).

h-Harpaluslethierryi

Organe copulateur coudé (Figure.4.8.b), le bourrelet terminal du plateau apical en arc sac interne avec une petite plage de squames courtement épineuses (Figure 4.8.c).

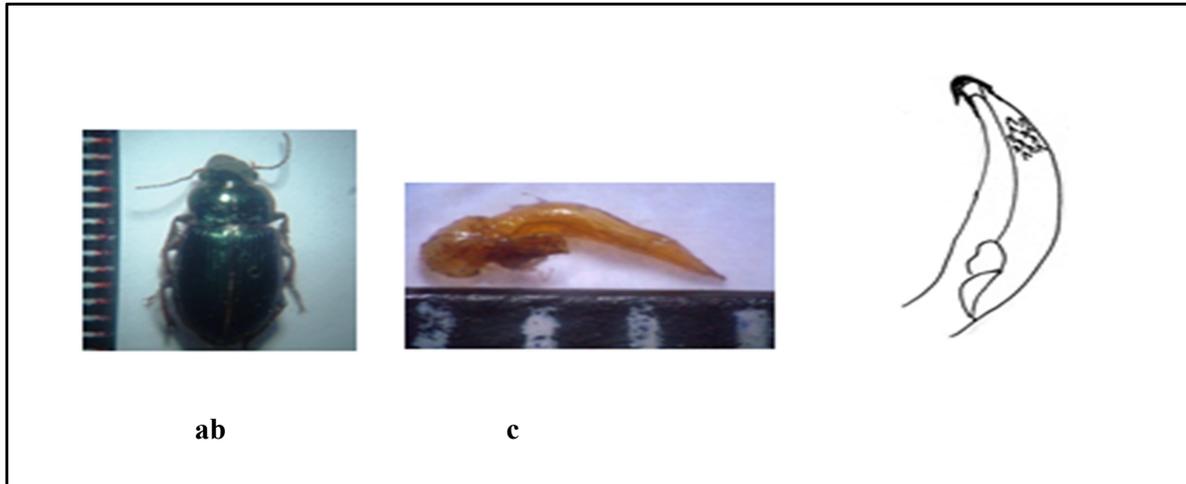


Figure 4.8 .a : Adulte *Harpaluslethierryi* (Gr x 10,5); **b** : organe copulateur vue de profil (Grx 45) ;**c** : organe copulateur à partie dorsale armée de squames (Gr x 45).

i-Harpalusfuscipalpis

Organe copulateur peu arqué(Figure .4.9.b). Plateau apical court,Armature du sac interne constitué par un petit bouquet d'épines médians(Figure 4.9.c).



Figure 4.9 .a : Adulte *Harpalusfuscipalpis* (Gr x 10,5) ; **b** : Organe copulateur, vue profil (Gr x 45) ; **c** : organe copulateur face dorsale (Gr x 45).

j-Harpalus serripes

Organe copulateur légèrement arqué (Figure 4.10.b). Plateau apical court, armature du sac interne composé de rangées d'épines peu épineuses et d'un bouquet de grandes épines plus longues et présence d'un clou subapical (Figure 4.10 .d).

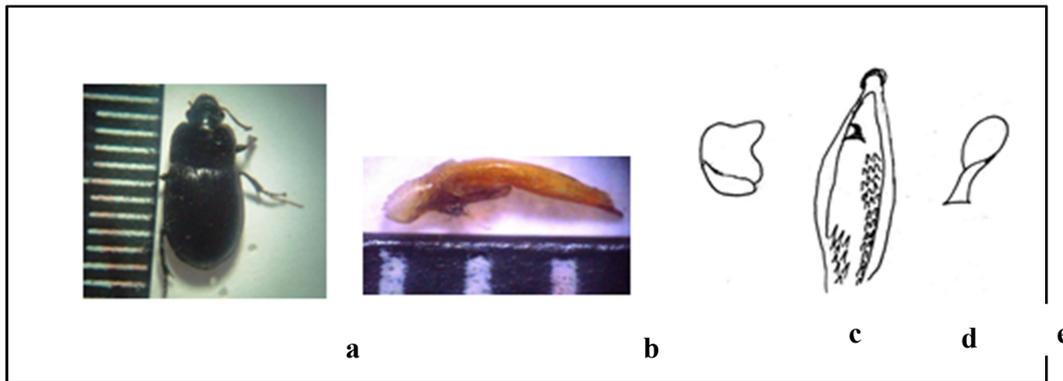


Figure 4.10 . a : Adulte *Harpalus serripes* (Gr x 10,5) ;**b :** organe copulateur vue de profil (Grx 45) ;
c : paramère gauche (Gr x45) ; **d :** organe copulateur face dorsale (Gr x45) ;**e :** paramère droit (Gr x 45)

k-Harpalus tenebrosus

Organe copulateur arqué dans toute sa longueur (Figure 4.11.b), apex très éfilé, sac interne formé d'un grand clou fortement arqué (4.11.d).



Figure 4.11 .a : Adulte *Harpalustenebrosus* (Gr x 10,5) ; **b :** organe copulateur vue de profil,(Gr x 45) ; **c :** paramère gauche (Gr x 45) ; **d :** organe copulateur face dorsale (Gr x 45) ; **e :** paramère droit (Gr x 45).

l-Harpalusoblitus

Organe copulateur coudé(Figure 4.12.b) présente un apex large, l'armature dusac interne comprend deux plaquesde squames non épineuses à sommet arrondi (Figure 4.12.c)

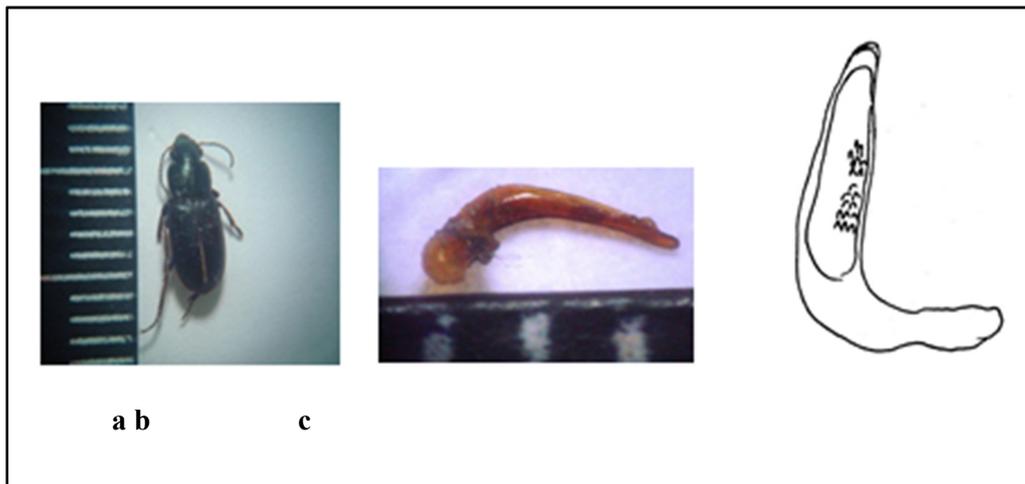


Figure 4.12 .a : Adulte *Harpalusoblitus* (Gr x 10,5); **b** : organe copulateur, vue de profil (Gr x 45) ; **c** : organe copulateur, face dorsale (Gr x 45).

2. Biogéographie

L'origine biogéographique des espèces inventoriées dans ce travail est déterminée en consultant les ouvrages de Bedel(1895), Jeannel (1941- 1942) , Antoine (1955-1961) et Maachi (1995).

Il semble bien que l'ensemble des espèces est dominé par le caractère **méditerranéen** (62,79%) (Figure 4.13). Ces éléments comprennent des éléments **africains** (25,92%) : *Siagonarufipes*, *Poecilusvicinus*, *Pristonychusdeneveui*, *Harpaluslethierryi*, *Acinopussabulosus* et *Dregusglebialis*, **méditerranéo-occidentaux** (27,77%), cas de : *Campalitamaderae*, *Angoleusnitidus*, *Pristonychusalgerinus*, *Carterusrotundicollis*, *Ditomussphaerocephalus*) et **méditerranéens stricts** (35,18%), telles que *Cicindelamelancholica*, *Campalitaolivieri*, *Distichusplanus* et *Scaritesbuparius*. (Figure 4.14).

L'existence de ces éléments confirme une nouvelle fois la liaison qui unissait, au tertiaire, l'Europe à l'Afrique du Nord. Dans les éléments méditerranéens, on rencontre aussi des espèces à répartition **tyrrhénienne** qui sont très peu représentées (5,55%) telles que

Percuslineatus qui occupe le Nord de la Tunisie, l'Algérie et la Sicile, *Macrothoraxmorbillus* qui est connu d'Afrique du Nord, d'Italie, d'Espagne, de Corse et de Sardaigne et *Nebriaandalusia* qui habite l'Afrique du Nord et l'Espagne. Ces contacts tyrrhéno-maghrébins font que cette région au tertiaire constituait une seule entité. Les espèces **béticorifaines** sont assez rares (5,55%). Les espèces **européennes** (localisées en Europe et ayant des représentants en Afrique du Nord) et **paléarctiques** sont moins nombreuses par rapport aux espèces méditerranéennes (18, 60%) (Figure 4.14).

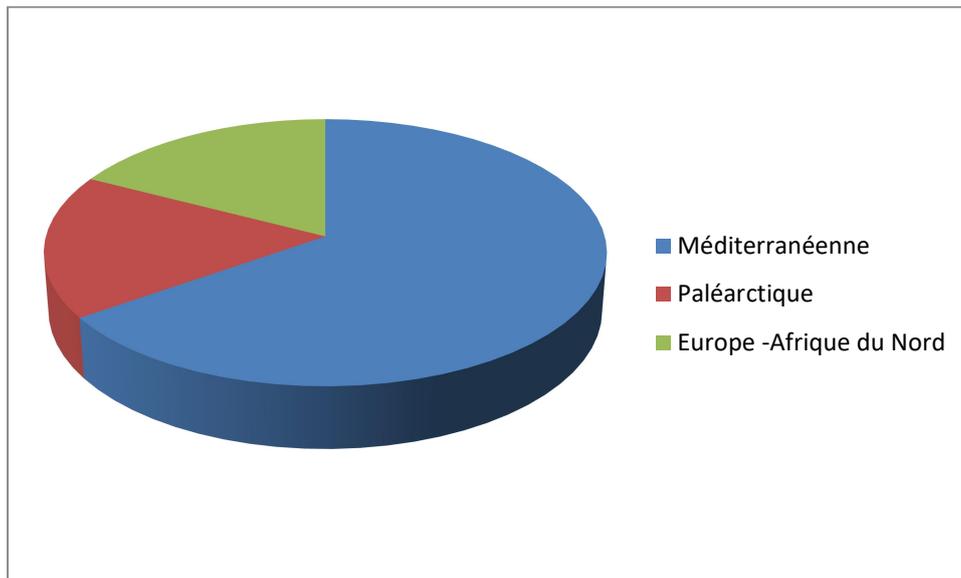


Figure 4.13. Biogéographie de l'ensemble des espèces de Carabidés

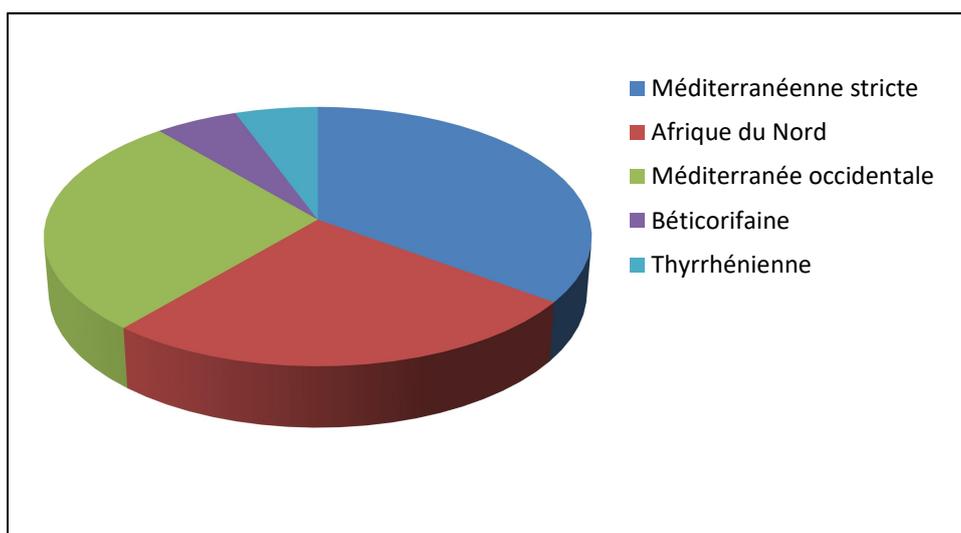


Figure 4.14. Biogéographie des espèces méditerranéennes de Carabidés

2.1. Répartition biogéographique des espèces du Parc National d'El Kala

Parmi les 61 espèces recensées dans la région d'El Kala, on peut distinguer :

Les espèces méditerranéennes, euro africaines et paléarctiques :

- ✓ Les espèces **méditerranéennes** sont les mieux représentées avec un pourcentage de 60, 78%. (Figure 4.15).
- ✓ Les espèces **euroafricaines** et **paléarctiques** possèdent presque le même pourcentage.
- ✓ Les espèces **méditerranéennes** se divisent en 5 catégories :
Les méditerranéennes strictes, Les méditerranéennes occidentales, les Nord de l'Afrique, les tyrrhéniennes et les béticorifaines.

Comme l'indique la figure 4.16, les espèces méditerranéennes strictes dominent 35,48 %

Il existe 4 races géographiques limitées à l'Afrique du Nord, d'espèces européennes de la faune :

- *Macrothorax morbillosus ssp morbillosus*
- *Cicindelalunulataspp. Littoralis*
- *Omaseuse longatusspptingitanus*
- *Calathus mollis sspencaustus*

Les espèces localisées en Afrique du Nord sont au nombre de trois, on peut citer :

- *Siagonarufipes*
- *Poecilusvicinus*
- *Harpaluslethierry*

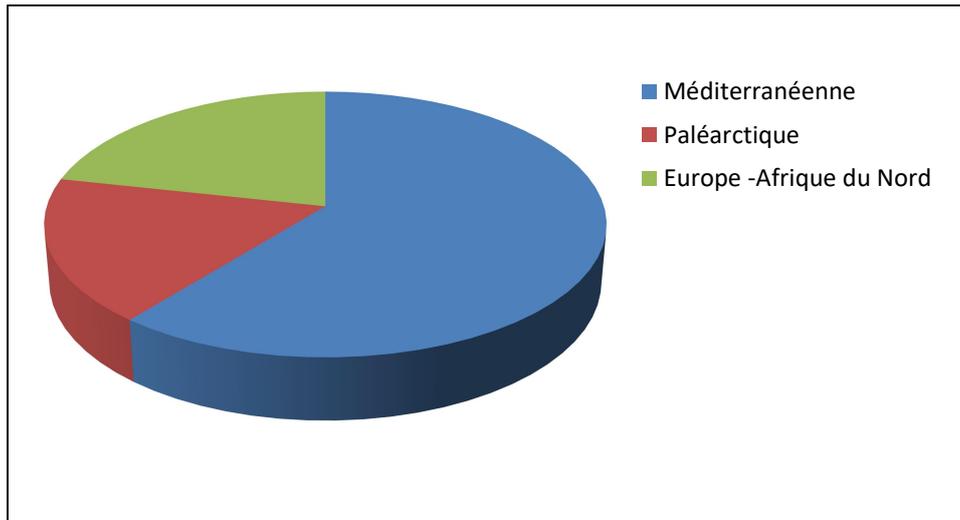


Figure 4.15. Répartition biogéographique des espèces de Carabidés du Parc National d'El Kala

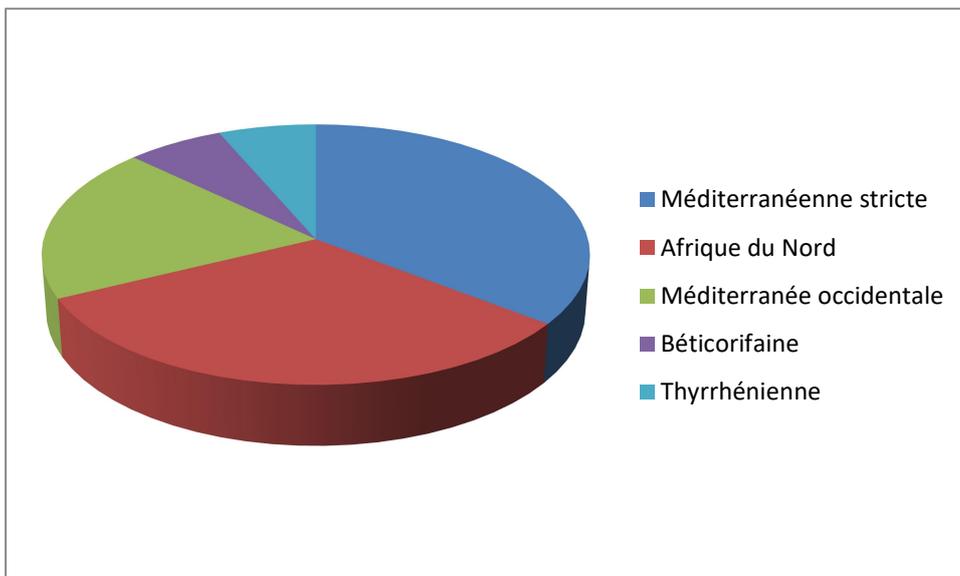


Figure 4.16. Répartition biogéographique des espèces méditerranéennes de Carabidés du Parc National d'El Kala

2.2. Répartition biogéographie des espèces de la région de Tébessa

La répartition géographique des espèces de la région de Tébessa montre au même titre que la région d'El Kala 3 types de répartitions : **méditerranéennes**, **euro-africaine** et **paléarctique**. La figure 4.17 montre que les espèces méditerranéennes occupent la première position avec 73, 33%. Les espèces paléarctiques et euro-africaines sont moins nombreuses. Les espèces méditerranéennes se divisent en 5 catégories : les **méditerranéennes strictes**, les

méditerranéennes occidentales, les Nord de l'Afrique, les tyrrhéniennes et les béticorifaines. Les méditerranéennes strictes occupent le premier rang (43,18%)(Figure4.18).

En comparant avec la région d'ElKala, les espèces du Nord de l'Afrique sont beaucoup plus nombreuses. On rencontre 9 races géographiques telles que : *Macrothorax morbillosus* spp *morbillosus* , *Ocydromus andreaesppatlantis*, *Ocydromus dahlisppNordafricanus*, *Omaseuse longatuspp tingitanus*, *Calathus mollis* spp *pencaustus*, *Calathus melanocephalusppantoinei*, *Calathus fuscipes* ssp *algericus* , *Parophonus hispanus* ssp *marrocanus* et *Cymindis setifensis* spp *setifensis* et 6 espèces localisées au Nord de l'Afrique : *Poecilus vicinus*, *Orthomus abacoide*, *Pristonychus deneveui*, *Harpalus lethierry*, *Acinopus sabulosus* et *Dregus glebialis*.

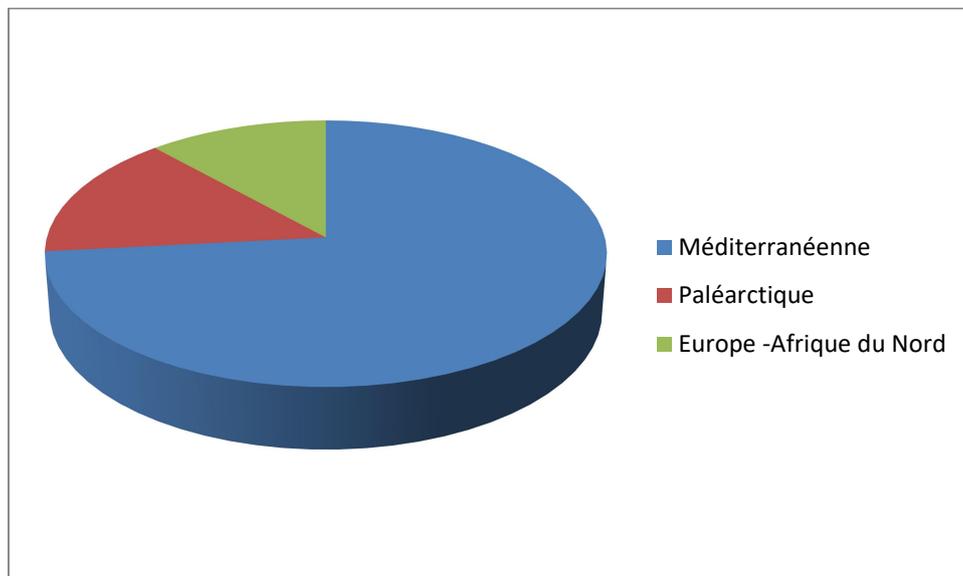


Figure 4.17 : Répartition biogéographique des espèces de Carabidés de la région de Tébessa

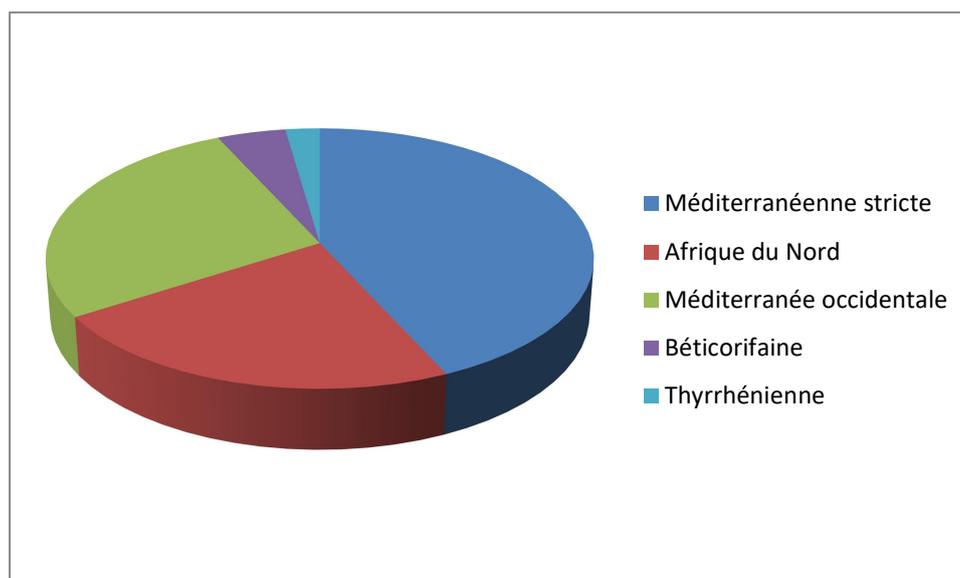


Figure 4.18. Répartition biogéographique des espèces méditerranéennes de Carabidés

Partie 2

*Etude de la communauté de Carabidés
du Parc National d'ElKala*

1. Inventaire, structure et dynamique de la communauté

1.1. Inventaire

Durant la période 1997-2000, nous avons capturé dans nos prélèvements quantitatifs et qualitatifs 53 espèces représentées par 672 individus. La liste complète des espèces provenant de l'ensemble des biotopes échantillonnés figure dans le tableau 4.1 Annexe.

Les 53 espèces de l'inventaire appartiennent à 7 sous familles d'importance inégale. La figure 4.19 illustre le spectre des différentes sous familles exprimées en nombre d'espèces par rapport à l'ensemble de la communauté.

Nous notons la prédominance des Harpalinae qui sont représentés par 35 espèces, soit un pourcentage de 66,03%.

Le pourcentage des autres familles est dans l'ordre décroissant suivant : 9,43% pour les Brachininae, 7,54% pour les Cicindelinae et les Scaritinae, 5,66% pour les Carabinae et 1,88% pour les Broscinae et les Trechinae (Figure4.19).

Les espèces dominantes se répartissent dans les différents milieux de la manière suivante :

Lac Bleu : *Cicindela flexuosa* et *Cicindela lunulata*

Lac Oubeïra : *Chlaenites spoliatus*, *Chlaenius velutinus* et *Scarites planus*

Oued Bouaroug: *Percus lineatus* et *Trichochlaenius aeratus*

Marécage Mellah : *Chlaenius velutinus*, *Percus lineatus* et *Stenolophus teutonius*

Plage Mellah : *Cicindela lunulata* et *Cicindela flexuosa*

Chêne liège : *Eurycarabus faminii*, *Percus lineatus* et (*Carabus*) *Macrothorax morbillosus*.

Eucalyptaie : *Percus lineatus*

Pin maritime : *Pristonychus algerinus*

Chêne kermès : *Pristonychus algerinus*, *Eurycarabus faminii*.

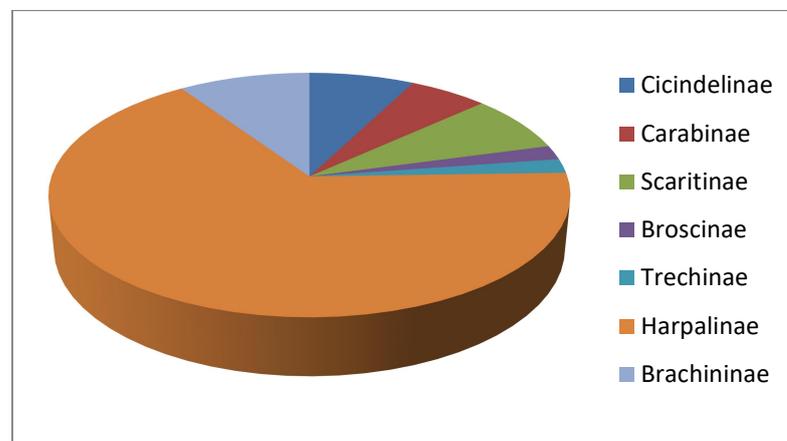


Figure4.19. Spectre des différentes sous familles de Carabidés

1.2. Structure de la communauté

Afin de caractériser les assemblages des Carabidés présents dans les différents milieux échantillonnés, nous avons déterminé l'abondance, la richesse spécifique, la diversité et l'équitabilité.

1.2.1. Abondance et richesse spécifique

D'après les résultats obtenus, les graphes d'abondance et de richesse spécifique montrent des différences entre les différents milieux (Figure 4.20 et 4.21).

En comparant les différents milieux ouverts, on constate que l'oued Bouaroug, le lac Oubeïra et le marécage Mellah présentent les plus forts effectifs et richesse spécifique alors que l'inverse est observé au niveau du lac Bleu et la plage Mellah. Cette différence pourrait être due au fait que ces milieux riches offrent des conditions écologiques plus favorables. En général, un biotope présentant des habitats variés et multiples, donc des potentialités de niches écologiques diversifiées, doit héberger un maximum d'espèces (Boumezzough, 1983). Quant à la pauvreté en Carabidés rencontrée dans le lac bleu et la plage Mellah, elle peut être attribuée à la rareté de la végétation installée sur substrat sableux.

La forêt de Chêne liège et de Chêne kermès sont parmi les milieux fermés qui abritent le plus grand nombre de Carabidés alors que l'eucalyptaie et la pinède semblent être peu fréquentées par ces insectes. Ceci peut être attribué au type de sol acide caractérisant ces biotopes. Ce résultat corrobore les observations de Thiele (1964,1977) ; Paarmann (1966) et Neudecker(1974) où il a été signalé que le pH du sol est un facteur déterminant pouvant affecter l'assemblage de ce groupe d'insectes.

Nos résultats ont révélé également que les milieux ouverts sont plus riches en Carabidés que les milieux fermés.

1.2.2. Diversité et équitabilité

Nous constatons que les diversités réelles sont comprises entre 0,36 et 3,92, variant d'un milieu à l'autre (Tableau 4.2).

Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées dans l'oued Bouaroug, le lac Oubeïra et le marécage Mellah.

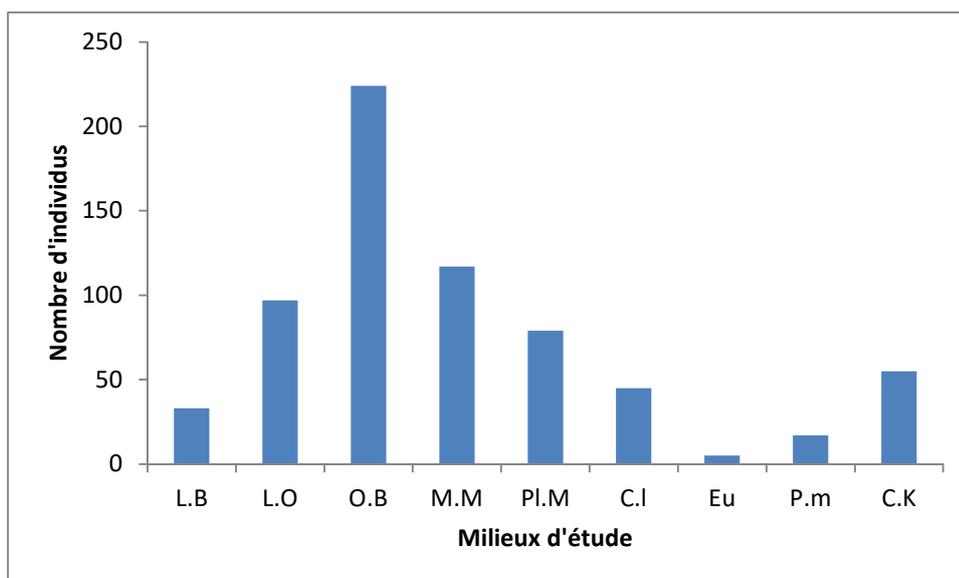


Figure.4.20. Abondance des Carabidés dans les différents milieux

L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne kermès.

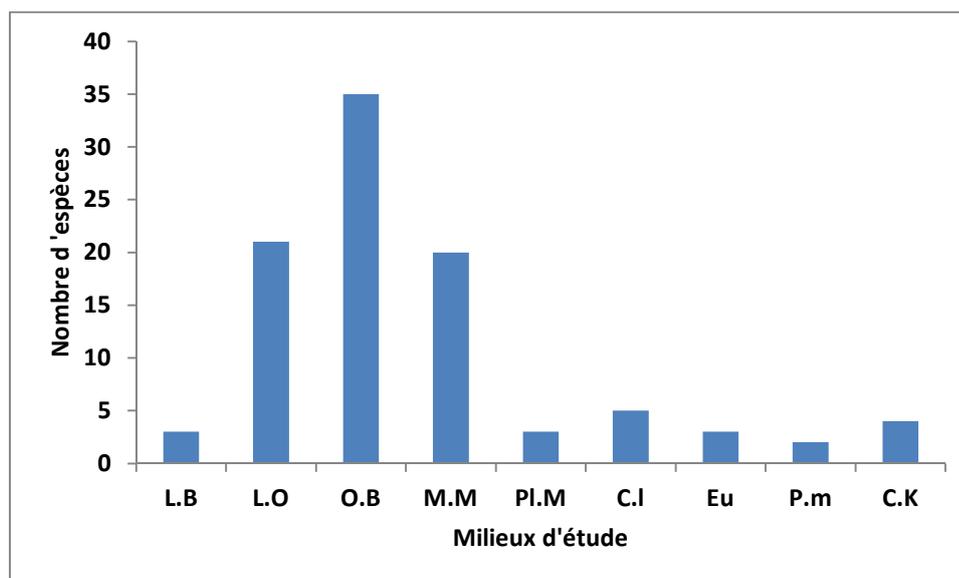


Figure.4.21. Richesse spécifique des Carabidés dans les différents milieux. L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès.

Les valeurs de la diversité maximale varient entre 1 et 5,12. Les écarts entre les diversités réelles et maximales sont peu prononcés, ce qui signifie que les individus dans la plupart des milieux sont répartis équitablement entre les espèces au sein des différentes communautés. Les valeurs de l'équitabilité varient de 36 % à 96,20%

La structure des communautés est bien représentée dans presque tous les milieux $E > 50\%$ à l'exception du Pin maritime et la plage Mellah où les valeurs de l'équitabilité sont inférieures à 50% (Tableau 4.1)

Tableau 4.2. Diversité et équitabilité dans les différents milieux (1997- 2000)

Milieux et indices	H'(bits)	H _{max}	E(%)
Lac bleu	1,15	1,58	72,72
Lac Oubeïra	3,51	4,39	79,95
Oued Bouaroug	3,92	5,12	76,56
Marécage Mellah	3,45	4,32	79,86
Plage Mellah	0,75	1,58	47,46
Chêne liège	1,70	2,32	73,27
Eucalyptaie	1,52	1,58	96,20
Pin maritime	0,36	2	36
Chêne kermès	1,52	1	76

1.3. Dynamique de la communauté

Afin de nous renseigner sur la manière dont se fait l'évolution temporelle du peuplement carabique, nous avons calculé l'abondance et la richesse spécifique mensuelle des quatre années d'étude cumulées (1997-2000).

L'évolution mensuelle des abondances et des richesses spécifiques de l'ensemble des milieux est représentée sur les figures 4.22, 4.23, 4.24, 4.25.

Dans les milieux ouverts, un maximum d'individus et espèces est enregistré au printemps et au début de l'été. L'amélioration des conditions climatiques et l'abondance des habitats pourraient expliquer ces fortes valeurs obtenues. Il est notoire aussi, que c'est aussi au cours de ces périodes que se déclenche le cycle biologique de la majorité des espèces.

Dans le lac Oubeïra, l'oued Bouaroug et le marécage Mellah, les abondances et richesses spécifiques sont assez importantes pendant l'hiver.

Dans les milieux fermés, on constate qu'il n'y a vraiment pas de variation mensuelle des abondances et des richesses spécifiques.

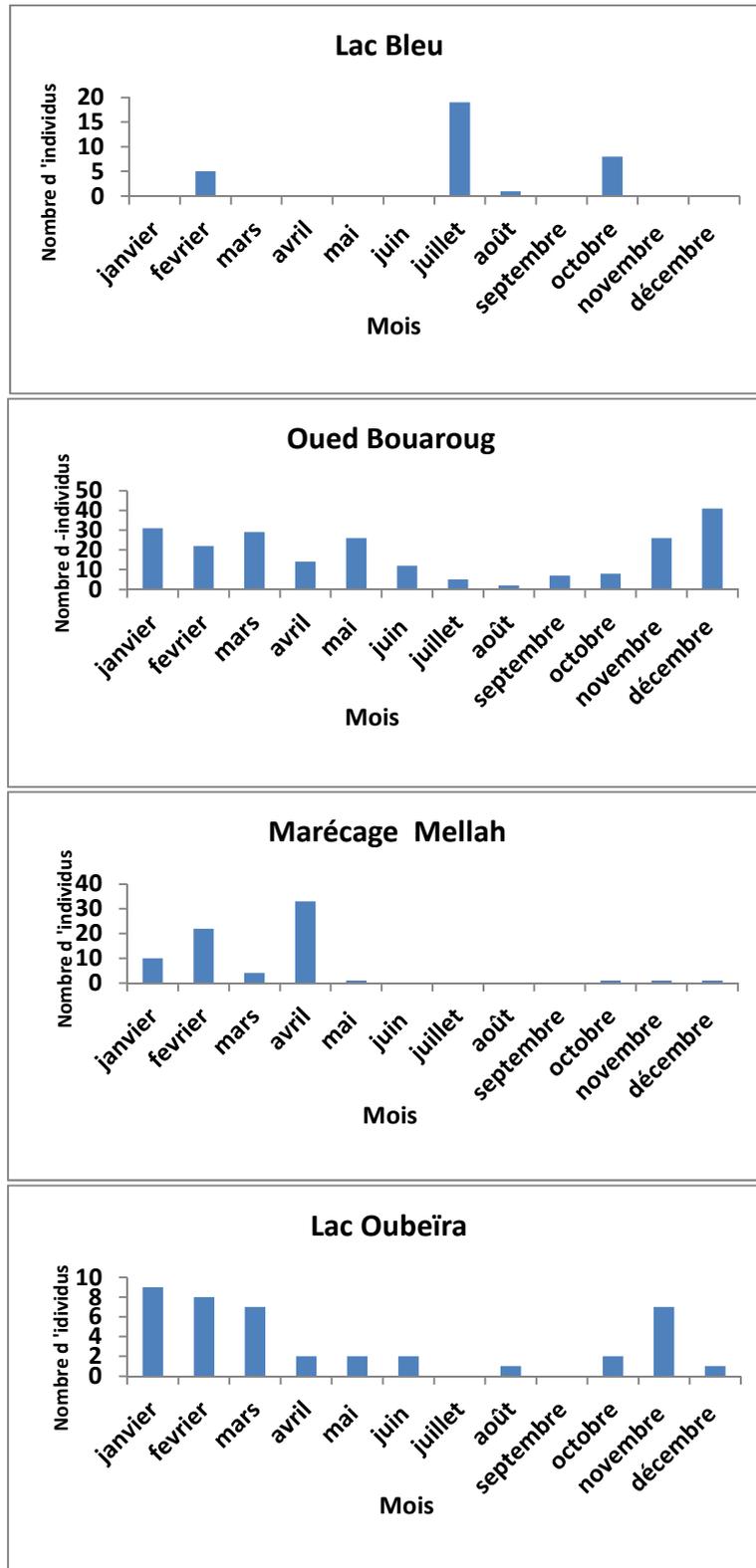


Figure. 4.22. Abondance mensuelle des Carabidés dans les milieux ouverts (1997-2000)

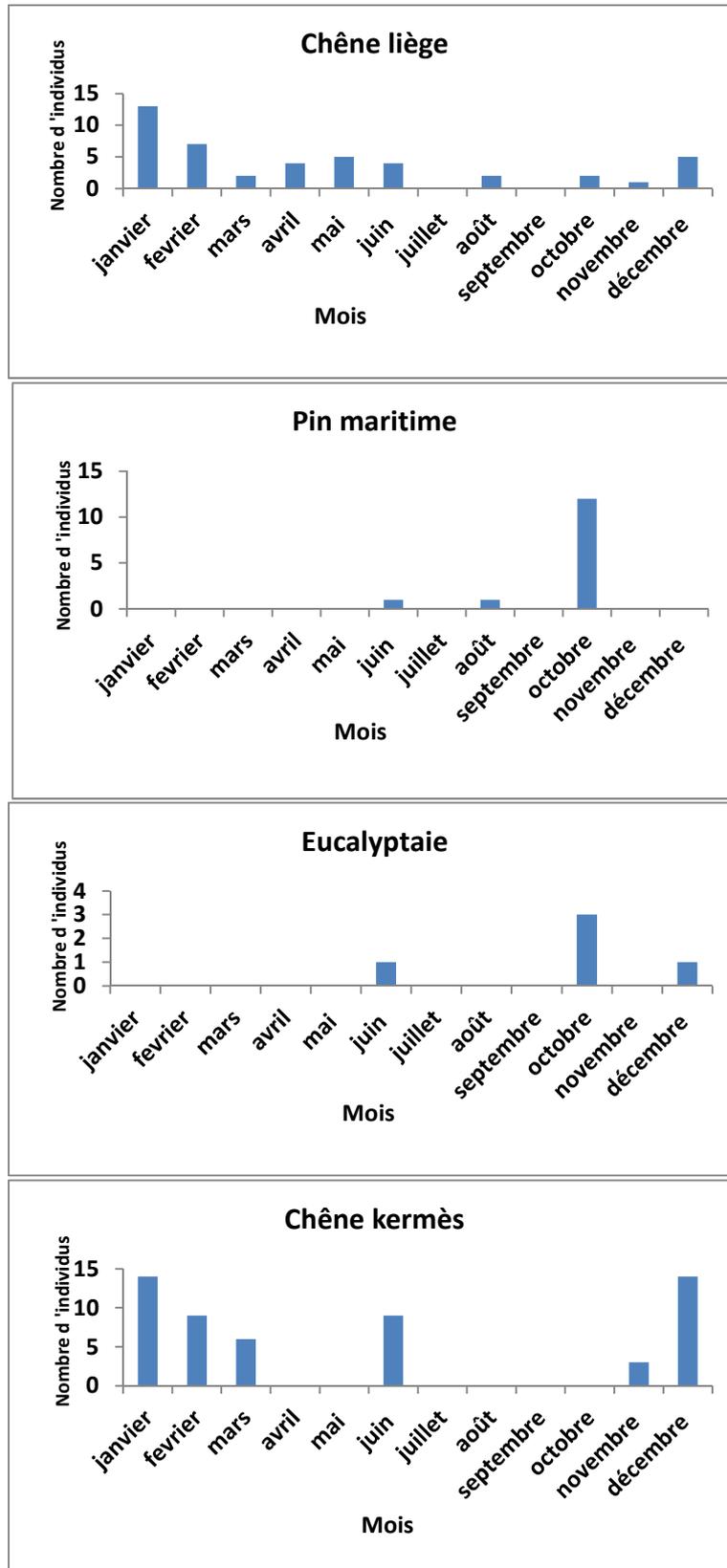


Figure 4.23. Abondance mensuelle des Carabidés dans les milieux fermés (1997-2000).

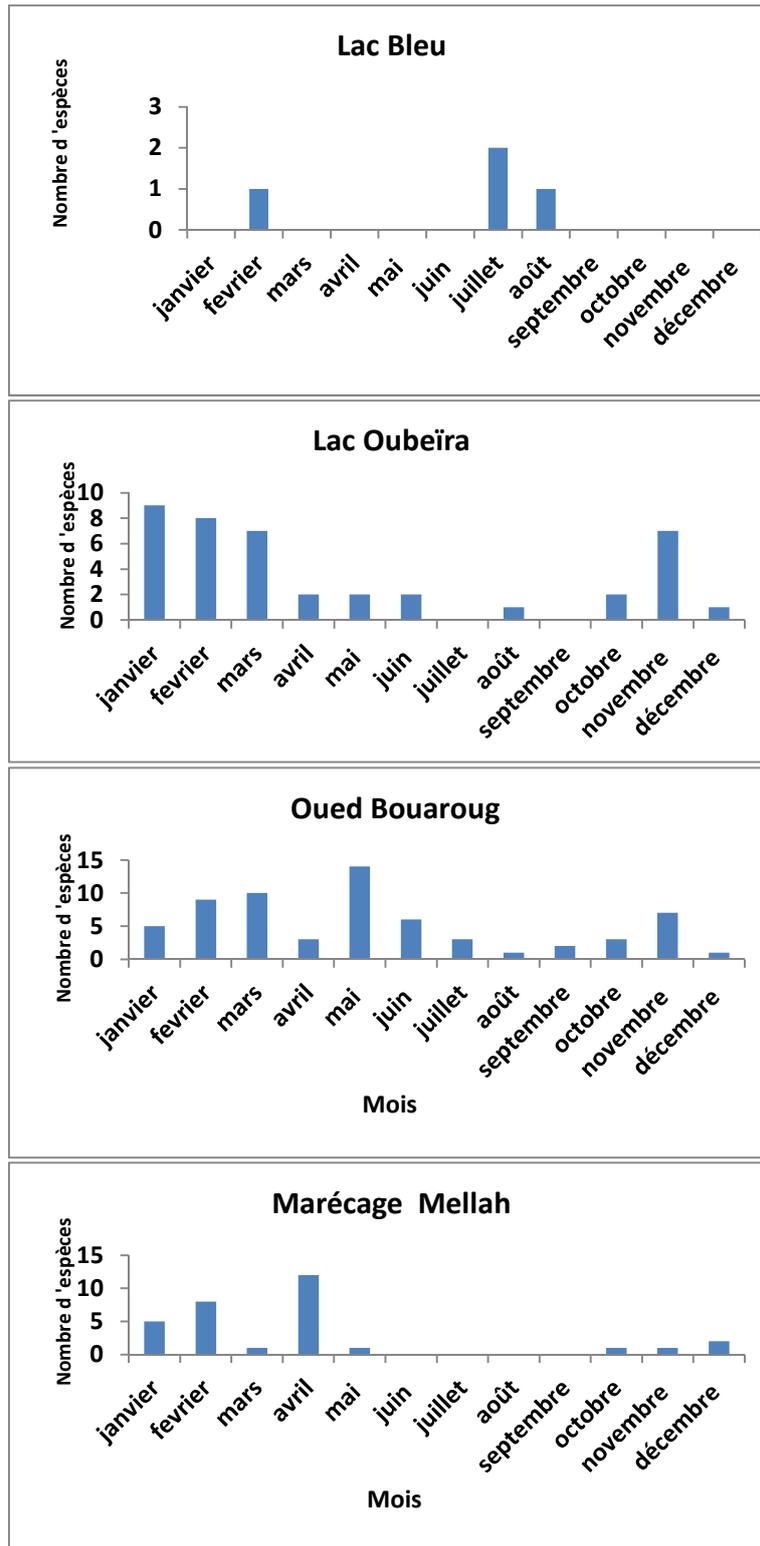


Figure 4.24. Richesse spécifique mensuelle des Carabidés dans les milieux ouverts (1997-2000)

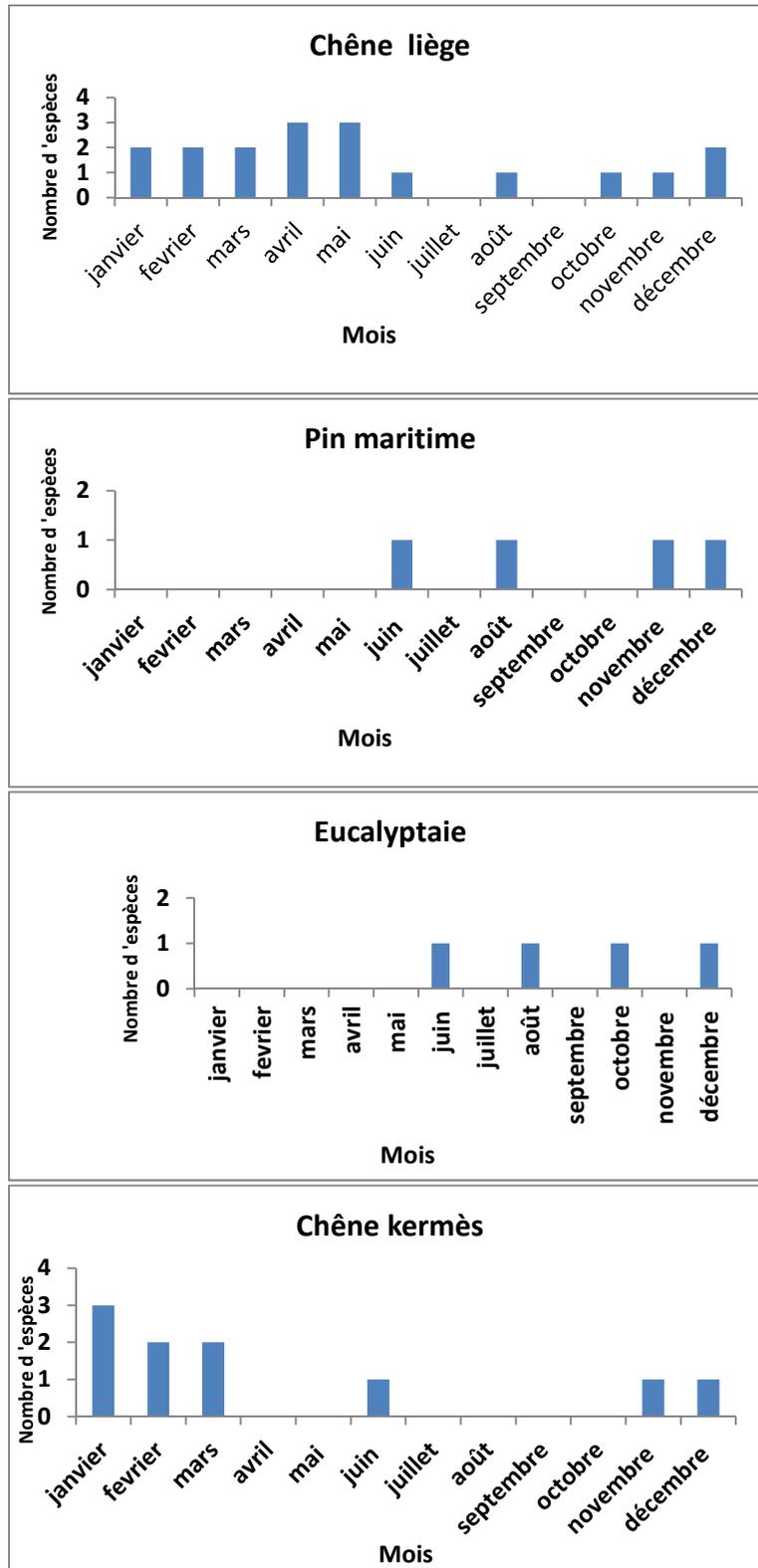


Figure 4.25. Richesse spécifique mensuelle des Carabidés dans les milieux fermés (1997-2000).

2. Traits biologiques et écologiques des Carabidés dans les différents milieux

Afin de mieux caractériser les relations entre les espèces et les milieux, la proportion des espèces présentant des traits de vie particulière a été calculée au sein de chaque milieu.

2.1. Exigences en humidité

L'assemblage des Carabidés dans les différents milieux selon leurs exigences en humidité montrent que nos espèces se divisent en quatre catégories :

- ✓ Espèces **ripicoles** : espèces strictement inféodées à la zone humide des bords d'eau
- ✓ Espèce **hygrophiles** : espèces exigeant une humidité du sol sans être étroitement liées à la zone humide de rive.
- ✓ Espèces **mésophiles** : espèces croissant dans un biotope au sol neutre et présentant des conditions majeures de température et d'humidité.
- ✓ Espèces **xérophiles** : espèces adaptées à des biotopes marqués par une sécheresse intense prolongée.

La majeure partie de la communauté de Carabidés appartient à des espèces décrites comme hygrophiles. Celles-ci sont représentées par 42,30%. Le pourcentage des espèces ripicoles et mésophiles est compris entre 25 et 29% alors que les espèces xérophiles n'ont compté que 3,84% (Figure 4.26).

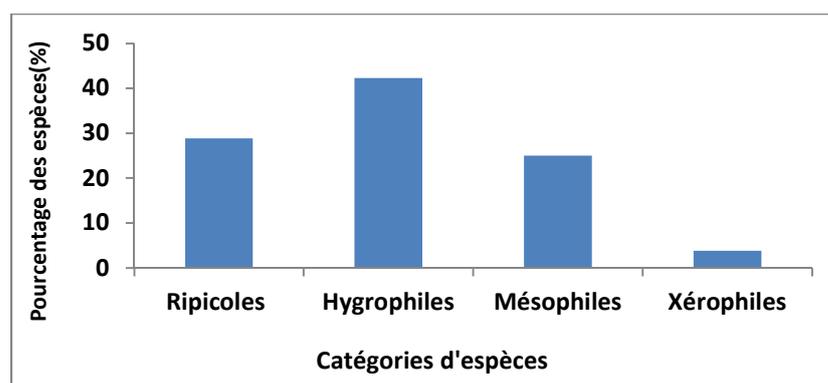


Figure 4.26. Pourcentage de espèces de Carabidés ripicoles, hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les années (1997-2000).

Au regard de nos résultats, il semble bien que les Carabidés sont regroupés en fonction du niveau d'humidité des milieux qu'ils habitent. Dans les milieux ouverts, ce sont, soit les

espèces ripicoles ou les hygrophiles qui dominent, alors que dans les milieux fermés, la plupart des espèces sont mésophiles ou xérophiles (Figure 4.27 et 4.28). D'après Vanbergen *et al.* (2005), les Carabidés peuvent être influencés par l'humidité du sol et celle de l'air.

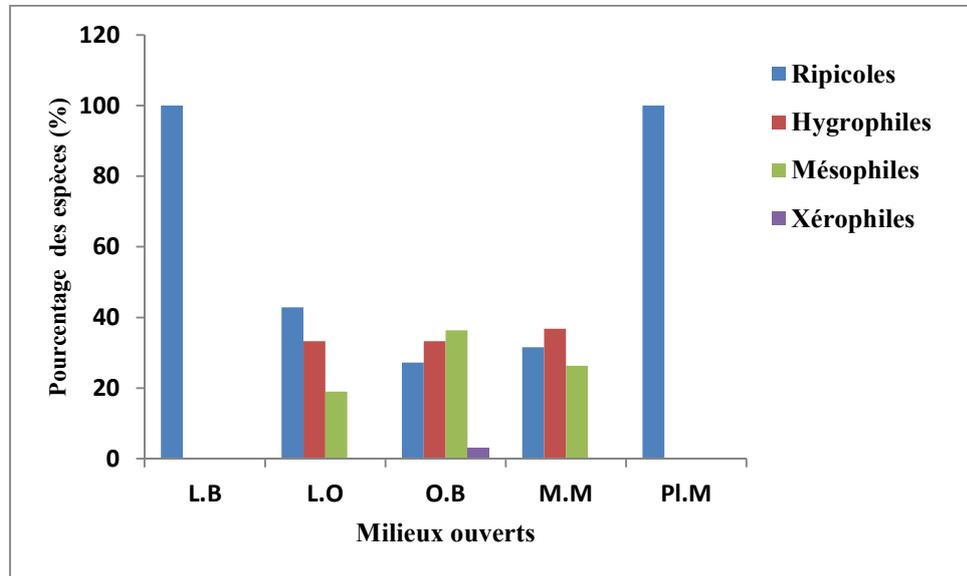


Figure 4.27. Pourcentage des espèces de Carabidés ripicoles, hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les milieux ouverts (1997-2000).

L. B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeira ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; P.I.M : Plage Mellah

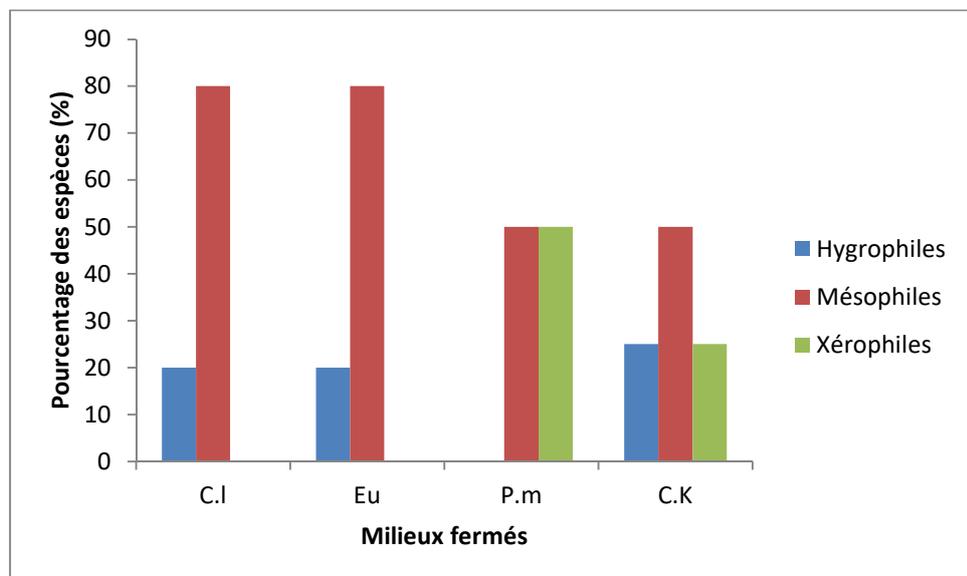


Figure 4.28. Pourcentage des espèces de Carabidés ripicoles, hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les milieux fermés (1997-2000).

C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès.

2.2. Pouvoir de dispersion

La répartition des espèces dans les différents milieux selon leur type alaire indique que les espèces macroptères possèdent un profil opposé à celui des espèces aptères.

Comme le montre la figure 4.29, les espèces aptères sont presque absentes dans les milieux ouverts alors qu'elles dominent dans les milieux fermés. Notre résultat est globalement en accord avec plusieurs travaux montrant que les espèces aptères dominent dans les milieux forestiers considérés comme peu perturbés, alors que dans les habitats ouverts plus imprévisibles (habitats rivulaires, les marais salants, les pelouses, les cultures etc.), ce sont les macroptères qui forment la fraction principale des espèces (Dufrêne, 1992).

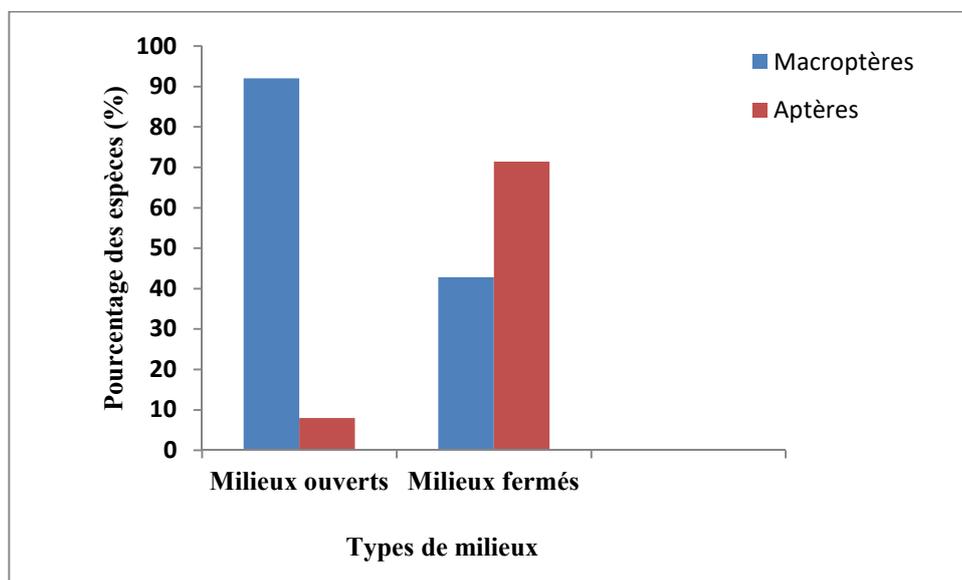


Figure 4.29. Pourcentage des espèces de Carabidés macroptères et aptères dans les milieux ouverts et fermés (1997-2000).

2.3. Mode trophique

Nous avons classé les espèces inventoriées en trois modes trophiques. Les espèces **prédatrices** qui se nourrissent principalement de proies, les espèces **phytophages** qui se nourrissent principalement de matière végétale (et notamment de graines) et les espèces **polyphages** qui ont un régime mixte animal/végétal.

La majeure partie des Carabidés capturés appartient à des espèces prédatrices. Les espèces phytophages et polyphages représentent une part minime de l'inventaire (Figure 4.30). Dans les milieux fermés, toutes les espèces sont prédatrices alors que dans les milieux ouverts, on rencontre les trois modes trophiques, et ce sont les prédateurs et les polyphages qui sont les mieux représentés. Ces résultats rejoignent ceux d'études antérieures qui ont révélé une plus

grande proportion d'espèces prédatrices dans les forêts alors que dans les milieux plus ouverts dominant les espèces prédatrices ou polyphages (Gobbi et Fontaneto, 2008).

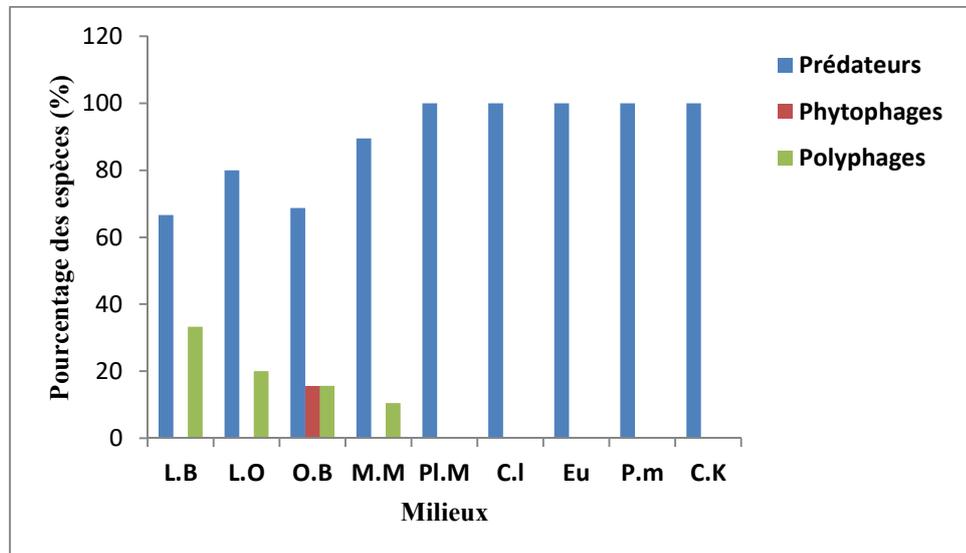


Figure 4.30. Pourcentage des espèces de Carabidés prédatrices, phytophages et polyphages dans les différents milieux (1997-2000).

L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeira ; O.B : Oued Bouaroug ; M.E : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m: Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès.

2.4. Taille

Pour ce qui concerne la taille, il est à remarquer que les espèces de Carabidés de petite taille sont présentes dans les milieux ouverts tandis que les grandes espèces sont plus communes dans les milieux fermés (figure 4.31).

On remarque que la plus petite valeur de la taille moyenne est enregistrée au niveau du lac bleu alors que la cocciferaie et la pinède montrent les plus grandes valeurs (figure 4.31).

Selon Blake *et al.* (1994), la taille des espèces est liée à la quantité de la matière organique contenue dans le sol. Dans les sols pauvres, on rencontre les espèces de petites tailles. Ce qui n'est pas le cas dans ce travail car le Chêne kermès et le Pin maritime installés sur un substrat sableux, donc pauvre en matière organique, sont fréquentés par de larges espèces. Il est fort probable, comme il a été signalé par Cole *et al.* (2002), que la taille des espèces pourrait être liée à la durée de leur cycles reproductifs. En effet, les espèces de grande taille ne peuvent pas se reproduire dans les milieux ouverts considérés comme instables à cause de la longueur de la durée de leurs cycles. D'après Gobbi et Fontaneto (2005), ces espèces choisissent des habitats peu perturbés comme les forêts pour terminer leurs cycles.

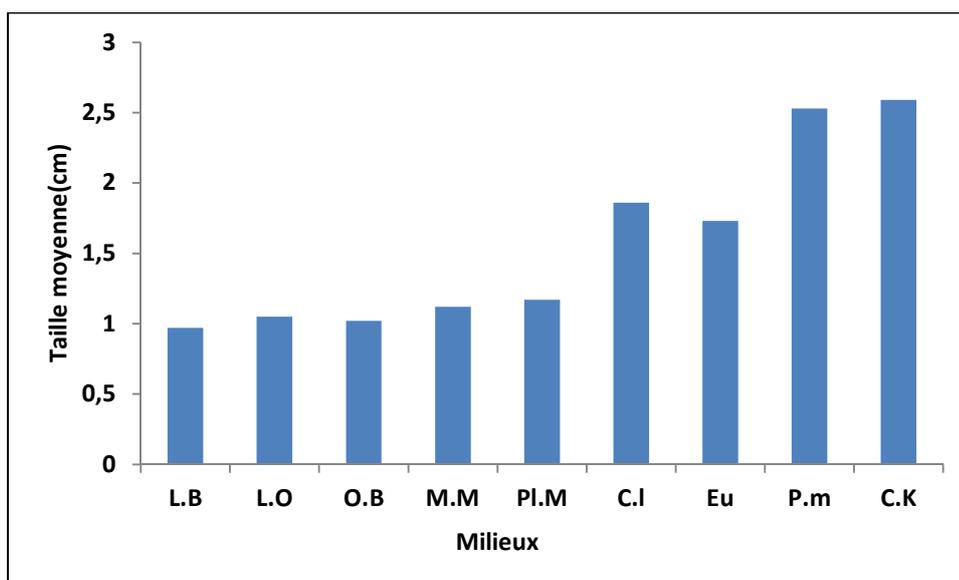


Figure 4.31. Taille moyenne des espèces de Carabidés dans les différents milieux
 L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès.

3. Reproduction

Selon Paarmann (1977) dans les régions subtropicales du Nord de l'Afrique, la majorité des espèces de Carabidés se reproduisent en hiver et subissent une dormance à l'état adulte pendant l'été, mais il est possible de distinguer dans les biotopes humides de ces régions des reproducteurs d'été ou des reproducteurs quasiment toute l'année.

Nos résultats obtenus concernant la dissection des femelles et la récolte des individus immatures des espèces les plus communes ont révélé l'existence des deux types de reproductions mentionnés par Paarmann.

Les espèces *Percus lineatus*, *Pristonychu salgerinus*, *Licinus punctatulus* sont probablement des reproducteurs d'hiver car les femelles étaient sexuellement matures pendant le mois de novembre et janvier et les individus immatures ont été capturés pendant le mois de mai et juin.

Quant aux autres espèces *Cicindela campestris*, *Cicindela lunulata*, *Cicindela flexuosa*, *Chlaenius spoliatus*, *Chlaenius velutinus* et *Brachinus humeralis*, leur reproduction a lieu certainement pendant l'été puisque la dissection de femelles pendant le mois de mai et juin a révélé la présence d'œufs.

4. Comparaison des communautés de Carabidés dans les différents milieux

4.1. Coefficient de corrélation Pearson

La matrice des données du tableau 4.3 Annexe regroupe les valeurs du coefficient de corrélation de Pearson. Elles sont obtenues en comparant les différents milieux pris deux à deux. La matrice est ensuite interprétée par le dendrogramme de la figure 4.32.

L'analyse de la matrice et du dendrogramme révèle que notre faune se regroupe en fonction de la nature du substrat et le type de milieu.

On distingue ainsi, un grand rapprochement entre les deux milieux ouverts : la plage Mellah et le lac Bleu situés sur substrat sableux. Il en est de même pour les deux milieux fermés à Chêne kermès et au Pin maritime, situés sur substrat sableux, qui présentent le plus haut niveau de similitude.

Le reste des milieux, le Chêne liège, le lac Oubeïra, oued Bouaroug et l'eucalyptaie se rassemblent en un groupe unique car ils possèdent le même substrat qui est de type argileux.

Ces derniers milieux se séparent à leur tour pour former trois sous-groupes :

- Un sous-groupe composé du lac Oubeïra et du marécage Mellah.
- oued Bouaroug qui présente une affinité assez importante avec les milieux

précédents, se sépare pour former le 2^{ème} sous-groupe.

Cet isolement peut être expliqué par la grande hétérogénéité de cet habitat assurant la diversification de la faune. Le dernier sous-groupe est représenté par les deux milieux fermés Chêne liège et l'eucalyptaie.

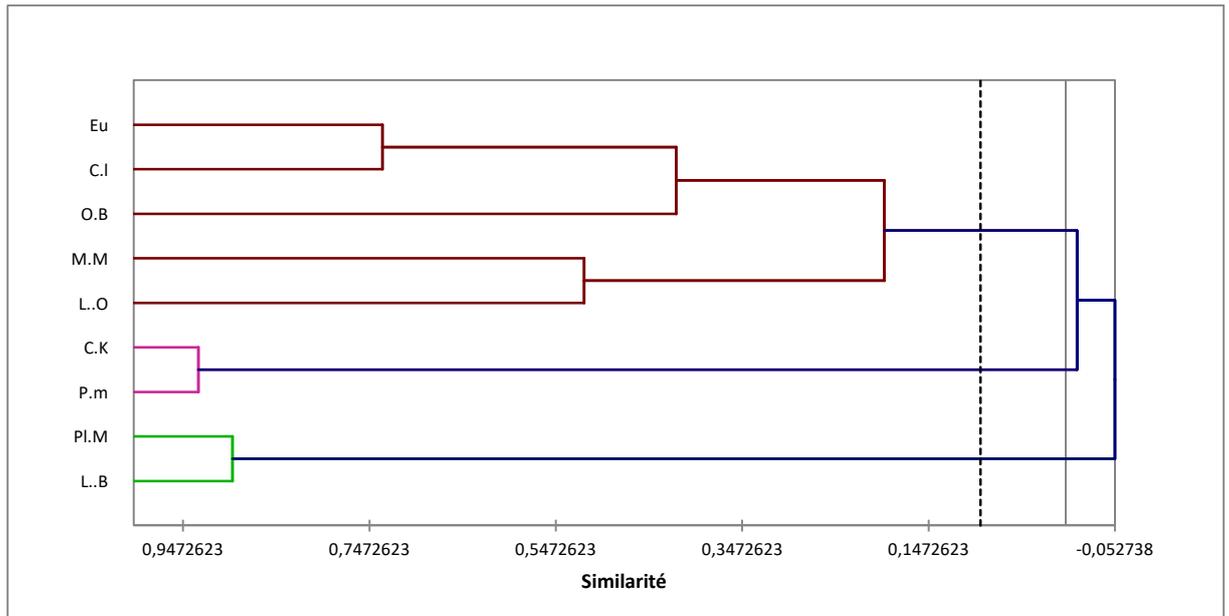


Figure 4.32. Dendrogramme interprétatif de la matrice de proximité obtenue par l'indice de Pearson

L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.E : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès.

4.2. Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances basée sur la présence et l'absence des espèces (Tableau 4.4 Annexe) montre que les axes F1 et F2 totalisent 49,85% de l'information contenue dans la matrice des données (Figure 4.33).

L'axe factoriel F1 contribue avec 26,05 %. Il permet de distinguer des milieux ouverts vers le pôle positif et les milieux fermés vers le pôle opposé.

L'axe factoriel F2 représentant 23,80% correspond plutôt au type de substrat.

Le lac Bleu, la plage Mellah, le Chêne kermès et le Pin maritime sont les plus isolés car ils sont situés sur substrat sableux, alors que le reste des milieux à substrat argileux se regroupent au centre du plan factoriel.

La projection d'espèces dans le plan factoriel F1 et F2 montre selon leur affinité trois groupes d'espèces.

- Des espèces **sabulicoles** des milieux ouverts telles que : *Cicindela lunulata*, *Cicindela melancholica*, *Acupalpus maculatus* et **sabulicoles** des milieux fermés telles que *Scarites buparius* et *Pristonychus algerinus*.

- Des espèces **eurytopes** qui n'ont pas une préférence pour un type de milieu ou substrat particulier telles que *Carabus (Macrothorax) morbillosus*, *Eurycarabus faminii*, *Percus lineatus* et *Poecilus crenulatus*.
- Des espèces strictement inféodées aux milieux ouverts qui occupent le centre de l'axe. Elles sont très nombreuses, cas de: *Distichus planus*, *Amara aenea*, *Trichochlaenius aeratus*, *Poecilus quadricollis*, *Calathus circumseptus*, *Ophonus rotundicollis*.

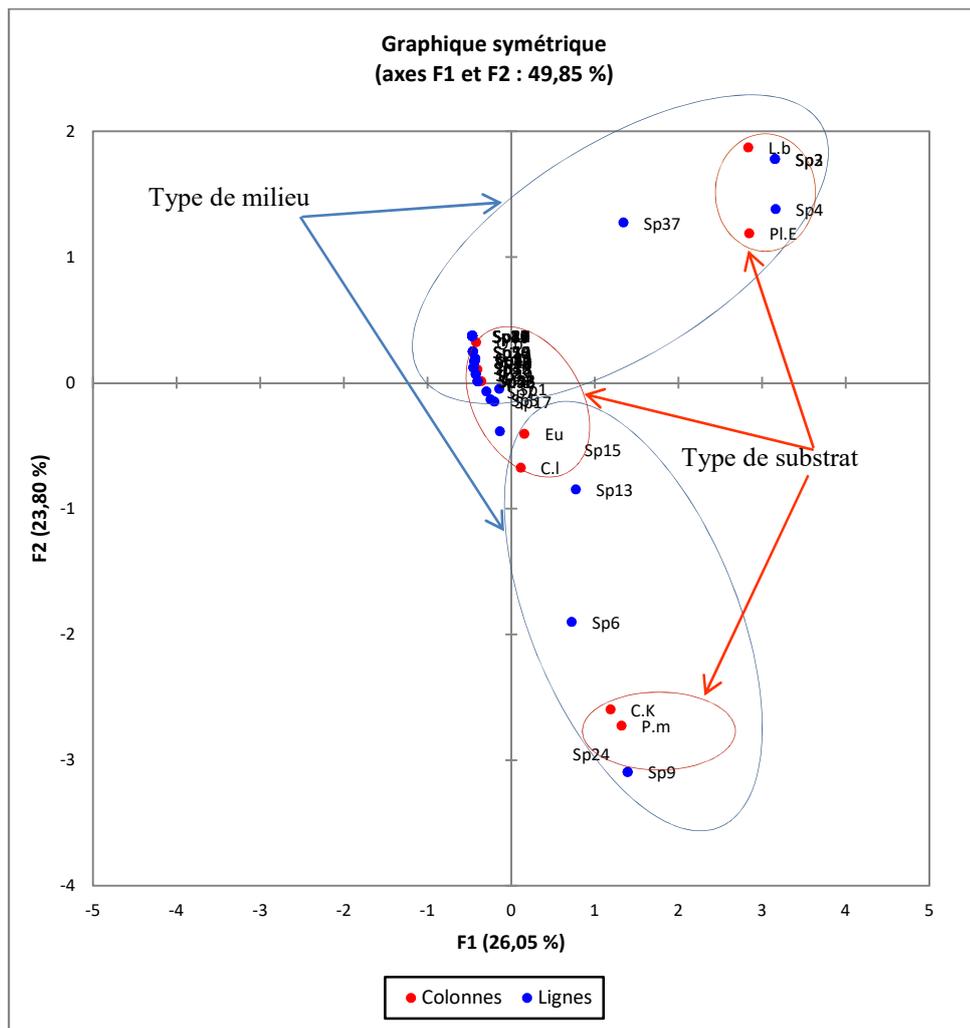


Figure 4.33. Analyse factorielle des correspondances des espèces de Carabidés dans les différents milieux.

Partie 3

Etude de la communauté des Carabidés de la région de Tébessa

1. Inventaire faunistique

Nous avons recensé au niveau des différents milieux 65 espèces. Pour chaque espèce, nous avons indiqué le ou les milieux fréquentés (Tableau 4.5 Annexe).

Les précédents travaux de Seriziat (1885) dans la région, ont permis d'identifier seulement 21 espèces dont la plupart ont été retrouvées dans nos échantillons. Le graphique de la figure 4.34 fait nettement ressortir une disproportion entre le nombre d'espèces composant chaque sous-famille étudiée. La seule sous-famille des Harpalinae, est celle qui possède la diversité la mieux représentée avec plus de 70% du total spécifique des 6 sous-familles inventoriées: Cicindelinae : 5,17%, Carabinae : 5,17%, Scaritinae : 3,4% ; Broscinae: 1,72% , Harpalinae: 79,31% et Brachininae : 5,17%.

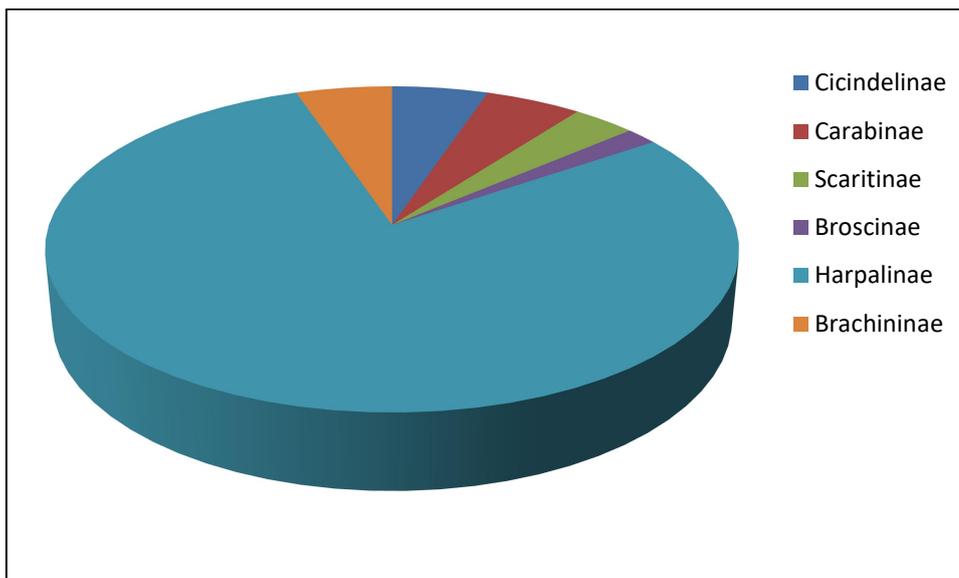


Figure 4.34. Spectre des différentes sous-familles de Carabidés

Les espèces dominantes se répartissent comme suit dans chaque station :

Djebel Noual:

Campalitamaderae, Dregusglebialis, Cymindissetifensis, Graphipterusexclamationis et *Calathus mollis*.

El Merdja: *Harpaluslethierry, Acinopusmegacephalus* et *Licinus punctatulus*

Bekkaria : *Orthomusabacoide*, *Calathus mollis*, *Paracelia simplex*, *Cymindissetifensiset* *Graphipterusserrator*.

2. Structure de la communauté

2.1. Abondance et richesse spécifique

Les figures 4.35 et 4.36 illustrent les variations stationnelles des richesses spécifiques et des abondances de l'ensemble des communautés de Carabidés.

On voit nettement, que la station El Merdja est représentée beaucoup plus pour sa richesse spécifique que pour ses effectifs. Cette différence dans les abondances et les richesses spécifiques suggèrent que les caractéristiques des trois stations (telles que la densité du couvert végétal, le type de sol, etc.) offrent des habitats et des conditions différentes qui ne favorisent pas l'installation des mêmes espèces.

Le nombre d'espèces élevées trouvées dans la station El Merdja pourrait être lié à l'importance du couvert végétal (Brose, 2003), qui peut maintenir une richesse spécifique de coléoptères élevée. Il en est de même pour le type de sol, considéré comme facteur fondamental qui a probablement agi sur les effectifs de cet assemblage.

C'est dans la station El Merdja dont le substrat est limono-argileux, que nous avons capturé le plus grand nombre d'individus alors que les stations Djebel Noual et Bekkaria caractérisées par un substrat limono-sableux sont pauvres en individus. Selon Dajoz (2002), les Carabidés sont plus abondants dans les sols argileux que dans les sols sableux. Ceci peut être lié, d'après Thiele (1977) à la production de matière organique qui garantit un meilleur approvisionnement de nourriture.

Une étude effectuée par Hemerik et Brussard (2002) sur les macroinvertébrés d'une région steppique située au Nord Est de Netherlanda montrée que l'abondance des Carabidés est fortement influencée par la quantité de matière organique contenue dans le sol. On pense que dans la station Djebel Noual qui est cultivée, la densité du couvert végétal et la nature du substrat ne sont pas les seuls facteurs qui ont agi sur la diversité des Carabidés, mais d'autres facteurs sont en partie impliqués. De nombreuses études ont montré les effets négatifs des cultures sur les abondances des Carabidés (voir par exemple Burelet *al.*, 2004)

une variation interannuelle des abondances et des richesses est observée pour l'ensemble des stations (Figure 4.35 ; 4.36).

Il est à constater que l'année 1998 a été la plus productive en terme d'espèces dans la station Djebel Noual et Bekkaria, alors qu'au cours de l'année 1999, nous avons récolté le plus grand nombre d'espèces dans la station El Merdja.

Les effectifs les plus élevés sont enregistrés dans la station Djebel Noual pendant l'année 1998, quant à la station de Bekkaria, il a été enregistré un grand nombre d'individus au cours de l'année 2000.

Dans la station El Merdja, un grand nombre d'individus a été capturé au cours de l'année 1999. Cette différence interannuelle dans les abondances et les richesses spécifiques dans une même station est probablement liée aux variations des conditions climatiques de la région.

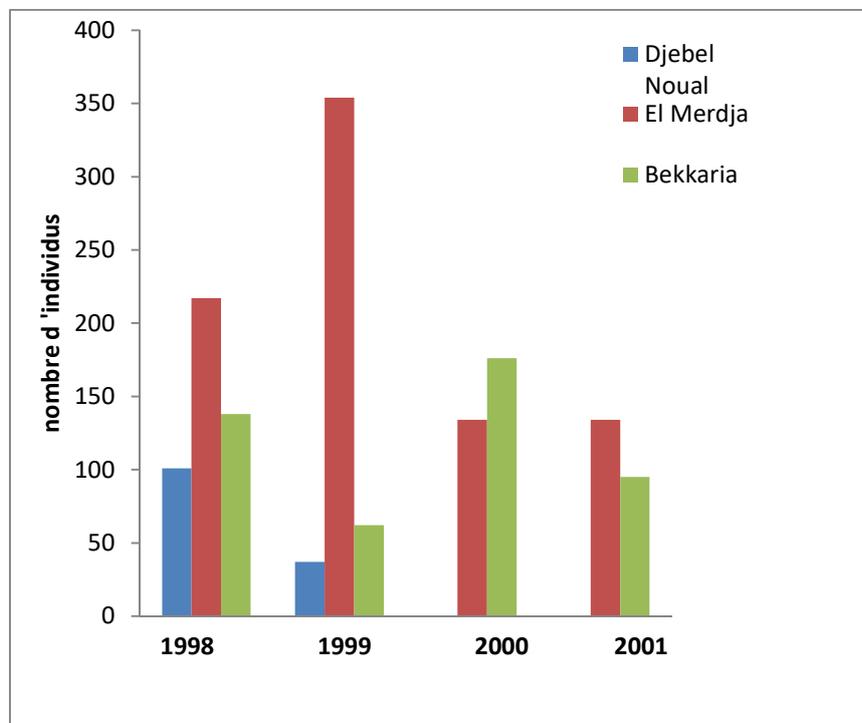


Figure 4.35. Abondance des Carabidés dans les différentes stations(1998-2001)

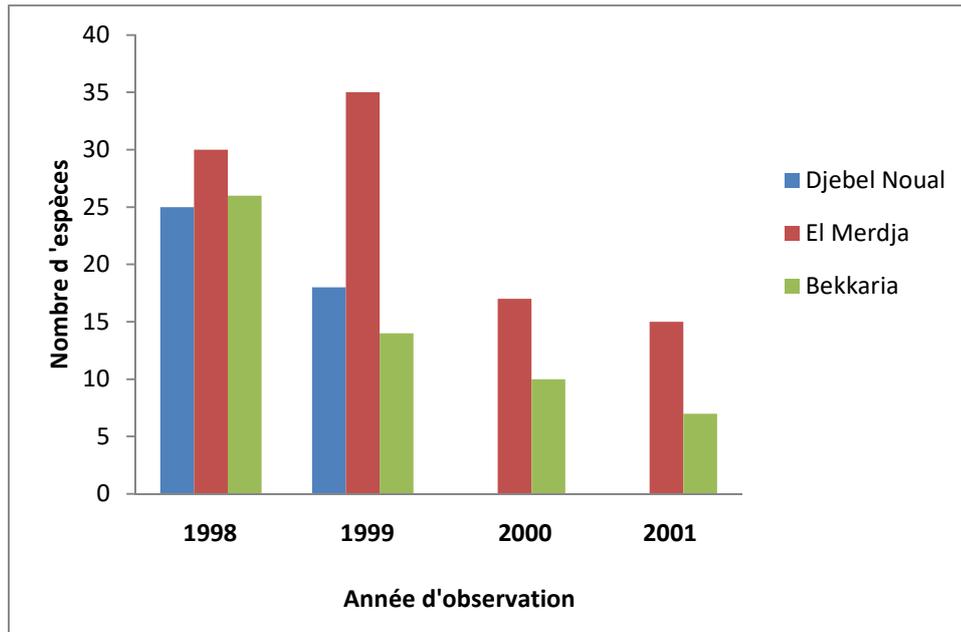


Figure 4.36. Nombre d'espèces de Carabidés dans les différentes stations(1998-2001).

2.2. Diversité et équitabilité

En comparant les trois stations, on remarque que les stations El Merdja et Bekkaria possèdent les indices de Shannon plus élevés que ceux de la station Djebel Noual (Tableau 4.6).

La station El Merdja s'est avérée très diversifiée durant l'année 1999, sachant que cette station est plus humide que les autres, ceci peut être associé aux conditions particulières de cette année (fortes précipitations), qui ont favorisé l'apparition de plusieurs espèces hygrophiles. Quant aux valeurs de H_{\max} et d'équitabilité, on constate que pour une même station les différences interannuelles sont peu prononcées.

De fortes valeurs d'équitabilité sont signalées dans les deux stations El Merdja et Bekkaria, ceci peut être interprété par la stabilité de ces milieux par rapport à la station Djebel Noual.

Tableau4.6: Diversités et équitabilités dans les différentes stations (1998-2001)

Station/Année	1998	1999	2000	2001
Djebel Noual	H' : 2,59 H _{max} : 4,64 E(%) : 55,8	H' : 2,45 H _{max} : 4,17 E(%) : 58,75	/	/
El Merdja	H' : 2,69 H _{max} : 4,98 E(%) : 54,8	H' : 3,32 H _{max} : 5,12 E(%) : 64,8	H' : 3,09 H _{max} : 3,90 E(%) : 79,23	H' : 2,72 H _{max} : 3,90 E(%) : 64,15
Bekkaria	H' : 3,79 H _{max} : 4,45 E(%) : 85,16	H' : 2,89 H _{max} : 3,80 E(%) : 76,05	H' : 2 H _{max} : 3 E(%) : 66,66	H' : 2,16 H _{max} : 2,80 E(%) : 77,14

3. Dynamique de la communauté

3.1. Evolution des richesses spécifiques et des abondances

Les figures 4.37 et 4.38 retracent l'évolution des richesses spécifiques et des abondances dans les différentes stations étudiées.

Nous constatons que le plus grand nombre d'espèces est observé pendant la période comprise entre les mois d'avril et mai pour l'ensemble des stations.

Dans les deux stations El Merdja et Bekkaria, la richesse spécifique est également élevée pendant les mois de novembre et décembre.

Les courbes relatives à l'évolution mensuelle des abondances sont très proches de celles retraçant l'évolution des richesses spécifiques.

On remarque comme précédemment, une abondance maximale des individus pendant les mois d'avril et mai.

Dans la station de Bekkaria, on a pu observer un maximum d'individus au mois de mars de l'année 2000, alors que dans la station El Merdja, un maximum d'individus est noté aux mois de juin et août de l'année 1999.

D'une manière générale, pour l'ensemble des stations, c'est au printemps que les richesses spécifiques et les abondances sont les plus élevées. L'amélioration des conditions climatiques et l'abondance des micro-milieus sont alors à l'origine des fortes valeurs enregistrées durant cette saison.

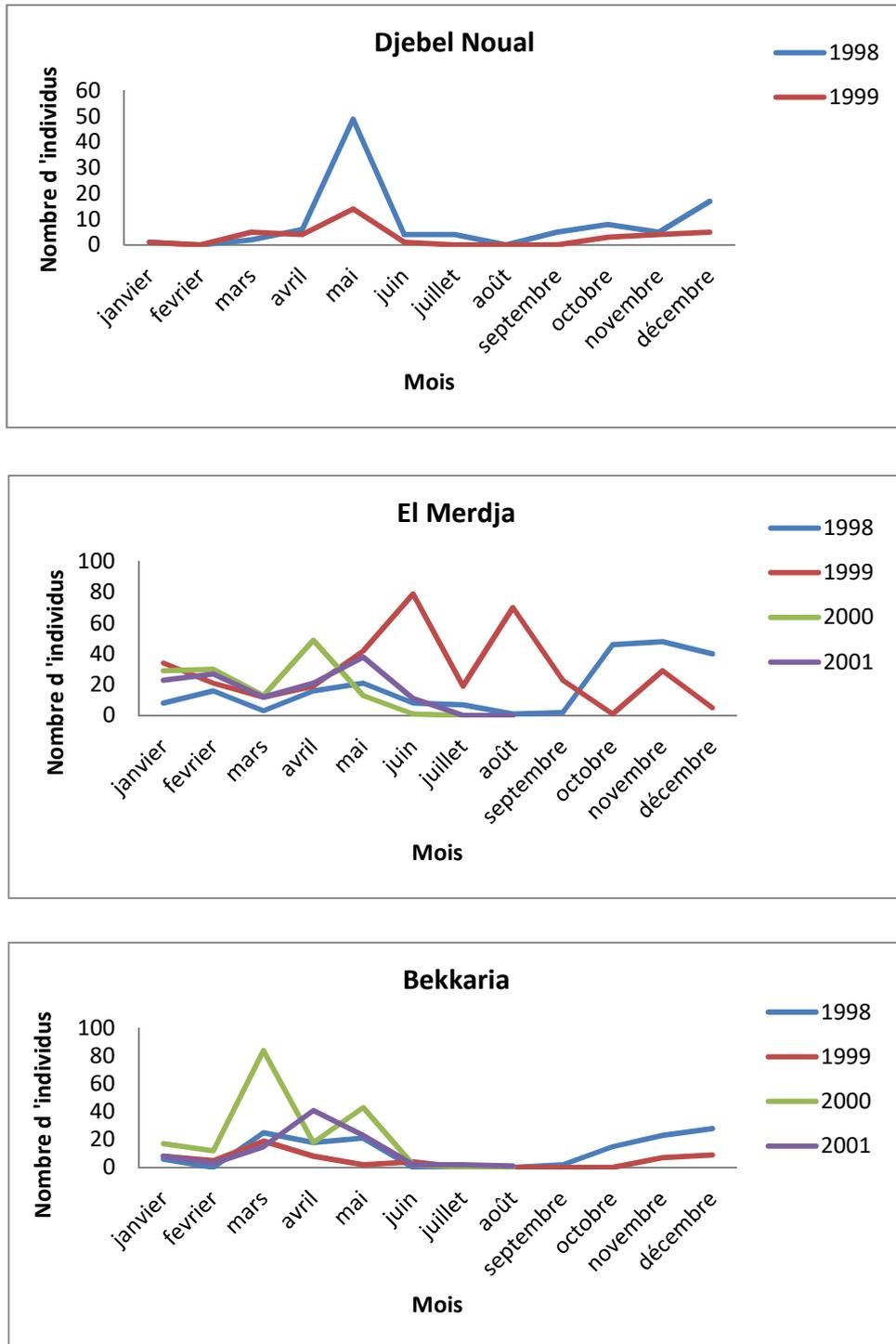


Figure 4.37. Variation mensuelles des abondances de Carabidés dans les différentes stations(1998-2001).

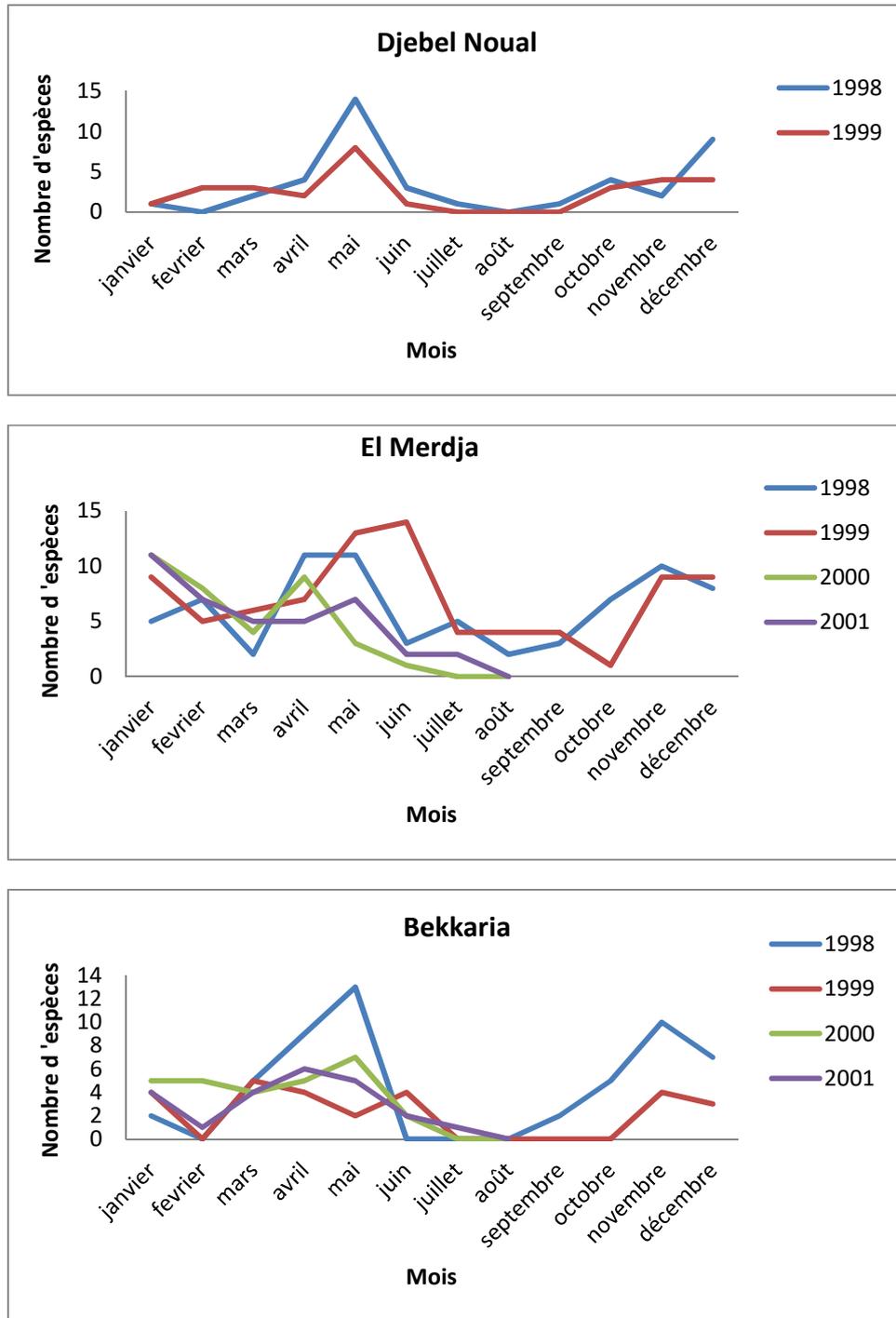


Figure 4.38. Variation mensuelle de la richesse spécifique de Carabidés dans les différentes stations (1998-2000).

3.1.1. Richesse spécifique cumulée

Pour mieux cerner la stratégie utilisée par les différentes espèces dans la colonisation de leur biotope, nous avons tracé des courbes de richesses spécifiques cumulées. Celles-ci sont obtenues en cumulant toutes les espèces nouvellement apparues lors des prélèvements successifs. A noter que l'obtention d'un pallier signifie que la richesse maximale est atteinte. D'après la figure 4.39, les courbes cumulatives ont une même allure dans l'ensemble des stations. Les prélèvements effectués au début du cycle (janvier, février) ne fournissent qu'un faible nombre d'espèces. Dès le mois d'avril, l'apport en éléments faunistiques nouveaux est plus important, ce qui se traduit par l'accentuation des pentes des courbes tracées. En effet, la colonisation du biotope par plusieurs espèces est liée à la synchronisation du cycle biologique de la majorité des espèces qui serait déclenchée par les facteurs climatiques. Dans la station El Merdja, l'apport en espèces est important également au mois de décembre. Dans les autres stations, le pallier est atteint à partir du mois de juin.

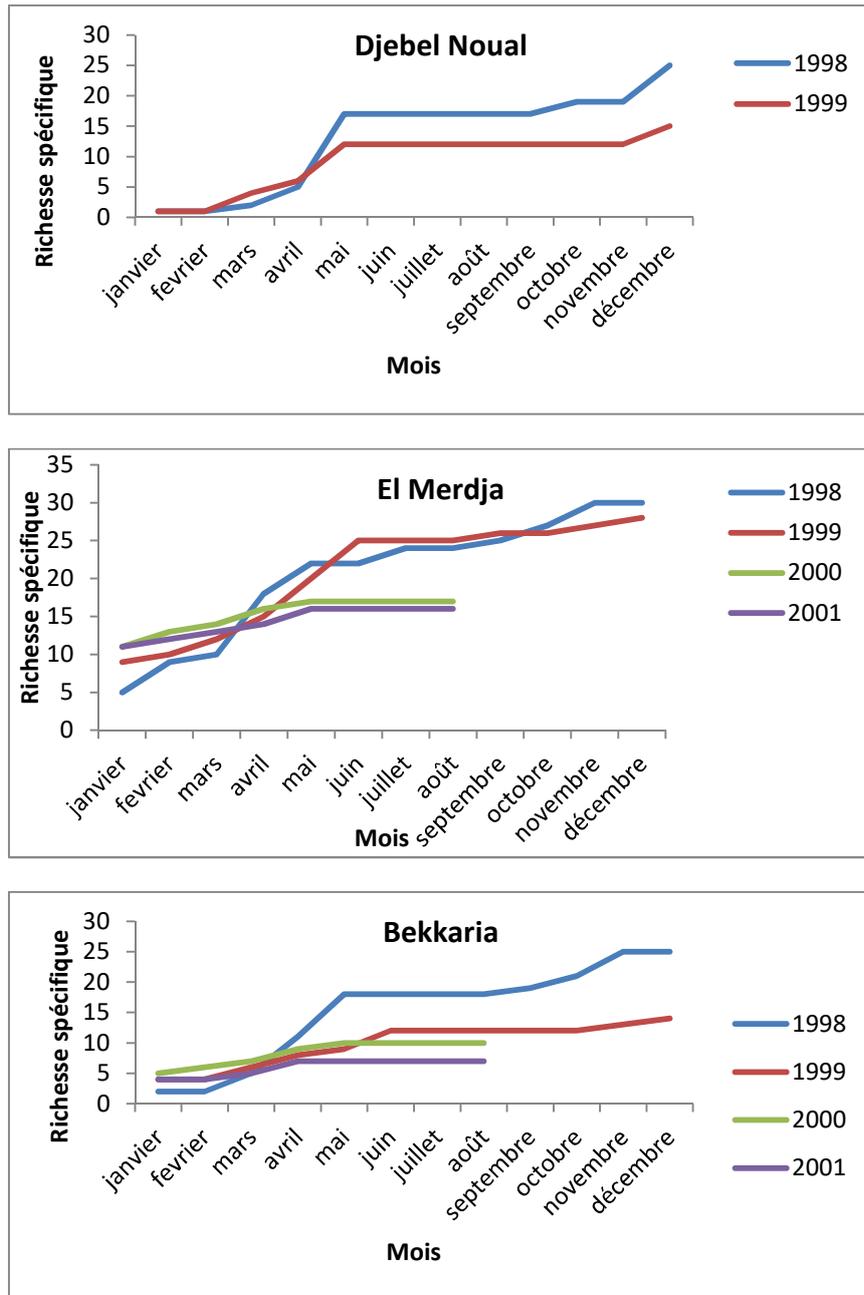


Figure 4.39. Richesse spécifique cumulée de Carabidés dans les différentes stations (1998-2001).

4. Variation mensuelle des indices de diversité et de l'équitabilité

4.1. Indice de Shannon

Dans la station Djebel Noual, la diversité montre des variations de grande amplitude se manifestant brusquement au début et au milieu du cycle. Un pic au mois de mai précise la période optimale où la faune est la plus diversifiée (Figure 4.40).

Dans la station El Merdja, les variations de l'indice de Shannon sont plus atténuées. Les meilleures valeurs de diversité s'observent au mois d'avril, mai et pendant l'hiver (Figure 4.41).

Les variations mensuelles des diversités dans la station Bekkaria sont presque similaires à celles de la station Djebel Noual sauf que c'est pendant le mois de mars que l'indice de Shannon est le plus élevé (Figure 4.42). L'apparition précoce de cette forte diversité au printemps dans cette dernière station est probablement liée au facteur altitude.

4.2. Equitabilité

Dans la station Djebel Noual, le tracé des courbes (Figure 4.43) témoigne d'une certaine instabilité de la communauté surtout au cours de l'année 1999. C'est au mois de mars, marqué par une diminution des effectifs et de la diversité, que la communauté montre la meilleure répartition.

Dans la station El Merdja, il n'y a pas une grande variation mensuelle de l'équitabilité. La communauté est surtout stable pendant le printemps et l'hiver. Par contre, elle révèle de grandes variations dans la station Bekkaria où les meilleures valeurs sont obtenues pendant le printemps (mars, avril) et pendant l'hiver (décembre, janvier).

Les variations de l'équitabilité qui diffèrent d'une station à l'autre et d'une année à l'autre témoignent d'un changement continu de la structure de la communauté.

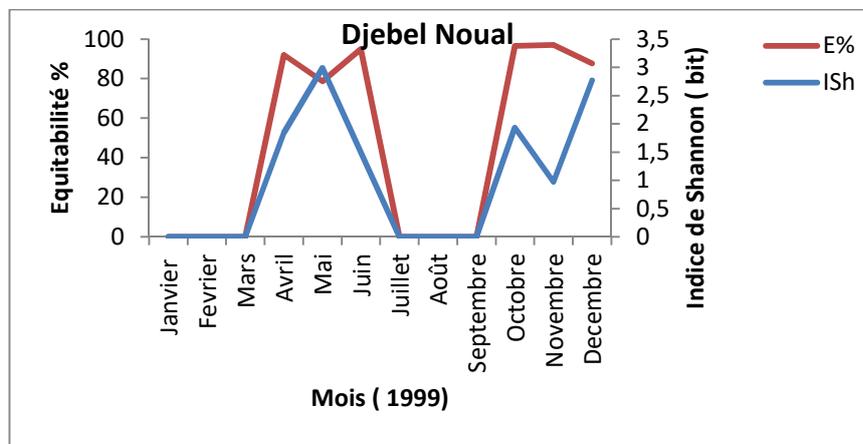
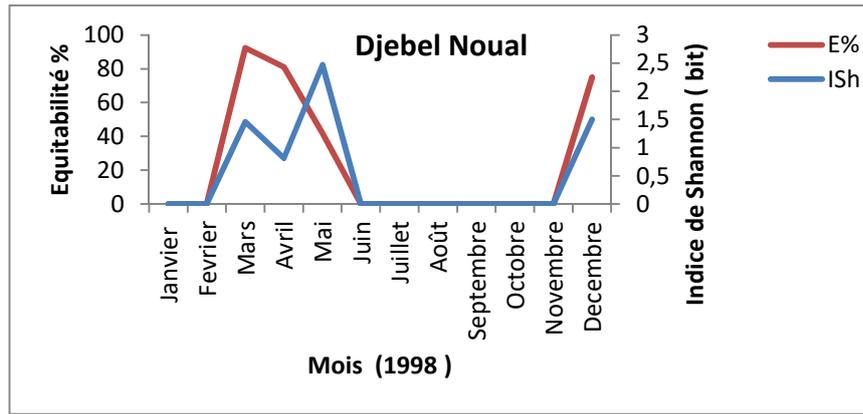


Figure 4.40. Variations mensuelles de l'indice de Shannon (ISh) et de l'équitabilité (E%) dans la station Djebel Noual (1998-1999).

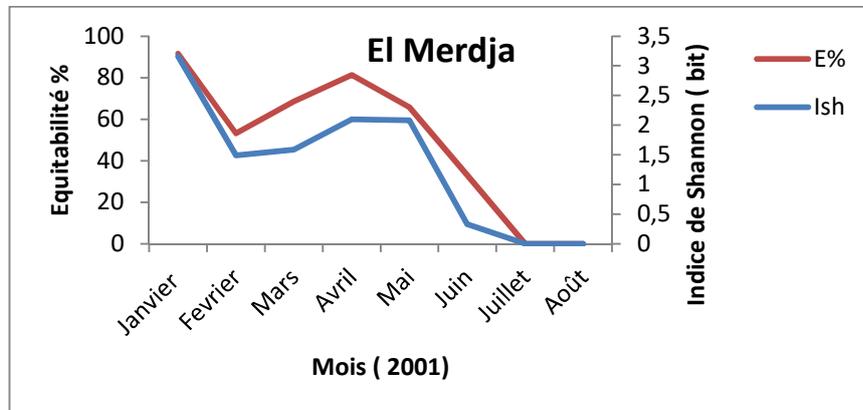
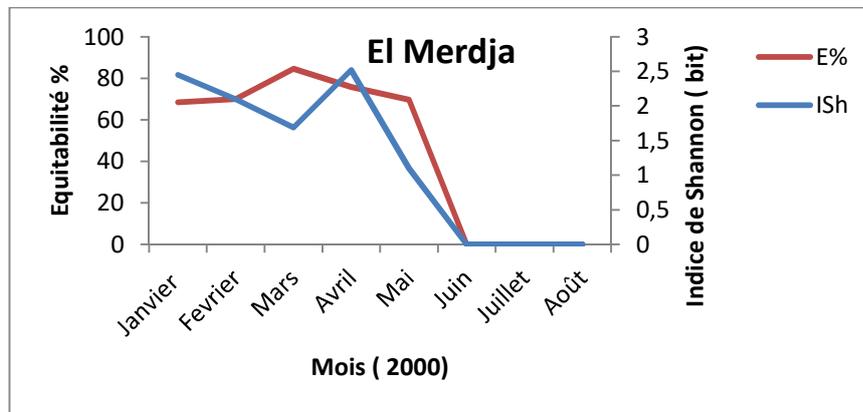
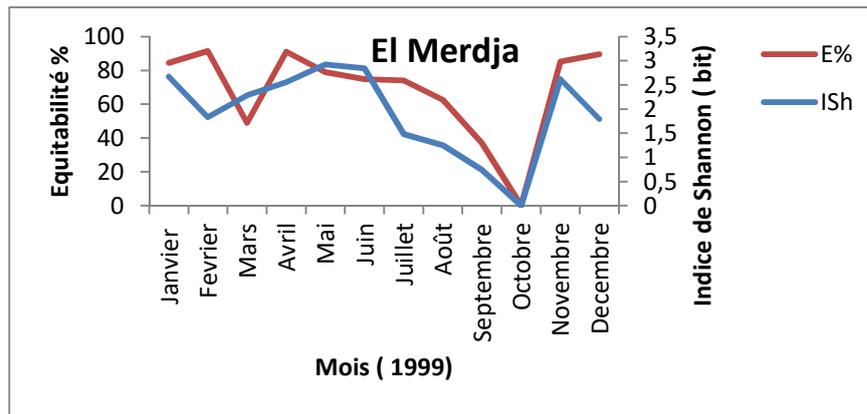
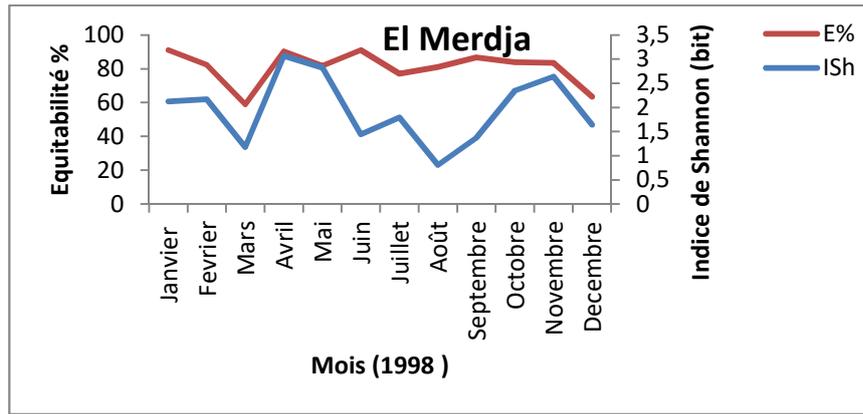


Figure 4.41. Variations mensuelles de l'indice de Shannon (Ish) et de l'équitabilité (E%) dans la station El Merdja (1998-2001)

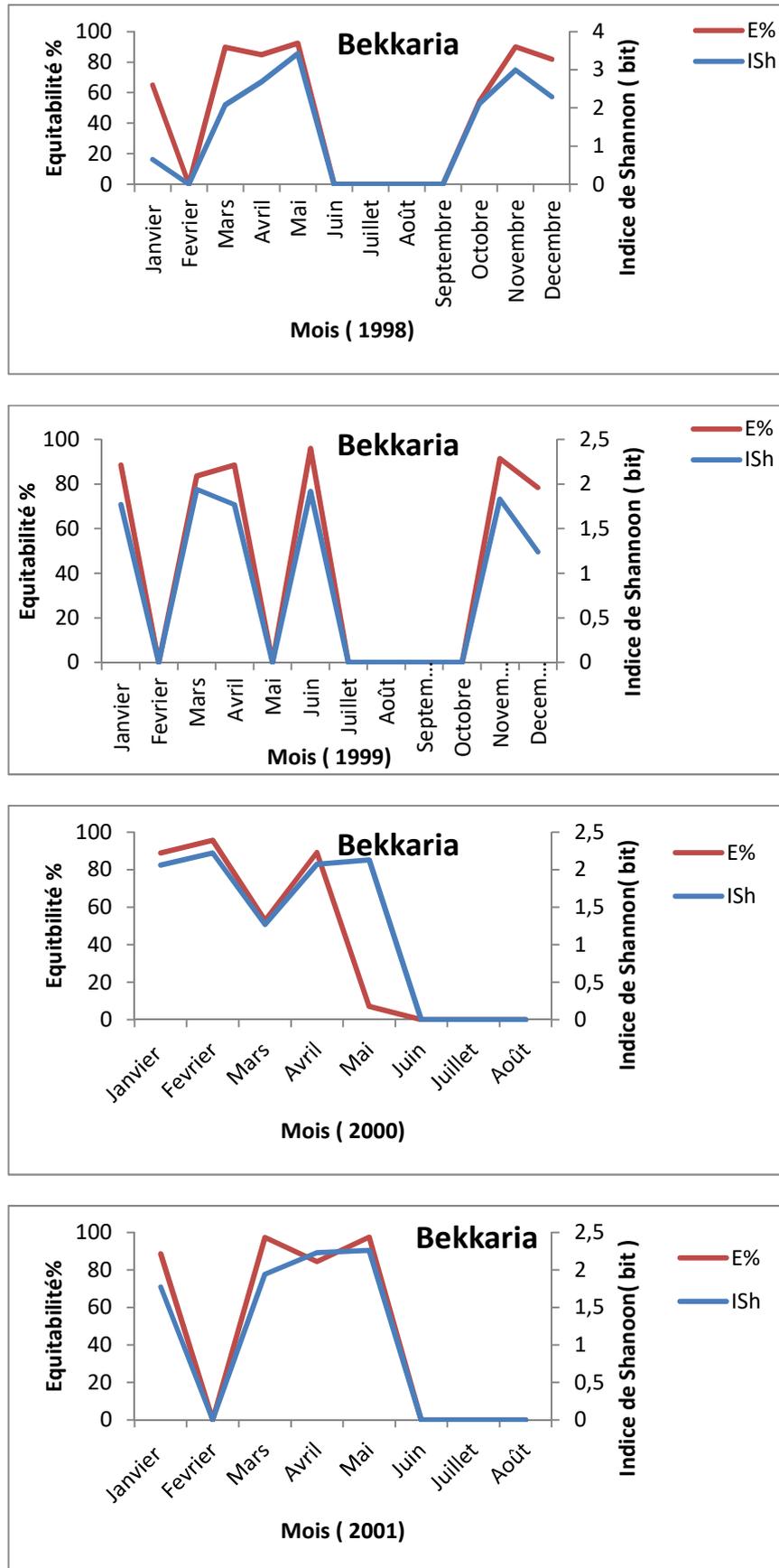


Figure 4.42. Variations mensuelles de l'indice de Shannon (ISh) et de l'équitabilité (E%) dans la station Bekkaria(1998-2001).

5. Traits biologiques et écologiques

5.1. Exigences en humidité

Les espèces rencontrées dans les trois stations d'étude appartiennent aux trois catégories écologiques suivantes : les hygrophiles, les mésophiles et les xérophiles.

Pour l'ensemble des stations, ce sont les xérophiles qui dominent, ce qui est vraisemblablement lié au climat semi-aride de la région.

L'examen de la figure 4.43 montre que dans la station El Merdja, le pourcentage des espèces hygrophiles est élevé, ceci peut être expliqué par l'humidité plus élevée que l'on rencontre dans ce biotope. A l'opposé, les deux stations Djebel Noual et Bekkaria qui sont sèches, sont fréquentées par un nombre important d'espèces xérophiles. L'aridité de ces milieux est même marquée par la présence d'espèces typiques aux steppes telles que : *Graphipterus serrator*, *G. exclamationis*, *Pristonychus deneveui*, *Campalita olivieri*, *Poecilus decipiens*, et *Celia cotyi*.

Les présents résultats concordent avec les travaux de Eyre et Luff (1990) sur la faune d'Europe. Ces auteurs indiquent que la quantité d'eau dans le sol est un facteur important qui a une influence sur l'assemblage des Carabidés.

Il est à remarquer que non seulement les espèces de chaque communauté stationnelle ont des exigences différentes vis-à-vis du facteur humidité, mais qu'elles sont sujettes à des variations interannuelles. Il semble que le facteur pluviométrie est responsable de cette variabilité.

Dans la station El Merdja, les fortes précipitations de l'année 1999 (432,20 mm) ont probablement provoqué l'apparition d'espèces hygrophiles. Dans les années 2000 (343,50 mm) et 2001 (337,50 mm), les faibles précipitations ont diminué le nombre d'espèces hygrophiles dans la station El Merdja, alors qu'elles ont complètement disparu dans la station Bekkaria.

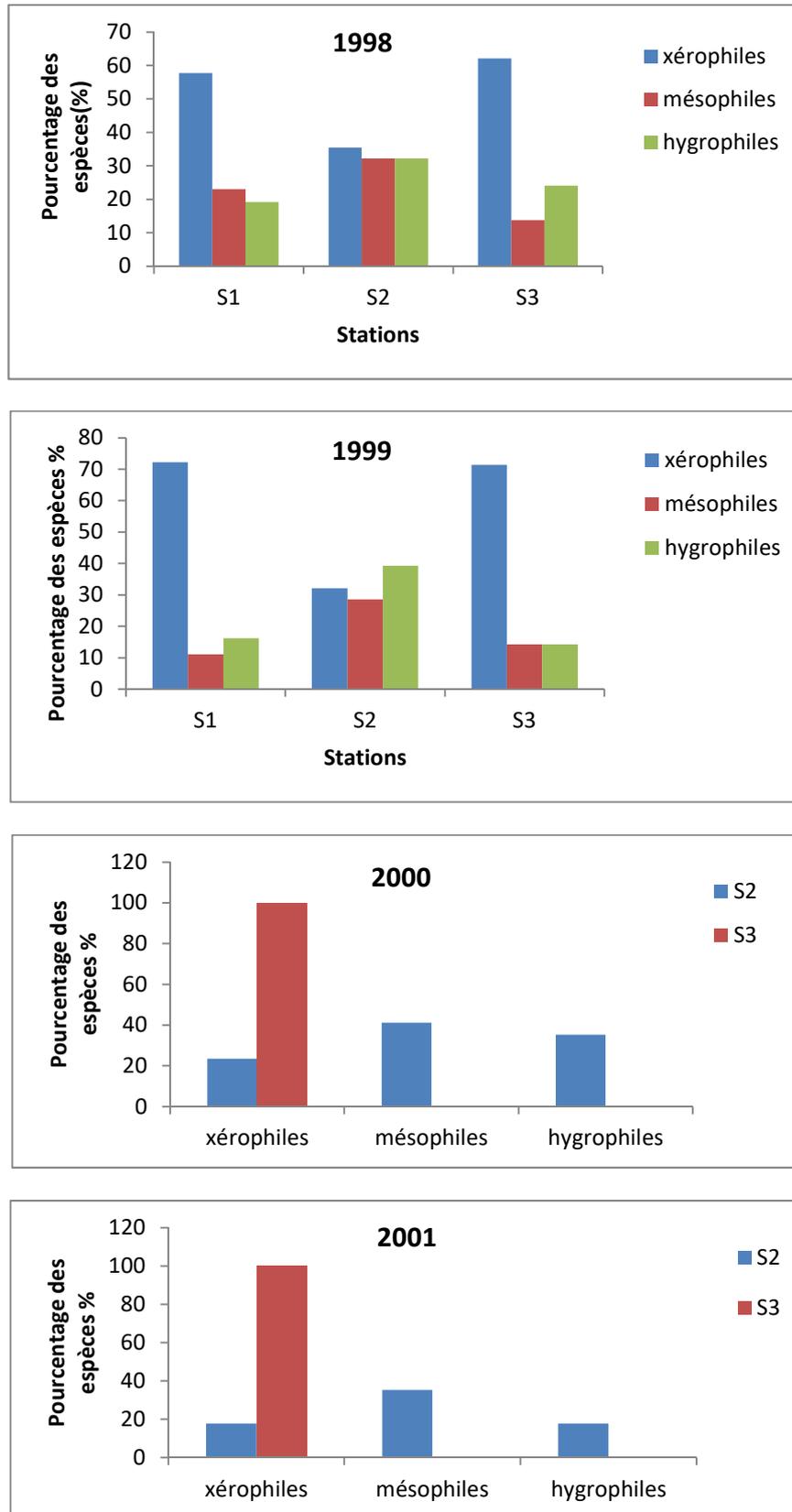


Figure 4.43. Pourcentage des espèces de Carabidés hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans les différentes stations (1998- 2001).
 S1: Djebel Noual; S2: El Merdja; S3: Bekkaria

5.2. Mode trophique

Sur le plan trophique, nos espèces se classent en trois groupes : Les prédateurs, les phytophages et les polyphages.

La figure 4.44 montre que dans les trois stations, ce sont les prédateurs qui dominent. On constate une différence dans le comportement alimentaire en fonction du type de milieu.

Les deux stations Djebel Noual et Bekkaria sont fréquentées par un nombre élevé d'espèces polyphages telles : *Paraceliasimplex*, *Harpalus punctato striatus* et *Paraphonus hispanus*.

Quant à la station El Merdja, ce sont les prédateurs et les phytophages qui sont les mieux représentés.

On rencontre par exemple dans le groupe des prédateurs, des espèces généralistes telles que *Distichus planus* et *Broscus politus* et des espèces spécialistes telle que l'espèce *Siagona europaea* qui se nourrit exceptionnellement de fourmis (Zetto Brandmayret al., 2007 ; Talarico et al., 2010)

Parmi les phytophages, on peut citer : *Ditomus opacus* et *D. clypeatus* qui consomment les graines de *Plantago* (Ouchtatiet al., 2012). Cette différence dans l'assemblage des espèces a une relation probable avec la stabilité du milieu.

Les stations Djebel Noual et Bekkaria qui paraissent peu stables sont fréquentées par des espèces opportunistes à l'opposé de la station El Merdja qui semble moins perturbée et donc fréquentée par des espèces spécialisées. Brandmayret al. (2005) a montré que les espèces polyphages augmentent dans les milieux perturbés tels que les cultures.

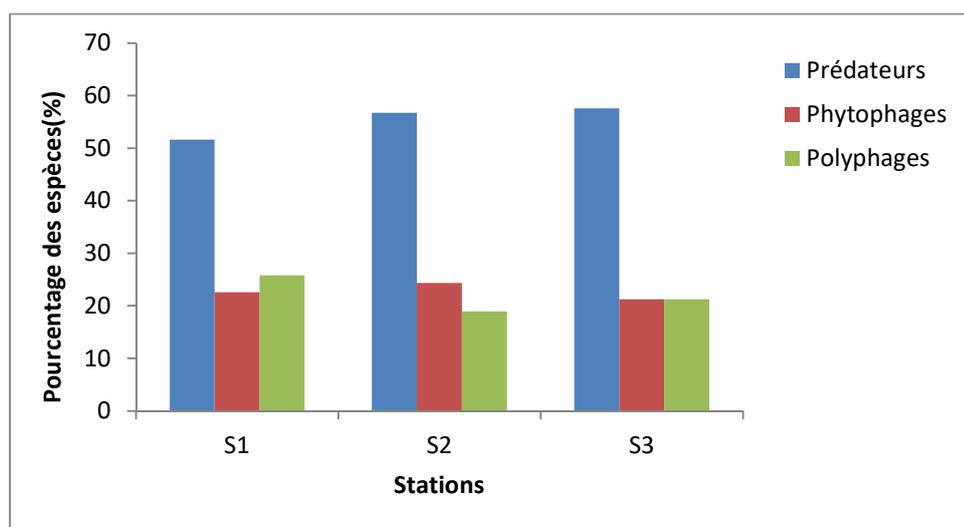


Figure 4.44. Pourcentage des espèces de Carabidés prédatrices, phytophages et polyphages dans les différentes stations (1998-2001).
S1: Djebel Noual S2: El Merdja; S3: Bekkaria

5.3. Pouvoir de dispersion

Comme l'indique la figure 4.45, les espèces macroptères dominent dans les trois stations par rapport aux aptères. Ce résultat paraît tout à fait plausible car les macroptères caractérisent les milieux ouverts alors que les espèces aptères sont fréquentes dans les milieux fermés tels que les forêts (Dufrêne , 1992).

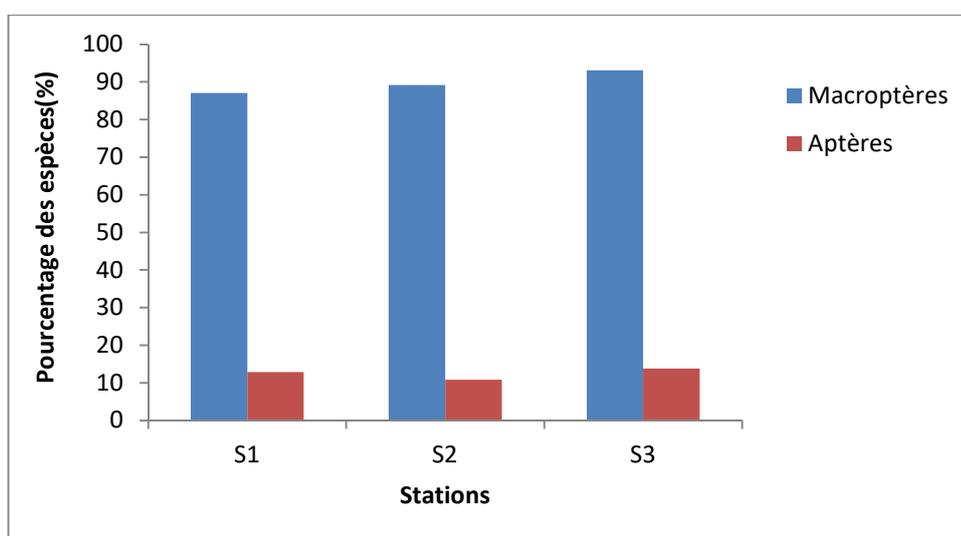


Figure 4.45. Pourcentage des espèces de Carabidés macroptères et aptères dans les différentes stations (1998-2001).

S1: DjebelNoual; S2: El Merdja; S3:Bekkaria

5.4. Taille

La détermination des tailles moyennes des espèces montre d'après la figure 4.46 qu'il n'existe pas de variations entre la station El Merdja et Djebel Noual alors que la différence s'observe dans la station Bekkaria où les espèces sont de taille plus petite. Le facteur altitude semble expliquer cette différence.

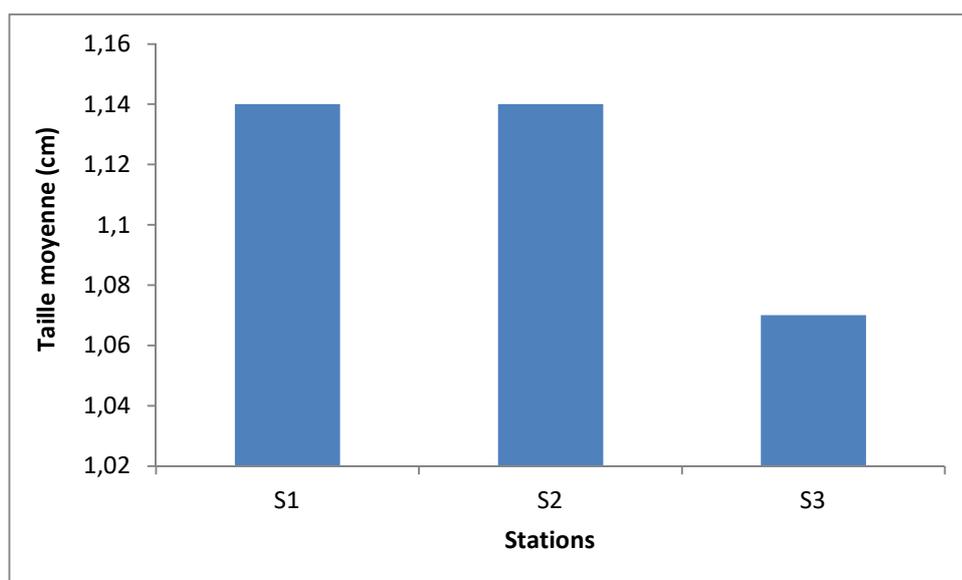


Figure 4.46. Taille moyenne des espèces dans les différentes stations
S1: Djebel Noual; S2: El Merdja; S3: Bekkaria

6. Activité des espèces (Figure 4.47)

L'activité des espèces dans les différentes stations montre des différences interannuelles qui sont certainement dues aux variations climatiques. D'après Djellouli et Nedjraoui (1995), les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations.

L'ensemble des communautés sont actives au printemps et au début de l'été. Paarmann (1970) qui a étudié la faune de Carabidés en Cyrenaïque (Libye, Nord de l'Afrique) a fait cette même observation. Nos résultats confirment aussi beaucoup de travaux sur les coléoptères qui fréquentent les écosystèmes arides (Yaacobi, *et al.*, 2007). Un pic d'activité important est également signalé à la fin de l'automne et le début d'hiver.

Brandmayr et Zetto Brandmayr (1986) qui ont étudié le cycle d'activité d'une communauté de Carabidés habitant une prairie aride en Sicile (Italie) ont obtenu les mêmes résultats.

L'augmentation de l'activité chez les Carabidés est liée essentiellement à la reproduction (Frank *et al.*, 2007) qui implique une recherche du partenaire ou le site de ponte etc.

L'augmentation de l'activité est aussi due à l'émergence de nouveaux individus qui ont passé l'hiver sous forme larvaire (Holland et Reynolds, 2003). De plus l'augmentation progressive des températures au printemps et en été est susceptible de favoriser l'activité des espèces (Raworth, et Choi, 2001).

On a constaté que dans la station Djebel Noual et Bekkaria, les espèces disparaissent très tôt à la fin du mois de juin jusqu'au mois d'octobre. La nature du substrat peut être responsable de

cette disparition précoce. Celui-ci, de type limono-sableux a tendance à s'assécher très rapidement, entraînant la disparition de plusieurs espèces végétales..

Dans la station El Merdja, les espèces continuent à être actives même durant les mois les plus chauds. Prenons l'exemple de l'année 1999 dans la station El Merdja, où les espèces *Acinopusgutturosus*, *Zabrusbrondeli* et *Ophonusrotundicollis* ont poursuivi leur activité même durant la période s'étalant du mois de juillet jusqu'au mois de septembre. Les fortes précipitations qui ont eu lieu pendant cette année entraînant une augmentation de l'humidité du sol peuvent expliquer cette forte activité observée.

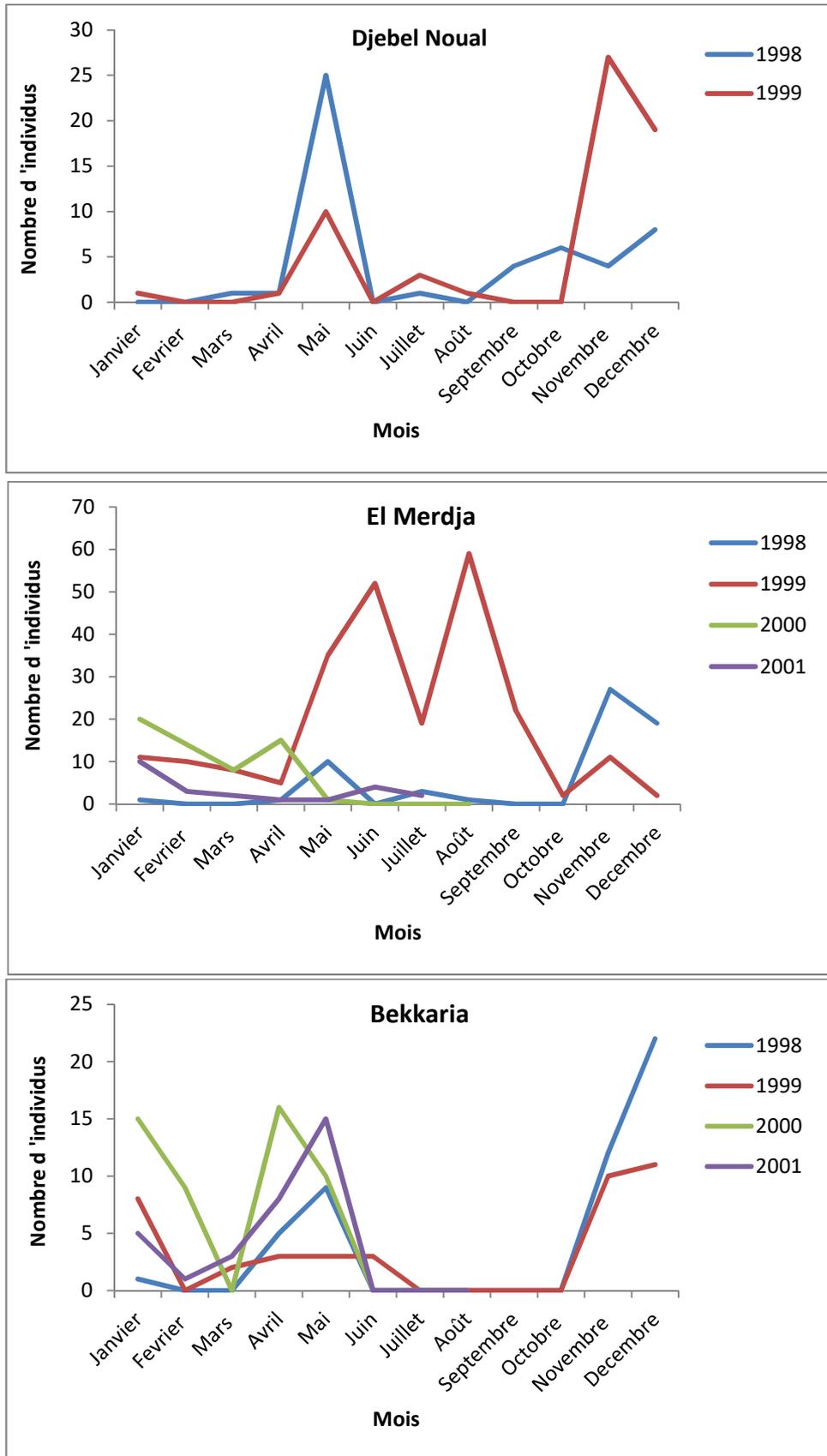


Figure 4.47. Activité de l'ensemble des espèces de Carabidés dans les différentes stations.

7. Phénologie

Nous avons étudié la phénologie des espèces les plus communes. La dissection des femelles nous a permis de connaître, d'après l'état des ovaires la période de la ponte et la récolte d'individus immatures, nous a fourni des indications sur l'époque de la mue imaginale.

D'après le tableau 4.7, les espèces se divisent en deux types :

- ✓ des espèces ayant deux périodes d'activité, une qui commence à la fin de l'automne et se termine en hiver et l'autre au printemps. Les espèces concernées sont notamment *Macrothorax morbillosus*, *Orthomusabacoide*, *Calathus mollis*, *Calathus melanocephalus*, *Pristonychus algerinus*, *Paracelia simplex* et *Cymindissetifensis*.
- ✓ des espèces possédant une seule période d'activité au printemps. On peut citer : *Campalitamaderae*, *Harpalus lethierry*, *Acinopus sabulosus*, *Graphipterus serrator* et *G. exclamationis*.

L'activité peut même s'étaler jusqu'à l'été pour les espèces *Cicindela flexuosa*, *Zabrus brondeli*, *Acinopus gutturosus*, *Acinopus sabulosus* et *Ophonus rotundicollis*.

La récolte des femelles en période de ponte et des individus qui viennent d'émerger montre que les espèces *Macrothorax morbillosus*, *Orthomusabacoide*, *Calathus mollis*, *Calathus melanocephalus*, *Pristonychus algerinus*, *Paracelia simplex* et *Licinus punctatulus* semblent se reproduire pendant l'hiver. Il en est de même pour les espèces *Zabrus brondeli*, *Ophonus rotundicollis* et *Acinopus gutturosus*, car nous avons capturé des individus immatures au printemps.

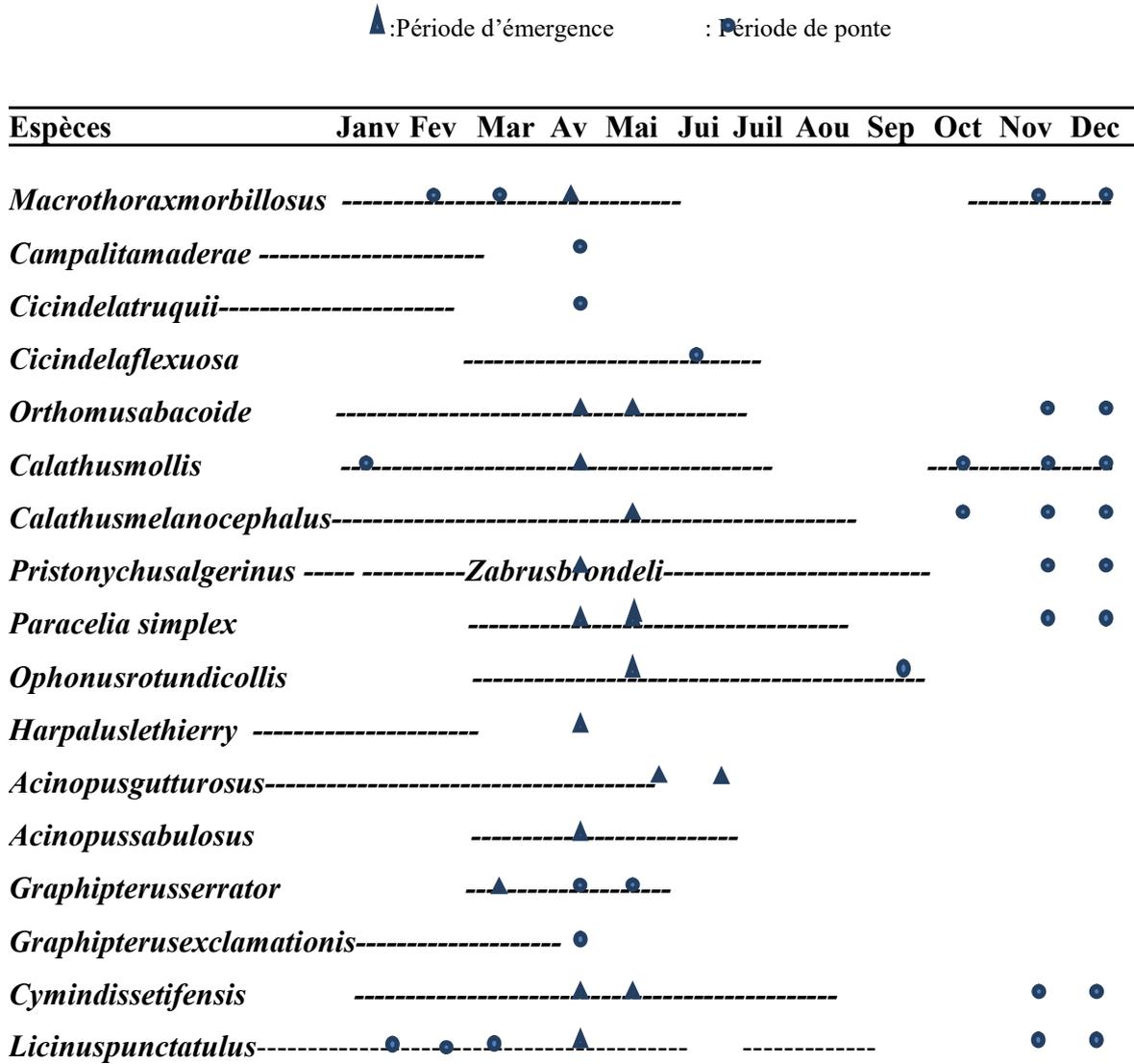
Quant aux espèces *Cicindela truquii*, *Cicindela flexuosa*, *Graphipterus serrator* et *G. exclamationis*, leur reproduction se déroule peut être au printemps puisque, nous avons capturé plusieurs femelles sexuellement matures pendant cette période.

On a remarqué que la période d'activité des espèces est non seulement liée à leurs cycles reproductifs mais à leurs comportements alimentaires. Selon Paarmann (1970), les espèces *Calathus mollis* et *Cymindissetifensis* sont des reproducteurs d'hiver et prédateurs, ce qui explique, dans notre cas, leur activité pendant l'hiver et leur apparition au printemps coïncide avec leur période d'émergence.

La majorité des espèces phytophages sont actives durant le printemps et l'été, citons par exemple : *Zabrus brondeli*, *Ophonus rotundicollis*, *Harpalus lethierry*, *Acinopus gutturosus* et *Acinopus sabulosus*. Pour certaines de ces espèces, on reconnaît très bien la plante dont elles sont spécialisées. C'est le cas de l'espèce *Ophonus rotundicollis* qui est spécialisée dans la consommation de graines de *Daucus*

carota. La larve active pendant l'hiver, se nourrit de cette plante et la nouvelle génération apparait au printemps et au début de l'été (Brandmayr, 1983).

Tableau 4.7. Phénologie des espèces communes dans les différentes stations (1998-2001)



8. Cycle annuel des principales espèces

Nous avons analysé les cycles annuels des espèces dont les effectifs sont suffisamment importants pour être interprétables. Les cycles annuels ont été déterminés en cumulant les quatre années d'études, sauf pour l'espèce *Zabrusbrondeli* pour laquelle, nous avons pris en considération uniquement l'année 1999.

8.1. *Orthomusabacoide*

C'est une espèce qui est très dominante dans la station Bekkaria. Sa période d'activité maximum se situe au printemps (Figure 4.48). Pendant l'été, elle disparaît complètement du milieu. Cette espèce est probablement un reproducteur d'hiver car nous avons observé des individus s'accoupler pendant le mois de décembre et plusieurs femelles étaient sexuellement matures. Nous avons même capturé des individus qui viennent d'émerger au printemps. Paarmann (1970) signale aussi que cette espèce se reproduit pendant l'hiver.

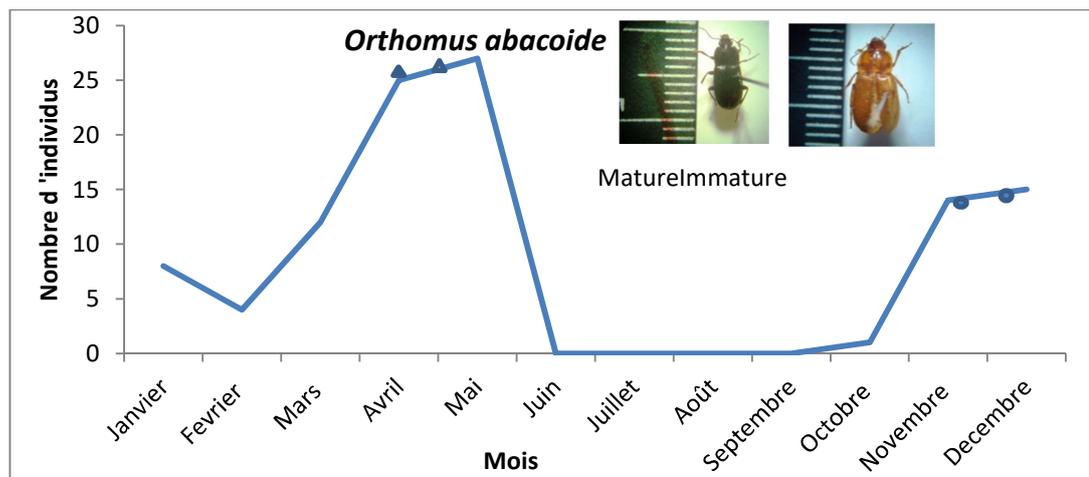


Figure 4.48. Cycle d'activité de l'espèce *Orthomusabacoide* (1998-2001)

▲ : Période d'émergence ● : Période de ponte

8.2. *Zabrusbrondeli*

Comme le montre la figure 4.49, cette espèce présente un pic d'activité pendant le printemps et l'été. Nous avons récolté des individus immatures au mois de mai. .

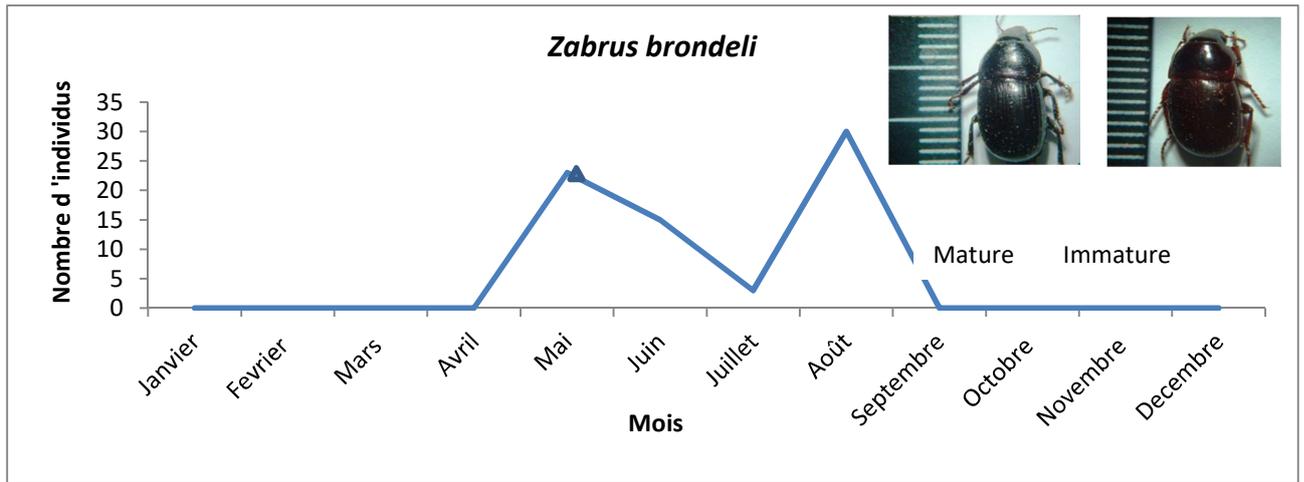


Figure 4.49. Cycle d'activité de l'espèce *Zabrusbrondeli* (1999)
▲ : Période d'émergence

8.3. *Acinopusgutturosus*

Comme l'espèce précédente deux pics d'activité sont signalés , le premier durant le mois de mai et le deuxième durant le mois d'août (Figure 4.50). Des individus immatures ont été observés au mois de mai et juin.

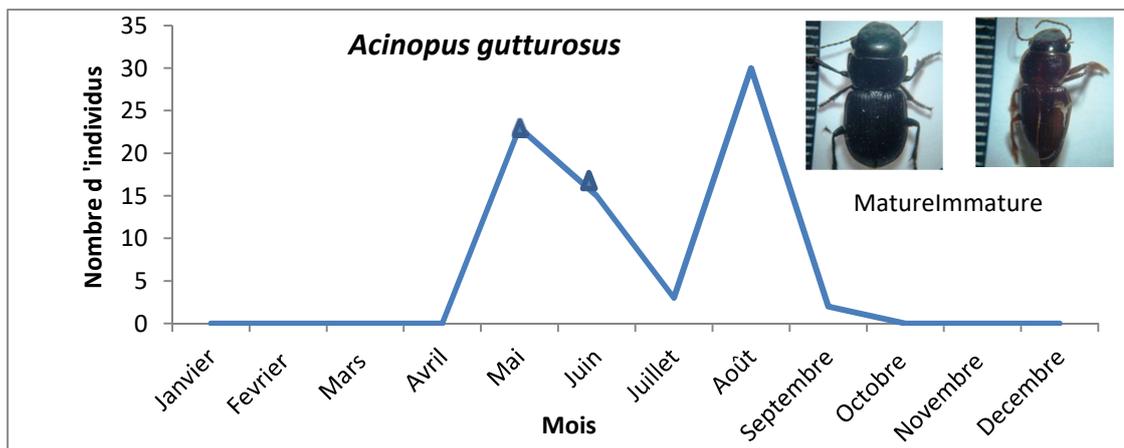


Figure4.50. Cycle d'activité de l'espèce *Acinopusgutturosus* (1998-2001)
▲ : Période d'émergence

8.4. *Ophonus rotundicollis*

Le cycle d'activité de cette espèce est presque semblable à celui d'*Acinopus gutturosus*. Deux pics d'activités sont enregistrés, le premier au mois de juin et le deuxième au mois d'août (Figure 4.51). Cette espèce semble se reproduire pendant l'automne car nous avons capturé des femelles sexuellement matures pendant le mois de septembre. Les individus immatures ont été récoltés pendant le mois de juin.

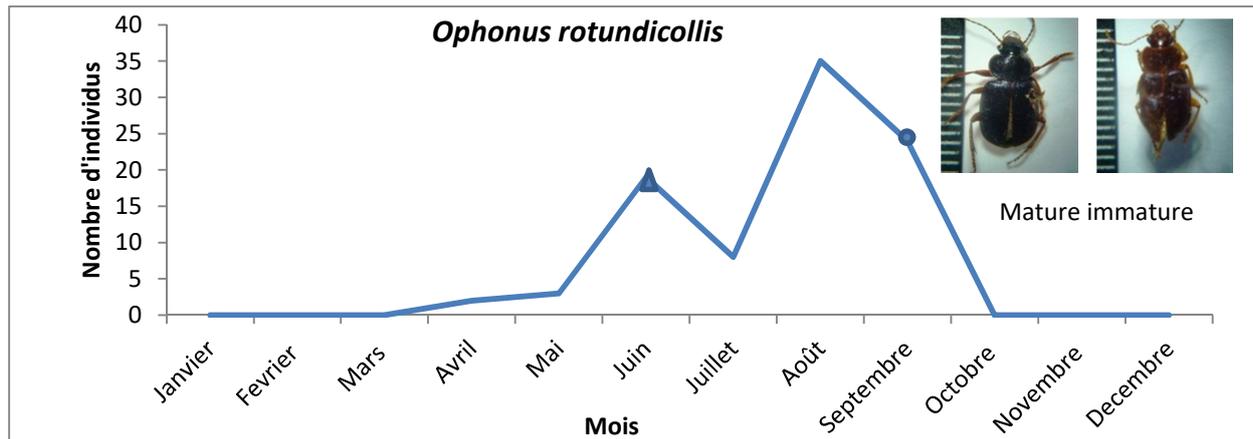


Figure.4.51. Cycle d'activité de l'espèce *Ophonus rotundicollis* (1998-2001)

▲ : Période d'émergence ● Période de ponte

8.5. *Cymindis setifensis*

Le cycle d'activité de cette espèce ressemble à celui d'*Orthomusabacoide*. Cette espèce est très active pendant les mois d'avril, mai, novembre et janvier (Figure 4.52). La récolte de femelles sexuellement matures pendant l'hiver et d'individus immatures au printemps confirme que cette espèce se reproduit pendant l'hiver. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Paarmann (1970).

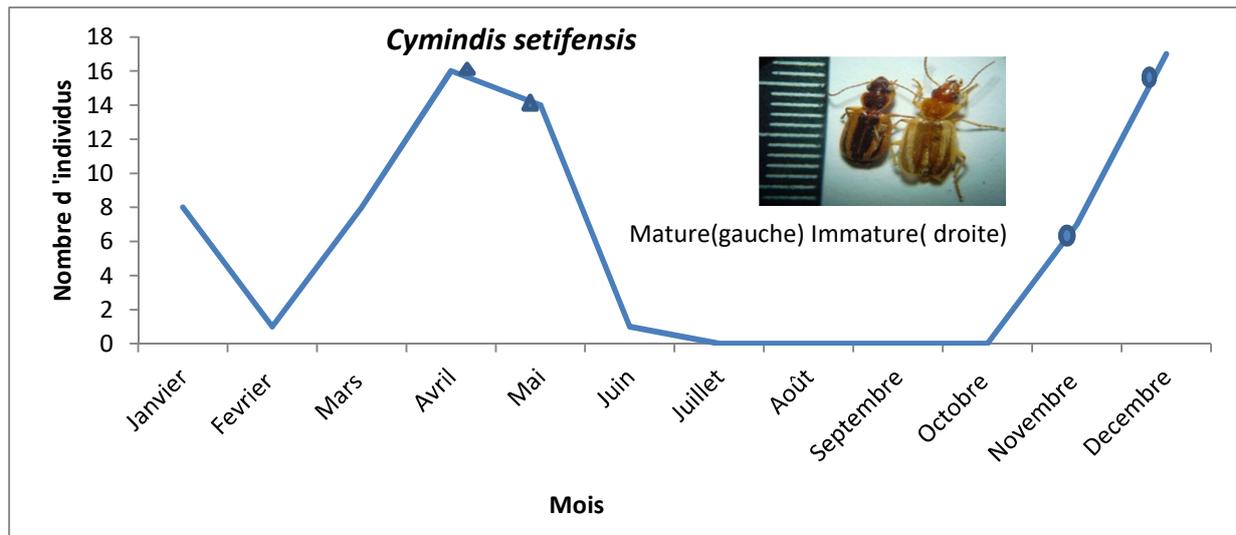


Figure 4.52. Cycle d'activité de l'espèce *Cymindis setifensis* (1998-2001).

▲ : Période d'émergence ● Période de ponte

8.6. *Licinus punctatulus*

Cette espèce se reproduit certainement en hiver car nous avons observé beaucoup d'individus en accouplement et la dissection des femelles capturées au mois de novembre et décembre a révélé la présence d'œufs. Cette espèce semble être peu active au printemps. Nous avons capturé un seul individu immature au mois d'avril (Figure 4.53).

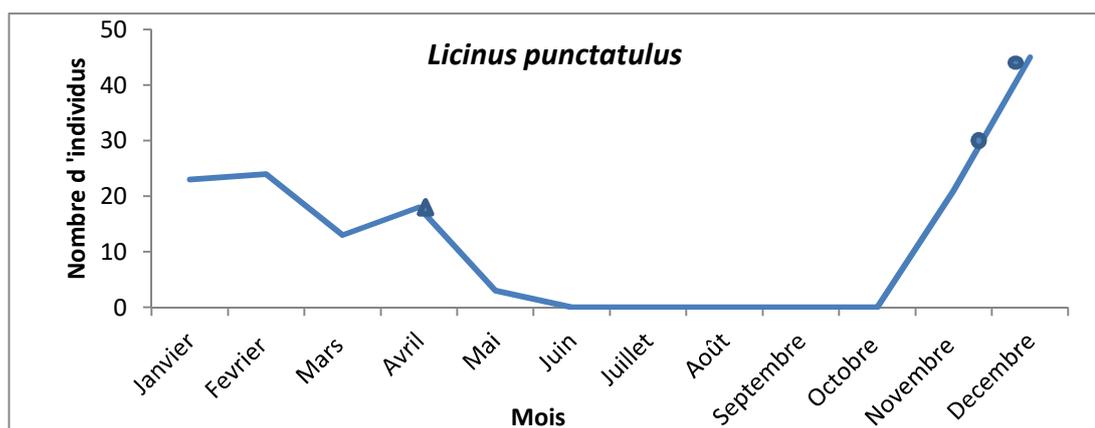


Figure. 4.53. Cycle d'activité de l'espèce *Licinus punctatulus* (1998-2001)

▲ : Période d'émergence ● Période de ponte

8.7. *Graphipterus serrator*

Cette espèce dominante dans la station de Bekkaria est typique aux régions arides. Des travaux effectués sur le cycle reproductif de cette espèce par Dinteret *al.*, (2002) ont montré que cette espèce est un reproducteur d'été. Au contraire, d'après nos résultats, cette espèce est beaucoup plus précoce car la dissection des femelles récoltées aux mois d'avril et mai a montré la présence d'oeufs (Figure 4.54). Cette espèce se reproduit probablement au printemps. Cette reproduction précoce peut être attribuée au facteur altitude. Beaucoup d'individus immatures ont été récoltés pendant le mois de mars.

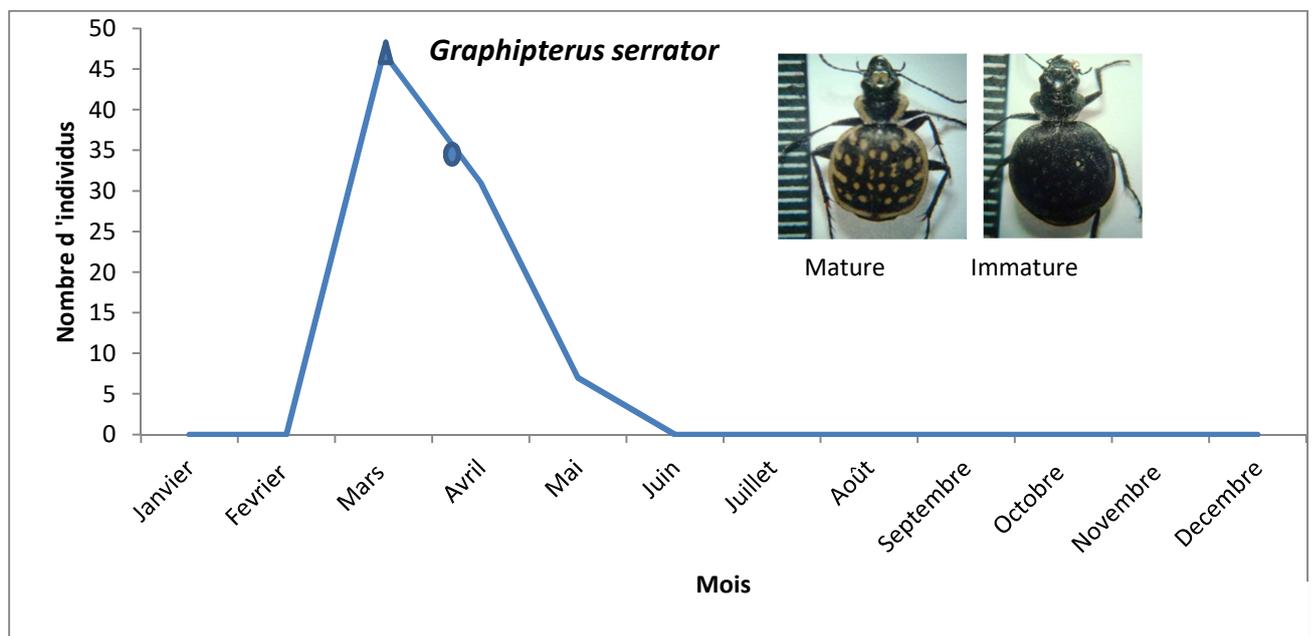


Figure 4.54. Cycle d'activité de l'espèce *Graphipterus serrator* (1998-2001).
▲ : Période d'émergence ● : Période de ponte

9. Comparaison des communautés dans les différentes stations

9.1. Coefficient de corrélation de Pearson

Les communautés des différentes stations présentent-elles des affinités entre elles ?

Pour répondre à cette question, nous avons utilisé le coefficient de corrélation de Pearson. C'est un coefficient d'affinité coenotique qui permet de comparer des communautés prises deux à deux. La matrice des données du tableau 4.6 Annexe regroupe les valeurs de ce coefficient. Elle est ensuite interprétée par le dendrogramme de la figure 4.55

D'après le tableau 4.8 annexe les valeurs du coefficient montrent des corrélations négatives entre les stations El Merdja et Bekkaria.

L'analyse du dendrogramme (Figure 4.55) montre que les deux stations Djebel Noual et Bekkaria présentent des similitudes alors que la station El Merdja se rattache aux précédentes à un niveau très bas.

Les mêmes caractéristiques rencontrées dans les deux stations (végétation, texture du sol) Djebel Noual et Bekkaria peuvent expliquer ce regroupement. La station El Merdja diffère de ces deux stations par le couvert végétal et le type de substrat.

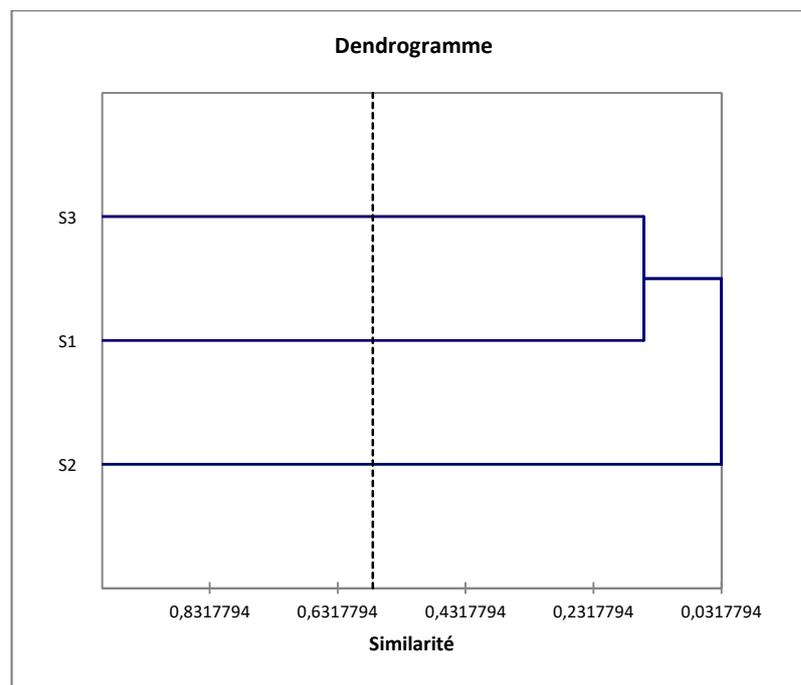


Figure 4.55. Dendrogramme interprétatif de la matrice de proximité obtenue par l'indice de Pearson

S1 : Djebel Noual ; S2 : El Merdja ; S3 : Bekkaria

9.2. Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle basée sur l'abondance (Tableau 4.9) montre que l'axe 1 exprime 62,13% de l'information et l'axe 2 exprime 37,87%, soit un total de 100% pour les deux axes (Figure 4.56).

L'axe 1 permet de mettre en évidence une distribution des stations selon le facteur altitude. Ainsi, on distingue la station Bekkaria retirée des autres stations situées à basse altitude.

L'axe 2 correspond aux facteurs humidité et type de substrat. La station El Merdja humide située sur substrat limono-argileux est opposée aux deux stations sèches, Djebel Noual et Bekkaria situées sur substrat limono-sableux.

Au niveau spécifique, les axes 1 et 2 permettent l'individualisation de deux groupes d'espèces :

- ✓ Des espèces xérophiles communes aux deux stations Djebel Noual et Bekkaria telles que : *Cymindissetifensis*, *Paracelia simplex*, *Calathus mollis*, *Ditomussphaerocephalus* et *Ditomusclypeatus*.
- ✓ Des espèces hygrophiles regroupées dans la station El Merdja telles que : *Distichusplanus*, *Poecilusquadricollis*, *Poecilusvicinus*, *Poeciluspurpurascens*, *Angoleusnitidus*, *Trichochlaeniuschrysocephalus*, *Dinodesdecepiens*, *Chlaeniusvelutinus* et *Brachinuscrepitans*.

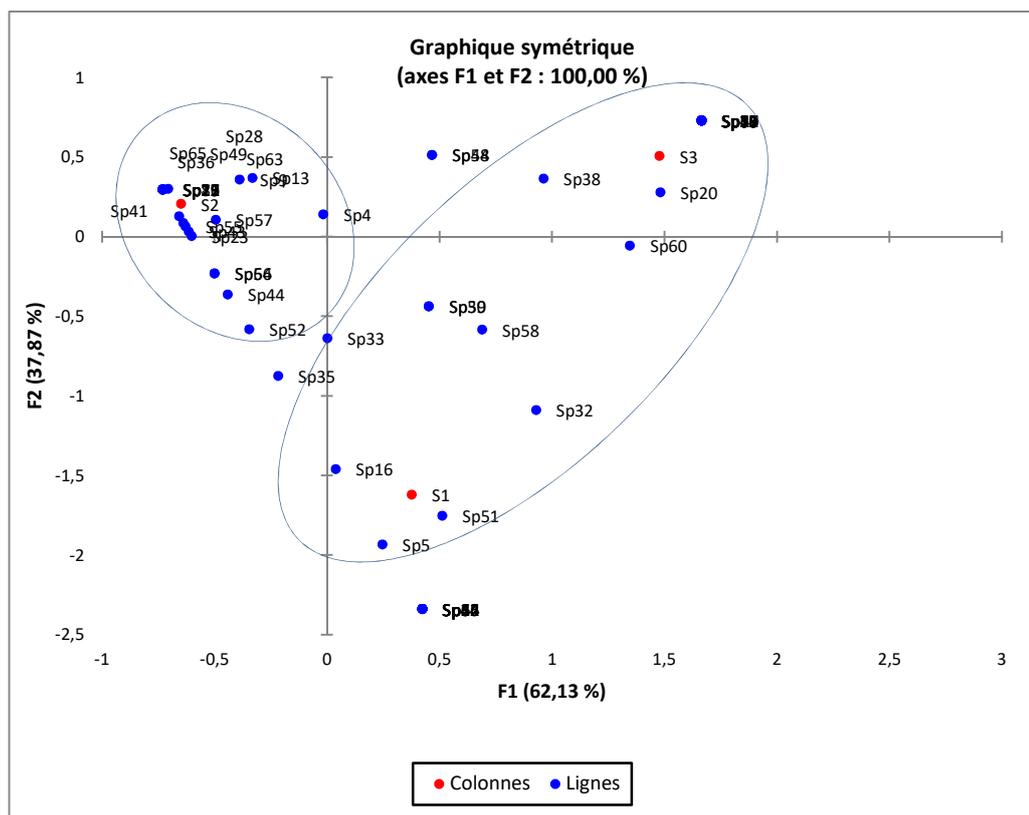


Figure 4.56. Analyse factorielle des correspondances des espèces de Carabidés dans les différentes stations(1998-1999).

Partie 4

Comparaison des communautés de carabidés des deux régions d'étude

1. Inventaire faunistique

La comparaison de notre faune entre les deux zones d'études a révélé que la région de Tébessa s'est avérée plus riche en espèces que le Parc National d'El Kala. Nos résultats sont en contradiction avec des études similaires effectuées dans différentes étages bioclimatiques qui ont montré que le nombre d'espèces de Carabidés diminue de l'étage humide à l'étage saharien (Dajoz, 1987). Nous pensons que le nombre d'espèces élevé rencontré dans la région de Tébessa s'explique par la forte pression d'échantillonnage effectuée dans cette zone.

2. Bioindicateurs biologiques

Parmi les espèces de cet inventaire, certaines sont indifférentes à tous les facteurs du milieu. Elles sont capturées dans les deux zones d'étude. Parmi ces espèces à large distribution géographique, nous pouvons citer : *Cicindela campestris*, *Cicindela flexuosa*, *Carabus (Macrothorax) morbillosus*, *Calathus circumseptus*, *Pristonychus algerinus*, *Harpalus punctatostratus*.

Certaines espèces exigent certains facteurs du milieu tels que : l'humidité, la température, la qualité physicochimique du sol etc. Ces espèces exigeantes peuvent être considérées comme des bioindicatrices, susceptibles d'apporter des renseignements sur les caractéristiques du milieu.

Plusieurs espèces sont ripicoles et ne se rencontrent qu'aux bords des plans d'eau des milieux du Parc National d'El Kala. Parmi celles-ci, nous pouvons citer : *Agonum numidicum*, *Agonum marginatum*, *Chlaenius spoliatus*, *Chlaenius spoliatus*, *Aculpapus maculatus* et *Ocydromus andrea*.

Certaines espèces xérophiles et thermophiles sont capturées uniquement dans la région de Tébessa. Ce sont des espèces inféodées aux steppes, telles que : *Graphipterus serrator*, *Graphipterus exclamationis*, *Celia cotyi*, *Campalita olivieri* et *Pristonychus deneveui*. Les indicateurs de la texture sableuse du sol sont représentées par les espèces suivantes : *Scarites buparius*, *Calathus mollis*, *Paracelia simplex* et *Cymindis setifensis*.

Dans les milieux salés comme le marécage Mellah du Parc National d'El Kala et El Merdjade la région de Tébessa, nous avons capturé les espèces halophiles suivantes : *Cicindela lunulata*, *Amara rufipes* et *Trichochlaenius chrysocephalus*.

Les espèces hygrophiles dont certaines sont communes aux deux zones d'étude sont nombreuses. On cite par exemple : *Poecilus quadricollis*, *Poecilus purpurascens*, *Nebria*

andalusia, *Harpalus punctatostriatus*, *Harpalus lethierryi*, *Scarites planus*, *Omaseus elongatus* et *Brachinus immaculicornis*.

3. Comparaison des traits biologiques et écologiques

3.1. Humidité

La figure 4.57 illustre bien le rassemblement de nos espèces en fonction du degré d'humidité. Le P.N.E .K, situé dans l'étage bioclimatique humide, est fréquenté par un nombre élevé d'espèces hygrophiles et ripicoles, à l'inverse de Tébessa située dans la zone semi-aride où ce sont les espèces xérophiles qui dominent. Les espèces hygrophiles représentent une part minime de l'inventaire.

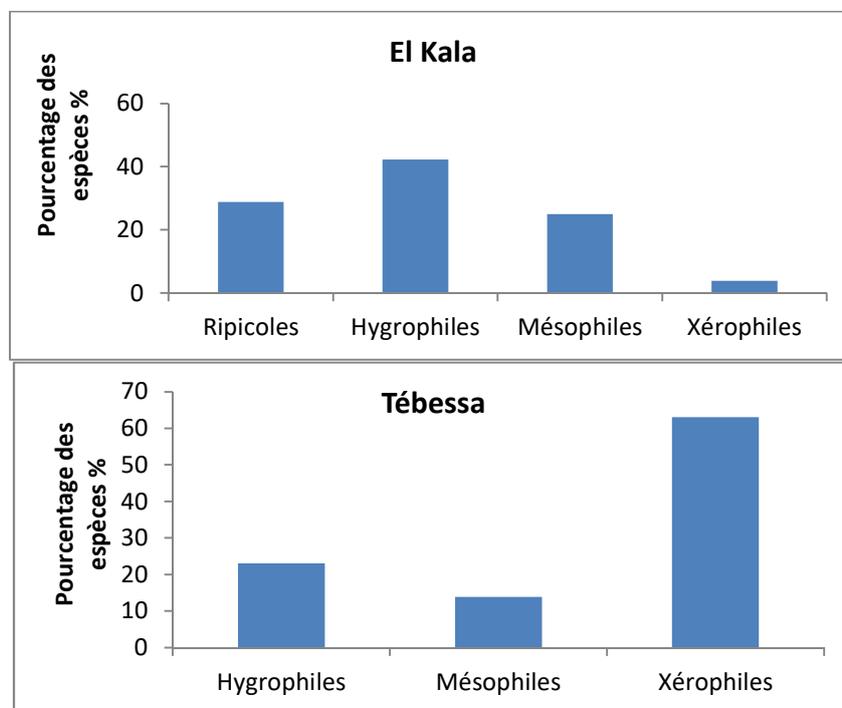


Figure 4.57. Pourcentage des espèces hygrophiles, mésophiles et xérophiles dans le P.N.E.K et la région de Tébessa.

3.2. Régime alimentaire

La comparaison des deux communautés en fonction du comportement alimentaire indique que dans les deux zones d'étude, ce sont les prédateurs qui occupent la première position (Figure 4.58). On constate que les phytophages et les polyphages sont moins nombreux dans le P.N.E.K.

La dominance de l'élément phytophage dans la région de Tébessa peut être expliquée par la nature du couvert végétal. En effet, Dufrene (1992) signale que les Carabidés des milieux secs, dominés par les graminées ou les ombellifères, sont des phytophages relativement stricts.

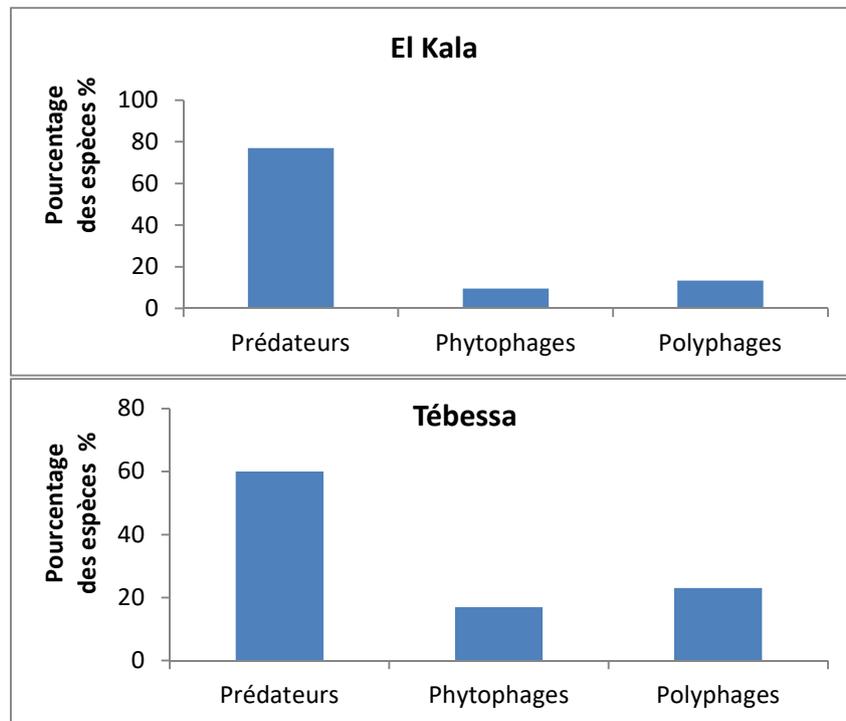


Figure 4.58. Pourcentage des espèces prédatrices, phytophages et polyphages dans le P.N.E.K et la région de Tébessa.

3.3. Pouvoir de dispersion

D'après la figure 4.59, les deux zones d'études sont fréquentées par un nombre élevé d'espèces macroptères. Le pourcentage de ces dernières s'est avéré plus important dans la région de Tébessa.

Sachant que les macroptères caractérisent les milieux ouverts et perturbés, leur dominance dans la région de Tébessa semble être liée à l'instabilité de ces milieux par rapport à ceux du P.N.E.K.

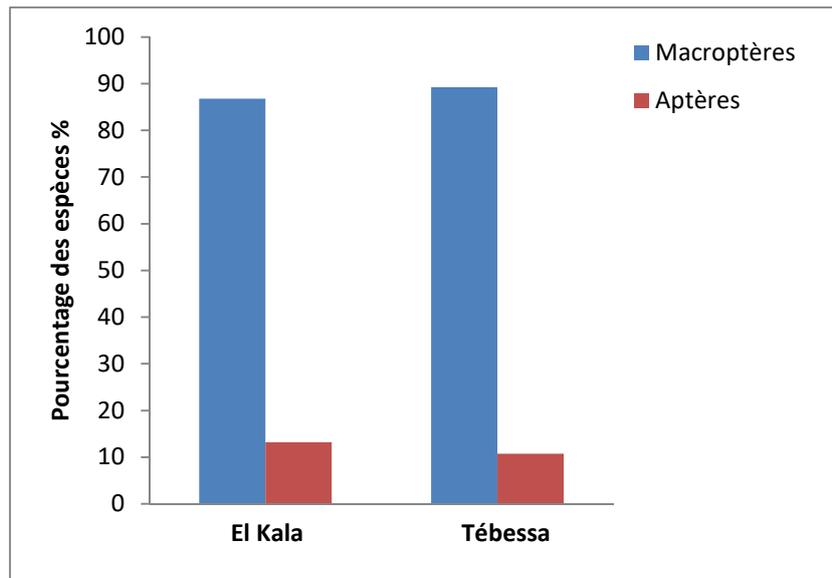


Figure 4.59. Pourcentage des espèces macroptères et aptères dans le P.N.E.K et la région de Tébessa

3.4. Taille

Comme l'indique la figure 4.60, la taille moyenne des espèces de la région de Tébessa est légèrement inférieure à celle du P.N.E.K. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Dajoz (1982) qui a étudié la faune carabique de Tunisie tout le long d'un transect Nord-Sud. Dans l'étage bioclimatique semi-aride, les espèces étaient de taille plus petite que dans l'étage humide. Cette réduction dans la taille peut être liée à la quantité de matière organique contenue dans le sol (Blake *et al.*, 1994).

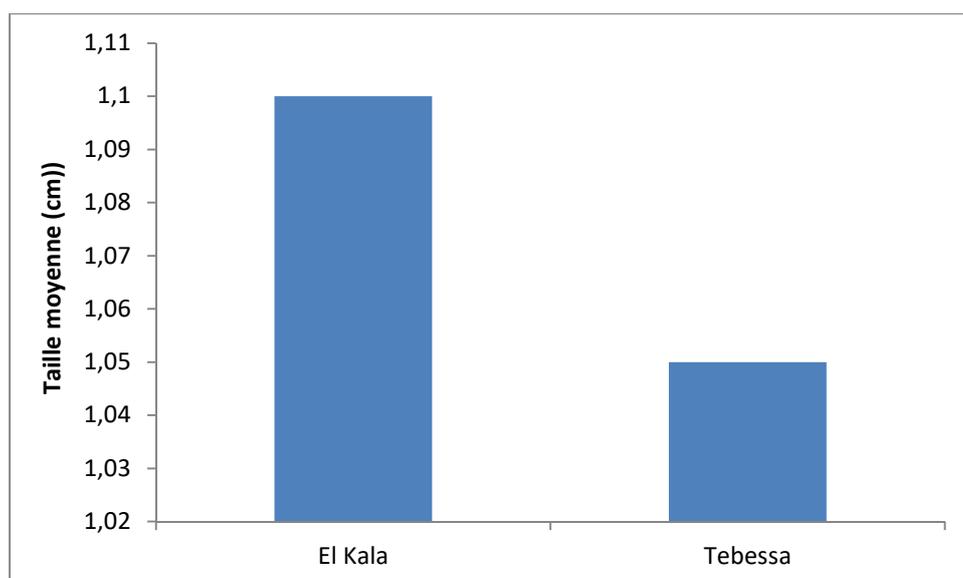


Figure 4.60. Taille moyenne des espèces dans le P.N.E.K et la région de Tébessa

4. Comparaison des communautés par le coefficient de proximité de Pearson

Le dendrogramme construit à l'aide de la matrice du coefficient de Pearson basée sur la présence et l'absence des espèces met en évidence une distribution selon les étages bioclimatiques (Figure 4.61). Deux groupements peuvent être distingués : Le groupement constitué par les milieux du P.N.E.K appartenant à l'étage bioclimatique humide et le deuxième groupe (région de Tébessa), nettement séparé du premier, fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride.

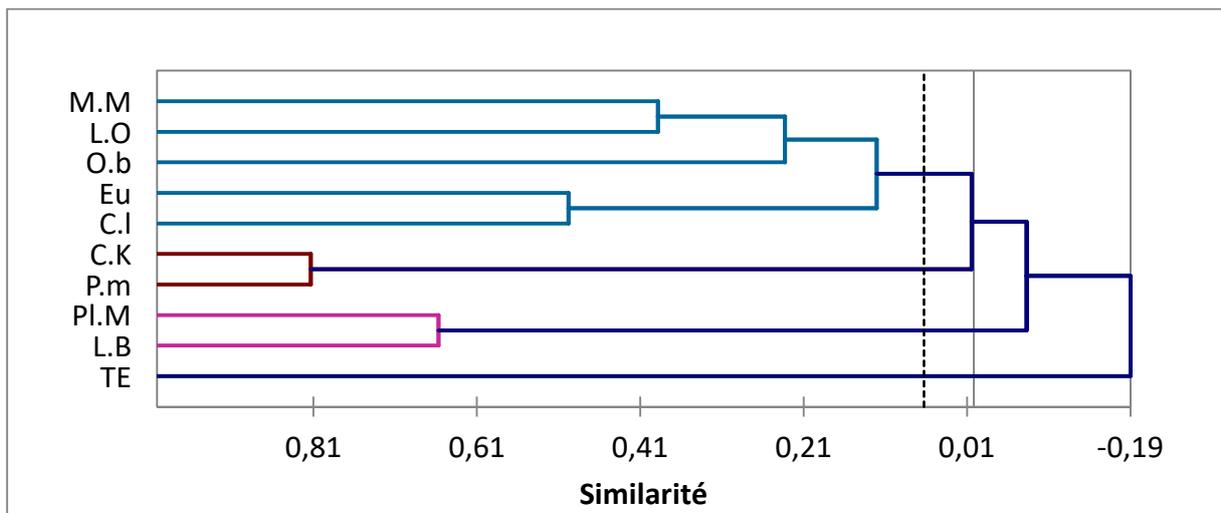


Figure 4.61. Dendrogramme interprétatif de la matrice de proximité obtenue par l'indice de Pearson

L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès.
TE : Tébessa

CONCLUSION GENERALE

ET

PERSPECTIVES

Conclusion générale et perspectives

Le P.N.E.K et la région de Tébessa ont fait l'objet d'un suivi durant quatre cycles annuels. L'ensemble des prélèvements ont permis d'inventorier 102 espèces réparties sur 7 sous familles : Cicindelinae, Carabinae, Scaritinae, Broscinae, Trechinae, Harpalinae et Brachininae. La sous famille des Harpalinae s'est avérée la plus riche en espèces (75 espèces).

La composition spécifique des différentes communautés a mis en évidence des espèces possédant un préférendum pour une station ou un milieu particulier, faisant ressortir un nombre important d'espèces bioindicatrices.

Les résultats relatifs à la richesse spécifique ont révélé une grande variabilité d'un milieu à un autre. Elle est d'autant plus élevée que les milieux sont diversifiés. Ainsi, dans le P.N.E.K, ce sont les milieux ouverts (bords des plans d'eaux) qui abritent plus d'espèces que les milieux fermés (forêts).

Dans la région de Tébessa, non seulement la richesse spécifique varie d'une station à une autre mais aussi d'une année à une autre, ce qui est probablement dû aux variations climatiques rencontrées dans cette zone.

L'ensemble des données obtenues dans le cadre de ce travail sont très riches en informations sur les espèces de Carabidés et les facteurs écologiques qui structurent l'assemblage des espèces.

Dans le P.N.E.K, la composition écologique de la communauté est marquée par une nette dominance des espèces hygrophiles et ripicoles. Ce résultat n'est valable que pour les milieux ouverts. Par contre, dans la région de Tébessa, ce sont les xérophiles qui occupent une partie importante de l'inventaire.

Le facteur écologique qui explique cette répartition des espèces entre ces deux étages bioclimatiques est certainement le degré d'humidité. Ce facteur agit même sur la distribution des espèces entre habitats du même étage bioclimatique, c'est le cas, par exemple de la station El Merdjaou l'humidité élevée dans cette station a favorisé l'installation d'espèces hygrophiles ; en revanche dans les stations sèches, cas de Djebel Noual et Bekkaria, ce sont les xérophiles qui dominent.

Nos résultats montrent également qu'un deuxième facteur autre que l'humidité, peut agir sur l'assemblage des espèces et même sur leur abondance, il s'agit de la nature du substrat.

Dans les milieux prospectés situés sur substrat sableux, nous avons rencontré plusieurs espèces psammophiles et l'abondance des Carabidés était faible alors que dans les milieux possédant un substrat argileux, les effectifs des individus étaient plus élevés.

Nos résultats indiquent que certains traits biologiques, tels que le régime alimentaire, le pouvoir de dispersion et la taille des espèces peuvent être influencés par les caractéristiques des milieux.

La comparaison des communautés par les méthodes statistiques et par l'AFC a abouti au résultat suivant : Les facteurs abiotiques, tels que l'humidité, la nature du substrat et l'altitude semblent régir les communautés carabiques.

L'étude de l'activité des espèces de la région de Tébessa révèle des différences interannuelles dues certainement aux changements climatiques. Nos espèces sont très actives pendant deux périodes de l'année, le printemps et l'hiver. Cette augmentation de l'activité semble être liée à la reproduction, l'émergence des individus, le comportement alimentaire et la température.

Nos recherches sur la biologie des espèces nous ont renseignées sur la période de reproduction. Les données recueillies sur la période de ponte et l'émergence des individus montrent que nos espèces sont soit des reproducteurs d'hiver, ou des reproducteurs de printemps. Des exceptions sont pourtant rencontrées chez les espèces suivantes : *Cicindela lunulata* et *Cicindela flexuosa* qui paraissent se reproduire en été et l'espèce *Ophonu rotundicollis* semble être un reproducteur automnal.

Pour la première fois les cycles reproducteurs de certaines espèces étudiées en Algérie sont décrits : il s'agit des espèces suivantes : *Orthomus abacoide*, *Calathus mollis*, *Cymindis setifensis*, *Zabrus brondeli*, *Acinopus gutturosus*, *Ophonu srotundicollis* et *Licinus punctatulus*.

La répartition biogéographique des espèces montre une nette dominance du caractère méditerranéen.

Dans la région de Tébessa, les espèces spécifiques au Nord de L'Afrique sont nombreuses : neuf races géographiques sont signalées. Ce fort endémisme constaté dans cette région

témoigne peut être d'un phénomène de spéciation plus intense dans l'étage bioclimatique semi-aride.

Au terme de ce travail, il est important de conclure que les deux régions que nous avons prospectées constituent de grands sites importants pour le développement de la faune carabique et méritent une conservation.

En perspectives, il apparaît qu'un certain nombre de points mériteraient d'être approfondis. Notre méconnaissance tant sur le plan systématique que biologique des Carabidés d'Algérie nous amène à suggérer :

- de promouvoir des études d'inventaire des Carabidés dans tous les écosystèmes du pays pour contribuer à identifier et localiser les espèces endémiques, les espèces rares ou menacées de disparition en vue de leur conservation ex-situ,
- poursuivre les suivis des communautés dans l'ensemble des étages bioclimatiques pour voir comment s'effectue l'évolution de la faune et,
- approfondir les études sur la biologie des espèces surtout celles qui présentent un intérêt économique, telles que *Carabus (Macrothorax) mobillosus* et *Campalita maderae*.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Adis, J., Paarmann, W & Erwin, TL. 1986.** *On the natural history and ecology of small terrestrial ground beetles (Col.: Tachyina: Polyderis) from an Amazonian blackwater inundation forest.* In :Den Boer, PJ., Luff, ML., Mossakowski, D., & Weber, F. *Carabid beetles -Their Adaptations and Dynamics*-Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York, 413–427.
- Adis, J., Paarmann, W & Höfer, H. 1990.** *On phenology and life cycle of Scarites (Scaritini, Carabidae, Coleoptera) from Central Amazonian floodplains.* In : Stork, NE *The Role of Ground Beetles in Ecological and Environmental Studies.* (Ed) Intercept, Andover, Hampshire, 269–275.
- Aidoud, A. & Nedjraoui, D. 1992.** *The steppe of Alfa (Stipa tenacissima L.) and their utilisation by sheeps.* In *plant animal interactions in mediterranean- type ecosystem* , MEDECOS VI, Grèce : 62-67.
- Antoine, M. (1955–1962).** *Coléoptères Carabiques du Maroc. I-V.* Mémoires de la Société de Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, Zoologie (n.s.), Rabat. 694 p.
- Ball, G.E., Casale, A. & Vigna Taglianti, V. 1998.** *Phylogeny and classification of Caraboidea (Coleoptera Adephaga).* Museo regionale de Scienze Naturali, Torino, Italy.
- Bagnouls, F. & Gaussen, H.1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse* 88 : 193- 240.
- Bagnouls, F. & Gaussen, H.1957.** Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie* 66 N° 335 : 193-320 .
- Baker, A.N. & Dunning, R.A. 1975.** Some effect of soil type and crop density on the activity and abundance of the epigeic fauna, particularly Carabidae, in sugar –beet fields. *Journal of AppliedEcology*12: 809-818.
- Barbault, R. 1981.** *Ecologie des populations et des peuplements.* Masson, Paris. 200p.
- Barbault, R. 1992.** *Ecologie des peuplements.* Masson. Paris. 273p.
- 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. 401p.
- Benyacoub, S., Louanchi, M., & Baba Ahmed, R.1998.** *Plan directeur de gestion du Parc National d’EL Kala et du complexe des zones humides.* Projet GEF (Global Environment Facility). Banque mondiale. 220p + cartes.
- Bilde, T. & Topping, C. 2004.** Life history traits interect with landscape composition to influence population dynamics of a terrestrial arthropod: A simulation study. *Ecoscience*11: 64-73.
- Blake, S., Foster, G., Eyre, M. & Luff, M. 1994.** Effect of habitat type and grassland management practice on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia* 38: 502-512.
- Blondel, J. 1979.** *Biogéographie et écologie.* Masson, Paris, coll d’écologie, n°15. 173p.
- BNEDER (Bureau National D’études pour le développement rural). 1994.** *Etude d’aménagement forestier.* Tébessa (50000 ha). 114p.
- Boumezzough, A. 1983.** Les communautés animales ripicoles du bassin versant de la rivière Aille (Var – France). Composition et structure de la faune épigée. *Ecologia Mediterranea* .Tome IX, fasc 2 : 5-35.
- Bougherara, A. 2010.** Identification et suivi des paysages et de leur biodiversité dans la wilaya d’El Tarf (Algérie) à partir des images Land Sat, Spot et Aster. *Telédétection.* vol 9, n°3-4 : 225-243.
- Boukli Hacene, S. & Hassaine, K. 2010.** Apport à la connaissance de la bioécologie des coléoptères des milieux salés et humides de l’ouest algérien. *Travaux de l’Institut Scientifique. Série Zoologie.* Rabat. N °47. Tome I : 31-36.

- Bousquet, Y., & Laroche, A. 1993.** Catalogue of the Geodephaga (Coleoptera :Trachypachidae, Rhysodidae Carabidae including cicindelini) of America North of Mexico. *Mem . Ent . Soc. Canada* 16. 397p.
- Brandmayr, P. & Zetto Brandmayr, T. 1986.** *Phenology of ground beetles and its ecological significance in some of the main habitat types of southern Europe.* In: Den Boer, P.J ; Luff, M.L., Mossakowski, D & Weber, F. *Carabid beetles.*Gustav. Fischer, Stuttgart, New York: 195-218.
- Brandmayr, P., Pizzolotto, R. & Zetto Brandmayr, T. 2005.** *I coleotteri carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità.* .Manualie e line Guida, Rome.
- Brose, U. 2003.** Bottom- up control of carabid beetle communities in early successional wetlands: mediated by vegetation structure or plant diversity? *Oecologia* 135: 407-413.
- Ball, G.E., Casale A. & Taglianti, V. 1998.** *Phylogeny et classification of caraboidea (Coleoptera:Adephaga).* Museo regionale de Scienze Naturali, Torino, Italy. 543p.
- Burel, F., Butet, A., Delettre, Y.R. & de la Peña, N.M. 2004.** Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification. *Landscape and Urban Planning* 67: 195-204.
- Chakali, G., & Benhadid Z., 2005.** Ground beetles (Coleoptera : Carabidae) forest population in Algeria. XII European Crabidologists Meeting. Murcia Espagne : 51-55.
- 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.
- Chavanon, G., Rahhou,I. & Chavanon, L.1995.** Etude sur la basse Moulouya (Maroc oriental) 4: les carabiques des berges du fleuve Zeghzzel. *Bull. mens. soc. lin. Lyon* 64 : 188-192.
- Cole, L.J., Mc Cracken, D.I., Dennis, P., Downie, I.S., Griffin, A.L., Foster, G.N., Murphy, K.J. &Waterhouse, T. 2002.** Relation ships between agricultural management and ecological groups of ground beetles (Coleoptera : Carabidae) of Scottish farmland . *Agricultural, Ecosystems and Environment* 93: 323-336.
- Cornic, J.F.1973.** Etude du régime alimentaire de trois espèces carabiques et de ses variations en verger de pommier .Ann. Soc. Ent. Fr 9 : 69-81.
- Dajoz, R. 1975.** *Précis d'écologie.* Gauthier –Villars, Paris.549p.
- .Dajoz, R. 1987.** Les coléoptères Carabidae et Tenebrionidae de quelques milieux littoraux de Grèce méridionale. *Cahiers des Naturalistes* 43 : 1-16.
- Dajoz, R. 1982.** Les peuplements de coléoptères terricoles de Tunisie, enquêtes et inventaires. Cahiers des Naturalistes 38 : 33-66.
- Dajoz, R. 2002.** *Les coléoptères carabidés et ténébrionidés. Ecologie et biologie.*Tec & Doc, Paris.
- Davies, M.J. 1953.** The contents of the crops of some British carabid beetles. *Ent .Mon.Mag* 89 : 18-28.
- Darlington, P.J. 1952-1971.** The carabid beetles of the new Gunea. *Bulletin of the Museum of comparative. Zoology* 107: 90-252; 126: 321-564; 137: 1-250; 142: 129-337.
- Dawson, N. 1965.** A comparative study of the ecology of eight species of Fenland Carabidae (Coleoptera) *J. anim. Ecol* 34 : 299-314.
- De Belair, G. 1990.** *Structure et fonctionnement et perspectives de gestion de quatre éco- complexes lacustres et marécageux (El Kala Est-Algérien).* Thèse de doctorat. Université des sciences techniques du Languedoc. 193p.
- De Belair, G & Samraoui, B. 1994.** Death of lake. Lac noir in Northern Algeria. *Environmental conservation* 21: 169-172.

Den Boer, P.J. & Den Boer- Daanje, W. 1990. *One life history tacticts in carabidbeetles : are there only spring and autumn breeders ?*In: Stork, N.E. *The rôle of ground beetles in ecological an environment studies.* (Ed), Intercept, Andover : 247-258.

Deuve, T. 1993. L'abdomen et les genitalia des femelles de coléoptères Adéphaga. *Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle. Zoologie* 155: 1-184.

Dinter, K.Paarmann, W., Peschke, K. & 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.

Diwo, S. & Rougon, D.2004. Carabes auxiliaires des cultures , indicateurs de la biodiversité d'un milieu. Réussir Fruits et légumes.231p.

Djebaili, S. 1984. Steppe Algérienne. Phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger.

Djellouli, Y. & Nedjraoui, D. 1995. Evolution des parcours méditerranéens : In pastoralisme troupeau, espaces et société. (Ed) Hatier: 440-554.

Du Chatenet, G. 1990. *Guide des coléoptères d'Europe.* Delachaux et Niestlé. Paris . 479p.

Dufrêne, M.1992. *Biogéographie et écologie des communautés de Carabidae en Wallonie.* Dissertation doctorale, Université Catholique de Louvain.194p.

Emberger, L. 1955 .Une classification biogéographique des climats. *Trav. Lab. Bot. Zool. Fac. Sci. Serv .Bot.* Montpellier; 7 : 3-43.

Erbeling, L. Paarmann, W.1986. *The role of a circannual rhythm of thermoregulation on the control of the reproductive cycle of the desert carabid beetle Thermophilumsexmaculatum F.* In : Den Boer, PJ ., Luff, ML ., Mossakowski, D& Weber, F. *Carabid beetles-Their Adaptations and Dynamics-Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-New York* :125–146.

Erwin, T.L. 1979. *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.

Erwin, T.L. 1981. Natural history of Plummers Island, Maryland.XXVI. The ground beetles of temperate forest site (Coleoptera : Carabidae) . An analysis of fauna in relation to size, habitat selection, vagility, seasonality, and extinction. *Bull. Biol. Soc .Washington* 5: 104-224.

Erwin, T.L. 1985. *The taxon pulse : A general pattern of lineage radiation and extinction among Carabid Beetles.* 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 : 437-472.

Eyre, M.D. & 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, U.K.S:227-235.

Fath, B.D. & Cabezas, H.2004. Exergy and Fisher information as ecological indices. *Ecological modelling* 74: 25-35.

Forbes , S.A. 1883 . *The food relations of the Carabidae and Coccinelidae.* Illinois state Lab.Nat.His.Bull 1: 33-64.

Frank, T., Kehrli, P. & Gremann, C. 2007. Density and nutritional condition of carabid beetles in wildflower areas of different age. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 377-383.

- Gobbi, M. & Fontaneto, U. 2005.** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) assemblages in different agroecosystems in the Po Plain Italy. *XV congress della societa Italiana di Ecologia – Torino. 15th Meeting of the Italian society of ecology.*
- Gobbi, M. & Fontaneto, U. 2008.** Biodiversity of ground beetle (Coleoptera :Carabidae) in differents habitats of the Italian Po Lowland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 273-276.
- Gosselin, M. & Laroussinie, O. 2004.** *Biodiversité et gestion forestière. Connaître pour préserver (Synthèse bibliographique).* Edition Cemagref. 320 p.
- Gauthier, H. 1928.** *Recherches sur la faune des eaux continentales de l 'Algérie et de la Tunisie.* Thèse de doctorat. Alger.149 p.
- Gauthier, H. 1932.** Remarque sur la faune aquatique de la faune chaude au Nord de Batna , en Algérie. *Bull. Soc. His. Nat. Afr. Nord.* 23: 105-108.
- Gilbert, O. 1956.** The natural history of four species of *Calathus* (Coleoptera, Carabidae) living on sand dunes in Anglesey, North Wales. *Oikos* 7:22-47.
- Greenslad , P.J.M. 1965.** On the ecology of some British carabid beetles with special reference to life histories .*Trans . Soc .Brit. Ent* 16: 149- 179.
- Halitim, A. 1988.** *Sols des régions arides .*OPU, Alger.383p
- Hariahem, S. 1987.** *Contribution à l 'étude de la qualité des eaux du lac Oubeïra.* Mémoire de D.E.S.Université de Annaba.
- Hemerik, L. & Brussard, L. 2002.** Diversity of soil macro-Invertebrates in grasslands under restoration succession. *European journal of soil biology* 38: 145-150.
- Holland, J.M., Reynolds , C.J.M. 2003.** The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Areneae) emergence on arable land. *Pedobiologia* 47: 181-191.
- Jeannel, R. (1941-1942).** *Faune des coléoptères carabiques de France.*1^{ère} partie. Paul Lechevalier et fils, Paris.
- Jeannel, R. (1946-1949) .** *Coléoptères carabiques de la région de Malgache.* Office de la recherche scientifique et coloniale, Paris, 3 volumes.
- Joleaud, L. 1936.** *Etude géologique de la région de Bône et la Calle.* Bulletin service carte géologique. Algérie, Imp. Typo. Lytho et Cie, Alger, 2^{ème} série, strat . N°12. 184p, 4pl, 25 fig et tab.
- Kadid, Y.1989.** *Contribution à l 'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Parc National d'El Kala.* Thèse ingéniorat en Agronomie. I.N.A. Alger. 106p+cartes.
- Kocher, L . & Reymond, A. 1954.** Les hamada sud marocaines. Entomologie. Travaux de l'institut scientifique Chérifien, série générale n° 2. Editions internationale, Tanger 11: 191-260.
- 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., & Zetto , T.2011.** 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.
- Krehan, I . 1970.** Die Steuerung der von Jahresrhythmik und Diapause bei Larval- und Imagoüberwinterern der Gattung *Pterostichus* (Coleoptera, Carabidae). *Oecologia* 6:58-105.
- Kryshanowsky, O.L. 1976.** Revised classification of the family carabidae . *Ent .Rev. URSS* 1: 80-91.
- Larsson, S.G. 1939.** Entwicklungstypen und Entwicklungszeiten der dänischen. *Carabiden Entomologische Meddelsler* 20 : 277-560.

- Lawrence, J.F. & 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. Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. *Papers Celebrating the 80th Birthday of Royal Crowson*. Museum i Instytut Zoologii, Warszawa. 779-1006.
- Lecordier, C. 1980.** Aperçu du régime alimentaire des carabiques (col.) savanicoles à Lamto (Basse côte d'Ivoire). *Annales de l'université d'Abidjan*, E 13 : 53-59.
- Lefranc, E. 1865.** La Calle. Topographie botanique et climatologie. *Bull. Sté. Bot. France* XII: 415-431.
- Le Houerou, H.N., Claudin, J. & Pouget, M. 1977.** Etude bioclimatique des steppes algériennes (avec une carte bioclimatique à 1/1000000^{ème}). *Bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord. Alger*, t.68, fasc.3 et 4 : 36-40.
- Le Houerou, H.N. 1998.** *A probabilistic approach to assessing arid range lands' productivity carrying capacity and stocking rates.* IFAD series. Technical reports: 159-179.
- Le Houerou, H.N. 2000.** Utilization of fodder trees and shrubs in the arid and semi-arid zones of west Asia and North Africa. *Arid soil research and rehabilitation* 14: 101-105.
- Liebherr, J.K. & Will, K.W. 1998.** Inferring phylogenetic relationships within the carabidae (Insecta, Coleoptera) from characters of the femelle reproductive tract. *Atti Museoregionale di scienze, Torino*: 107-170.
- Lindroth, C. H. 1945.** Die Fennoskandischen carabiden Eineter geographische studie. I. Goteborg Kungl. Vetenskap- ochvitterhets – Samhallet. Handlingar 7 : 709p.
- Lindroth, C. H., 1945.** Die Fennoskandischen Carabidae. Einetier geografische Studie. 1. Spezieier Teil.-Göteborgs Kungliga Vetenskaps- och Vitterhetssamhälles Handlingar 6, Ser. B 4 (1): 1-709.
- Lindroth, C. H., 1949.** Die Fennoskandischen Carabidae. 3. Allgemeiner Teil.-Göteborgs Kungliga Vetenskaps- och Vitterhetssamhälles Handlingar 6, Ser. B 4 (3): 1-911.
- Lindroth, C.H. (1961-1969).** The ground beetles (Carabidae. excl. Cicindelinae) of Canada and Alaska. *Opax. ent. suppl* : 20,24,29,33,34,35.
- Lindroth, C. H., 1986.** The Carabidae (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark.-Fauna Entomologica Scandinavica 15(2): 233-497.
- Loreau, M. 1983.** Trophic role of carabid beetles in a forest. In: Lebrun et al. New trends in soil biology. Louvain-la-Neuve Ph : 281- 285.
- Loreau, M. 1986.** Les niches écologiques des carabidés en milieu forestier .II. Composantes trophiques et organisation générale des niches. Acad. roy. Belgique, *Bull. Classe Sciences* 70 : 480-525.
- Lorenz, W 2005.** *Nomina Carabidarum. A directory of the scientific names of ground beetles (Insecta. Coleoptera "Geodephaga: Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhysodinae).* Lorenz, Tutzing. 993 p.
- Lövei, G. & Sunderland, K. 1996.** Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera :Carabidae). *Annual review of entomology* 41: 231- 256.
- Luff, M.L. 1974.** Adult and larval feeding habits of *Pterostichus madidus* (F.) (Coleoptera, Carabidae). *J. nat. Hist.* 8 : 404-409.
- Maachi, M. 1995.** *Coléoptères ripicoles des eaux stagnantes Marocaines (étude faunistique , écologique et biogéographique).* Thèse de Doctorat d'état. Université Mohammed V. Faculté des Sciences .Rabat. 170p.

- Marre, A.1987.** *Etude géomorphologique du Tell oriental Algérien de Collo à la frontière tunisienne.* Université Aix-Marseille II.UER. de Géographie. 559p +cartes.
- Mehenni, M .T. 1993.** *Recherche écologique et biologiques sur les coléoptères de cedraiesAlgériennes.* Thèse de Doctorat d'Etat. Université des sciences et de la technologie Houari Boumedienne. Alger. 234p.
- Miri, Y. (1996).** *Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira (P.N.E.K): Approche phytoécologique et analyse de l'organisation spatiale.* Thèse de magister; INA. Alger. 119p.
- Morgan, N.C. 1982.** An ecological survey of standing waters in north west Africa: II. Sites descriptions for Tunisia and Algeria. *Biologic conservation* 24: 83-113.
- Nedjraoui, D.1981.** *Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saïda.*Thèse 3^{ème} cycle USTHB, Alger.156p +ann.
- Neffar, F.1991.** *Contribution à l 'analyse phytoécologique du lac bleu (Vielle Calle).* Mémoire d'ingénieur . Université de Annaba. 75p.
- Neudecker, C.1974.** Das Präferenzverhaltens von *Agonum assimile* Payk (Carab, Coleopt.) in temperatur-, Feuchtigkeits-und helligkeits gradienten. *Zool. Jb. Sys* 101: 609-627.
- Ouelmouhoub, S. 2005.** *Gestion multi-usages et conservation du patrimoine forestier : cas des suberaies du Parc National d'El Kala (Algérie).* Série « Master of science » n °7. Institut agronomique méditerranéen de Montpellier.130p.
- Ouchtati, N. 1993.** Contribution à l'étude écologique des Carabidae, Cicindelidae, Brachinidae du P.N.E.K. .Thèse de Magister.75p.
- Ouchtati, N., Doumandji, S. & Brandmayr, P. 2012.** Comparison of ground beetle (Coleoptera : Carabidae) assemblages in cultivated and natural steppe biotopes of the semi-arid region of Algeria. *African entomology* 20(1) : 134-143.
- Paarmann, W. 1966.**Vergleichende untersuchungen über die Bindung Zweier carabidenarten (*Pterostichus Angustatus* Dft .Und *P. oblongopunctatus* F.) anihreverschiedenenLebensräume. *Z. Wiss. Zool* 174: 83-176.
- Paarmann, W. 1970.**Untersuchungen über die Jahresrhythmik von Laufkäfer carabiden (Coleoptera, Carabidae in der Cyrenaika (Lybien, Nordafrica). *Oecologia* (Berlin) 5: 325-333.
- Paarmann, W. 1977.** Propagation rhythm of subtropical and tropical carabidae (Coleoptera) and its control by exogenous factors . *Advences in invertebrate reproduction* 1: 49-60.
- Paarmann, W. 1979.** Ideas about the evolution of various annual reproduction rhythms in carabid beetles of the different climaticzones. *Miscell. Papers L.H. Wageningen* 18:119- 132.
- Paarmann, W., Erbeling, L. & 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.
- Peyerimhoff, P. 1931.** Mission scientifique du Hoggar .I. Coléoptères. *Mémoire de la société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord* 2 : 1-173.
- 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* V: 7-84.
- Pierre, F.1958.** *Ecologie et peuplement entomologique des sables vifs du sahara Nord –Occidentale.* Editions du CNRS, Paris.
- Purtauf, T., Dauber, J. & Wolters, V. 2005.** The response of carabids to landscape differs between trophic groups . *Oecologia* 142 : 458-464.

- Quezel, P. & Santas, S. (1962-1963).** *Nouvelle flore de l'Algérie*. Tome 1 et 2. C.N.R.S. Paris. 1170p.
- Räino, J & Niemelä, J. 2003.** Ground beetles as bioindicators. *Biodiversity and conservation* 12: 487-506.
- Raworth, D.A & Choi, M.Y. 2001.** Determining of active carabid beetle per unit area from pitfall –trap. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 98: 95-108.
- Reichardt, H. 1977.** A synopsis of the genera of neotropical Carabidae (insecta coleoptera). *Quaestiones Entomologicae* 13 : 346- 493.
- Rouag, R. 1999.** *Inventaire et écologie des reptiles et amphibiens du Parc National d'Elkala (Nord –Est Algérien)*. Thèse de Magister . Université de Annaba. 79 p.
- Rouag, R. & Benyacoub, S. 2006.** Inventaire et écologie des reptiles du Parc National d'Elkala. *Bulletin de la société herpétologique de France* 117 : 25- 40.
- Roume, A. 2011.** *Quelle est la contribution des milieux semi-naturels à la diversité et à la répartition des assemblages de carabidae circulants et hivernants dans un paysage rural tempéré?* Thèse Doctorat en Ecologie et biodiversité et évolution. Université de Toulouse. 194p.
- Samraoui, B., De Belair, G. & Benyacoub, S. 1992.** A much threatened lake . Lac des oiseaux in Northern Algérie . *Environmental conservation* 19 : 264-267, 276.
- Schjötz-Christensen, B. 1965.** *Biology and population studies of carabidae of the Corynephorum*. Naturhistorisk Museum , Aarhus , Denmark . 172p.
- Schjötz-Christensen, B. 1968.** Some notes on the biology of *Carabus hortensis* L. (Coleoptera, Carabidae). *Natura Jutlandica* 14: 127-154.
- Seltzer, P. 1946.** *Le climat de l'Algérie*. Imp. La Typo –litho et J.C. In 4ème , Alger. 219p.
- Seriziat, M. 1885.** Etude sur Tebessa et ses environs . Catalogue commenté des coléoptères. *Bulletin académique d'Hippone* 27 : 175-247.
- Shelford, V.E. 1908.** Life history and larval habits of the tiger beetles (Cicindelidae). *J. Linn. Soc. London (zoology)* 30: 157-183.
- Skuhavy, V. 1959.** Die Nahrung der Feld-carabiden. *Acta. Soc. ent. Cech* 56: 1-18.
- Southwood, T.R.E. 1988.** *Ecological methods : With particular reference to the study of insect population*. Second edition. London and New York: Chapman et al.
- Talarico, F., Giulianini, P.G., Brandmayr, P., Giglio, A., Masala, C., Sollai, G., Zetto, T. & Solari, P. 2010.** Electrophysiological and behavioural analyses on prey searching in a myrmecophilous carabid beetle *Siagonaeuropaea* Dejean, 1826 (Coleoptera, Carabidae). *Ethology Ecology and Evolution* 22: 375–384.
- Thiele, H.U. 1964.** Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotop- binding bei Carabiden. *Z. Morph. u. u. v. Den Boer, P.J. et al., Ökol. Tiere* 53: 387-452.
- Thiele, H.U. 1977.** *Carabid beetles in their environments: a study on habitat selection by adaptations in physiology and behaviour*. Springer, Berlin. 369p.
- Thomas, J.P. 1975.** *Ecologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El Kala (Est Algérien)*. Thèse de spécialité en écologie végétale, U.S.T.L. Montpellier. 113p.
- Toft, S. & Bilde, T. 2002.** *Carabid diets and food value*. In: Holland, J.M. *The Agroecology of Ground Beetles*. Intercept, Andover : 81–110.

Toubal-Boumaaza, O.1986. *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements de végétaux du massif de l'Edough(Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/2500^{ème}, U.S.T.M. Université Grenoble.* Doctorat 3^{ème} cycle. 111p.

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

Van Dijk, T.S. 1994. On the relationship between food, reproduction and survival of two carabid beetles: *Calathus melanocephalus* and *Pterostichus versicolor*. *Ecol. Entomol.* 19: 263-270.

Vlijm, L., van Dijk, T.S & Wijmans, S.Y.1968. Ecological studies on carabid beetles. III. Winter mortality in adult *Calathus melanocephalus* (Linn.). Egg production and locomotory activity of the population which has hibernated. *Oecologia* 1: 304-314.

Weber, D., Saska, P. & Chaboo, C. 2008. Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) as parasitoids. In: Capinera JL (Ed) *Encyclopedia of Entomology*, Springer, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo: 719–721.

Wraten, S.D., Bryan, K., Coombes, D. & Soop, P. 1984. Evaluation of polyphagous predators on the number of cabbage fly (*Erioischiabryssicae* Bouché) and on the subsequent damage caused by the Pest. *Ann. Appl. Biol.* 48: 756

Yaacobi, G., Ziv, Y. & Rosenzweig, M.L. 2007. Effect of interactive scale-dependent variable on beetle diversity in a semi-arid agricultural landscape. *Ecology* 22: 687-703.

Zetto Brandmayr, T.1983a . Regolazione esogena dello sviluppo preimmaginale di *Ophonus rotundicollis* Fairm. e Lab. (*ardosiacus* Lutsh) (Coleoptera, Carabidae) in dipendenza da temperatura e fotoperiodo. *Proceedings XII Congresso Nazionale Italiano Entomologia, Roma, 1980* :105–112.

Zetto Brandmayr, T.1983b. *Life cycle, control and propagation rhythm and fecundity of Ophonus rotundicollis Fairm. et Lab. (Coleoptera, Carabidae, Harpalini) as an adaptation to the main feeding plant Daucus carota L. (Umbelliferae).* In : Brandmayr, P ; Den Boer, PJ & Weber, F. *Ecology of Carabids: the synthesis of field study and laboratory experiment t.* (Eds) "Haus Rothenberge" Westfalia : 93–103.

Zetto Brandmayr, T., Mazzei, A., Talarico, F., Giglio, A., Bauer, T. & Brandmayr, P. 2007. The larva of *Siagona europaea* Dejean, 1826: morphology and collecting technique for a subterranean blind-running ant killer' (Coleoptera, Carabidae). *Italian Journal of Zoology* 74(3): 239–245

Site internet

<http://www.elkala.com/?q=node/39>

Annexe

Tableau 2.1. Moyennes mensuelles des températures enregistrées dans la station météorologique d'El Kala (1985-2001)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tmax (°C)	15,83	16,01	16,48	19,03	22,17	26,33	29,76	33,33	29,16	24,33	19,88	15,66
Tmin (°C)	10,31	10,17	10,27	12,07	15,66	18,47	21,66	22,77	20,74	17,33	12,66	9,88
(M +m)/2	13,07	13,09	13,37	15,55	18,92	22,4	25,71	28,05	24,95	20,83	16,27	12,77

Tableau 2.2. Moyennes mensuelles des précipitations enregistrées dans la station météorologique d'El Kala. (1985-2001)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations	96,17	81,33	80,27	59,27	30,46	9,73	2,44	3,71	51,07	84,88	113,33	126,33

Tableau 2.3. Moyennes mensuelles de l'humidité enregistrées dans la station météorologique d'El Kala (1985-2001)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité (%)	77,33	81,33	77,21	78,07	76,96	76,23	70,30	74,26	74,47	75,28	80,07	80,27

Tableau 2.4. Moyennes mensuelles de la vitesse des vents enregistrées dans la station météorologique d'El Kala(1985-2001)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse des vents(m/s)	3,33	3,45	3,37	3,33	3,18	3,61	3,02	2,77	3,45	3,77	3,67	3,78

Tableau 2.5. Moyennes mensuelles des précipitations et des températures enregistrées dans la station météorologique de Tébessa (1972-2010)

a-Températures

Mois Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1972	5.55	7.87	10.23	9.82	13.98	21.81	24.17	23.30	19.82	14.08	10.69	5.72
1973	5.59	5.44	5.80	10.51	19.89	23.11	26.85	23.59	21.73	17.08	9.27	6.27
1974	6.22	6.43	9.77	10.78	18.57	23.45	24.17	24.13	20.75	13.32	9.09	5.88
1975	5.89	5.98	8.26	11.92	16.31	21.32	25.40	23.20	22.65	21.50	9.16	4.93
1976	5.19	6.61	7.35	11.75	15.95	20.042	24.25	23.79	19.78	15.20	7.78	8.04
1977	6.62	8.25	14.62	18.10	17.47	21.83	27.82	24.56	19.77	16.59	10.95	7.92
1978	5.07	9.82	9.22	12.73	17.03	23.07	25.42	24.41	20.43	12.55	7.89	9.60
1979	9.76	9.98	10.53	10.14	16.64	22.01	26.09	25.14	18.75	17.55	8.38	7.39
1980	5.76	7.30	9.04	10.29	14.90	22.69	25.07	25.67	21.24	14.17	11.01	4.53
1981	3.98	6.21	12.41	15.22	19.04	23.46	23.77	24.08	20.72	17.28	9.17	9.39
1982	9.70	7.45	9.23	11.96	17.02	24.22	27.97	25.93	21.53	15.89	8.09	10.63
1983	4.88	6.49	9.30	15.29	18.94	22.45	27.10	25.98	21.53	15.02	12.17	7.20
1984	6.36	5.98	8.50	12.96	16.91	23.07	25.83	25.08	20.58	14.42	11.99	6.34
1985	5.38	10.82	8.29	14.18	16.91	25.05	27.65	25.58	20.38	15.66	12.98	8.03
1986	6.26	8.11	9.40	13.68	19.86	22.03	24.94	26.79	21.02	16.56	10.17	6.34
1987	6.33	7.71	8.80	14.27	16.68	24.29	26.67	27.86	23.58	19.32	10.71	10.45
1988	8.15	7.42	9.93	14.76	20.54	22.48	28	26.71	20.57	18.17	11.58	5.75
1989	5.42	7.20	11.52	13.76	18.16	20.92	25.59	26.11	22.15	15.53	13.26	10.67
1990	6.74	10.44	10.43	12.69	17.20	25.13	24.85	22.28	24.10	19.94	11.45	8.23
1991	5.49	6.78	11.61	10.36	14.21	21.89	26.24	25.63	21.76	16.69	10.63	5.46
1992	4.68	6.69	9.35	11.81	16.31	20.93	23.92	25.74	21.87	18.01	12.13	7.83
1993	5.24	5.56	8.72	13.85	19.15	24.78	26.77	27	22.26	19.11	11.11	7.66
1994	7.48	8.91	11.93	11.75	21.89	24.19	26.98	28.63	23.58	16.65	13.15	8.10
1995	5.75	10.26	9.15	12.73	20.04	22.81	27.11	24.55	21.13	16.25	11.33	9.86
1996	9.02	6.31	10.07	12.43	18.12	20.45	25.89	26.61	20.32	15.02	12.35	10.23
1997	8.73	9.28	9.25	12.22	20.40	26.55	27.51	25.18	20.44	16.97	11.83	8.53
1998	7.11	8.23	9.79	15.50	17.67	24.58	27.85	25.69	23.18	15.01	10.22	6.33
1999	7.08	5.81	10.20	14.64	22.05	25.75	26.17	28.96	23.60	19.20	11.15	7.08
2000	4.07	7.75	11.72	16.03	21.02	22.43	27.48	26.81	22.14	15.85	12.79	9.36
2001	7.98	7.51	15.63	13.97	19.59	25.02	28.43	27.1	22.12	21.08	11.79	6.75
2002	6.32	9.03	12.47	15.01	19.41	25.09	26.55	24.86	21.20	17.83	12.19	8.78
2003	6.89	6.10	10	14.18	18.89	25.2	29.22	27.41	21.51	19.64	12.33	7.07
2004	6.90	9.62	11.24	12.82	20.98	22.34	26.18	27.08	20.84	20.58	10.27	8.13
2005	4.54	4.91	11.24	14.24	21.25	23.7	28.50	25.89	21.62	17.81	12.17	6.54
2006	5	7.22	11.87	16.6	21.3	24.8	26.6	25.8	21.4	19	12.1	7.99
2007	8.35	9.22	9.67	13.51	18.5	25.33	26.55	26.67	22.02	17.62	10.55	6.95
2008	7	8.3	10.91	15.58	19.31	23.41	28.7	27.3	22.2	16.9	10.12	6.30
2009	7.1	6.4	9.7	11.51	18	24.23	28.7	26.8	21	15.7	12.4	10.7
2010	8.3	10.1	13.1	16.3	17.4	23.9	27.0	27.2	21.9	16.8	12.1	7.06

b-Précipitations (mm)

Mois Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1972	71.9	25.1	34.9	187.6	26.4	47.7	11.1	8.40	36.4	66	11.2	34.9
1973	44.02	42.7	68.23	31.3	44.7	65.5	5.3	36.4	16.3	12.9	6.00	94.4
1974	13.1	28.30	29.20	50.21	10.40	24.80	4.50	12.10	27.10	37.90	18.50	14.20
1975	23.4	67.8	33.6	21.60	66.6	/	25.4	23.7	26.01	11	47.3	6.20
1976	22.4	38.2	56.3	21.60	35.8	59	27.3	39.3	26.1	23.1	134.5	10.3
1977	14.7	6.60	45.1	40.40	38.2	9.10	15	19.4	11.2	3.3	46.7	3.90
1978	3.90	54.7	102.5	23	23	3.90	/	50.1	5.40	26	20.4	3.60
1979	1.72	44.6	40.3	89.40	22.7	27.7	/	11.7	116.1	18.5	21.3	1.70
1980	33.7	29.8	76.8	28.10	41	4.30	0.20	3.40	65.8	2.50	24.1	47.5
1981	13.4	17.6	24.1	11.70	35.8	72.4	3.60	4.10	37.3	23	1.90	15.3
1982	21.8	45.6	12.4	56.2	83.2	8.5	3.7	15.5	11.1	58.5	24.7	50.3
1983	5.6	7.5	18.1	5.7	30.4	42.7	0.7	41.5	3.9	31.7	17.9	12.2
1984	18.9	92.4	24	21.70	4.30	6.80	0.20	15.4	27.2	26.2	19.1	51
1985	25.7	13	54.5	26.40	65.2	27.2	2.40	6	50.8	23.1	3.50	13.5
1986	31.1	14.1	83.1	2.50	35.8	15.2	51	13.1	24.4	28.7	44.7	20.7
1987	10.2	27.4	62.6	13.20	25.1	4.20	33.7	5	15.5	18.7	33.8	9.20
1988	23.7	4.20	35.8	31.60	55.6	62.1	8.30	6.50	21.1	20.6	35.1	35.4
1989	18.3	17.4	14	16.30	8.40	57.3	8.70	99.3	44.6	6.80	10.8	8.70
1990	89	0.20	34.8	43.10	66.9	17.1	10	136.6	53.3	22.4	97.5	64.9
1991	30.3	12.8	54	43	67.8	14.4	6.40	65.6	76.4	34.4	44.3	14.2
1992	34	29.9	24.3	43.60	82	23.2	13.4	4.50	58.4	28.4	61.6	48.4
1993	9.30	27.9	21.4	2.60	31.1	12.8	20.1	1.80	22.7	3.80	16.8	28.7
1994	14.17	23.9	19.4	23.30	41	2.40	4.50	11	7.20	66.8	0.60	6.80
1995	24.7	3	32.2	22.10	12.5	37.9	1.70	44.1	138	39.7	16.2	18.2
1996	24.9	72.9	56.3	49.80	30.2	38.9	13.2	30	12.4	4.10	1.20	15
1997	31.6	7.10	18.9	46.80	16.1	10.3	20.2	23.7	64	72.5	45.2	21.5
1998	22.3	10.2	28.7	29.20	16.7	31	/	15.	55.56	36.2	55.1	14.5
1999	56.4	11.7	45.6	15.40	30.9	16.9	18.9	33.7	22.1	81.5	64.6	34.5
2000	3.70	4.10	10	14.70	86.5	6.20	21.6	18.8	51	16.2	17	13.7
2001	27.1	15.8	15.1	2.70	49.3	2.40	7.60	1.40	55	10.7	23.3	7.10
2002	17.0	11.8	5.20	29	40.6	13.3	56	84.	36.5	38	76.4	30.3
2003	100.4	38.9	18	97.80	29.2	9.50	2.80	12.1	81.9	45.5	17.5	237.7
2004	20.6	3.20	72.6	14.50	39.4	91.6	16.4	44	19.1	15.4	117	66.9
2005	29.2	33.9	24	20.4	1.2	31.5	1.4	46.6	33.3	94.1	31.6	77.3
2006	34.9	14.4	5.5	43.6	37.6	26.9	8.40	26	6.4	11.7	3.7	63.2
2007	5.2	11	61	59.1	37.8	38.8	30.1	54.4	49.7	15.4	9.30	28.7
2008	6.10	7	36.4	28	12.9	12.9	4.3	18.7	84.5	52	11.8	47.1
2009	76.9	11.6	26.7	111.9	65.9	0	23	12.7	96.7	2	2	7.0
2010	38.7	3.1	13.1	79.3	35	25.9	20.2	2.4	77	17	55.1	5.5

Tableau 4.1. Liste des espèces de carabidés récoltées dans la région d 'ElKala (1997-2000)
L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeira ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ;
C.l : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès

Sites et espèces	L.B	M.M	Pl.M	C.l	Eu	P.m	C.K
<i>Cicindelacampestris</i>	+	-	-	-	+	-	-
<i>Cicindelaflexuosa</i>	+	-	+	-	+	-	-
<i>Cicindelalunulata</i>	+	-	+	-	-	-	-
<i>Cicindelamelancholica</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Macrothoraxmorbillus</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Eurycarabusfaminii</i>	-	-	-	+	-	-	+
<i>Nebriaandalusia</i>	-	+	-	+	-	-	-
<i>Siagonaeuropaea</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scaritesbuparius</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>Distichusplanus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dyschiriussp</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tachyselongatus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poecilusquadricollis</i>	-	+	+	+	+	+	+
<i>Poecilusvicinus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poeciluscrenulatus</i>	-	+	-	+	+	-	-
<i>Omaseuselongatus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Percuslineatus</i>	-	+	-	+	+	-	-
<i>Agonumnumidicum</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Agonumnigrum</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Agonummarginatum</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontonyxfuscatus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calathuscircumseptus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Calathusmollis</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pristonychusalgerinus</i>	-	-	-	-	-	+	+
<i>Amara aenea</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anisodactylus virens</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carterusdama</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carterusrotundicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odontocarustricuspidatus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ditomussphaerocephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophonusrotundicollis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpaluspunctatostriatus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Harpaluslethierryi</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalusoblitus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalussiculus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalussulphuripes</i>	-	-	+	-	-	-	-
<i>Acupalpusmaculatus</i>	+	-	-	-	-	-	-
<i>Stenolophusteutonius</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Stenolophusmixtus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dinodesdecipiens</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chlaeniellusolivieri</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chlaeniusvelutinus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chlaenitesspoliatus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Trichochlaeniusaeratus</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Licinuspunctatulus</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zuphiumolens</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dryptadentata</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dryptadistincta</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Brachinusimmaculicornis</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachinussclopeta</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachinuspsophia</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Brachinusexhalans</i>	-	+	-	-	-	-	-
<i>Brachinushumeralis</i>	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.3 Matrice de proximité (Coefficient de corrélation de Pearson) dans la région d'El Kala(1997-2000)

L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage Mellah ; C.I :
Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès

	L.B	L.O	O.B	M.M	Pl.M	C.I	Eu	P.m	C.K
L.B	1	-0,082	-0,083	-0,083	0,894	-0,046	-0,038	-0,030	-0,044
L.O	-0,082	1	0,118	0,517	-0,067	-0,027	0,062	-0,059	-0,087
O.B	-0,083	0,118	1	0,403	-0,068	0,281	0,555	-0,060	-0,049
M.M	-0,083	0,517	0,403	1	-0,068	0,166	0,446	-0,060	-0,086
Pl.M	0,894	-0,067	-0,068	-0,068	1	-0,038	-0,031	-0,024	-0,036
C.I	-0,046	-0,027	0,281	0,166	-0,038	1	0,733	-0,034	0,243
Eu	-0,038	0,062	0,555	0,446	-0,031	0,733	1	-0,028	0,102
P.m	-0,030	-0,059	-0,060	-0,060	-0,024	-0,034	-0,028	1	0,931
C.K	-0,044	-0,087	-0,049	-0,086	-0,036	0,243	0,102	0,931	1

Tableau 4.4. Code des espèces de Carabidés de l'analyse factorielle : (El Kala) (1997-2000)

L.B : Lac Bleu ; L.O : Lac Oubeïra ; O.B : Oued Bouaroug ; M.M : Marécage Mellah ; Pl.M : Plage

Mellah ; C.I : Chêne liège ; Eu : Eucalyptaie ; P.m : Pin maritime ; C.K : Chêne Kermès

Sites et espèces	Code sp	L.B	L.O	O.B	M.M	Pl.M	C.I	Eu	P.m	C.K
<i>Cicindelacampestris</i>	Sp1	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Cicindela flexuosa</i>	Sp2	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cicindelalunulata</i>	Sp3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cicindelamelancholica</i>	Sp4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Macrothorax morbillosus</i>	Sp5	0	0	1	1	0	1	0	0	0
<i>Eurycarabus faminii</i>	Sp6	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Nebria andalusia</i>	Sp7	0	1	1	1	0	1	0	0	0
<i>Siagona europaea</i>	Sp8	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Scarites buparius</i>	Sp9	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Distichus planus</i>	Sp10	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Dyschirius sp</i>	Sp11	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Tachys elongatus</i>	Sp12	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilus quadricollis</i>	Sp13	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Poecilus vicinus</i>	Sp14	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilus screnulatus</i>	Sp15	0	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Omaseus elongatus</i>	Sp16	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Percus lineatus</i>	Sp17	0	1	1	1	0	1	1	0	0
<i>Agonum numidicum</i>	Sp18	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Agonum nigrum</i>	Sp19	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Agonum marginatum</i>	Sp20	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Odontonyx fuscatus</i>	Sp21	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Calathus circumseptus</i>	Sp22	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Calathus mollis</i>	Sp23	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pristonychus algerinus</i>	Sp24	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Amara aenea</i>	Sp25	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anisodactylus virens</i>	Sp26	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Carterus dama</i>	Sp27	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Carterus rotundicollis</i>	Sp28	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Odontocarustricuspidatus</i>	Sp29	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ditomus sphaerocephalus</i>	Sp30	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Ophonus rotundicollis</i>	Sp31	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Harpalus punctatostriatus</i>	Sp32	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Harpalus lethierryi</i>	Sp33	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Harpalus oblitus</i>	Sp34	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Harpalus siculus</i>	Sp35	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Harpalus sulphuripes</i>	Sp36	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Acupalpus maculatus</i>	Sp37	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Stenolophus teutonius</i>	Sp38	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Stenolophus mixtus</i>	Sp39	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Dinodes decipiens</i>	Sp40	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chlaeniellus olivieri</i>	Sp41	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Chlaenius velutinus</i>	Sp42	0	1	1	1	0	0	0	0	0
<i>Chlaenites spoliatus</i>	Sp43	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Trichochlaenius aeratus</i>	Sp44	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Licinus punctatulus</i>	Sp45	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Zuphium molens</i>	Sp46	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Dryptadentata</i>	Sp47	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Dryptadistincta</i>	Sp48	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Brachinus immaculicornis</i>	Sp49	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachinus sclopeta</i>	Sp50	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Brachinus psophia</i>	Sp51	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Brachinus exhalans</i>	Sp52	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Brachinus humeralis</i>	Sp53	0	1	1	0	0	0	0	0	0

Tableau 4.5. Liste des espèces de Carabidés récoltées dans la région de Tébessa (1998-2001)

S1 :DjebelNoual ; S2 : El Merdja ; S3: Bekkaria

Espèces et sites	S1	S2	S3
<i>Cicindelacampestris</i>	-	-	+
<i>Cicindelaflexuosa</i>	-	-	+
<i>Cicindelatruquii</i>	-	-	+
<i>Macrothoraxmorbillosus</i>	+	+	+
<i>Campalitamadera</i>	+	+	-
<i>Campalitaolivieri</i>	+	-	-
<i>Siagonaeuropaea</i>	-	+	-
<i>Distichusplanus</i>	-	+	-
<i>Broscuspolitus</i>	-	+	+
<i>Ocydromusdahli</i>	-	-	+
<i>Poecilusquadricollis</i>	-	+	-
<i>Poecilusvicinus</i>	-	+	-
<i>Poeciluspurpurascens</i>	-	+	+
<i>Poecilusdecepiens</i>	+	-	-
<i>Angoleusnitidus</i>	-	+	-
<i>Angoleuscrenatus</i>	+	+	-
<i>Orthomusabacoide</i>	+	-	+
<i>Anchusruficornis</i>	-	-	+
<i>Calathuscircumseptus</i>	-	+	-
<i>Calathus mollis</i>	-	-	+
<i>Calathusmelanocephalus</i>	-	+	-
<i>Calathusfuscipes</i>	-	-	+
<i>Pristonychusalgerinus</i>	+	+	-
<i>Pristonychusdeneveui</i>	+	-	-
<i>Sphodrusleucophthalmus</i>	-	+	+
<i>Zabrusbrondeli</i>	-	+	-
<i>Amara aenea</i>	-	+	-
<i>Amara rufipes</i>	-	+	-
<i>Celia fusca</i>	-	-	+
<i>Celia cotyi</i>	-	-	+
<i>Percosiasp</i>	-	-	+
<i>Paracelia simplex</i>	+	-	+
<i>Carterus dama</i>	+	+	+
<i>Carterusinterceptus</i>	+	-	-
<i>Carterusdebilis</i>	+	+	-
<i>Odontocarustrcuspicadus</i>	-	+	-
<i>Ditomusopacus</i>	-	-	+
<i>Ditomussphaerocephalus</i>	+	+	+
<i>Ditomusclypeatus</i>	+	+	+
<i>Eriotomusvillosulus</i>	-	-	+

<i>Ophonusrotundicollis</i>	-	+	+
<i>Ophonuspumilio</i>	+	-	-
<i>Harpaluspunctatostratus</i>	+	-	-
<i>Harpaluslethierryi</i>	+	+	-
<i>Harpalusattenuatus</i>	+	-	-
<i>Harpalusfuscipalpis</i>	+	-	-
<i>Harpalusserripes</i>	-	-	+
<i>Harpalustenebrosus</i>	-	+	+
<i>Acinopusgutturosus</i>	+	+	-
<i>Acinopussabulosus</i>	+	+	+
<i>Dregusglebialis</i>	+	+	+
<i>Parophonushispanus</i>	+	+	-
<i>Chlaeniellusolivieri</i>	-	-	+
<i>Chlaeniusvelutinus</i>	-	+	+
<i>Trichochlaeniuschrysocephalus</i>	+	+	-
<i>Dinodesdecepiens</i>	+	+	-
<i>Licinuspunctatulus</i>	+	+	+
<i>Lebiacyanocephala</i>	+	+	+
<i>Lebiatrimaculata</i>	-	-	+
<i>Cymindissetifensis</i>	+	-	+
<i>Graphipteruserrator</i>	-	-	+
<i>Graphipterusexclamationis</i>	+	-	-
<i>Brachinusimmaculicornis</i>	+	+	-
<i>Brachinussclopeta</i>	+	+	-
<i>Brachinuscrepitans</i>	-	+	-

Tableau 4 .8. Matrice de proximité (Coefficient de corrélation de Pearson) dans la région de Tébessa(1998-2001)

	S1	S2	S3
S1	1	0,131	0,154
S2	0,131	1	-0,067
S3	0,154	-0,067	1

Tableau 4.9. Code des espèces de Carabidés de l'analyse factorielle dans la région de Tébessa(1998-1999)
S1 :DjebelNoual ; S2 : El Merdja ; S3: Bekkaria

Espèces et sites	Code SP	S1	S2	S3
<i>Cicindelacampestris</i>	Sp1	0	0	7
<i>Cicindelaflexuosa</i>	Sp2	0	0	3
<i>Cicindelatruquii</i>	Sp3	0	0	8
<i>Macrothoraxmorbillosus</i>	Sp4	2	13	5
<i>Campalitamadera</i>	Sp5	11	2	0
<i>Campalitaolivieri</i>	Sp6	1	0	0
<i>Siagonaeuropea</i>	Sp7	0	2	0
<i>Distichusplanus</i>	Sp8	0	6	0
<i>Broscuspolitus</i>	Sp9	0	6	1
<i>Ocydromusdahli</i>	Sp10	0	0	1
<i>Poecilusquadricollis</i>	Sp11	0	2	0
<i>Poecilusvicinus</i>	Sp12	0	3	0
<i>Poeciluspurpurascens</i>	Sp13	0	5	1
<i>Poecilusdecepiens</i>	Sp14	1	0	0
<i>Angoleusnitidus</i>	Sp15	0	2	0
<i>Angoleuscrenatus</i>	Sp16	2	1	0
<i>Orthomusabacoïde</i>	Sp17	0	0	45
<i>Anchusruficornis</i>	Sp18	0	0	9
<i>Calathuscircumseptus</i>	Sp19	0	26	0
<i>Calathus mollis</i>	Sp20	5	0	29
<i>Calathusmelanocephalus</i>	Sp21	0	48	0
<i>Calathusfuscipes</i>	Sp22	0	0	1
<i>Pristonychusalgerinus</i>	Sp23	1	8	0
<i>Pristonychusdeneveui</i>	Sp24	1	0	0
<i>Sphodrusleucophthalmus</i>	Sp25	0	0	4
<i>Zabrusbrondeli</i>	Sp26	0	51	0
<i>Amara aenea</i>	Sp27	0	1	0
<i>Amara rufipes</i>	Sp28	0	1	0
<i>Celia fusca</i>	Sp29	0	0	6
<i>Celia cottyi</i>	Sp30	0	0	1
<i>Percosiasp</i>	Sp31	0	0	1
<i>Paracelia simplex</i>	Sp32	16	0	11
<i>Carterus dama</i>	Sp33	3	4	1
<i>Carterusinterceptus</i>	Sp34	3	0	0
<i>Carterusdebilis</i>	Sp35	4	5	0
<i>Odontocarustruscipadus</i>	Sp36	0	1	0
<i>Ditomusopacus</i>	Sp37	0	0	4
<i>Ditomusphaerocephalus</i>	Sp38	2	6	16
<i>Ditomusclypeatus</i>	Sp39	1	1	1

<i>Eriotomusvillosulus</i>	Sp40	0	0	1
<i>Ophonusrotundicollis</i>	Sp41	0	96	1
<i>Ophonuspumilio</i>	Sp42	1	0	0
<i>Harpaluspunctatostratus</i>	Sp43	1	9	0
<i>Harpaluslethierryi</i>	Sp44	3	9	0
<i>Harpalusattenuatus</i>	Sp45	3	0	0
<i>Harpalusfuscipalpis</i>	Sp46	16	0	0
<i>Harpalusserripes</i>	Sp47	0	0	2
<i>Harpalustenebrosus</i>	Sp48	0	1	1
<i>Acinopusgutturosus</i>	Sp49	5	74	0
<i>Acinopussabulosus</i>	Sp50	1	1	1
<i>Dregusglebialis</i>	Sp51	12	1	2
<i>Parophonushispanus</i>	Sp52	3	6	0
<i>Chlaeniellusolivieri</i>	Sp53	0	0	2
<i>Chlaeniusvelutinus</i>	Sp54	0	1	1
<i>Trichochlaeniuschrysocephalus</i>	Sp55	3	31	0
<i>Dinodesdecepiens</i>	Sp56	2	8	0
<i>Licinuspunctatulus</i>	Sp57	11	116	8
<i>Lebiacyanocephala</i>	Sp58	2	1	2
<i>Lebiatrimaculata</i>	Sp59	0	0	1
<i>Cymindissetifensis</i>	Sp60	10	0	29
<i>Graphipteruserrator</i>	Sp61	0	0	12
<i>Graphipterusexclamationis</i>	Sp62	12	0	0
<i>Brachinusimmaculicornis</i>	Sp63	2	23	0
<i>Brachinussclopeta</i>	Sp64	1	4	0
<i>Brachinuscrepitans</i>	Sp65	0	4	0