

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة

Ecole Nationale Supérieure Agronomique - El Harrach - Alger

## THESE

*En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques*

Thème

**Contribution à la connaissance des fourmis du Nord de l'Algérie et de la  
steppe : Taxonomie, Bio-écologie et Comportement trophique**

Présentée par M<sup>me</sup> : BARECH Ghania

Défendue le 15 / 07 / 2014

### Devant le Jury :

Président : M<sup>me</sup> DOUMANDJI-MITICHE Bahia Professeur (E.N.S.A, El-Harrach)

Directeur de Thèse : M. DOUMANDJI Salaheddine Professeur (E.N.S.A, El Harrach)

Co-Directeur de Thèse : M. ESPADALER Xavier Professeur (U. A. B. Espagne)

Examineurs : M<sup>me</sup> DAOUDI-HACINI Samia Professeur (E.N.S.A, El Harrach)

M<sup>elle</sup> MILLA Amel Maître de Conférences A (E.N.S.V., El Harrach)

M<sup>me</sup> CHEBOUTI-MEZIOU Nadjiba Maître de Conférences A

(Université M'hamed Bougara - Boumerdes)

## *Dédicace*



*Je dédie cette thèse à .....*

- *Mes parents*
- *Mes beaux parents*
- *Mon cher mari et mes chers enfants : Ahmed -Yacine, Wafa - Zineb et Youcef,*
- *La mémoire de mes grands pères et mes grandes mères*
- *Mes sœurs : Saida, Samia, Souhila, Louiza, Hadjer, Amina, Khadidja et Aïcha,*
- *Mes frères et particulièrement Lezhar et Lyamine,*
- *Mes belles sœurs Hassiba et Assia*
- *Toute la famille Barech et Khalidi*
- *Mes amies (Djamila, Mehdiya, Nabila, Chafika, Nadia, Karima, Habiba, Leila, Hanane et Chahra) et collègues surtout Nissa Tir,*

*Tous ceux qui me portent dans leurs cœurs.*

*Ghania*

## Remerciements

Je remercie DIEU le tout Puissant de m'avoir accordé la chance, la volonté, le courage, la force et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Je suis très reconnaissante à mes parents qui ont beaucoup sacrifié pour assurer mon éducation et mes études. C'est grâce à eux que je dois mon succès et mon titre. Que Dieu vous garde et vous protège.

Au terme de cette thèse, je rends Hommage au défunt, Dr. Baaziz Belkacem, mon premier directeur de thèse (que dieu le bénisse), qui nous a quitté subitement mais son souvenir restera toujours vivace. Je serai infiniment reconnaissante envers celui qui a bien voulu poursuivre l'encadrement de cette thèse après le décès de Mr Baaziz, le Professeur Emérite à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach Mr. Doumandji Salaheddine. Je le remercie très sincèrement pour la chance qu'il m'a donné d'être l'une de ses étudiantes dont il a formé depuis l'Ingéniorat jusqu'au Doctorat. Il présente pour moi un maître plein de qualités humaines et de richesse scientifique. L'entomologie et l'ornithologie lui doit beaucoup en Algérie.

Mes vifs remerciements sont exprimés à mon co-directeur de thèse, Mr le Professeur Xavier Espadaler, un monument de la science, qui m'a beaucoup aidé et qui m'a toujours accordé son soutien moral. Ses encouragements très chaleureux m'ont été d'un grand secours tout au long de la réalisation de cette thèse. Nos conversations scientifiques ont été très enrichissantes pour moi et j'ai beaucoup appris de lui, que ce soit les valeurs humaines ou scientifiques. Je le remercie très sincèrement pour la confiance qu'il m'a accordé et de m'avoir supporté au cours de ces six longues années. Il n'a jamais cessé de veiller à ce que nous soyons (moi, mon fils et même mon mari) dans les meilleures conditions possibles de travail pour le bon déroulement de mes stages scientifiques à l'Universitat Autònoma de Barcelona. Il possède toutes les qualités qui font de lui un être exceptionnel ... un grand Monsieur.... Je dois beaucoup à ce grand maître que j'ai eu la chance de le connaître et de travailler avec lui. Il m'a fait apprendre les premières ébauches de la systématique des fourmis et m'a fait aussi bénéficier

de sa longue expérience dans le domaine de l'écologie et la systématique de ce fameux groupe d'insectes. Merci beaucoup cher Professeur Espadaler.

Il m'est très agréable d'exprimer ma gratitude et d'adresser mes remerciements à Mme Doumandji-Mitiche Bahia, Professeur Emérite à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, qui me fait l'honneur de présider mon jury. Cette femme Algérienne qui a sacrifiée sa vie pour la science. Qu'elle trouvera ici tout le respect et la gratitude.

Madame Daoudi-Hacini Samia Professeur à l'Ecole Nationale Supérieur d'Agronomie, qu'elle soit remerciée pour avoir accepté de faire partie de mon jury.

Que Madame Chebouti-Meziou Nadjiba Maître de Conférences à l'Université de Boumerdes et M<sup>elle</sup> Mila Amel, Maître de Conférences à l'Ecole National Supérieure Vétérinaire trouvent mes chaleureux remerciements pour le fait qu'elles soient examinatrices de ce document.

Je n'oublierai de remercier Mr Zedam Abdelghani et Mr Sari Djamel Maitres Assistants A au Pôle Universitaire de M'sila pour leur serviabilité scientifique en assurant la détermination des espèces végétales. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

Je suis très reconnaissante à Mr. Rebbas K. pour l'échantillonnage des fourmis qu'il a effectué dans la Kabylie.

Je tiens à remercier les étudiants Ingénieurs qui ont participé à la mise en place des Pots Barber dans la Forêt El Haourane, dans le Chott du Hodna (Melle Ziane S.) ainsi que dans la Réserve Naturelle de Mergueb (Mr Benelkadi H.A., Latreche S., Mezhoud F. et Lataissa N.).

Je ne saurai oublier aussi de témoigner toute ma gratitude et mon respect à mon beau père « Ammi Salah » qui m'a toujours soutenu et encouragé surtout dans les moments les plus dures de cette thèse. Ma reconnaissance s'adresse aussi à ma belle mère qui a toujours prié dieu pour moi afin que je puisse faire face à ce défi.... Je vous aime tous deux de mon cœur...

Cette thèse n'aurait jamais été achevée sans l'aide et l'encouragement de mon mari Mr Khaldi Mourad, Maître de Conférences au Pôle Universitaire de M'sila. Cet homme qui m'a beaucoup soutenu moralement et m'a aidé dans les sorties réalisées sur terrains et qui a mis à ma disposition une documentation très riche, je ne sais comment le remercier. Je dirais tout simplement .... Merci beaucoup et que Dieu te protège.

Je ne peux oublier aussi de remercier Mr Sharaf Mostapha, Phd dans le Département de protection des plantes à la Faculté de l'Alimentation et Sciences de l'Agriculture, Université du Roi Saud (Riyadh- Arabie Saoudite) pour son aide dans la détermination de quelques espèces de fourmis sahariennes. Mes remerciements sont adressés également à Mr Henri Cagniant, le grand myrmécologue Français qui a contribué à la confirmation de l'identification de quelques espèces rares.

Mes remerciements vont au responsable du Muséum de Genève (Suisse) qui nous a fait l'honneur d'envoyer quelques spécimens types de *Monomrium major* (collections de Forel).

Un grand merci est accordé à Mr Xim Cerdá, Professeur Associé de Recherche dans la station biologique de Donaña (Séville, Espagne) pour l'envoi d'une documentation considérable qui m'a été très utile lors de la rédaction de cette thèse.

Un remerciement particulier est adressé à Mr Mefti Mohammed, Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, qui a aimablement contribué à ce travail par le transport des échantillons vers l'Université Autonome de Barcelone en 2009.

Ma gratitude est exprimée à Mr Seghiri Kamel, responsable des laboratoires du département des Sciences de la Nature et de la Vie pour les moyens logistiques de laboratoire misent à ma disposition.

Ceux qui méritent bien d'être remerciés profondément et dont je leurs demande de me pardonner et qui ont supporté mon absence, sont mes enfants et plus particulièrement mon fils Ahmed Yacine qui m'a accompagné lors de mes stages et qui a beaucoup souffert pendant nos voyages à l'étranger.

Que mes sœurs M<sup>elle</sup> Barech Naima et M<sup>elle</sup> Barech Meriem trouveront ici ma gratitude et mes remerciements pour leur grande aide.

Mes remerciements sont exprimés à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour l'aboutissement de cette thèse.

Merci à tous.....

Liste des tableaux :

Tableau 1 - Températures mensuelles moyennes des maxima et des minima en 2009 et 2010 du littoral algérois .....	Annexe 1
Tableau 2 - Précipitations (total mensuel en mm) en 2009 et en 2010 au littoral algérois...	Annexe 1
Tableau 3 – Valeurs des températures mensuelles moyennes minimales et maximales de la région de Boussaâda de l'année 2010 .....	Annexe 1
Tableau 4 – Valeurs des précipitations mensuelles notées en 2010 de la région de Boussaâda .....	Annexe 1
Tableau 5 – Valeurs de températures à soustraire des minima et maxima par rapport à la station de référence de M'sila centre .....	Annexe 1
Tableau 6 - Les températures moyennes mensuelles de M'sila, Oum Laadam, Oum Mrazem et Litima (1988-2009) (Source : O.N.M., 2010c) .....	Annexe 1
Tableau 7 - Valeurs du coefficient de correction K calculé pour trois stations d'étude .....	Annexe 1
Tableau 8 - Les précipitations moyennes mensuelles (mm) de M'sila, Oum Laadam (O.L.) Oum Mrazem (O.M.) et Litima (Lit.) (1988-2009) (Source : ONM, 2010c) ...	Annexe 1
Tableau 9 - Valeurs du quotient pluviométrique (Q <sub>2</sub> ) de la station de M'sila, Oum Laadam, Oum Mrazem et de Litima de 1988 à 2009 .....	Annexe 1
Tableau 10 – Les températures moyennes mensuelles de M`sila,El-Haourane, l'année 2010.....	Annexe 1
Tableau 11 - Les précipitations moyenne mensuelles (mm) de M`sila et El-Haourane (L'année 2010) .....	Annexe 1
Tableau 12- Les espèces de reptiles recensés dans la région du Chott El Hodna .....	Annexe 1
Tableau 13- Les espèces de mammifères de la région du Chott El Hodna .....	Annexe 1
Tableau 14 - Stations et périodes de l'échantillonnage des fourmis .....	57
Tableau 15 - Nombre de sous-familles, de genres et d'espèces de fourmis en Nord de l'Algérie et dans la steppe.....	80
Tableau 16 - Nombre d'espèces de fourmis par genre.....	81
Tableau 17 - Valeurs de la richesse en espèces de fourmis inventoriées dans les stations d'étude (pots Barber et échantillonnage à la main).....	82
Tableau 18 – Inventaire des espèces de fourmis trouvées au niveau de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'El Harrach en mars et juin 2010.....	83
Tableau 19 – Inventaire des fourmis du verger d'abricotier à Nouara (M'sila) en 2009 et en 2010. ....	85
Tableau 20 – Espèces de fourmis recensées dans les deux sous-stations du Chott El Hodna	86

pendant le mois de mars et d'avril 2011.....	
Tableau 21 - Liste des espèces récoltées à l'aide des pots Barber dans la Réserve du Mergueb (2007-2008) .....	87
Tableau 22 – Inventaires de fourmis échantillonnées dans la forêt d'El Haourane (mars et avril 2011) .....	89
Tableau 23 - Sites d'échantillonnage des fourmis de la Kabylie (2010 – 2011) .....	91
Tableau 24 - Espèces de fourmis récoltées dans la région de la Kabylie (2010-2011) .....	92
Tableau 25 – Fréquences centésimales des fourmis échantillonnées à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach (mars et juin 2010) par les pots Barber .....	94
Tableau 26 – Fréquences centésimales des espèces de fourmis échantillonnées par les pots Barber dans le verger d'abricotier (Nouara, M'sila) durant la période 2009-2010.....	96
Tableau 27 – Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber au niveau du Chott El Hodna (mars-avril, 2011) .....	99
Tableau 28 - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007.....	101
Tableau 29 - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Litima (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007.....	102
Tableau 30 - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Mrazem (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007.....	103
Tableau 31 - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2008.....	104
Tableau 32 - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Litima (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2008.....	105
Tableau 33 - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Mrazem (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2008.....	106
Tableau 34 – Fréquences des espèces de fourmis échantillonnées dans la forêt El Haourane durant le mois de mars et d'avril, 2011.....	110
Tableau 35 – Nombre de pots enterrés dans les différentes stations d'étude pour l'échantillonnage des fourmis.....	112
Tableau 36 - Fréquences d'occurrence calculées pour les espèces de fourmis de L'ENSA (El Harrach) pendant le mois de mars et juin 2010 .....	113
Tableau 37 - Fréquences d'occurrences calculées pour les espèces de fourmis	114

échantillonnées dans le verger d'abricotier à Nouara (M'sila) en 2009 et en 2010. ....	
Tableau 38 - Fréquences d'occurrences calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans le Chott du Hodna en 2011. ....	
Tableau 39 - Fréquences d'occurrences calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans la RNM durant l'année 2007 et 2008.....	117
Tableau 40 - Fréquences d'occurrences calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans la forêt El Haourane en mars et avril de l'année 2011...	120
Tableau 41 – Indice de diversité de Shannon (H'), diversité maximale (H'max) et équitabilité (E) calculés pour les espèces de fourmis échantillonnées dans le littoral algérois et dans la steppe.....	121
Tableau 42 - Localités, abondance, espèces observées, estimateurs d'espèces attendues selon divers estimateurs non paramétriques, et complétude (%) des inventaires dans les sites d'échantillonnage.....	130
Tableau 43 - Estimateurs choisis selon la table de Brose et Martinez.....	131
Tableau 44 - Ecart-types (Standard deviation: Sd) des richesses spécifiques calculés pour les estimateurs de la richesse observée et les autres estimateurs choisis pour les différentes localités .....	133
Tableau 45 - Abondance de fourmis et richesse en espèces selon deux méthodes d'échantillonnage (Pots Barber et récolte à la main) dans l'ensemble des sites d'étude .....	134
Tableau 46 - paired t-test comparant les espèces collectées en utilisant deux méthodes d'échantillonnage (pitfall (n=10) vs. collecte à la main) .....	140
Tableau 47 - Localités, abondance, espèces observées, estimateurs d'espèces attendues selon divers estimateurs non paramétriques, et complétude des inventaires dans quatre localités.....	144
Tableau 48 - inventaire des espèces de fourmis trouvées à l'aide de la méthode des carrés dans les trois stations de la Réserve Naturelle du Mergueb en juillet 2008 ....	172
Tableau 49 – Abondances relatives, densité et constance des nids à Oum Laadam (RNM) en juillet 2008 .....	173
Tableau 50 – Abondances relatives, densité et constance des nids à Litima en juillet 2008 .....	174

Tableau 51 – Abondances relatives, densité et constance des nids à Oum Mrazem en juillet 2008 .....	175
Tableau 52 - Indices de diversité de Shannon, diversité maximale, de Simpson, de Sørensen et équitabilité appliqués aux nids des fourmis repérés par la méthode des carrés dans la Réserve Naturelle du Mergueb en juillet 2008. ...	176
Tableau 53 - Inventaire des espèces végétales présentes dans la Réserve naturelle de Mergueb effectué durant la période allant de 2007 à 2008 .....	191
Tableau 54 - Inventaire des graines et fragments des espèces végétales trouvées à l'intérieur et à l'extérieur des trois nids étudié de <i>M. medioruber medioruber</i> dans la Réserve Naturelle de Mergueb en avril 2008.....	192
Tableau 55 - Fréquences des graines récoltées et stockées à l'intérieur du nid 1 et de celles rejetées par <i>Messor medioruber</i> dans la station d'Oum Mrazem (avril, 2008) .....	193
Tableau 56 - Fréquences des graines récoltées et stockées à l'intérieur du nid 2 et de celles rejetées par <i>Messor medioruber</i> dans la station de Litima (avril, 2008)..	195
Tableau 57 - Fréquences des graines récoltées et stockées à l'intérieur du nid 3 et de celles rejetées par <i>M. medioruber medioruber</i> dans la station d'Oum Laadam (avril, 2008) .....	197
Tableau 58 - Richesse totale des graines et des fragments végétaux trouvés à l'intérieur et à l'extérieur des trois nids de <i>M. medioruber medioruber</i> dans les stations de la réserve naturelle de Mergueb en avril 2008 .....	199
Tableau 59 - Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité appliqués aux graines et aux fragments végétaux recueillis par <i>Messor medioruber medioruber</i> au niveau des 3 nids dans la réserve naturelle de Mergueb .....	200
Tableau 60 - Espèces végétales inventoriées dans la parcelle entourant le nid 1 de <i>Messor medioruber medioruber</i> au niveau de la station Oum Mrazem dans la réserve naturelle de Mergueb, leurs nombres moyen et le taux d'occupation de chaque espèce sur le sol en Avril 2008.....	201
Tableau 61 - Espèces végétales inventoriées dans la parcelle entourant le nid 2 de <i>M. medioruber medioruber</i> au niveau de la station Litima dans la réserve naturelle de Mergueb, leurs nombres moyen et le taux d'occupation de chaque espèce sur le sol en Avril 2008.....	202

Tableau 62 - Espèces végétales inventoriées dans la parcelle entourant le nid 3 de <i>M. medioruber medioruber</i> au niveau de la station Oum Laadam dans la réserve naturelle de Mergueb, leurs nombres moyen et le taux d'occupation de chaque espèce sur le sol en Avril 2008.....	204
Tableau 63 - Indice d'Ivlev appliqué pour les espèces végétales récoltées par <i>M. medioruber medioruber</i> et de celles présentes sur le terrain pour les trois nids étudié dans les stations de la Réserve Naturelle de Mergueb en avril 2008.....	205

Liste des figures :

Figure 1 – Situation géographique de la partie orientale de la Mitidja .....	7
Figure 2 – Diagramme ombrothermique de Gaussen de Dar El Beida pour l'année 2009 (a) et 2010 (b) .....	11
Figure 3 - Position de la région de Dar El Beida dans le climagramme d'Emberger .....	13
Figure 4 - Situation géographique du Chott El Hodna .....	16
Figure 5 - Vue du Chott El Hodna (partie sud) .....	17
Figure 6 – Carte pédologique du Hodna .....	19
Figure 7 - Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Boussaâda en 2010 .....	22
Figure 8 – Position de la région de Boussaâda dans le Climagramme d'Emberger (2000-2010) .....	23
Figure 9 – Djebel Mergueb (Réserve Naturelle de Mergueb) .....	26
Figure 10 - Situation géographique de la Réserve Naturelle du Mergueb .....	26
Figure 11 – Diagramme ombrothermique de Gaussen des stations de M'sila, d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima (1988-2009) .....	30
Figure 12 - Position de M'sila, Oum Laadam, Oum Mrazem et Litima dans le Climagramme d'Emberger .....	32
Figure 13 - localisation géographique de la Forêt El haourane .....	34
Figure 14 - Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région d'El-Haourane en 2010 .....	37
Figure 15 – Position d'El-Haourane dans le climagramme D'Emberger .....	38
Figure 16 – Vue satellitaire de la grande Kabylie et du bassin versant Soummam-Hodna...	40
Figure 17 - Station de l'Institut national agronomique d'El-Harrach : Plan d'échantillonnage de la myrmécofaune .....	47
Figure 18 – Détail des stations d'échantillonnage de l'Institut National Agronomique d'El-Harrach .....	48
Figure 19 – Les Sous-stations de la Réserve Naturelle de Mergueb .....	50
Figure 20 – Sous-station Medbah de Chott El-Hodna .....	52
Figure 21 – Sous-station Bir Kraa de Chott El-Hodna .....	52
Figure 22 – Forêt Naturelle d'El-Haourane .....	54
Figure 23 – Forêt Artificielle d'El-Haourane .....	54

Figure 24 – Méthode de calcul du recouvrement végétal près du nid de <i>Messor Medioruber</i> .....	62
Figure 25 – Arbre du choix de l'estimateur (Brose et al., 2003) .....	72
Figure 26 - Abondances relatives des Formicidés dans le parc de l'ENSA El Harrach en 2010 .....	95
Figure 27 - Variation mensuelles des abondances relatives des Formicidés dans un verger d'abricotier à Nouara (M'sila) de 2009 à 2010.....	98
Figure 28 - Abondances relatives des espèces de fourmis dans deux stations dans le Chott du Hodna (2011) .....	100
Figure 29 - Abondances relatives des fourmis capturées à l'aide des pots Barber à Oum Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007-2008.....	107
Figure 30 - Abondances relatives des fourmis capturées à l'aide des pots Barber à Litima (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007 – 2008.....	108
Figure 31 - Abondances relatives des fourmis trouvées dans les pots Barber à Oum Mrazem (Réserve Naturelle de Mergueb) durant les années 2007 et 2008...	109
Figure 32 - Abondances relatives des fourmis échantillonnées par les Pitfall traps dans la Forêt El Haourane (Forêt artificielle et Forêt naturelle) en 2011.....	111
Figure 33 – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique du parc de l'ENSA El Harrach en 2010 .....	124
Figure 34 – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique du verger d'abricotier à Nouara (M'sila) en 2009-2010 .....	125
Figure 35 – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique de : a- Litima, b- O. Mrazem, c- O. Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) 2007- 2008 .....	127
Figure 36 – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique des deux stations du Chott El Hodna (2011).....	128
Figure 37 – Courbes d'accumulation d'espèces, des estimateurs de la richesse spécifique, des uniques et des duplicats tracées pour la Forêt El Haourane (2011) .....	129
Figure 38 - Les courbes des estimateurs de la richesse spécifique choisies pour les différentes stations d'étude .....	132

Figure 39 - Abondance (moyenne $\pm$ erreur standard) de fourmis capturées par pitfall et par mois dans 7 localités .....	135
Figure 40 - Nombre d'espèces (moyenne $\pm$ erreur standard) de fourmis capturées par pitfall et par mois dans 7 localités .....	136
Figure 41 - Nombre d'espèces (moyenne $\pm$ erreur standard) de fourmis capturées par deux méthodes (pots Barber et chasse à la main) dans 8 localités .....	137
Figure 42 - Représentation NMDS des huit habitats de l'échantillonnage des espèces de Fourmis .....	138
Figure 43 – Relation entre la richesse (nombre d'espèces) et l'altitude, pour l'ensemble des sites d'étude .....	139
Figure 44 – Comparaison de la richesse en fourmis obtenu par les deux méthodes d'échantillonnage dans le Chott du Hodna et la forêt El Haourane .....	140
Figure 45 - Graphique MDS (multidimensional scaling) des quatre localités de fourmis collectées avec deux méthodes d'échantillonnage (à la main (M); pots Barber (P)) .....	142
Figure 46 - Courbes d'accumulation d'espèces observées dans quatre localités selon les unités d'échantillonnage (individus; pots Barber) .....	143
Figure 47 - Courbes d'accumulation d'espèces estimées (Jackknife1) dans quatre localités selon les unités d'échantillonnage (pots Barber; individus) .....	144
Figure 48 - Evolution temporaire de l'abondance de fourmis (moyenne par pitfall et par mois) dans les trois stations du Mergueb et au cours de deux années (2007/2008) .....	145
Figure 49 - Abondance (moyenne $\pm$ erreur standard par pitfall et mois) de fourmis dans trois sous-stations du Mergueb, pour deux années (2007-2008) .....	146
Figure 50 - Nombre d'espèces (moyenne $\pm$ erreur standard par pitfall et mois) de fourmis dans trois stations du Mergueb, pour deux années (2007-2008) .....	147
Figure 51 - Representation NMDS des communautés de fourmis dans trois sous-stations (OL: Oum Ladaam; OM: Oum Mrazem; Li: Litima) de la RNM (moyenne de l'abondance de fourmis par pitfall et mois en 2007-2008) .....	
Figure 52 - Ouvrière de <i>Tetramorium lanuginosum</i> capturée à l'ENSA (El Harrach), A : vue de profil, B : tête vue de face .....	182
Figure 53 - Ouvrière de <i>Camponotus serotinus</i> capturée à l'ENSA (El Harrach), A : vue de profil, B : tête vue de face .....	183

Figure 54 - Ouvrière de <i>Linepithema humile</i> récoltée à Melbou (Béjaïa) en 2010, A : tête vue de face, B : vue de profil .....	185
Figure 55 - Ouvrière de <i>Monomorium major</i> . A : vue de haut, B : vue de profil .....	188
Figure 56 - Ouvrière de <i>Strongylognathus afer</i> capturée dans la forêt El Haourane (2011), A : tête vue de face ; B : vue de profil .....	190
Figure 57 - Fréquences des familles de graines récoltées par <i>M. medioruber medioruber</i> dans le nid 1 à Oum Mrazem (R.N.M.) .....	194
Figure 58 - Fréquences des espèces de graines récoltées par <i>Messor medioruber medioruber</i> dans le nid 1 à Oum Mrazem (R.N.M.) .....	195
Figure 59 - Fréquences des familles de graines récoltées par <i>M. medioruber medioruber</i> dans le nid 2 à Litima (R.N.M.) .....	196
Figure 60 - Fréquences des espèces de graines récoltées par <i>Messor medioruber medioruber</i> dans le nid 2 à Litima (R.N.M.) .....	196
Figure 61 - Fréquences des familles de graines récoltées par <i>M. medioruber medioruber</i> dans le nid 3 à Oum Laadam (R.N.M.) .....	198
Figure 62 - Fréquences des espèces de graines récoltées par <i>Messor medioruber medioruber</i> dans le nid 3 à Oum Laadam (R.N.M.) .....	198

## Sommaire

Introduction .....	1
Chapitre I - Milieux d'étude .....	6
1.1. - Partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	6
1.1.1. – Situation géographique de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois .....	6
1.1.2. – Caractéristiques abiotiques de la partie orientale de la Mitidja .....	7
1.1.2.1. - Facteurs édaphiques de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	7
1.1.2.2. - Facteurs climatiques de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	8
1.1.2.2.1. - Température de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	9
1.1.2.2.2. - Pluviométrie de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	9
1.1.3. - Synthèse des données climatiques.....	10
1.1.3.1. - Diagramme ombrothermique de Gaussen de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	10
1.1.3.2. - Climagramme pluviométrique d'Emberger .....	12
1.1.4. – Caractéristiques biotiques de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral Algérois .....	14
1.1.4.1. – Données bibliographiques sur la végétation de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois .....	14
1.1.4.2. – Données bibliographiques sur la faune de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois.....	14
1.2. – Partie steppique: Hodna .....	14
1.2.1. – Chott El Hodna.....	15
1.2.1.1. – Situation géographique .....	15
1.2.1.2. – Caractéristiques abiotiques du Chott El Hodna .....	17
1.2.1.2.1. – Facteurs édaphiques (géologie, pédologie et hydrologie).....	17
1.2.1.2.1.1. – Aspects géologiques.....	17
1.2.1.2.1.2. – Aspects pédologiques .....	18
1.2.1.2.1.3. – Hydrologie et Potentialité en eau superficielle du Chott El Hodna.....	19
1.2.1.2.2. – Facteurs climatiques du Chott El Hodna .....	20
1.2.1.2.2.1. - Températures du Chott El Hodna.....	20
1.2.1.2.2.2. - Pluviométrie du Chott El Hodna.....	20
1.2.1.3. - Synthèse climatique.....	21
1.2.1.3.1. - Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	21
1.2.1.3.2. - Climagramme pluviométrique d'Emberger.....	21
1.2.1.4. - Caractéristiques biotiques du Chott El Hodna.....	24

1.2.1.4.1. - Données bibliographiques sur la flore.....	24
1.2.1.4.2. - Données bibliographiques sur la faune .....	24
1.2.2. – Réserve Naturelle de Mergueb .....	25
1.2.2.1. – Situation géographique et caractéristiques de la Réserve Naturelle de Mergueb .....	25
1.2.2.2. – Caractéristiques abiotiques de la Réserve de Mergueb .....	27
1.2.2.2.1. – Facteurs édaphiques .....	27
1.2.2.2.1.1. – Définitions particulières .....	27
1.2.2.2.1.2. – Particularités Pédologiques .....	28
1.2.2.2.1.3. – Particularités hydrologiques .....	28
1.2.2.2.2. – Facteurs climatiques de la réserve naturelle de Mergueb .....	28
1.2.2.2.2.1. – Températures .....	28
1.2.2.2.2.2. – Précipitations .....	29
1.2.2.3. – Synthèse des données climatiques .....	29
1.2.2.3.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen .....	29
1.2.2.3.2. – Climagramme d'Emberger .....	31
1.2.2.4. – Caractéristiques biotiques de la Réserve naturelle de Mergueb .....	31
1.2.2.4.1. – Données bibliographiques sur la flore de la réserve .....	31
1.2.2.4.2. – Données bibliographiques sur la faune de la réserve .....	33
1.2.3. – Forêt El Haourane .....	33
1.2.3.1. – Situation géographique .....	33
1.2.3.2. – Caractéristiques abiotiques de la forêt El Haourane .....	34
1.2.3.2.1. – Facteurs édaphiques (relief, géologie, pédologie et hydrologie) .....	35
1.2.3.2.2. – Facteurs climatiques de la forêt El Haourane.....	35
1.2.3.2.2.1. – Températures de la forêt El Haourane.....	35
1.2.3.2.2.2. – Précipitations de la forêt El Haourane.....	36
1.2.3.3. – Synthèse des données climatiques.....	36
1.2.3.3.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	36
1.2.3.3.2. – Climagramme pluviométrique d'Emberger .....	36
1.2.3.4. – Caractéristiques biotiques de la forêt El Haourane .....	36
1.2.3.4.1. – Données bibliographiques sur la flore de la forêt El Haourane.....	36
1.2.3.4.2. – Données bibliographiques sur la faune de la forêt El Haourane .....	39
1.2.4. – Partie de la Kabylie du Djurjura .....	39
1.2.4.1. – Situation géographique .....	39
1.2.4.2. – Caractéristiques abiotiques de la région .....	40

1.2.4.2.1. – Facteurs édaphiques (relief, géologie et hydrogéologie) .....	41
1.2.4.2.2. – Facteurs climatiques .....	42
1.2.4.2.2.1. – Températures de la région .....	42
1.2.4.2.2.2. – Précipitations de la région .....	42
1.2.4.2.2.3. – Quotient pluviothermique d’Emberger .....	44
Chapitre II - Méthodologie de travail .....	46
2.1. Méthodologie adoptée pour l’étude de la Myrmécofaune .....	46
2.1.1. – Choix des sites d’étude .....	46
2.1.1.1. – Ecole Nationale Supérieure Agronomique d’El Harrach .....	46
2.1.1.2. – Réserve Naturelle de Mergueb (R.N.M.) .....	49
2.1.1.2.1. – Sous-station Oum Laadam .....	49
2.1.1.2.2. – Sous-station Litima .....	49
2.1.1.2.3. – Sous-station Oum Mrazem .....	49
2.1.1.3. - Chott El Hodna .....	51
2.1.1.3.1. - Sous-station de Medbah .....	51
2.1.1.3.2. - Sous-station de Bir Kraa .....	51
2.1.1.4. - Forêt El Haourane .....	53
2.1.1.4.1. - Forêt naturelle .....	53
2.1.1.4.2. - Reboisement artificiel .....	53
2.1.1.5. - Verger d’abricotiers à Nouara (M’sila) .....	55
2.1.1.6. - Sites de la Kabylie .....	55
2.1.2. – Méthode de travail .....	55
2.1.2.1. – Techniques utilisées sur le terrain .....	55
2.1.2.1.1. - Echantillonnage par la méthode des Pots Barber (Pitfall traps) .....	56
2.1.2.1.1.1. – Description de la technique des pots Barber et échéancier .....	56
2.1.2.1.1.2. - Avantages de la méthode des pots Barber .....	57
2.1.2.1.1.3. - Inconvénients de la méthode des pots Barber .....	58
2.1.2.1.2. - Echantillonnage à la main (Hand Sampling).....	58
2.1.2.1.3. - Méthode des carrés standards .....	59
2.1.2.1.3.1. – Description de la méthode .....	59
2.1.2.1.3.2. – Avantages de la méthode des carrés standards.....	60
2.1.2.1.3.3. – Inconvénients .....	60
2.1.2.2. - Au laboratoire : Conservation des fourmis .....	60

2.2. - Méthodologie adoptée pour l'étude du régime trophique d'une sous-espèce granivore :	
<i>Messor medioruber medioruber</i> .....	61
2.2.1. - Récupération et détermination des graines récoltées par <i>M. medioruber</i>	
<i>Medioruber</i> .....	61
2.2.2. - Disponibilité des espèces végétales .....	61
2.3. - Exploitation des résultats .....	63
2.3.1. - Exploitation des résultats par des indices écologiques .....	63
2.3.1.1. - Indices de composition .....	63
2.3.1.1.1. - Richesse spécifique ou taxinomique (S) .....	63
2.3.1.1.2. - Fréquence centésimale ou l'abondance relative (A.R.) .....	64
2.3.1.1.3. - Fréquences d'occurrence (C) .....	64
2.3.1.1.4. - Densité (d) .....	65
2.3.1.2. - Indices de structure .....	65
2.3.1.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver (H') .....	65
2.3.1.2.2. - Indice de Simpson (D).....	66
2.3.1.2.3. - Equitabilité (E) .....	66
2.3.1.2.4. - Indice de Sørensen (C <sub>S</sub> ) .....	67
2.3.1.2.5. - Indice de Bray et Curtis .....	67
2.3.2. - Exploitation des résultats par un autre indice : l'indice d'Ivlev .....	68
2.3.3. - Exploitation des résultats par les analyses statistiques .....	68
2.3.3.1. - Logiciel EstimateS version 8.2 .....	68
2.3.3.1.1. - Estimateurs non paramétriques de la richesse des espèces .....	68
2.3.3.1.1.1. - Richesse observée (Sobs).....	69
2.3.3.1.1.2. - Estimateurs Chao 1 et Chao 2.....	69
2.3.3.1.1.3. - Estimateurs jackknife 1 et jackknife 2 .....	70
2.3.3.1.1.4. - Estimateur ACE .....	70
2.3.3.1.1.5. - Estimateur ICE .....	71
2.3.3.1.2. - Choix de l'estimateur .....	71
2.3.3.1.3. - Courbes d'accumulation des espèces .....	72
2.3.3.2. - Logiciel Primer version 6.....	73
2.3.3.3. - Logiciel Statistica version 8 : analyse de la variance ANOVA .....	74
Chapitre III – Myrmécofaune du Nord de l'Algérie et de la steppe .....	76
Première partie : Echantillonnage de la myrmécofaune .....	76

3.1. - Résultats de l'étude de la myrmécofaune du nord de l'Algérie et de la steppe .....	76
3.1.1. - Inventaire des fourmis récoltées .....	76
3.1.2. – Exploitation des résultats .....	82
3.1.2.1 - Exploitation des résultats par les indices écologiques .....	82
3.1.2.1.1. - Traitement des fourmis par des indices de composition .....	82
3.1.2.1.1.1. - Richesse totale des fourmis .....	82
3.1.2.1.1.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives des fourmis .....	93
3.1.2.1.1.3. - Traitement des résultats par la fréquence d'occurrence .....	112
3.1.2.1.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure .....	121
3.1.2.2. - Exploitation des résultats par des analyses statistiques .....	122
3.1.2.2.1. - Estimation de la richesse .....	122
3.1.2.2.1.1. – Richesse dans l'Ecole nationale Supérieure agronomique (El Harrach) .....	123
3.1.2.2.1.2. – Richesse dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) .....	124
3.1.2.2.1.3. – Richesse dans la Réserve naturelle de Mergueb .....	125
3.1.2.2.1.4. – Richesse dans le Chott du Hodna .....	128
3.1.2.2.1.5. – Richesse dans la forêt El Haourane .....	128
3.1.2.2.2. - Choix de l'estimateur et complétude des inventaires .....	129
3.1.2.2.3. - Abondance et richesse des fourmis selon les localités .....	133
3.1.2.2.3.1. - Analyse selon l'abondance .....	135
3.1.2.2.3.2. - Analyse selon la richesse .....	135
3.1.2.2.4. - Analyse selon la méthode d'échantillonnage .....	136
3.1.2.2.5 - Comparaison de la composition des communautés de fourmis .....	
3.1.2.2.6 - Relation altitude – richesse .....	138
3.1.2.2.7 - Comparaison de la richesse (= nombre d'espèces): Pots Barber et échantillonnage à la main .....	139
3.1.2.2.8 - Comparaison de la composition des communautés .....	141
3.1.2.2.9. - Variable explicative: pots Barber ou individus? .....	142
3.1.2.2.10. – Inventaires : sont-ils complets .....	143
3.1.2.2.11. – Période de l'échantillonnage .....	145
3.1.2.2.12. – Analyse de la variance (Anova) appliquée aux abondances des fourmis dans la Réserve naturelle de Mergueb.....	146
3.1.2.2.12.1. – Anova appliquée à l'abondance (station x année) .....	146
3.1.2.2.12.2. – Anova appliquée à la richesse (station x année) .....	147
3.1.2.2.13. – Anosim: composition des communautés de fourmis par année .....	147

3.1.2.2.14. – Anosim: composition des communautés de fourmis par sous-station .....	148
3.2. - Discussions sur la Myrmécofaune du Nord de l'Algérie .....	149
3.2.1. - Inventaire des fourmis récoltées .....	149
3.2.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques .....	150
3.2.2.1. - Richesse spécifique des fourmis discutée .....	150
3.2.2.1.1. – Richesse des fourmis à l'Ecole nationale supérieure agronomique (ENSA)	150
3.2.2.1.2. – Verger d'abricotiers de Nouara .....	151
3.2.2.1.3. – La Réserve naturelle de Mergueb .....	153
3.2.2.1.4. – Le Chott du Hodna .....	153
3.2.2.1.5. – La forêt El Haourane .....	154
3.2.2.2. - Abondance relative et fréquence d'occurrence .....	155
3.2.2.2.1. – Abondance relative et fréquence d'occurrence des fourmis à l'ENSA .....	155
3.2.2.2.2. – Verger d'abricotiers de Nouara .....	156
3.2.2.2.3. – La Réserve naturelle de Mergueb .....	157
3.2.2.2.4. – Chott du Hodna .....	159
3.2.2.2.5. – Forêt El Haourane .....	160
3.2.2.3. – Discussion des résultats exploités par des indices de structure, ceux de la	
biodiversité de Shannon ( $H'$ ) et de l'équitabilité ( $E$ ).....	161
3.2.3. - Exploitation des résultats par les analyses statistiques .....	162
3.2.3.1. Estimation de la richesse et complétude des inventaires .....	162
3.2.3.2. - Abondances et richesses selon les méthodes d'échantillonnage (à la main et/ou	
avec pots Barber).....	164
3.2.3.3. - Comparaison de la composition des communautés de fourmis .....	165
3.2.3.4. - La variable explicative: Pots Barber ou individus? .....	166
3.2.3.5. - Période de l'échantillonnage .....	167
3.2.3.6. - Relation altitude – richesse .....	168
3.2.3.7. - Abondances et communautés des fourmis dans la Réserve naturelle de Mergueb	
traitées par une aAnalyse de la variance (Anova) et par une anosim .....	169
Deuxième partie - Répartition de la myrmécocénose dans la Réserve naturelle de Mergueb ...	170
3.3. - Myrmécocénose de Mergueb .....	171
3.3.1. - Exploitation de la myrmécocénose par des indices écologiques de composition.....	171
3.3.1.1. - Richesse totale.....	171
3.3.1.2. - Fréquences centésimales, fréquences d'occurrence, constances et densités.....	172
3.3.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure.....	175
3.4. - Discussion sur les communautés des fourmis de la Réserve naturelle de Mergueb.....	177
Troisième partie – Particularités de quelques espèces de fourmis.....	179

3.5. - Nouvelles espèces de fourmis pour l'Algérie.....	180
3.5.1. – Espèces exotiques et <i>Tetramorium lanuginosum</i> : exotique introduite .....	180
3.5.1.1. - Espèces exotiques .....	180
3.5.1.2. – Présentation de <i>Tetramorium lanuginosum</i> .....	181
3.5.2. – <i>Camponotus serotinus</i> .....	182
3.6. – Espèces redécouvertes pour la deuxième fois en Algérie .....	184
3.6.1. - Redécouverte de la fourmi d'Argentine : <i>Linepithema humile</i> .....	184
3.6.2. – Redécouverte d'une espèce rare : <i>Monomorium major</i> .....	186
3.6.2.1. - Quelques données bibliographiques sur <i>Monomorium major</i> .....	186
3.6.2.2. – Mesures et indices .....	186
3.6.2.2.1. - Mesures .....	187
3.6.2.2.2. – Indices de mesure .....	187
3.6.2.3. - Description de <i>Monomorium major</i> .....	188
37. – Fourmi esclavagiste <i>Strongylognathus afer</i> .....	189
Chapitre IV - Régime trophique de <i>Messor medioruber medioruber</i> dans la Réserve naturelle de Mergueb .....	190
4.1. - Résultats sur le régime trophique de <i>Messor medioruber medioruber</i> à Mergueb .....	190
4.1.1. - Inventaire des espèces végétales dans les trois stations de la Réserve naturelle de Mergueb .....	190
4.1.2. - Inventaire des espèces végétales sollicitées par <i>Messor medioruber medioruber</i> dans trois nids .....	191
4.1.3. - Exploitation des résultats par les indices écologiques .....	193
4.1.3.1. – Traitement des résultats par des indices de composition .....	193
4.1.3.1.1. – Emploi des fréquences centésimales ou abondances relatives (AR%) ...	193
4.1.3.1.2. – Richesse spécifique des graines récoltées par <i>Messor medioruber</i> .....	199
4.1.3.2. – Exploitation des graines par des indices écologiques de structure .....	199
4.1.4. - Disponibilités en espèces végétales .....	200
4.1.4.1. - Inventaire, fréquence centésimale et taux d'occupation des espèces végétales dans les stations d'étude .....	201
4.1.4.2. – Exploitation par l'indice d'Ivlev des graines recueillies par <i>Messor medioruber medioruber</i> .....	205
4.2. - Discussion des résultats de l'étude du régime trophique de <i>Messor medioruber medioruber</i> dans la RNM .....	206
4.2.1. - Fréquences centésimales des différentes parties végétales et des graines ramassées par <i>M. medioruber medioruber</i> au niveau de trois nids.....	207

4.2.2. - Richesse totale des graines et des fragments végétaux au niveau des trois nids de <i>Messor medioruber medioruber</i> .....	207
4.2.3. – Exploitation par les indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité, des graines et des fragments végétaux ramassés par <i>Messor medioruber medioruber</i> .....	210
4.2.4. – Traitement par l'indice d'Ivlev des graines et des fragments végétaux ramassés par <i>Messor medioruber medioruber</i> .....	211
Conclusions générales .....	216
Références Bibliographiques .....	221

# Introduction

Les fourmis sont des insectes sociaux très évolués et bien connus pour remplir toutes les niches écologiques disponibles (Jolivet, 1986). Elles sont présentes dans la quasi-totalité des écosystèmes terrestres, depuis le cercle polaire jusqu'aux forêts équatoriales, en passant par les déserts les plus arides (Passera et Aron, 2005). Elles constituent une composante dominante, au vu de leur biomasse car elles représentent 15 à 20 % de la biomasse animale terrestre (Hölldobler et Wilson, 1990), de leur abondance (entre 1 et 10 millions de milliards d'individus sur terre) et de leur diversité (Passera et Aron, 2005). Elles constituent, avec les Coléoptères, un des groupes les plus importants et les plus constants du peuplement entomologique et elles sont généralement actives toute l'année (Delye, 1967).

Laborieuses et prévoyantes, les fourmis étaient considérées depuis des lustres par les humains comme des modèles de vertu. Mille ans avant Jésus-Christ, le roi Salomon les présentait comme des exemples de sagesse dans l'ancien Testament (Bible). Mentionnées dans le Coran, elles apparaissent comme un peuple évolué. Elles figurent aussi dans le Talmud, toujours en tant que symboles d'honnêteté et de vertu (Keller et Gordon, 2009).

Les fourmis sont classées dans une seule famille, celles des Formicidae, au sein de l'ordre des Hyménoptera. Ce sont des insectes sociaux qui ont été en constante évolution avec succès depuis le Crétacé (Ward, 2007). C'est le groupe le plus homogène de tous les insectes sociaux (Passera et Aron, 2005). Selon Bolton (1995) les fourmis vivantes connues impliquent 16 sous-familles, 59 tribus, 296 genres et 9538 espèces. Le nombre des espèces est estimé par Hölldobler et Wilson (1990) à 20.000 et peut dépasser 25.000 (Ward, 2010). La classification la plus récente des Formicidae (Bolton, 2003) fait apparaître 21 sous-familles actuelles, auxquelles il faut ajouter 4 sous-familles fossiles et 55 tribus (Ward, 2010) et plus de 12.000 espèces décrites (Bolton *et al.*, 2006 cités par Ward, 2007). L'augmentation du nombre de sous-familles vient principalement de l'éclatement de l'ancienne sous-famille des Ponerinae en 6 sous-familles (Passera et Aron, 2005).

Les régions géographiques avec le plus grand nombre de genres sont par ordre décroissant l'Indo-Australie, le Néotropical, l'Oriental, l'Australie, l'Afrique, le Paléarctique, le Néarctique et la Malaisie. Les zones néotropicales et l'Afrique ont le plus grand nombre de genres endémiques (Bolton, 1995).

Cette omniprésence des fourmis s'accompagne d'un impact écologique majeur, illustré par exemple par leur rôle dans l'aération et le brassage des sols, l'effet qu'elles exercent sur les populations d'autres insectes par la prédation. Ce sont les principaux prédateurs des insectes et des araignées. Elles présentent de nombreuses interactions avec les plantes (Passera et Aron 2005). L'importance

de la myrmécochorie examinée dans le contexte de la restauration de l'écosystème a déjà été reconnu (Andersen et Morrison, 1990).

Les interactions entre plantes et fourmis sont extrêmement variées (Beattie, 1985), et reflètent vraisemblablement des histoires évolutives étroitement liées. A l'instar d'autres Hymenoptera, la myrmécofaune peut interagir, directement ou indirectement, avec la communauté végétale. Ainsi, par leur granivorie, les fourmis dites moissonneuses pourraient altérer le succès reproducteur des plantes phanérogames. Par le transport et le stockage des graines dans les loges du nid, ces fourmis sont susceptibles de participer à leur dispersion (Detrain et Tasse, 2000). Globalement, entre plantes et fourmis, les interactions mutualistes sont nettement plus abondantes et diversifiées que les interactions antagonistes. Il n'existe ainsi que deux exemples de fourmis exerçant une pression de prédation directe sur des végétaux (Huxley, 1991). C'est le cas, tout d'abord, des fourmis champignonnistes *Atta* sp. et *Acromyrmex* sp., communes dans la région néotropicale. Leurs ouvrières coupent en effet les feuilles des plantes, les ramènent dans leurs nids et les utilisent comme substrat de croissance pour les champignons dont se nourrissent exclusivement leurs colonies. Le second exemple est fourni par les fourmis qualifiées de moissonneuses, particulièrement présentes dans les régions arides de différents continents. Elles appartiennent entre autres aux genres *Pogonomyrmex* et *Messor*. Ces fourmis récoltent les graines des plantes et les stockent dans leurs nids en vue de les consommer pendant l'hiver ou la saison sèche (Grangier, 2008). Bien que ces citations soulignent l'importance des fourmis en termes de biodiversité, en nombres et en abondances des espèces et leurs rôles dans les écosystèmes, il est surprenant de constater que les fourmis ne sont pas toujours incluses à cet égard sur le plan écologique ou liées à la conservation. Heureusement que ce modèle est en train de changer grâce aux connaissances générées par les écologistes du sol (Folgarait, 1998).

A l'heure actuelle, la conservation et la gestion de la biodiversité sont des préoccupations mondiales. Cependant, afin d'appréhender au mieux ces enjeux, il est avant tout indispensable de mettre en place et de procéder à des mesures fiables, reproductibles et peu onéreuses sur différents organismes cibles. Parmi les organismes susceptibles de fournir de telles informations, les fourmis constituent de très bons modèles biologiques. Cependant, l'importance des fourmis dans l'environnement terrestre ne doit pas être sous-estimée (Ouellette *et al.* 2010). « La notion de base de toute l'écologie et de la biocénose est le relevé, c'est-à-dire la liste des espèces présentes dans un prélèvement donné » (Bonnet, op.cit cité par Cagniant, 1973).

Nommer, classer et identifier des espèces est un travail délicat qui nécessite d'utiliser des collections de références de spécimens types, en principe déposés dans des musées; des publications spécialisées décrivant les espèces nouvelles; des faunes et des flores accompagnées de clés

d'identification qui synthétisent l'information disponible et donnent accès à la connaissance taxinomique (Levêque et Mounolou, 2008). Il en résulte, selon ce même auteur, que la connaissance des divers groupes taxinomiques a longtemps été le privilège d'une poignée de spécialistes dont le nombre fluctue selon les politiques et les modes

La connaissance de la myrmécofaune de l'Algérie a commencé par les travaux d'un nombre limité de chercheurs et cela dès les années 1800. Selon Cagniant (1973), les premiers travaux sont dus à Lucas (1849), Nylander (1856), Mayr (1862) et André (1883). De même les fourmis du Sahara ont été étudiées dans quelques stations éparses, le plus souvent à l'occasion de voyages rapides. Delye (1968) note que Forel (1890) a exploré les confins sahariens en Algérie orientale puis le sud Oranais (Forel, 1894), et la région de Biskra (Forel, 1909) où il a pris contact avec le vrai Sahara. Lameere a fait en 1898 un circuit passant par Biskra, Touggourt, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Laghouat et Boussaâda. Il a publié en 1902 des observations éthologiques sur les fourmis observées qui furent déterminées par Forel (1902). Stitz (1917) a étudié les fourmis récoltées lors d'une mission au Hoggar et au Tassili des Ajjer. Quant à Santschi (1924, 1934), il a établi une liste des espèces échantillonnées lors d'une mission par Saurat au Hoggar.

Le massif volcanique de l'A'Haggar paraissait une des régions sahariennes les mieux explorées quant à leur faune de fourmis. En effet, les membres de la première mission scientifique française au centre du grand désert de mars à mai 1928, ont parcouru près de la moitié du Hoggar. Cette mission comprenait des naturalistes fort distingués. Grâce à ces investigations, 32 espèces de fourmis, appartenant à 18 genres différents, furent signalées. Du 26 mars au 9 avril 1961, grâce à une subvention de l'Université d'Alger, des assistants et deux professeurs sont allés à Tamanrasset pour des recherches en divers points de l'A'Haggar. Cinq autres espèces de fourmis furent découvertes (Bernard et Cagniant, 1962). De 1942 à 1971 Bernard a parcouru l'Afrique du Nord (Tell, Atlas, Hauts plateaux et Sahara) en comptant plantes et fourmis dans des carrés de 100 m<sup>2</sup> selon Bernard (1976). En effet, en 1953 il a étudié l'ensemble des peuplements myrmécologiques et les facteurs qui le conditionnent à l'occasion de deux missions organisées par l'Institut de recherches sahariennes de l'Université d'Alger au Tassili des Ajjer. Bernard a fait également des petites excursions à Ghardaïa et à El Goléa (1960), au Hoggar (1962), à Ouargla et à El Oued (1963) et dans le grand erg oriental (1964) (Delye, 1968). Athias-Henriot, l'élève de Bernard, a publié en 1946 une liste des fourmis de la région de Béni-Ounif, à la lisière nord du Sahara. Des investigations sur l'écologie, la physiologie et l'éthologie des fourmis du Sahara ont fait l'objet des travaux de recherches de Delye (1968). La majeure partie de son travail a été effectuée de 1959 à 1965 au Centre de Recherches Sahariennes de Béni-Abbès.

Cagniant (1973) en étudiant l'écologie et la biocénologie des peuplements de fourmis a établi une liste qui concerne les fourmis des forêts Algériennes. Quelques travaux, ça et là ont été réalisés par peu de chercheurs après 1980, entre autres Dartigues et Benkedache (1984), et Doumandji et Doumandji (1988) sur *Tapinoma simrothi*, Barech (1999) sur l'étude du régime trophique de 6 espèces de fourmis, Barech (2005) sur l'étude du régime alimentaire et du comportement de *Messor barbarus* et de *Cataglyphis bicolor*, Moulai *et al.* (2006) et Ziada (2006) sur le menu alimentaire de *C. bicolor* et Dehina (2009) sur l'essaimage de quelques espèces de fourmis. Aucune de ces études ne s'est tournée vers la systématique des fourmis de l'Algérie.

Malheureusement, les fourmis en Algérie n'ont pas eu l'intérêt qu'elles méritent comparées aux autres groupes d'Arthropodes à importance agronomique ou médicale. La connaissance de la myrmécofaune de l'Algérie a connu une régression très marquée au cours des quatre dernières décennies. Depuis le temps personne n'a actualisé la liste des fourmis de l'Algérie. Il est nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches sur l'estimation de la richesse myrmécologique dans ce vaste pays connu par la diversité de ses écosystèmes. De ce fait, le but de ce travail, d'une part, est donc de relancer les différentes investigations myrmécologiques en contribuant à l'actualisation de la liste des fourmis établie par les anciens chercheurs et d'autre part, pour comprendre leur bioécologie et les facteurs qui influencent leur abondances. Dans un premier chapitre, la situation géographique, les données climatiques et pédologiques des différentes régions d'étude sont abordées. Le deuxième chapitre, intitulé méthodologie de travail, est réservé pour l'explication des méthodes de travail et l'exploitation des résultats. Le troisième chapitre est divisé en trois parties, dont la première concerne les résultats de la myrmécofaune de quelques sites dans le Nord de l'Algérie et dans la steppe, la seconde traite les résultats de la myrmécocénose de la Réserve naturelle de Mergueb. Et la troisième partie présente le régime trophique d'une espèce très répandue dans cette Réserve et dont les données sur son écologie trophique sont très rares. Il s'agit de la fourmi *Messor medioruber medioruber*. Cette thématique se termine par une conclusion générale avec des perspectives préconisées.

*Chapitre I*  
*Milieu d'étude*

## Chapitre I - Milieux d'étude

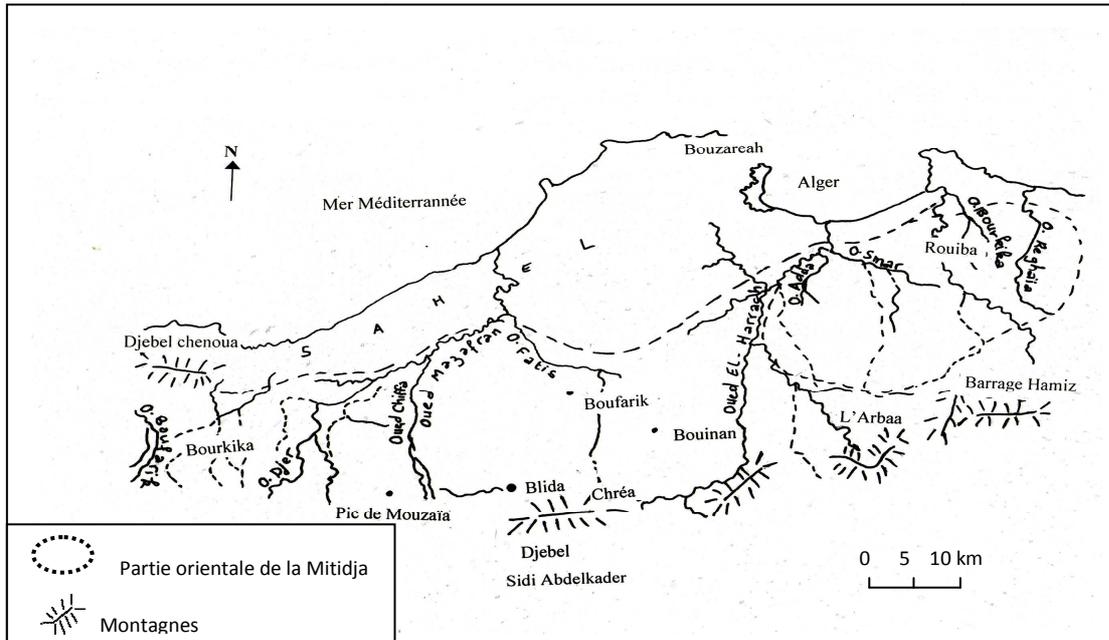
L'étude de la myrmécofaune du Nord de l'Algérie et de la steppe, la bioécologie et le régime trophique d'une sous-espèce de fourmi granivore, *Messor medioruber medioruber* sont réalisées dans trois régions, soit la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois, la région steppique située dans les alentours de M'sila (le Hodna) et la Kabylie. Dans un premier temps il faut mettre en évidence les principales caractéristiques de ces trois régions.

### 1.1. - Partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

La situation géographique, les facteurs abiotiques, la synthèse des données climatiques et les facteurs biotiques sont présentés. Il s'agit de montrer aussi le rôle très important des facteurs édaphiques et climatiques sur le comportement des fourmis.

#### 1.1.1. – Situation géographique de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

La Mitidja est une plaine basse voisine du Littoral. Quadrilatère de 100 km de longueur sur 13 km de largeur moyenne, elle s'étend au nord de l'Atlas de Blida et du massif de Tablât. La plaine forme un plan incliné vers la mer et vers le Sahel, avec une pente de moins de 1 cm par mètre. L'altitude, qui n'est que de 20 à 25 m au Nord et à l'Est, se relève insensiblement vers l'Atlas; elle est de 50 m à Boufarik, 140 m à Beni-Mered; 250 m. à Blida, au niveau inférieur des alluvions anciennes (ancien cône de déjection de l'Oued-el-Kébir). La Mitidja, grâce à ses terres profondes, se prête très bien à la culture (Bernard et Ficheur, 1902). Une partie de ce travail se déroule dans la région d'El Harrach qui se situe dans la partie orientale de la Mitidja et dans son prolongement vers la mer. Cette région est limitée au Nord par le Sahel algérois, à l'Ouest par Oued El Harrach, au Sud par la chaîne de l'Atlas tellien et à l'Est par Oued Boudouaou (3° 03' à 3°23' E.; 36° 37' à 36° 45' N.) (Fig. 1).



(Mutin, 1977 modifiée)

Figure n° 1 – Situation géographique de la partie orientale de la Mitidja

### 1.1.2. – Caractéristiques abiotiques de la partie orientale de la Mitidja

L'organisation des communautés des fourmis est affectée par plusieurs facteurs entre autres les facteurs physiques (Cros *et al.*, 1997). L'étude des caractéristiques abiotiques porte sur les facteurs édaphiques et climatiques de l'est de la Mitidja.

#### 1.1.2.1. - Facteurs édaphiques de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

Les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants (Dreux, 1980). Le sol ne doit pas être défini comme un simple corps chimique (Benchetrit, 1956). Il faut comprendre par "sol", tous les horizons meubles situés au dessus de la roche mère cohérente (Cagniant, 1973). Sa texture et sa porosité sont très importantes et déterminent largement la disponibilité

des nutriments aux plantes et aux animaux terrestres (Odum, 1971). La nature du sol est d'autre part, une donnée essentielle, sinon déterminante, de la mise en valeur agricole d'une région (Benchetrit, 1956). En pédologie, le "sol" est un objet naturel, continu, tridimensionnel, structuré et variant qui est désormais dénommé "couverture pédologique" (Baize, 1997). En biologie, le sol est un milieu complexe riche en nombreuses espèces animales dont les fourmis sont, avec les vers de terre, les animaux qui brassent le plus le sol (Lamy, 1997). C'est d'ailleurs au niveau de l'horizon (AC) situé juste au dessus de la roche mère que les fourmis établissent habituellement leurs chambres d'élevage et entreposent le couvain (Cagniant, 1973). Selon Bottner (1982), le trait le plus caractéristique des sols méditerranéens est la fersiallisation qui correspond, à un ensemble de processus d'altération et de migration de composés du fer dans le sol ce qui leur confère une coloration rouge caractéristique ("sols rouges méditerranéens"). Ce type de sol connaît en fait son extension maximale dans les milieux où l'humidité est suffisamment grande pour favoriser l'altération (Aidoud, 1996).

Les sols de la partie orientale de la Mitidja appartiennent à trois classes soit les sols peu évolués, les sols à sesquioxydes de fer et les sols calcomagnésiques ou carbonatés.

Les sols peu évolués sont d'apport alluvial et se retrouvent aux abords de Baraki et d'Oued Smar (Bakiri, 2001). Ce type de sol porte comme végétation des cultures annuelles notamment des céréales et entre autres le sorgho fourrager. Les sols à sesquioxyde de fer sont des sols rouges de profil ABC. La teinte rouille est due aux oxydes de fer déshydratés (Ramade, 1984). Selon Doumandji (com. pers.) ces sols étaient occupés à Sidi M'Hamed (Lavigerie) par des vignobles jusqu'en 1964. On retrouve ce type de sol sur le plateau de Belfort à Hassen Badi. Les sols carbonatés se localisent à l'extrémité orientale de la plaine entre Aïn Taya et Boudouaou (Daoudi-Hacini, 2004). Comme végétation sur ce type de sol des cultures maraîchères alternent avec la vigne ainsi qu'avec des cultures annuelles.

#### 1.1.2.2. - Facteurs climatiques de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral

##### Algérois

La répartition des fourmis est avant tout sous la dépendance des facteurs climatiques (Cagniant, 19732). Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (Aidoud, 1996). Il influe fortement sur les organismes vivants. Selon

Boudyco (1980) la répartition géographique des végétaux et des animaux, le caractère et la dynamique des processus biologiques sont conditionnés par le climat. **Chez les fourmis et autres petits invertébrés, l'activité de recherche de nourriture est particulièrement sensible aux variations climatiques.** En effet, les facteurs climatiques dont les êtres vivants dépendent sont la température, la lumière, l'eau, l'air, le vent et le feu (Ramade, 1984).

#### 1.1.2.2.1. - Température de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

La température est l'un des facteurs périodiques primaires qui déterminent l'existence de grandes zones climatiques terrestres et interviennent dans la limitation des aires de répartition des espèces (Dajoz, 1971; Dreux, 1980; Ramade, 1984). La température est considérée comme le contrôle principal de l'activité de la colonie et du métabolisme chez les fourmis. Elle a une influence forte et directe sur l'activité de recherche de nourriture, en raison de son effet direct sur la consommation d'oxygène, la perte d'eau et les coûts de transport des fourmis butineuses (Cros *et al.*, 1997). L'activité des fourmis varie selon les changements environnementaux tant saisonniers que quotidiens. Cependant, les fourmis forment deux groupes, celui des espèces tolérant la chaleur qui sont diurnes et dont les périodes actives changent peu en cours d'année et celles qui ne tolèrent pas la chaleur dont la période active passe de diurne à crépusculaire-nocturne lorsque la température augmente ; la période active la plus intense pour les fourmis de ce groupe se situe à des températures sous les 30 °C. (Cros *et al.* 1997). *Cataglyphis cursor* Fonscolombe est une fourmi très thermophile qui atteint son maximum d'activité lorsque la température est la plus élevée. Cette niche thermique constitue un grand avantage pour l'espèce car aux heures les plus chaudes, les autres fourmis ne sortent pas et l'efficacité de la récolte des *Cataglyphis* est maximale (Cerdá *et al.* 1998). Les valeurs de températures relevées mois par mois pendant les deux années 2009 et 2010 dans la station météorologique de Dar El Beida sont rassemblées dans le tableau 1 (annexe 1). Durant l'année 2009, le mois le plus froid est janvier avec une température mensuelle moyenne de 11,9 °C. Par contre, le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne de 28,1 °C. Pour ce qui concerne l'année 2010, c'est le mois de février qui apparaît le plus froid avec une température mensuelle moyenne de 10,7 °C. Quant au mois le plus chaud, c'est juillet avec une température moyenne de 30,7 °C.

#### 1.1.2.2.2. - Pluviométrie de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

La distribution de la pluie pendant l'année est un facteur limitant d'une très grande importance pour les organismes (Odum, 1971). C'est un facteur d'importance fondamentale (Ramade, 1984). Cette pluviométrie permet l'humidification du sol qui est un facteur de distribution plus important que l'insolation et le vent, auxquels toutes les fourmis diurnes de montagne sont bien adaptées (Bruneau De Mire cité par Bernard, 1953). Une quantité de 171,5 mm (la plus élevée) est tombée au mois de novembre pour l'année 2009. La somme annuelle des chutes de pluies est de 787,1 mm. Par contre, en 2010 elle est beaucoup moins élevée atteignant 562,6 mm. Le mois le plus pluvieux est janvier avec 94,5 mm. Les valeurs des précipitations mensuelles de 2009 et 2010 se trouvent dans le tableau 2 (annexe 1).

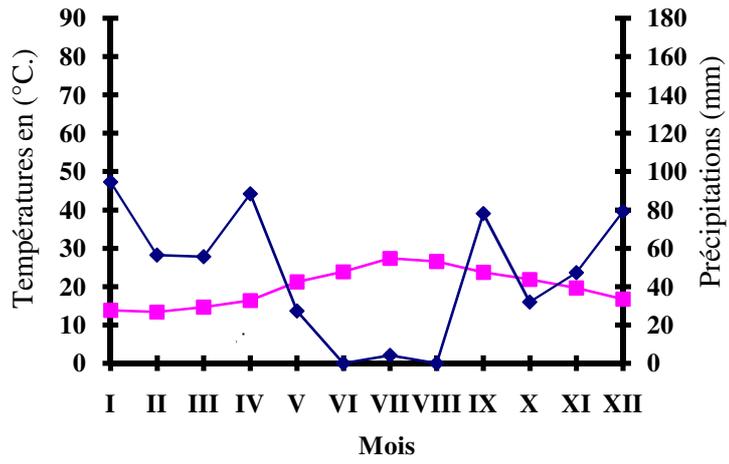
### 1.1.3. - Synthèse des données climatiques

La classification des climats méditerranéens ainsi que la détermination des mois secs est faite grâce au diagramme ombrothermique et au climagramme pluviothermique d'Emberger.

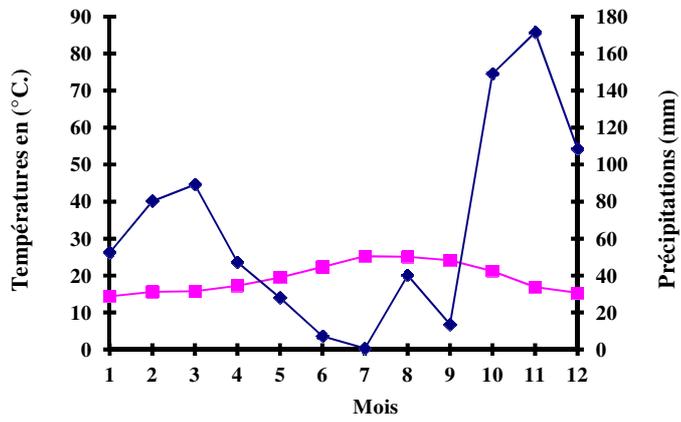
#### 1.1.3.1. - Diagramme ombrothermique de Gaussen de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

Le diagramme ombrothermique permet de définir les mois secs (Mutin, 1977). Le concept ombrothermique est constitué par deux racines □□□□□□ signifiant la pluie et □□□□□□□□ la chaleur. Selon Sacchi et Testard (1971) ce diagramme ombrothermique permet de regrouper les valeurs de la température et de la pluviométrie. Il est construit en abscisses par les mois de l'année et en ordonnées par les températures à gauche sur un axe et les précipitations sur le second axe à droite (Faurie *et al.*, 1980). Gaussen cité par Dajoz (1971) considère que la sécheresse s'établit lorsque pour un mois donné, le total des précipitations P exprimés en millimètres est inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius, soit  $P < 2 T$ . La période aride apparaît lorsque la courbe des précipitations descend au dessous de celle des températures ; lorsque la courbe des précipitations remonte au dessus de celle des températures, la période humide s'installe. Pour l'année 2009, dans la région d'El Harrach et de Dar El Beida, deux périodes sont enregistrées sur le diagramme ombrothermique de Gaussen, l'une humide et l'autre sèche. La période sèche s'étale sur

quatre mois et demi, de la seconde décade de mai jusqu'à la fin d'août (Fig. 2a). La période humide va depuis la mi-août jusqu'à la fin d'avril. Cette période est entrecoupée par quelques semaines de sécheresse en octobre. En 2010, les deux périodes, sèche et humide durent six mois chacune. La période sèche apparaît depuis la mi-avril jusqu'à la mi-septembre alors que la période humide débute dès septembre jusqu'à la mi-avril (Fig. 2b).



a -



b -

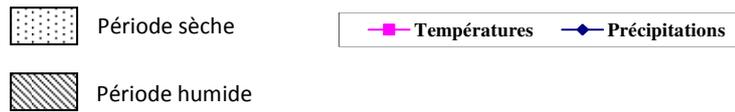


Figure n° 2 – Diagramme ombrothermique de Gausson de Dar El Beida pour l’année 2009 (a) et 2010 (b)

### 1.1.3.2. - Climagramme pluviothermique d'Emberger

À la suite de De Martonne (1926) de nombreux indices climatiques sont proposés. Les plus courants sont basés essentiellement sur la pluie et la température. C'est le cas du quotient pluviothermique d'Emberger (Emberger, 1955; Sauvage, 1962) et de l'indice xéothermique de Bagnouls et Gausson (1953) qui sont les plus utilisés. Le quotient d'Emberger permet empiriquement de faire ressortir des paramètres bioclimatiques comme la sécheresse et l'amplitude thermique. La représentation du quotient en fonction de "m", moyenne des températures minima du mois le plus froid est la base du climagramme, permettant de situer une localité, une essence, une formation végétale ou un groupement. La délimitation de la zone méditerranéenne varie selon les conceptions (Ramade 1984; Aidoud, 1996). Le quotient d'Emberger est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = 3,43 \times P / (M - m)$$

$Q_2$  est le quotient pluviométrique d'Emberger.

P est la moyenne de la somme des précipitations annuelles mesurées en millimètres.

M est la moyenne des sommes des températures maxima du mois le plus chaud de chaque année exprimée en degrés Celsius calculée sur 10, 25 ou même 50 années.

m est la moyenne des sommes de températures minima du mois le plus froid de chaque année exprimée en degrés Celsius calculée sur 10, 25 ou même 50 années.

Il faut signaler qu'il existe des modifications qui sont signalées par Stewart (1974) pour le calcul du climagramme afin de l'adapter aux conditions particulières du barrage vert sur les Hauts plateaux en Algérie. En effet, cet auteur élimine le coefficient 3,43 et la moyenne des minima.

Le quotient pluviométrique utilisé dans la présente étude est  $Q_2$ . La valeur de  $Q_2$  obtenue pour Dar El Beida est égale à 70,7. Elle est calculée pour une période de 15 ans de 1990 à 2004. La température minimale est égale à 5,4 °C. En rapportant ces valeurs sur le climagramme d'Emberger, il en ressort que la région de Dar El Beida est classée dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux (Fig. 3).

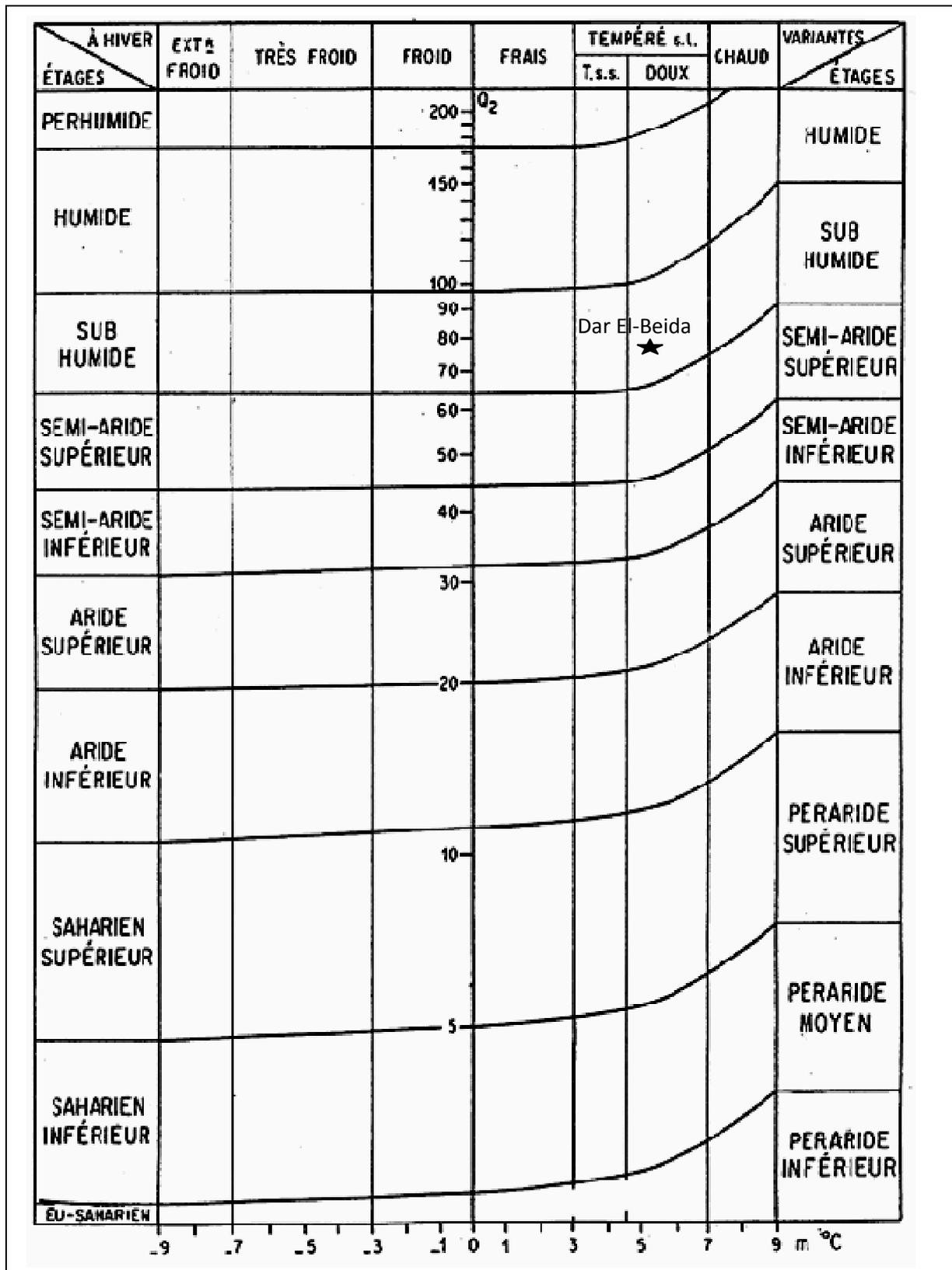


Figure n° 3 - Position de la région de Dar El-Beida dans le climagramme d'Emberger

#### 1.1.4. – Caractéristiques biotiques de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

Les données bibliographiques qui sont développées concernent d'une part la végétation et d'autre part la partie animale.

##### 1.1.4.1. – Données bibliographiques sur la végétation de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

La partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois est un milieu très hétérogène du point de vue flore. En effet, le couvert végétal qui existe dans cette région est représenté par trois strates, arborescente, arbustive et herbacée. Selon Meziane *et al.* (2005), Milla *et al.* (2005), les espèces végétales présentes appartiennent à deux embranchements soit les Gymnospermes et les Angiospermes. Les familles, les genres et les espèces végétales sont placés dans l'annexe 2. Pour ce qui concerne les espèces rares, la Numidie littorale arrive en tête, suivie par la Mitidja (Véla et Benhouhou, 2007).

##### 1.1.4.2. – Données bibliographiques sur la faune de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois

Selon Baha Sekhara (2011), Bendifallah *et al.* (2010), Bendjouidi *et al.* (2011), Bouseksou et Kherbouche-Abrous (2011), la partie orientale de la Mitidja est un milieu riche en espèces animales. Les classes des insectes, des oiseaux et des mammifères sont les plus représentées. Plus de détails sont notés dans l'annexe 3.

#### 1.2. – Partie steppique: Hodna

La steppe, en région méditerranéenne, est une formation basse et ouverte, dominée par des xérophytes en touffes, laissant paraître le sol nu dans des proportions variables. En fonction du végétal dominant, qui peut être herbacé (Poaceae) ou ligneux (sous-arbrisseaux), il est possible de reconnaître différents types de steppes qui peuvent exister en formation pure ou en mélange (Le Houérou, 1995). Deux grands types de steppe sont prépondérants dont le premier correspond aux steppes dominées par des Poacées pérennes dont les principales sont

*Stipa tenacissima* (alfa), *Lygeum spartum* (sparte) et *Stipagrostis pungens* (drinn). Le second type est représenté par des steppes ligneuses formées de sous-arbrisseaux dont les plus typiques sont celles à armoise blanche (*Artemisia herba-alba* = *A. inculta*), à *Noaea mucronata*, *Thymelaea* sp., *Salsola* sp et à *Hammada scoparia* dans les milieux pré-sahariens à sahariens (Aidoud, 1996). Les géographes européens donnent le nom du Hodna à une longue zone d'épandage, saturée de sels et parfois couverte d'une pellicule d'eau, qui occupe le fond d'un des bassins fermés de l'Algérie. Ils ont pris d'autre part l'habitude de l'appeler chott, alors que c'est en fait une sebkha. Celle-ci est nue et vide d'hommes et elle n'est fréquentée que pour ramasser du sel. Autour d'elle, les terres de type chott portent de bons pâturages.

Pour les gens du pays, le mot Hodna désigne avant tout les plaines qui s'étendent au Nord et à l'Est de la sebkha. Elles doivent leur individualité à leur position intermédiaire entre le Tell, qui, s'élargit à travers les hautes plaines constantinoises et les domine par ses montagnes boisées, et le désert dont les caractères s'affirment au fur et à mesure que l'observateur s'éloigne de la sebkha en allant vers le sud (Benchetrit, 1956; Dresch, 1956).

### 1.2.1. – Chott El Hodna

Après la présentation géographique du chott, ses caractéristiques abiotiques et biotiques sont développées.

#### 1.2.1.1. – Situation géographique

Le Chott El Hodna est un type de zone humide représentatif au niveau de la Méditerranée de par l'étendue de sa superficie et de son bassin versant (Kaabeche, 1990). Le bassin du chott el Hodna est très vaste de 26 000 km<sup>2</sup> environ. Les formations quaternaires sont assez diversifiées. Une vaste sebkha de 1000 km<sup>2</sup> environ s'étend au centre du bassin (Guiraud, 1970). Sa situation en zone aride est un autre atout justifiant le degré de rareté de milieux naturels d'un seul tenant ayant peu ou pas de transformations importantes par l'homme. Enfin, le chott est un modèle représentatif de par la présence de plusieurs types de sols, de bioclimats et de variétés biologiques (Kaabeche, 1990). Chott El Hodna fait partie d'une série de chotts qui se sont développés là où convergent les eaux provenant de l'Atlas saharien au sud et de l'Atlas tellien au nord (Boumezbeur, 2002). Il se situe entre 35° 18' et 35° 32' de latitude nord et entre 4° 15' et 5° 06' de longitude est (Fig. 4, 5). La région du

Chott El Hodna est limitée au nord par la chaîne du Bibans et les monts du Hodna d'altitude comprise entre 1400 m et 1800 m ; au sud par l'extrémité orientale de l'atlas saharien (prolongement des monts du Ouled Nail d'altitude comprise entre 1470 m et 1675 m et les monts du Zab : 980 m) ; à l'Est par Djebel Metlili avec 1495 m ; au Sud-est par la ville de Barika et le Djebel Tsenia ; au Sud-ouest par les monts de Boussaâda terminaison des monts des Ouled Nail et à l'Ouest par les hautes plaines steppiques algéro-oranaises où l'altitude moyenne est comprise entre 900 m et 1200 m (Kaabeche, 1990; Kaabeche, 1995 ; Mimoune, 1995).

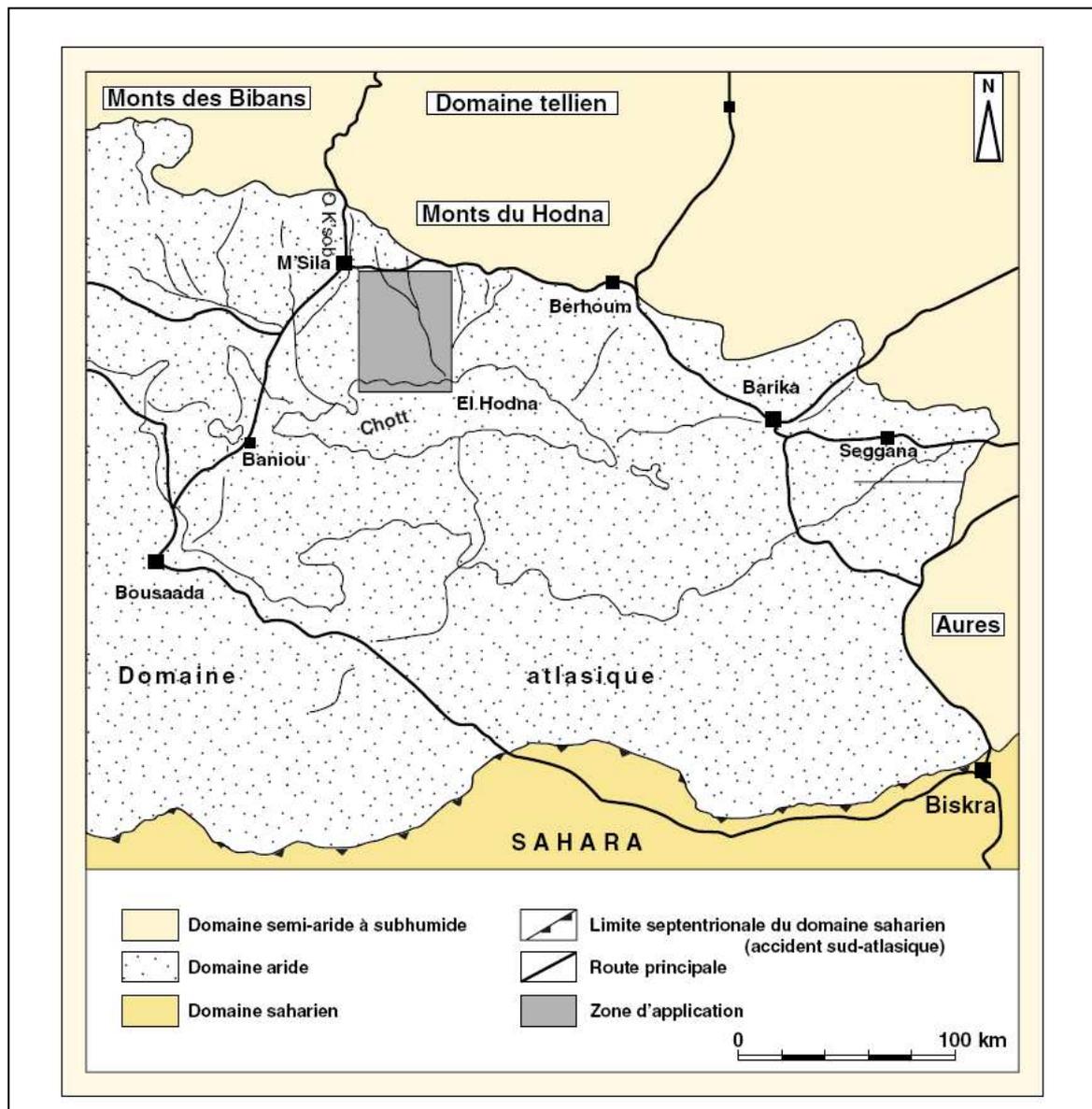


Figure n° 4 - Situation géographique du Chott El Hodna (Guettouche et Gendouz, 2007)



Photo originale (Barech, 2011)

Figure n° 5 - Vue du Chott El Hodna (partie sud)

#### 1.2.1.2. – Caractéristiques abiotiques du Chott El Hodna

Les caractéristiques abiotiques portent sur les facteurs édaphiques et climatiques de la région du Chott.

##### 1.2.1.2.1. – Facteurs édaphiques (géologie, pédologie et hydrologie)

Après la présentation géographique du chott, ses caractéristiques abiotiques et biotiques sont développées.

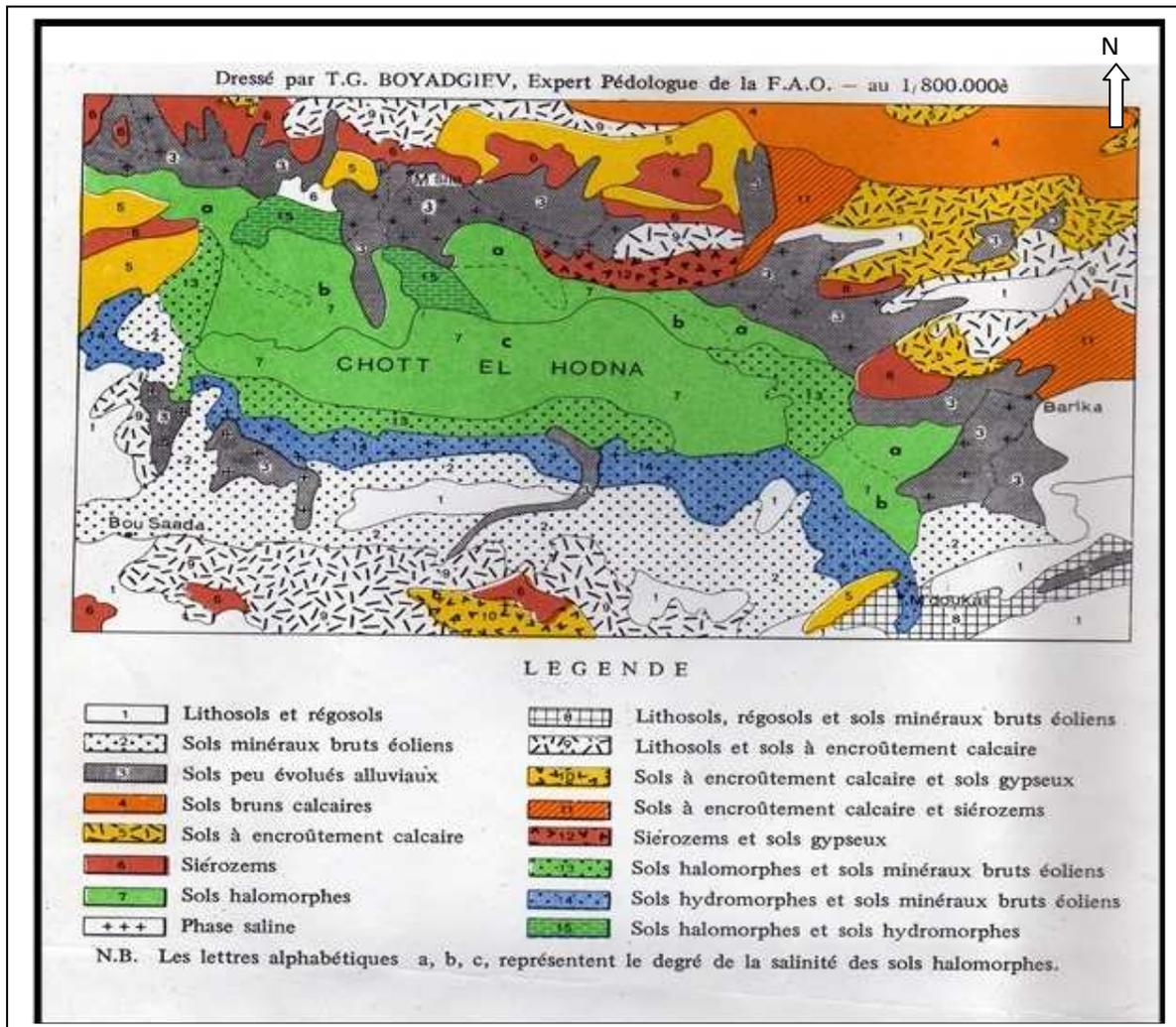
##### 1.2.1.2.1.1. – Aspects géologiques

Le bassin du Chott El Hodna est très vaste de 26 000 km<sup>2</sup> environ. Les formations quaternaires sont assez diversifiées. Une vaste sebkha de 1000 km<sup>2</sup> environ s'étend au centre du bassin (Guiraud, 1970). Selon ce même auteur, le substratum de la plaine du Hodna est constitué par du Mio-Pliocène où alternent marnes grès et conglomérats. Et il est donc facilement modelé par les érosions récentes. Les roches-mères sont en général calcifères en alluvions éoliennes déposées sur des calcaires pulvérulents.

Elles constituent cependant un facteur de différenciation donnant, suivant leur nature, soit à des sols contenant du calcaire ou du gypse (sols calciques) ou soit à des sols qui n'en contiennent pas (sols "en équilibre"). Mais ces derniers sont rares. Les sols salins qui contiennent ou qui ont contenu aux premiers stades de leur évolution un excès de sels solubles, sont très fréquents dans le Tell algérien et dans les Hautes Plaines où ils forment de vastes placages aux alentours des chotts (Benchetrit, 1956). Le substratum de la plaine du Hodna est constitué par du Mio-Pliocène où alternent marnes, grès et conglomérats et qu'il est donc facilement modelé par les érosions récentes (Guiraud, 1970). D'après ce même auteur, d'importants reliefs Jurassico-Crétacés, à matériel calcaro-dolomitique et marno-gréseux, entourent cette plaine. Selon Larnaude (1954), à partir du Quaternaire moyen il est possible de penser que la cuvette du Hodna s'est déversée à plusieurs reprises, lors des pluviaux, dans le bassin de l'Oued Salsou, ce qui favorisait l'étagement de dépôts successifs. L'épandage deltaïque des oueds couvre la partie avale, là où le réseau hydrographique se ramifie de plus en plus vers la sebkha.

#### 1.2.1.2.1.2. – Aspects pédologiques

Selon Ladgham Chicouche et Zerguine (2000), il est observé dans le chott du Hodna la zonalité pédologique suivante. Un sol peu évolué d'apport alluvial apparaît affecté à différents degrés par des sels sur les glacis récents également dans les plaines. Le type précédent avoisine avec un sol halomorphe moyennement à très fortement salin dans le chott avec une couverture végétale clairsemée, localement en complexe avec des sols hydromorphe à redistribution de gypse. Il existe un sol halomorphe excessivement salin, abiotique de la sebkha laquelle montre en surface une mince pellicule salée de NaCl qui recouvre des argiles noirâtres passant rapidement à des sables argileux bruns. Quelques profils ont révélé la présence d'un horizon salin NaCl cristallisé irrégulier de 10 à 40 cm d'épaisseur et qui se développe entre 30 et 70 cm de profondeur (Guiraud, 1970) (Fig. 6).



**Figure n° 6** – Carte pédologique du Hodna (F.A.O., 1975)

#### 1.2.1.2.1.3. – Hydrologie et Potentialité en eau superficielle du Chott

##### El Hodna

La zone du Chott El Hodna bénéficie des équilibres hydriques des eaux superficielles et souterraines. Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique qui est caractérisé par de forte irrégularité. Les apports des oueds hodniens sont connus de manière satisfaisante. L'apport total annuel moyen est estimé à 323

million de m<sup>3</sup>. Un taux de 75% des apports d'eau dépend de précipitations qui tombent sur le cadre montagneux du nord et de l'Est. Un plan d'eau s'établit généralement à moins de 1 m de la surface pendant les périodes sèches (Guiraud, 1970). Les divers oueds ou cours d'eau temporaires à écoulement principal sous forme de crue et dont le lit correspond habituellement au substrat rocheux, se déversent dans la dépression du Chott El Hodna (Kaabeche, 1990). On peut citer les oueds suivants:

- Oued El Ham possède un bassin versant de 5600 km<sup>2</sup> correspondant au 1/5 ou au 1/6 de la totalité du bassin hydrologique du Hodna.
- L'Oued Lougmane se caractérise par un régime permanent.
- L'Oued K'sob a un débit de 57 millions de m<sup>3</sup> par an sur lequel existe un important barrage construit en 1939 à 15 Km en amont de la ville de M'sila. Son régime est aussi permanent.
- L'Oued M'cif ou Mellah se jette dans la sebkha près de Guellalia. De même, son régime est permanent.
- L'Oued Boussaâda (Maiter) correspond à un bassin versant de 1020 km<sup>2</sup> avec un débit annuel de 27 hm<sup>3</sup>. Son régime temporaire (Mimoune, 1995).

#### 1.2.1.2.2. – Facteurs climatiques du Chott El Hodna

Les facteurs climatiques pris en considération sont la température et les précipitations.

##### 1.2.1.2.2.1. - Températures du Chott El Hodna

Les moyennes thermiques mensuelles de l'année 2010 montrent que la plus basse valeur est de 9,1 °C. Elle est enregistrée durant janvier. Par contre, le mois le plus chaud est juillet avec une moyenne de 32,5 °C. Les valeurs des températures mensuelles moyennes minimales et maximales de la région de Boussaâda de l'année 2010 sont portées dans le tableau 3 (annexe 1).

##### 1.2.1.2.2.2. - Pluviométrie du Chott El Hodna

Les plus abondantes des eaux utilisées pour les cultures sont fournies par le ruissellement lors des pluies, et surtout par la dérivation des crues de tous les oueds allogènes, chargées de limon (Larnaude 1954). Selon le dernier auteur cité, la

pluviométrie dans le Hodna dépasse rarement 350 mm. Mais au cours de certaines années, elle présente un régime saharien, soit à peine 150 mm. C'est cette sécheresse qui accentue la salinité. La plus importante quantité pluviométrique enregistrée durant l'année 2010 est de 32,1 mm, notée en septembre et suivie par une quantité de 21,1 mm en octobre. Le total pluviométrique atteint 176,4 mm. L'année 2010 peut être considérée comme une année très peu pluvieuse. Les valeurs moyennes des précipitations mensuelles sont regroupées dans le tableau 4 (annexe 1).

#### 1.2.1.3. - Synthèse climatique

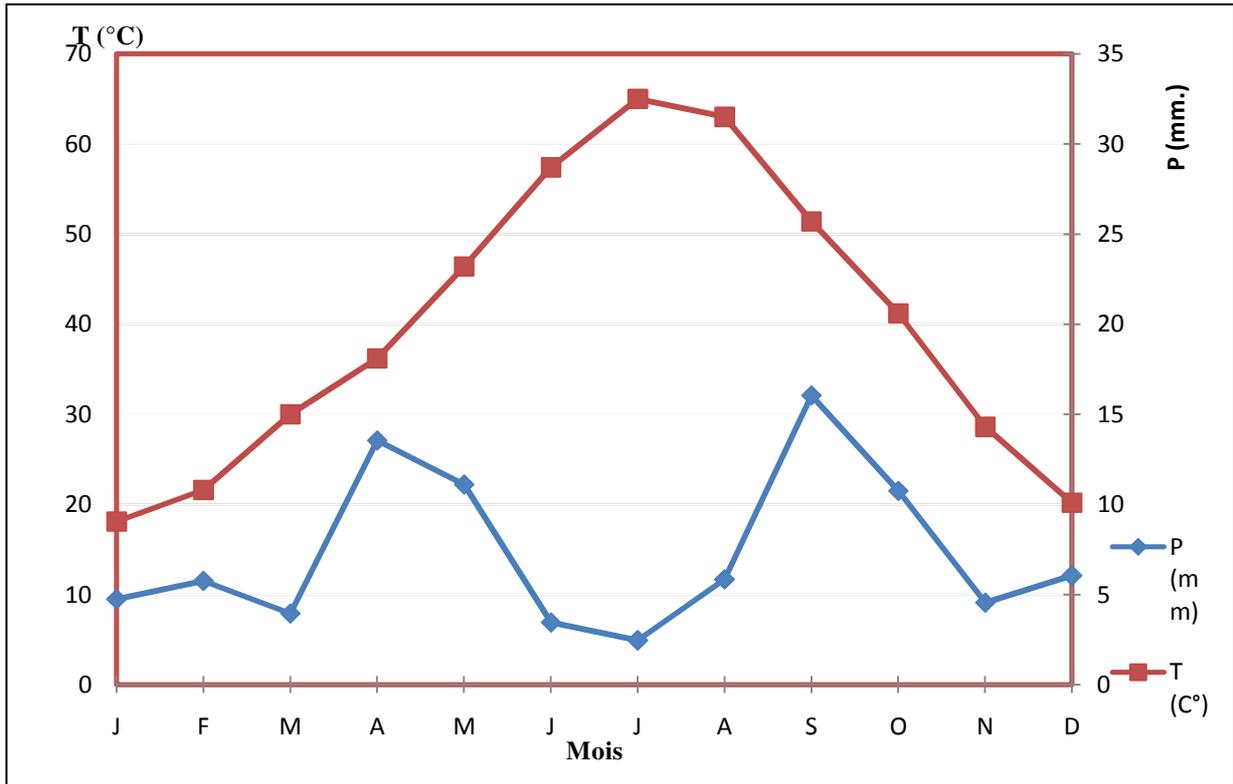
La synthèse climatique est réalisée par le diagramme ombrothermique de Gaussen et le climagramme d'Emberger.

##### 1.2.1.3.1. - Diagramme ombrothermique de Gaussen

Il est à remarquer que le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude pour l'année 2010 montre l'existence d'une période sèche qui s'étale durant toute l'année (Fig. 7).

##### 1.2.1.3.2. - Climagramme pluviométrique d'Emberger

Le quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Boussaâda est égal à 28,5. Il est calculé grâce aux données pluviométriques de 10 ans, de 2000 à 2010. Il permet de situer la région de Boussaâda dans l'étage bioclimatique aride supérieur à hiver tempéré (Fig. 8).



**Figure n°7** - Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région de Boussaada en 2010

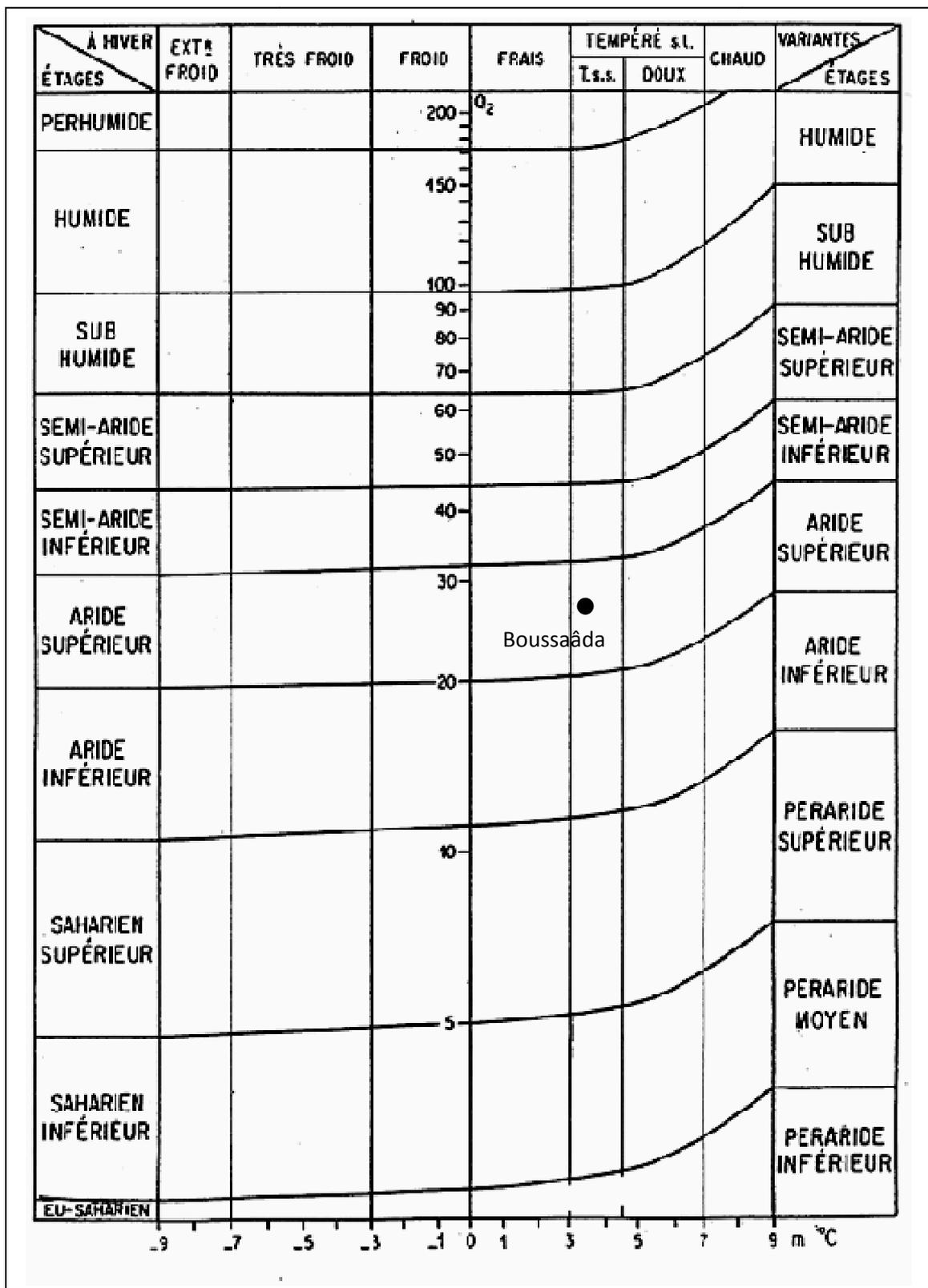


Figure n° 8 – Position de la région de Boussaâda dans le Climagramme d’Emberger (2000-2010)

#### 1.2.1.4. - Caractéristiques biotiques du Chott El Hodna

Dans ce paragraphe les données bibliographiques sur la flore et la faune sont présentées. Il est à souligner que la végétation de Chott El Hodna a bénéficié de plusieurs études contrairement à la faune dont les données demeurent assez faibles.

##### 1.2.1.4.1. - Données bibliographiques sur la flore

L'exploitation floristique de la région est entreprise depuis plus d'un siècle. Rebond (1867) cité par Kaabeche (1990) faisant état de 349 espèces relatives aux communautés steppiques du Chott El Hodna. Actuellement 550 taxons sont recensés (Kaabeche, 1990). Le Chott El Hodna regroupe d'un point de vue floristique un ensemble d'espèces endémiques, représentatives tant de l'élément méditerranéen (*Erodium glaucophyllum* L'Her.) que de l'élément saharo-arabique (*Limoniastrum guyonianum* Dur., *Astragalus gombo* Coss. et Dur, *Euphorbia guyoniana* Boiss. et Reut., *Genista saharae* Coss. et Dur., *Scrofularia saharae* Batt.. A ces espèces diverses plantes endémiques d'Algérie s'ajoutent *Arnebia decumbens*, *Astragalus sinaicus*, *Saccocalyx saturoides* et *Orobanche ducellieri* ainsi que des espèces endémiques nord-africaines telles que *Muricaria prostrata*, *Lonchophora capiomontiana* et *Rhantherium suaveolens* (Boumezbeur, 2002).

##### 1.2.1.4.2. - Données bibliographiques sur la faune

La faune de Chott El Hodna est riche et diversifiée. Cependant contrairement à la flore, elle est encore trop peu connue faute d'études spécifiques. Tenant compte de cette lacune, il est possible d'avancer que le Chott, avec ses différents habitats est une aire naturelle et sauvage d'une extrême importance pour des espèces animales telles que la Gazelle de Cuvier *Gazella Cuvieri*, l'Outarde houbara *Chlamydotis undulata* et la Sarcelle marbrée *Marmonetta angustirostris*, espèces protégées mais menacées d'extinction en Algérie et classées sur la liste rouge de l'UICN. La faune du Chott El Hodna est composée d'Amphibiens et de reptiles (**10** espèces), principalement d'oiseaux (**123** espèces) et de mammifères (**17** espèces) (Tableaux 12 et 13, Annexe 4), de poissons et d'insectes qui sont largement représentés. Les inventaires sur la faune et l'avifaune au niveau de la région du

chott confèrent à ce dernier un rôle délocalisé dépassant le cadre des écosystèmes steppiques (Zerouak *et al.*, 2000).

## 1.2.2. – Réserve Naturelle de Mergueb

La situation géographique ainsi que les caractéristiques biotiques et abiotiques de la Réserve naturelle de Mergueb sont traitées.

### 1.2.2.1. – Situation géographique et caractéristiques de la Réserve Naturelle de Mergueb

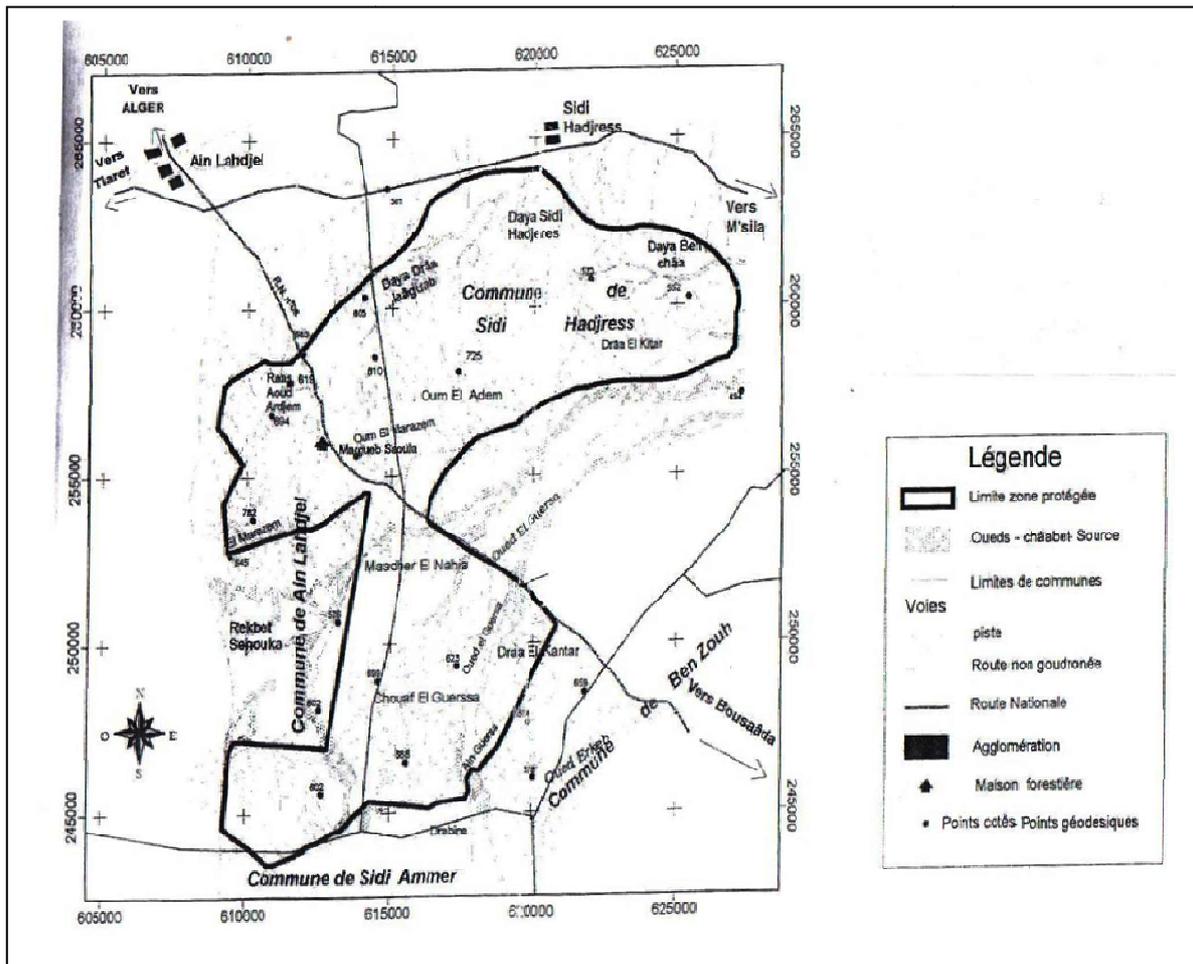
Une réserve naturelle est définie comme étant un territoire naturel soumis à un régime de protection spécial, en vue de préserver les habitats menacés, paysages, et les espèces animales ou végétales (Ladgham Chicouche, 1999). La réserve naturelle du Mergueb (R.N.M) présente une grande diversité biologique, qui s'identifie à un écosystème steppique d'une particularité exceptionnelle en Algérie, restant unique en Afrique du Nord (Benkheira, 2005) Cette réserve doit son appellation au Djebel Mergueb (Fig. 9). Elle appartient à l'ensemble des Hautes plaines steppiques, vaste territoire "asylvatique" qui s'étend entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud. Constituant l'extrémité orientale des steppes algéro-oranaises, la réserve fait partie de la plaine du Hodna (Fig. 10). La réserve naturelle du Mergueb présente les coordonnées Lambert suivantes: 35° 40' de latitude Nord et 03° 55'd'une longitude Ouest et s'étend sur une superficie de 16.481 ha (Kaabeche, 2003). De part cette position géographique, la réserve, ainsi délimitée, se trouve au contact de quatre ensembles structuraux : les Hautes plaines steppiques, l'Atlas saharien, le Bassin du Hodhna et enfin la plateforme saharienne. Cette position charnière offre, par sa diversité climatique, géomorphologique et édaphique, de nombreux sites et habitats de qualité indéniable sur le plan de la biodiversité et cela sur un territoire d'étendue relativement restreinte. Ce cadre géographique fait que la réserve constitue, également, un site privilégié d'étude et d'observation des processus de désertification (Kaabeche, 2003). Le territoire de la réserve dépend sur le plan administratif de 3 agglomérations, Ain El Hadjel au nord, Sidi Ameer au

sud-ouest et Sidi Hadjres à l'est. Elle est ainsi délimitée, au nord, par la route nationale n° 40, M'sila – Tiaret, à l'est par diverses dépressions notamment les dayas, au sud et l'ouest par une série de reliefs, sans liaisons nette entre eux comme Djebel Haachelf (707m), Oum El Mrazem (702m), Drabine (707m) et Djebel Zbara (576m).



Photo originale (Barech, 2012)

Figure n° 9 – Djebel Mergueb (Réserve Naturelle de Mergueb)



Source : Conservation des Forêts de M'sila (2007)

Figure n°10 - Situation géographique de la Réserve Naturelle du Mergueb

#### 1.2.2.2. – Caractéristiques abiotiques de la Réserve de Mergueb

Les facteurs édaphiques comme les particularités pédologiques, l'hydrologie, et les facteurs climatiques tels que les températures et les précipitations sont traités.

##### 1.2.2.2.1. – Facteurs édaphiques

Après les définitions des différents reliefs présents au sein de la Réserve de Mergueb, les particularités pédologiques et hydrologiques sont analysés.

#### 1.2.2.2.1.1. – Définitions particulières

Au sein de la réserve, le relief peu accentué oscille entre 725 m à Oum El aadame et 500 m au fond des nombreuses dépressions. Ce relief comprend quelques massifs isolés entre lesquels s'étendent de vastes surfaces encroûtées au sein desquelles s'organisent un réseau hydrographique de type endoréique (Kaabeche, 2003). Selon ce dernier auteur, au sein de la réserve, les unités structurales suivantes peuvent être distinguées :

- Les "djebels", "kefs" et "dalaat" reliefs rares et peu élevés (Oum el Mrazem, 725 m; Drabine, 707 m; djebel Zbara, 576 m) sont composés d'une alternance de marnes argileuses et de niveaux calcaires durs relevant du Cénomanién.

- Les "draas" et les "Chebka" sont des glacis rocaillieux et rocheux, le plus souvent en forme de dalles constitués par des dépôts alluviaux du Quaternaire. Ces glacis sont découpés dans tous les sens par de véritables ravines équivalentes aux mailles d'un filet (ou "Chebka").

- Les "dayas" correspondent à des zones de concentration des eaux de ruissellement. Le sol est relativement profond, à texture limono-argileuse favorable à l'installation et au développement de parcours où dominent les espèces annuelles qui constituent "l'acheb". La Réserve se distingue par de nombreuses dayas parmi lesquelles : daiet Sidi Hadjres et daiet El-Oussra.

- Les "Feidh", zones d'épandages des eaux et de débordement des oueds, se caractérisent par un important dépôt de matériaux à texture grossière à moyenne comme par exemple Faidh el Gharnoug.

- Les "nebkas" correspondent à une accumulation de sable quartzeux, souvent riche en matériaux argileux à l'abri de touffes en forme de coussinets de végétaux chamaephytes ou nanophanérophites comme c'est souvent le cas avec les nebkhas à *Ziziphus lotus* (L.) Desf..

#### 1.2.2.2.1.2. – Particularités Pédologiques

Les sols de la réserve naturelle de Mergueb sont peu évolués et iso-humiques. Ils appartiennent à la série calcique et sont pauvres en sels solubles et particulièrement en chlorures. Leur complexe est saturé en Ca<sup>++</sup> qui provient de la couche calcaire sous-jacente. Tout en se désagrégant et en se fissurant facilement, celle-ci constitue

un substratum imperméable, supportant un dépôt calcaire meuble et généralement de faible épaisseur (Killian, 1961). Ces sols se présentent en couches horizontales faisant partie de Miocène plus ou moins gypseux couverts localement par des bancs calcaires du Pliocène lacustre, également horizontaux. Ces assises sont remplacées de part et d'autre par des couches alluvionnaires quaternaires constituées par des argiles limoneuses et des graviers roulés (Killian, 1961; Bensefia 1998).

#### 1.2.2.2.1.3. – Particularités hydrologiques

Les ressources hydriques au niveau de la réserve sont faibles, peu renouvelables et inégalement réparties (Ladgham Chikouche, 1999). D'après ce même auteur le réseau hydrologique est constitué principalement par des ruisseaux qui s'assèchent généralement pendant la période estivale. Ce réseau est fortement influencé par des variations saisonnières et interannuelles de la pluviométrie et du relief. Les eaux superficielles appartiennent à un ensemble hydrologique constitué par des oueds et des sources.

#### 1.2.2.2.2. – Facteurs climatiques de la réserve naturelle de Mergueb

Les principaux facteurs climatiques qui retiennent l'attention sont les températures et les précipitations.

##### 1.2.2.2.2.1. – Températures

Les températures moyennes des stations d'étude sont estimées à partir de la station de référence, celle de la ville de M'sila qui se localise à une altitude de 441 m (Tab. 5, annexe 1). Les températures moyennes mensuelles de M'sila, d'Oum Laâdam, de Litima et d'Oum Mrazem de la période allant de 1988 jusqu'à 2009 se trouvent dans le tableau 6 (annexe 1). Le mois le plus froid est janvier avec des températures minimales de 3,5 °C à M'sila, 2,4 °C à Oum Laâdam, 2,5 °C à Oum Mrazem et 2,7 °C à

Litima. Les valeurs des températures les plus élevées sont notées pour juillet, soit 38,5 °C à M'sila, 36,5 °C à Oum Laâdam, 36,6 °C à Oum Mrazem et 37,0 °C à Litima.

#### 1.2.2.2.2. – Précipitations

Les précipitations moyennes mensuelles exprimées en mm de M'sila, d'Oum Laâdam, de Litima et d'Oum Mrazem pour la période allant de 1988 à 2009 se retrouvent dans les tableaux 7 et 8 (annexe 1). De faibles quantités de pluies sont enregistrées dans les quatre stations pendant le mois de juillet au cours de la période 1988 à 2009. Un maximum de précipitations est atteint en septembre. La station d'Oum Laadam reçoit plus de précipitations (264,9 mm) que les autres stations. Il est à remarquer que la station de référence de M'sila reçoit le moins de précipitations (208,6 mm).

#### 1.2.2.3. – Synthèse des données climatiques

La synthèse des données climatiques est réalisée grâce au diagramme ombrothermique de Gaussen et au climagramme d'Emberger.

##### 1.2.2.3.1. – Diagramme ombrothermique de Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Gaussen réalisé pour les stations d'étude montre la présence d'une longue saison sèche qui s'étale sur quatre mois de la mi-mai à la mi-septembre). Le reste des mois constitue la période humide (Fig. 11).

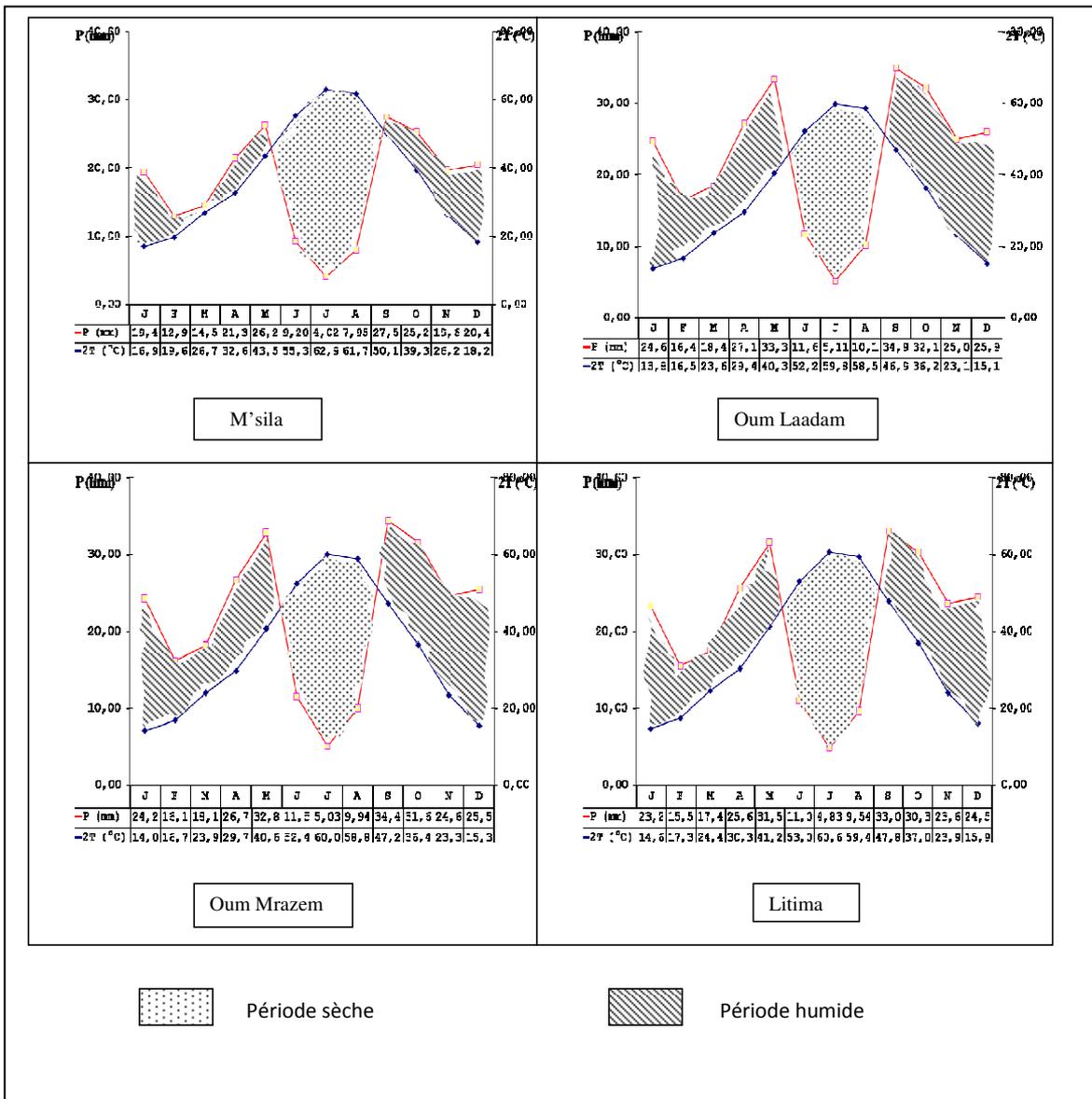


Figure n° 11 – Diagramme ombrothermique de Gausson des stations de M'sila, d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima (1988-2009)

### 1.2.2.3.2. – Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviométrique est calculé pour la station de M'sila, d'Oum Laadam, d'Oum Mrazem et de Litima. Les valeurs sont enregistrées dans le tableau 9 (annexe 1). Les valeurs du quotient pluviométrique calculées et reportées sur le climagramme

d'Emberger (Daget *et al.*, 1988) portant sur les bioclimats méditerranéens font ressortir que toutes ces stations appartiennent à un même étage climatique appelé aride supérieur. Pour la variante caractérisant l'hiver, la station de M'sila est caractérisée par un hiver tempéré, alors que les trois autres stations sont localisées dans la zone à hiver frais (Fig. 12).

#### 1.2.2.4. – Caractéristiques biotiques de la Réserve naturelle de Mergueb

Les données bibliographiques sur la flore ainsi que sur la faune constituent les caractéristiques biotiques de la réserve de Mergueb.

##### 1.2.2.4.1. – Données bibliographiques sur la flore de la réserve

Selon les travaux les plus récents (Kaabeche, 1996, 1998), l'inventaire des ressources végétales de la réserve a permis de recenser 211 taxons de spermaphytes de rang d'espèces qui appartiennent à 38 familles botaniques. La diversité floristique au sein de la réserve représente 19,1 % des espèces de l'ensemble des parcours steppiques d'Algérie, du Maroc et de la Tunisie. Le site de la réserve se caractérise par un ensemble de taxons endémiques représentatifs tant de l'élément méditerranéen (18 endémiques à affinité méditerranéenne) que de l'élément saharo-arabique (12 endémiques à affinité saharienne). Pour ce qui concerne la végétation naturelle, à l'exception des reliefs, où prédominent des formations essentiellement arbustives et des oueds encaissés colonisés par une végétation ripicole à structure arborescente et à base d'individus isolés de pistachier de l'Atlas (bétoum, botma), l'essentiel du paysage végétal de la réserve est constitué par des formations steppiques qui font partie du paysage végétal des Hautes Plaines steppiques dont la vocation est le pastoralisme (Kaabeche, 2003). En général, trois paysages sont distingués dans la réserve de Mergueb soit le paysage des steppes à *Stipa tenacissima* L., celui des steppes à *Salsola vermiculata* L. et à *Artemisia campestris* L. et celui des dayas (Biche, 2003). Il y a lieu de noter que le territoire de la réserve a fait l'objet d'opérations de reboisement à base de pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill., 1768) et de cyprès (*Cupressus sempervirens* L., 1753) (Kaabeche, 2003).

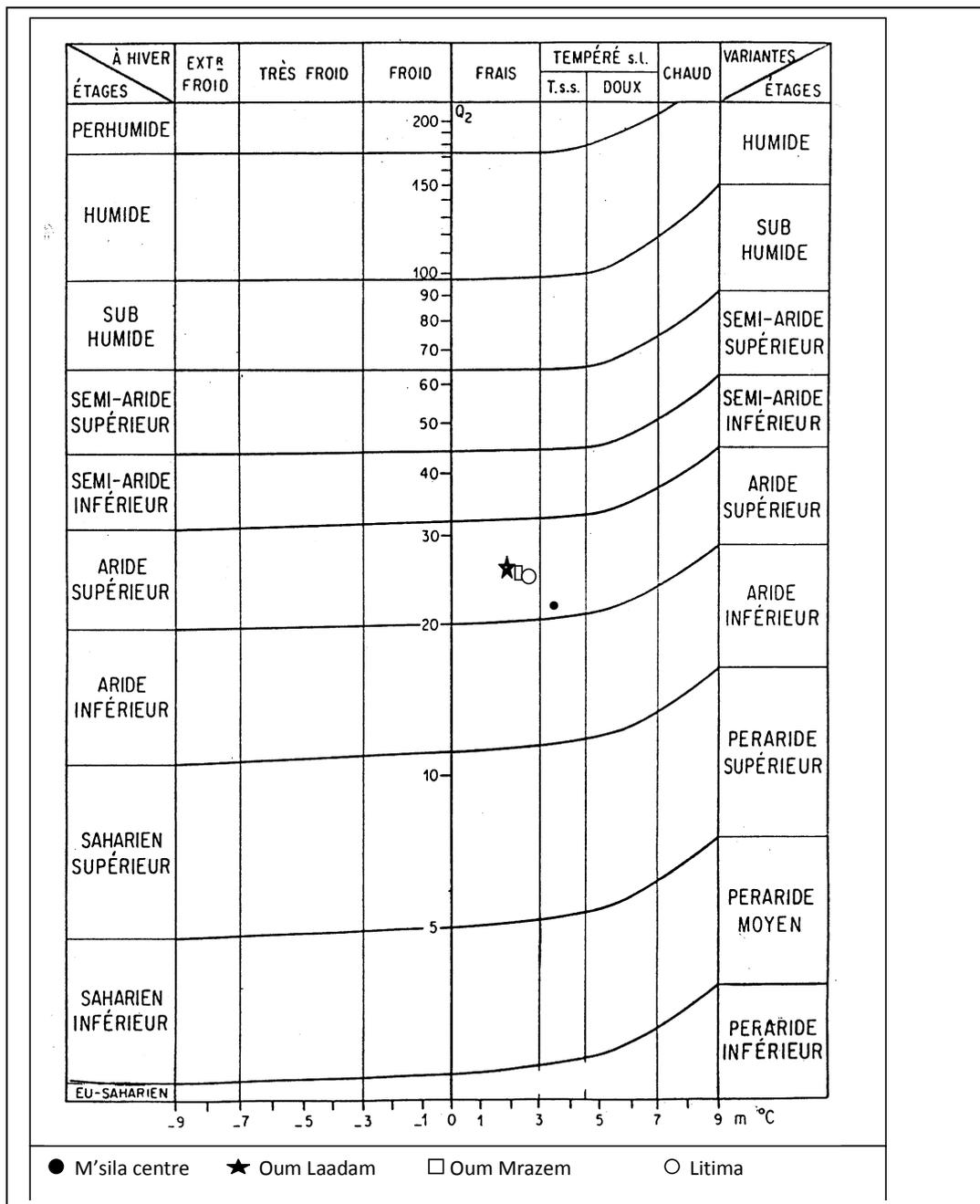


Figure n°12 - Position de M'sila, Oum Laadam, Oum Mrazem et Litima dans le Climagramme d'Emberger

#### 1.2.2.4.2. – Données bibliographiques sur la faune de la réserve

La faune du Mergueb, riche et diversifiée, est composée principalement de crustacés, de reptiles, d'oiseaux et de mammifères. La richesse de la Réserve en Arthropodes tels que les insectes, et les arachnides est élevée (Ladgham Chicouche, 1999). En fait, les arthropodes ont fait l'objet de peu d'études et restent cependant sous-estimés. Certains auteurs comme Sellami et Belkacemi (1989), Sellami *et al.* (1989, 1992), Doumandji *et al.* (1993), Biche *et al.* (2001), Ouarab *et al.* (2010) et Chebouti-Meziou *et al.* (2011), ont mis en évidence l'existence de plusieurs groupes. Concernant les reptiles, dix espèces ont été recensées dont sept sont protégés à l'échelle nationale (Ladgham Chicouche, 1999). L'avifaune de Mergueb compte actuellement 83 espèces. Un inventaire effectué sur les oiseaux de la Réserve en 1987 par Desmet et Ochando montre l'importance de l'avifaune dans cette région. Un total de 83 espèces est recensé dont 28 % sont des espèces protégées. Parmi les 22 espèces de mammifères recensées, 40 % sont protégées par la loi dont une espèce endémique *Gazella cuvieri*, 8 espèces protégées par la législation et 13 espèces communes (Ladgham Chicouche, 1999).

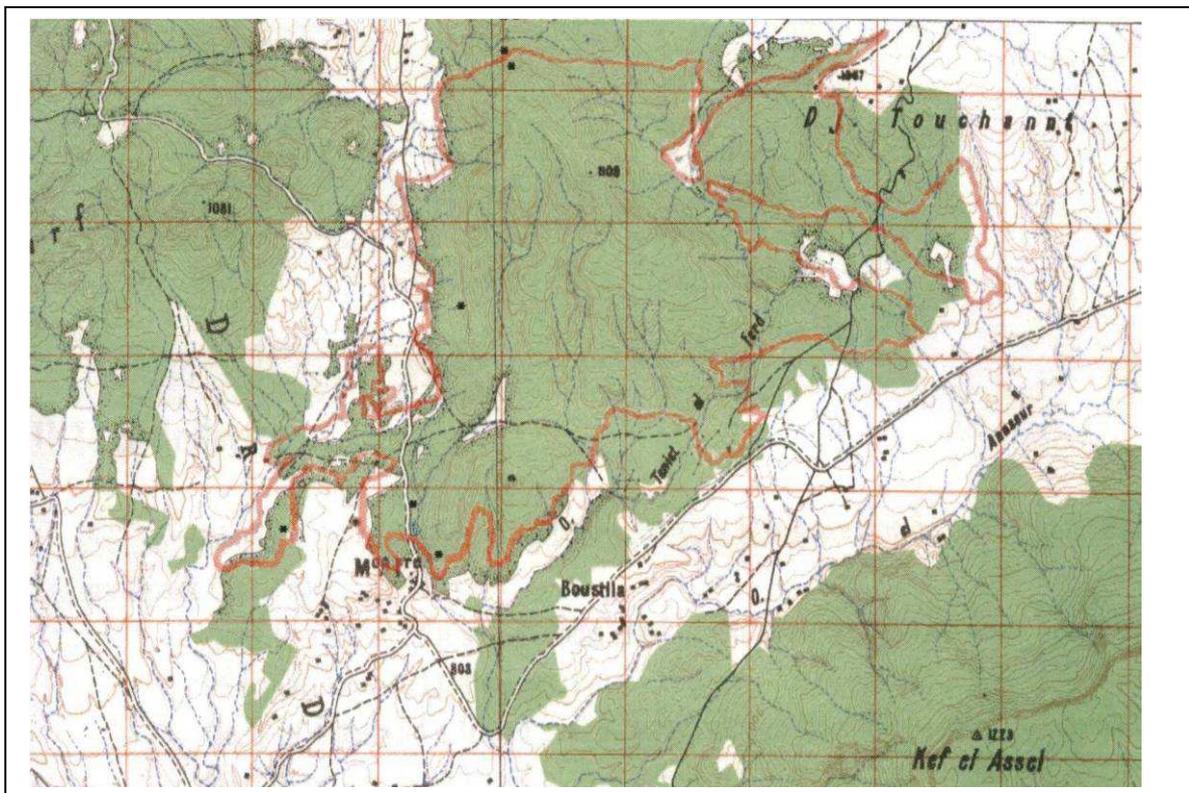
#### 1.2.3. – Forêt El Haourane

La situation géographique, les caractéristiques abiotiques et biotiques de la forêt d'El Haourane sont prises en considération.

##### 1.2.3.1. – Situation géographique

La zone d'étude fait partie de la région de M'sila, plus particulièrement de la zone de Hammam Dalaa. Cette dernière est limitée au Nord-Est par Bordj Bou Arreridj, au Sud par Tarmount et à l'Ouest par Ouanougha (35° 56' à 35° 59' N., 4° 23' à 4° 27' E.). Du point de vue forestier, la zone d'étude fait partie de la conservation des forêts de M'sila, circonscription de Hammam Dalaa, district de Hammam Dalaa et au canton d'El Haourane. Elle fait partie de la forêt domaniale de Dréat avec une superficie totale de 16.879 ha. Elle est

localisée au nord de Hammam Dalaa à environ 15 km et s'étend sur une superficie de 994,56 ha, soit 5,9 % de la superficie totale de la forêt de Dréat. Elle est limitée au nord par le canton d'Ogribissa, à l'est par douar Dréat, à l'ouest par le canton de Sidi Amar et le canton de Mecharire et au sud par le canton de Boustéila (Rebbas et Bounar, 2012) (Fig. 13). La forêt d'El Haourane est dominée par le Pin d'Alep qui est présent sous la forme d'une futaie. Selon Boudru (1989) un peuplement est soumis au régime de futaie lorsqu'il est régénéré par semis. L'âge des individus varie entre 32 et 34 ans. Le peuplement est donc équien et d'allure régulière.



 Limite de canton El Haourane.

Figure n° 13 - localisation géographique de la Forêt El Haourane (La carte de Tarmount de (1/50000))

### 1.2.3.2. – Caractéristiques abiotiques de la forêt El Haourane

Les caractéristiques abiotiques de la forêt El Haourane comprennent les facteurs édaphiques et climatiques.

#### 1.2.3.2.1. – Facteurs édaphiques (relief, géologie, pédologie et hydrologie)

Dans sa partie septentrionale la zone d'étude est formée par un relief collinaire, qui va de la petite colline au monticule jusqu'au sommet le plus élevé de la région. Le reste est formé par des terrains assez uniformes avec une pente inférieure ou égale à 3 %. La partie Nord la plus accidentée où la pente moyenne est au voisinage de 40 % porte un certain nombre de collines de direction nord-sud provoquées par des sédiments entraînés de l'amont vers l'aval du versant Mechat-El-Guarf. Les principales formations géologiques de la zone d'étude sont le Quaternaire avec des alluvions récentes, le Tertiaire formé par des marnes sur les bordures des Oueds et de grés calcaires et de calcaires sur les sommets d'altitude moyenne, le Secondaire à dominance de grés et calcaire érodés et enfin le Cénomaniens –Vraconiens (Eocène) en une série presque totalement marneuse. Les principaux types de sols observés dans la Forêt El Hourane sont les sols minéraux bruts qui sont définis par une altération chimique et biologique nulle ou quasi-nulle, les sols iso-humiques caractérisés par un taux élevé d'argile, les sols calcimagnésiques qui sont des sols évolués avec une coloration rougeâtre liée aux oxydes de fer et les vertisols ou sols argileux à dominance d'argiles gonflantes. Effectivement ils se gonflent et se rétractent alternativement sous l'action successive des périodes très humides et très sèches (C.P.C.S, 1967). Les principaux oueds qui se trouvent dans la zone d'El Haourane sont Oued El Haourane et Oued El Hammam. Oued El Haourane prend naissance au point le plus élevé de la zone. Il draine la partie orientale et se déverse enfin dans l'Oued El Hammam à proximité de Qunat, appelé aussi Oued Sidi Amar. Celui-ci débute à l'extrémité Nord-Est de la chaîne Mechat-El-Garf pour atteindre Oued El Haourane peu avant le centre du village. Ces deux oueds forment un seul affluent traversant la partie Sud-Est et se déverse dans l'Oued El- Dalaa situé à l'est de la zone d'étude.

#### 1.2.3.2.2. – Facteurs climatiques de la forêt El Haourane

Les facteurs climatiques traités sont les températures et les précipitations.

##### 1.2.3.2.2.1. – Températures de la forêt El Haourane

Les moyennes thermiques mensuelles de l'année 2010, regroupées dans le tableau 10 (annexe 1), montrent que la plus basse valeur est de 4,4 °C. Elle est enregistrée durant le mois de janvier, alors que juillet est le plus chaud avec une valeur de 29,8 °C.

##### 1.2.3.2.2.2. – Précipitations de la forêt El Haourane

La plus importante quantité pluviométrique enregistrée durant l'année 2010 est de 47,9 mm notée en février. Elle est suivie par 29,8 mm en mars. Le total pluviométrique est de 177,1 mm, ce qui fait que l'année 2010 peut être considérée comme très peu pluvieuse (Tab. 11, annexe 1).

#### 1.2.3.3. – Synthèse des données climatiques

La synthèse des données climatiques est réalisée par le diagramme ombrothermique de Gausse et le climagramme pluviothermique d'Emberger.

##### 1.2.3.3.1. -- Diagramme ombrothermique de Gausse

Le diagramme ombrothermique de Gausse réalisé pour la région d'El Haourane durant l'année 2010 montre l'existence d'une période sèche de 7 mois allant du mois de mars jusqu'au mois d'Octobre (Fig. 14)

##### 1.2.3.3.2. – Climagramme pluviométrique d'Emberger

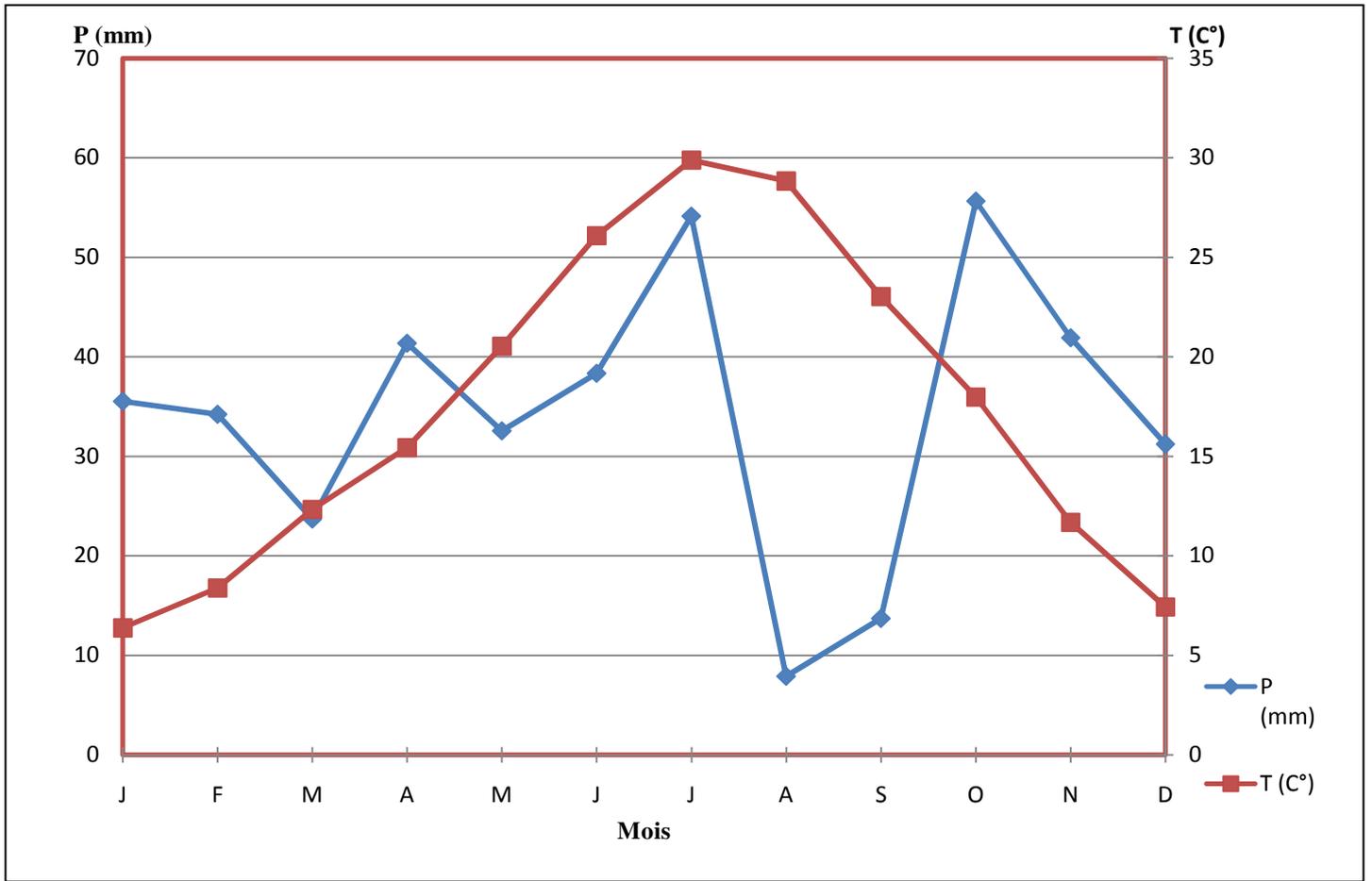
La région d'El Haourane se situe dans l'étage bioclimatique aride supérieur à hivers frais. Le quotient pluviométrique d'Emberger étant égal à 30,7 (Fig. 15).

#### 1.2.3.4. – Caractéristiques biotiques de la forêt El Haourane

Les données sur la flore et sur la faune de la Forêt d'El Haourane sont traitées.

##### 1.2.3.4.1. – Données bibliographiques sur la flore de la forêt El Haourane

El Haourane est un matorral bas clair, dominé par les formations végétales suivantes, l'une à *Pinus halepensis*, la suivante à *Juniperus phoenicea*, puis celle des cours d'eau à *Nerium oleander* et celle à *Stipa tenacissima*. Cependant ces formations sont aujourd'hui réduites à l'état de maquis assez dégradé (Anonyme, 2003 cité par Benzaoui et Mihoub, 2005). La végétation de la zone d'étude est dominée par le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), et le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*). Ces essences étant souvent en mélange. L'alfa (*Stipa tenacissima*) et l'armoise blanche ou chih (*Artemisia herba-alba*) pénètrent souvent en forêt où elles occupent une grande partie des clairières, alors que les hautes altitudes sont dominées par la globulaire (*Globularia alypum*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), la filaire (*Phillyrea angustifolia*) et quelques oliviers sauvages (*Olea europea oleaster*).



**Figure n° 14** - Diagramme Ombrothermique de Gausse de la région d'El-Haourane en 2010

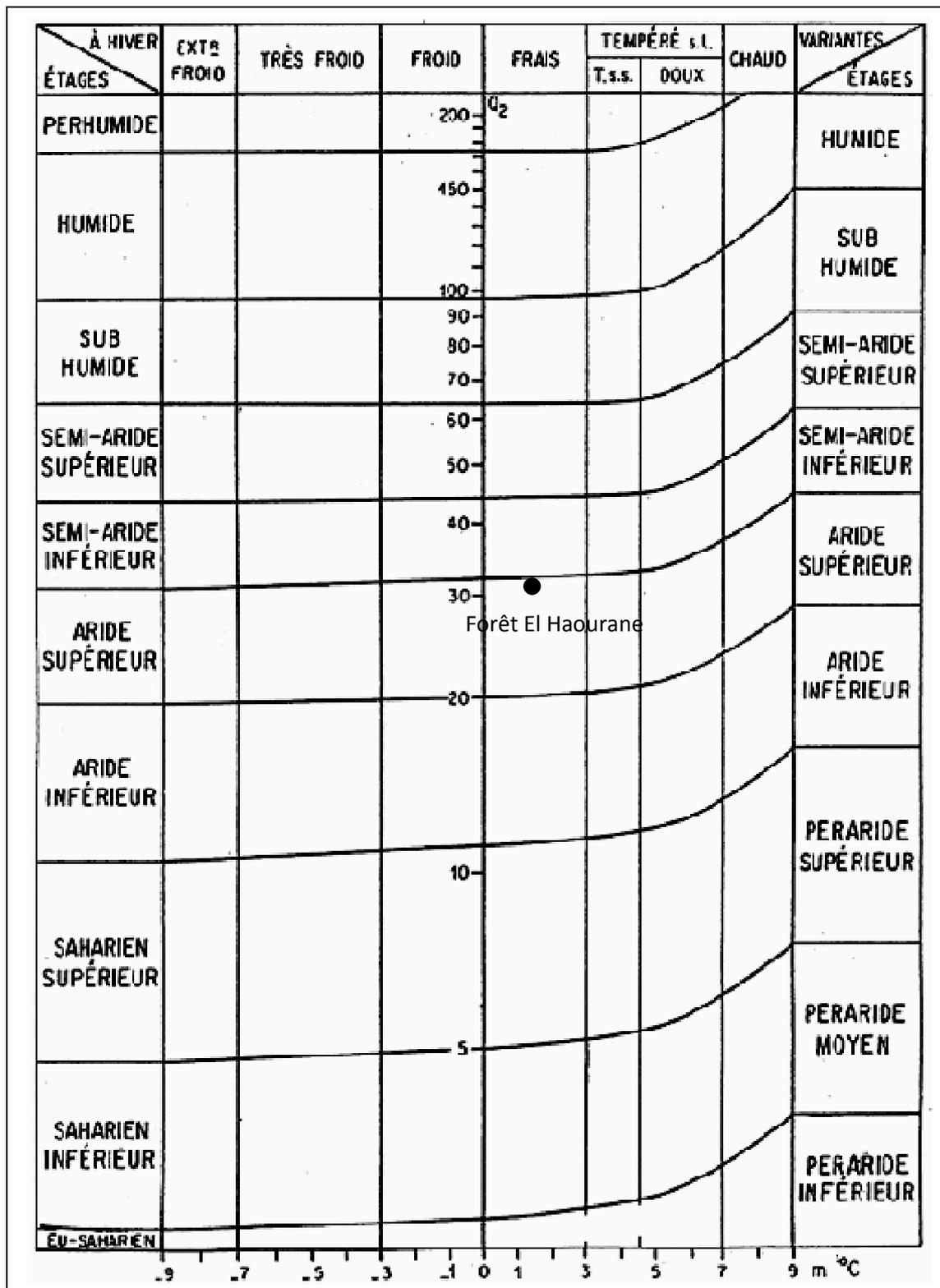


Figure n°15 – Position d' El-Haourane dans le climagramme d'Emberger

#### 1.2.3.4.2. – Données bibliographiques sur la faune de la forêt El Haourane

Aucune étude sur les Invertébrés notamment sur les Insecta n'a été menée dans la forêt El Haourane, ni sur les reptiles. L'avifaune d'El Haourane compte plus de 2 ordres, 8 familles et 11 espèces dont 7 d'entre elles sont protégées par l'arrête du 17 Janvier 1995 comme le crabe à bec rouge (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), le chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), le serin cini (*Serinus serinus*), la chouette hulotte (*Strix aluco*), la féroce (*Buteo rufinus*), le milan royal (*Milvus milvus*), et le faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) (Benzaoui et Mihoub, 2005). La faune mammalienne d'El Haourane est diversifiée et répartie entre 6 ordres, 8 familles et 11 espèces. Il faut signaler que parmi elles certaines sont protégées par la loi du 20 Août 1983, décret n°83-509 comme l'hyène rayée (*Hyaena hyaena*) et le porc épic (*Hystrix cristata*). Il faut noter que la conservation des forêts de M'sila a signalé la présence du hérisson du désert *Paraechinus aethiopicus* alors que c'est le hérisson d'Algérie *Atelerix algirus* qui occupe ce territoire (Khaldi *et al.*, 2012). De même pour le fennec *Fennecus zerda*, sa signalisation par les services des forêts est fortement douteuse du moment que son milieu naturel selon Aulagnier *et al.* (2008) est le désert de sable avec ses dunes. Néanmoins cette espèce fut signalée par Joleaud (1927) cité par Kowalski et Rzebik-Kowalska (1991) seulement au sud du Hodna.

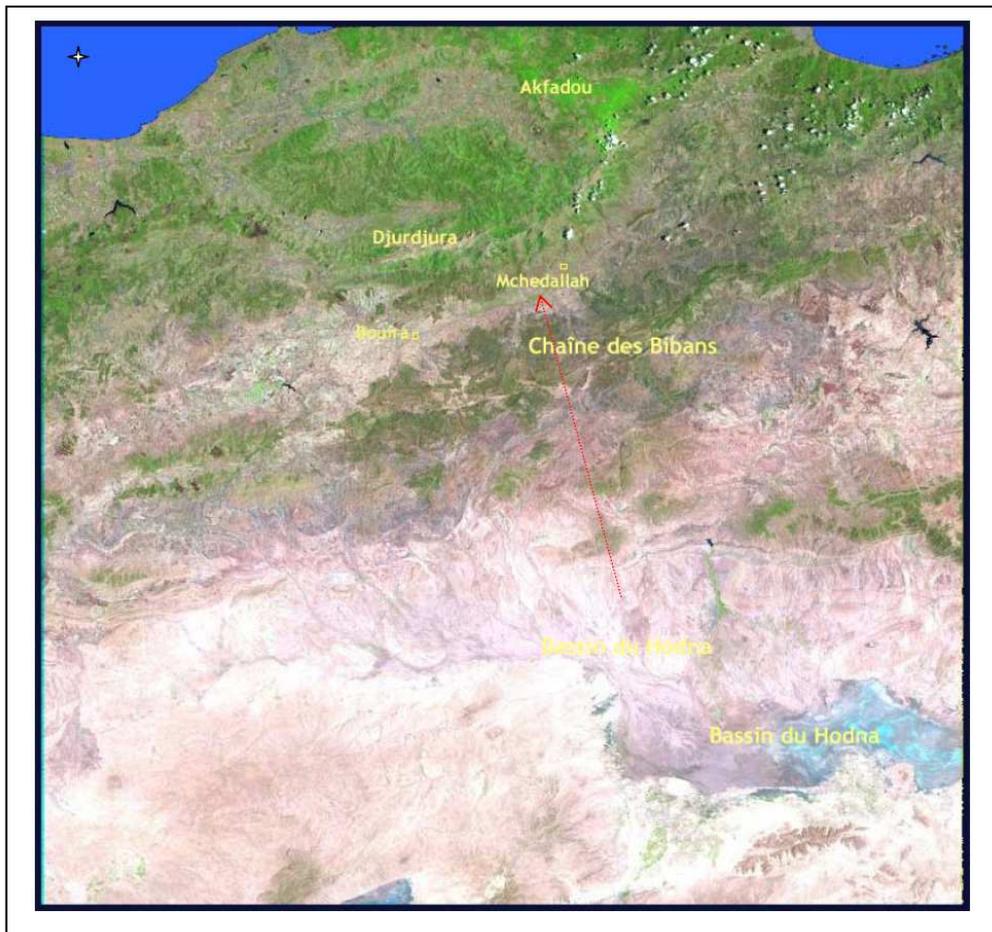
#### 1.2.4. – Partie de la Kabylie du Djurdjura

Il est d'abord présenté la situation géographique de la grande Kabylie ensuite ses caractéristiques abiotiques.

##### 1.2.4.1. – Situation géographique

La Kabylie du Djurdjura (ou Grande Kabylie) présente un exemple absolument typique des régions montagneuses littorales en Afrique du Nord (Fig. 16). C'est la région naturelle la mieux caractérisée en Algérie par son individualité géographique bien tranchée (Bernard et Ficheur, 1902). Dans le sens géographique, la Kabylie du Djurdjura occupe la partie du territoire située entre les limites naturelles suivantes : la mer Méditerranée

au nord, l'oued Isser oriental et l'oued Djemaa, son affluent qui prend naissance près de Bouira, à l'ouest, l'oued Sahel au sud et à l'est ; ce dernier change de nom pour prendre celui d'oued Soummam, à partir du méridien d'Akbou. Cette région présente une superficie d'environ 5 700 km<sup>2</sup> (Meddour, 2010).



(Meddour, 2010)

Figure n° 16 – Vue satellitaire de la grande Kabylie et du bassin versant Soummam-Hodna.

#### 1.2.4.2. – Caractéristiques abiotiques de la région

Les facteurs édaphiques et climatiques sont pris en considération.

#### 1.2.4.2.1. – Facteurs édaphiques (relief, géologie et hydrogéologie)

Le relief, sur le plan géographique, est la combinaison de deux facteurs : l'altitude et la pente. Il constitue la composante du milieu physique, qui définit au mieux le caractère montagneux d'un espace ou d'un territoire. Par rapport à d'autres régions du pays, la Kabylie du Djurdjura se distingue par la diversité de ses milieux physiques et naturels, une diversité qui résulte de son relief escarpé, par un réseau hydrographique important, donnant ainsi lieu à une alternance de paysages et de géosystèmes: plaines littorales, massifs côtiers, vallées et dépressions intérieures, basses, moyennes et hautes montagnes (Meddour, 2010). Selon ce même auteur, les zones montagneuses de la Kabylie du Djurdjura présentent, globalement, des altitudes moyennement élevées, généralement inférieures à 800 m (82,3 % du territoire) et où prédomine la classe comprise entre 400 et 800 m (48,6 %). Les plus hautes altitudes (plus de 1.200 m) correspondent aux sommets du Djurdjura et de l'Akfadou (6,5 %). En général, les zones montagneuses de la Kabylie du Djurdjura présente une pente très accentuée. Les deux classes de pente "supérieure" à 25 % et "comprise entre 12,5 et 25 %" totalisent une superficie de 418.660 ha, soit 75,71 % de la surface totale du territoire.

Il est assez difficile de présenter de façon claire les divers domaines pédologiques de la Kabylie du Djurdjura. Ceci tient d'abord à leur extrême diversité, car les sols constituent des mosaïques compliquées où se mêlent paléosols et sols récents et où les conditions locales – comme la roche mère et la topographie, introduisent des variantes nombreuses. En outre, les données pédologiques disponibles sur la Kabylie du Djurdjura sont assez maigres et résultent pour leur grande partie d'une "carte des sols de l'Algérie" au 1/500.000, élaborée il y a plus d'un demi siècle par Durand (1954) cité par Dresch (1956). Cette carte comprend 24 classes de sols différents selon le système de classification français. Selon cette dernière carte pédologique, neuf classes de sols sont représentées dans la Kabylie du Djurdjura. Parmi ces 9 classes, les sols les plus largement répandus sont les *sols insaturés*. En effet, la majorité des terrains de montagnes (sur le socle ancien et sur les roches éruptives) sont des sols acides, insaturés, gris ou bruns, peu épais, de type rendzine, bien différenciés par rapport à la roche mère sous-jacente (Peillon, 1978). Ils sont localement humifères, sur le bas des versants, comme dans la région de Toudja, sur le massif ancien kabyle (Larbâa Nath Irathen, Taourirt Amokrane, Maatka), dans la forêt de Bou Mahni ou encore sur la chaîne du Djurdjura

occidental (djebel Haïzer) et central, jusqu'aux piémonts méridionaux (région El Esnam, El Adjiba, Mchedallah.

Pour ce qui concerne le réseau hydrographique de la Kabylie du Djurdjura, il est très dense et composé de trois oueds majeurs, qui sont l'Oued Isser, l'Oued Sahel-Soummam et l'Oued Sébaou. Ce dernier constitue le principal cours d'eau formé par la réunion de plusieurs affluents torrentueux (*Séba* qui signifie sept), lesquels prennent naissance sur les versants nord et est du massif principal du Djurdjura, ou sur les pentes méridionales de la chaîne littorale qui lui est parallèle. Il coule entre la région des contreforts et la chaîne littorale et se jette dans la mer un peu à l'ouest de Dellys (Meddour, 2010).

#### 1.2.4.2.2. – Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques comprennent la température, les précipitations et le quotient pluviométrique.

##### 1.2.4.2.2.1. – Températures de la région

Dans le présent travail les données sur les températures et les précipitations de Meddour (2010) sont adoptées. Cet auteur dispose de données thermiques de 18 stations de l'ONM, assez régulièrement distribuées sur le territoire envisagé. Mais, à l'inverse des précipitations, les séries d'observations continues durant 20 à 30 ans sont peu disponibles et difficilement accessibles. Il faut se contenter de périodes parfois plus courtes de 5 à 10 ans, plus spécialement pour les stations d'altitude supérieures à 1000 m. A l'inverse des précipitations, les moyennes des températures sont significatives même pour de courtes périodes.

##### 1.2.4.2.2.2. – Précipitations de la région

Les deux caractéristiques fondamentales des précipitations sont leur quantité et leur variabilité spatio-temporelle. La quantité de pluie

disponible pour la végétation est un facteur important. Il est donc nécessaire de connaître ses variations spatiotemporelles. Concernant la variabilité interannuelle des précipitations, les coefficients de variation (Cv) calculés pour les stations localisées sur la façade septentrionale de la Kabylie du Djurdjura sont compris entre 19 et 32 % (période 1973-2000). Pour moins d'une dizaine de stations de la zone méridionale, du versant sud du Djurdjura et la vallée de l'oued Sahel, les valeurs de Cv sont nettement plus variables et surtout plus élevées, comprises entre 17 et 38 %. Ceci traduirait une plus grande irrégularité des pluies liée aux faibles volumes pluviométriques (Le Houérou *et al.*, 1979), provoquant une "aridification" du milieu plus rapide et une diminution de la production primaire (Le Houérou, 2004). Dans les régions montagneuses, les facteurs climatiques subissent une variabilité spatiale considérable. Les différences d'altitude, mais aussi de pente et d'orientation, produisent des variations climatiques très sensibles. Il suffit parfois de 100 m de différence altitudinale pour que la végétation change, le climat ayant changé lui-même (Garcia-Salmeron, 1980). Ceci est particulièrement vrai dans le cas de la Kabylie du Djurdjura. Dans cette région, la distribution de la pluviométrie annuelle épouse parfaitement les variations des modelés orographiques: l'augmentation de la pluviométrie est observée avec chaque élévation de l'altitude aussi bien au niveau de la chaîne littorale, du massif ancien kabyle et du versant nord du Djurdjura); la diminution est par contre sensible dans les dépressions de Tizi Ouzou comme dans la vallée du moyen Sébaou et de Boghni-Draa el Mizan. Le caractère est le plus saillant au regard de la hauteur annuelle des précipitations et de leur abondance. Dans son ensemble, ce territoire reçoit beaucoup de précipitations, les moyennes annuelles dépassant 500-600 mm partout et plus de 1000-1100 mm sur les hauts reliefs, dont les versants sont bien exposés aux vents humides. Le maximum est enregistré à Tegma (1174 mm/an en moyenne) sise à 1 000 m d'altitude. La zone la plus arrosée correspond aux montagnes de la chaîne littorale (Aghrib, Elma Hachech) et du massif forestier de Béni Ghobri-Akfadou (Yakouren, Tegma), qui de ce point de vue, apparaissent comme les plus humides (1100-1200 mm par an). Par contre le massif ancien kabyle, déjà en retrait et relativement éloigné du Littoral, ne reçoit plus que 800 à 1000 mm (Larba Nath Irathen, Ain el Hammam), à des altitudes nettement plus importantes (900-1100 m), sous l'effet du phénomène de "continentalité" toute relative. Sur les hauts sommets de la façade Nord (Akfadou, Djurdjura), au-delà de 1200 m, la pluviométrie annuelle est sans doute encore plus importante, compte tenu du relief qui intervient par sa masse et surtout par son orientation. La chaîne du Djurdjura est en grande partie perpendiculaire aux vents chargés d'humidité et joue un rôle de condensateur. De façon plus générale, les données sur la pluviosité des hautes montagnes en Algérie font défaut. Peu de

stations météorologiques existent au-delà de 1500 m, et les résultats en plus d'être fragmentaires sont entachés d'erreurs, en raison des chutes de neige et de l'intensité des vents.

#### 1.2.4.2.2.3. – Quotient pluviothermique d'Emberger

Les valeurs obtenues pour le quotient pluviothermique sont très variables et comprises dans la fourchette allant de 31 jusqu'à 166 pour P variant entre 307 et 1174 mm. Les plus fortes valeurs 110 à 145 correspondent aux stations les plus arrosées, recevant plus de 900 mm/an jusqu'à 1200 mm et qui se situent en altitude, en général entre 600 et 1 450 m. Singulièrement, c'est à Tikjda, classée dans le perhumide, que la valeur de 166 "exceptionnelle", est enregistrée, ne serait-ce qu'en comparaison avec celle de Tala Guilef (soit 141), classée dans l'humide. Mais, là aussi il faut invoquer la fiabilité des données thermiques acquises sur une très courte période soit 5 ans. Pour ce qui est du froid hivernal, la moyenne des minima du mois le plus froid (m) atteint 7 à 8 °C et même 9,3 °C au Cap Sigli sur le Littoral, et s'abaisse à 1,7-1,8 °C à Tala Guilef et à Tikjda, localités les plus alticoles (1450 m). Ainsi, il n'y a point de valeur négative. C'est sur les zones montagneuses de la chaîne littorale, de l'Akfadou, du massif ancien, entre 600 et 1000 m, et même plus bas dans la vallée de l'oued Sahel entre 400 et 500 m), que règne la variante d'hiver tempérée (m compris entre 3 et 5 °C). Au Djurdjura et dans l'Akfadou, au delà de 1000 m environ en ubac et à 1100 m en adret, c'est le domaine de la variante fraîche (m = 1 à 3 °C). Le massif de l'Akfadou, qui culmine à 1646 m, s'inscrit presque entièrement dans la variante fraîche (m = 0,8 °C) (Meddour, 1993).

# **Chapitre II**

## **Méthodologie de travail**

## Chapitre II - Méthodologie de travail

Le présent chapitre regroupe les différentes méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire afin de déterminer la myrmécofaune du Nord de l'Algérie et de la steppe ainsi que le régime trophique d'une espèce granivore. Ils sont suivis par les méthodes d'exploitation des résultats qui sont de deux types, d'une part des indices écologiques et d'autre part des méthodes statistiques.

### 2.1. Méthodologie adoptée pour l'étude de la Myrmécofaune

Les sites choisis et les méthodes d'échantillonnage utilisées pour l'étude de la myrmécofaune sont exposés dans les sous-paragraphes suivants.

#### 2.1.1. – Choix des sites d'étude

Nous avons choisi plusieurs sites pour effectuer l'échantillonnage de la myrmécofaune du Littoral algérien et de la steppe (le Hodna). Le choix de ces derniers repose surtout sur leurs importances de point de vue climatique, floristique et surtout faunistique ainsi que par le manque de données concernant les fourmis.

##### 2.1.1.1. – Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach

Dans l'Ecole Nationale Supérieure d'El-Harrach, il est réalisé un échantillonnage dans des endroits variés afin de toucher les multiples biotopes qui existent à l'intérieur de cet institut (Fig. 17, 18). C'est un milieu dont la superficie avoisine 16 ha. Son altitude est de 50 m (36° 43' N.; 3° 08' E.). Ce dernier est constitué par des bâtiments

pédagogiques et une sous-station expérimentale où différents essais phytotechniques, hydrauliques, botaniques et zoologiques s'effectuent. La mise en place des cultures notamment des céréales et du pois ainsi que la présence de mauvaises herbes expliquent la diversité du milieu choisi. Les adventices présents appartiennent notamment aux Asteraceae, aux Malvaceae, aux Amaranthaceae, aux Urticaceae aux Pittosporaceae et aux Fumariaceae. Cette sous-station est bordée par une allée de *Washingtonia robusta*, de *Phoenix canariensis* et par quelques *Quercus faginea*. Le milieu choisi est en faible pente.



Photo, source : Google earth (2007) modifié

Figure n° 17 - Station de l'Institut national agronomique d'El-Harrach : Plan d'échantillonnage de la myrmécofaune

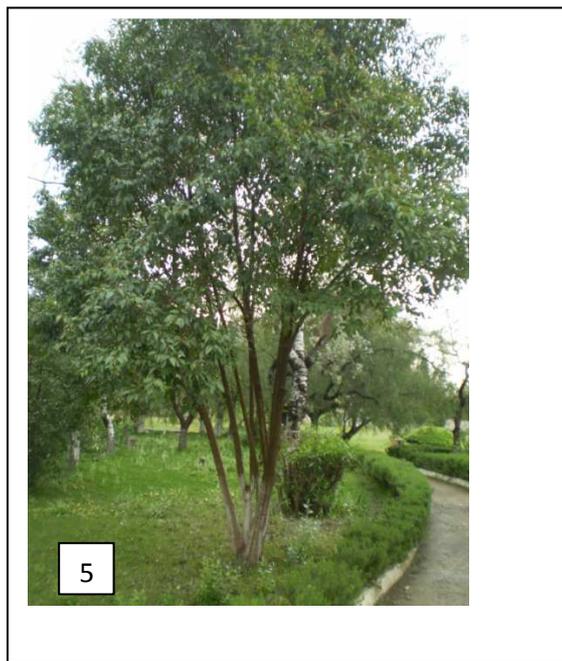


Figure n° 18 – Détail des stations d'échantillonnage de l'Institut National Agronomique d'El-Harrach

1 : Arbre de *Morus alba* (échantillonnage d'une reine de *Crematogaster scutellaris* (photo originale, Barech 2009) ; 2 : Pelouse nord (Photo source : site INA, 2006) ; 3 : Allée des *Washingtonia* (Photo source site INA, 2006) ; 4 : Pelouse  
Trois sous-stations sont choisies comme sites d'étude à l'intérieur de la

### 2.1.1.2. – Réserve Naturelle de Mergueb (R.N.M.)

Trois sous-stations sont choisies comme sites d'étude à l'intérieur de la R.N.M. (35° 34' à 35° 36' N.; 3° 57' à 4° 02' E.). Ce sont ceux de Litima, d'Oum Laadam et d'Oum Mrazem. Les différences des points de vue relief, végétation et altitude constituent la base de ce choix.

#### 2.1.1.2.1. – Sous-station Oum Laadam

La station d'Oum Laadam se retrouve au nord-est de la R.N.M. à une altitude de 725 mètres. Le relief calcaire est assez plat, mais rocheux par endroits. Il est à noter aussi, la présence de djebels entrecoupés par des oueds bordés de touffes d'alfa (Fig. 19 a). La végétation est steppique à dominance de Soude vermiculée *Salsola vermiculata*.

#### 2.1.1.2.2. – Sous-station Litima

Cette station est localisée dans le nord-ouest de la R.N.M. à une altitude de 694 m. Son relief est escarpé et rocailleux avec la présence de glacis, soit des surfaces planes en légère pente. Le sol est de nature calcaire. Cette sous-station est caractérisée par des plantations de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et des touffes d'alfa (*Stipa tenacissima*) (Fig. 19 b). Elle est soumise aussi à un contrôle saisonnier, assuré par les services de la conservation des forêts, par rapport à l'état du faciès du couvert végétal constitué essentiellement d'alfa.

#### 2.1.1.2.3. – Sous-station Oum Mrazem

Elle est située au sud-ouest de la R.N.M., à une altitude moyenne de 702 mètres (Fig. 19 c). C'est un plateau qui se trouve près de la maison forestière d'un côté et de Dayat El Atrous de l'autre. Le relief est assez plat à terrain légèrement sablonneux avec

une dalle calcaire affleurant en quelques endroits. Il est à remarquer la présence d'un réseau hydrographique composé de plusieurs petits oueds. La végétation qui le couvre est de type herbacé, dominée par l'Alfa *Stipa tenacissima* avec la présence de quelques arbustes de jujubiers de Berbérie *Ziziphus lotus* et de pistachier de l'Atlas *Pistacia atlantica*. Les riverains y exercent une forte pression sur le sol par la pratique de labours illicites et de surpâturage de l'élevage ovin et caprin.



(Photographie Benelkadi, 2008)

a - Sous-station : Oum Laâdam

b - Sous-station : Litima



c - Sous-station : Oum Mrazem

Figure n° 19 – Les Sous-stations de la Réserve Naturelle de Mergueb

### 2.1.1.3. - Chott El Hodna

Deux sous-stations sont prises en considération au niveau du Chott El Hodna. Il s'agit de la sous-station de Medbah et de celle de Bir-Kraa. Toutes les deux sont sises dans la partie méridionale du Chott.

#### 2.1.1.3.1. - Sous-station de Medbah

Elle se trouve à 75 km de M'Sila (35° 21' 09" N.; 4° 33' 45" E.) dans la partie sud du Chott aux alentours de la sebkha (Fig. 20). Le sol est à texture sableuse, moyennement salé et très pauvre en matière organique. Des croûtes de sel couvrent la surface du sol. Pour ce qui concerne la végétation, elle est de type herbacé, composée essentiellement de touffes appartenant à 10 familles botaniques notamment des Astéracées (*Atractylis flava* Desf.), des Chénopodiacées (*Atriplex halimus* L. et *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M.B.), des Brassicacées (*Ammosperma* sp.), des Poacées (*Oropetium africanum* (Coss. et Durieu) Chiov. et *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl.), des Géraniacées (*Erodium* sp.), des Plantaginacées (*Plantago albicans* L.), des Plumbaginacées (*Limonium pruinatum* (L.) et *Limonium* sp.), des Fabacés (*Retama retam* Webb.), des Térébinthacées (*Frankenia thymifolia* Desf.) et des Thymélacées (*Thymelaea microphylla* Coss. et Dur.). Il faut noter dans cette sous-station, la dominance des Chénopodiacées, représentées par des espèces halophytes.

#### 2.1.1.3.2. - Sous-station de Bir Kraa

La sous-station de Bir Kraa est localisée dans la partie sud du Chott El Hodna, à 90 km de la ville de M'Sila (35° 21' 16" N.; 4° 38' 40" E) (Fig. 21). Cette sous-station présente une pente de 10 %. L'échantillonnage a été effectué à proximité de la sebkha. La végétation observée est de type steppique, distribuée en bandes distinctes sur le long d'une toposéquence orientée du sud vers le nord. Au total 7 espèces végétales appartenant à quatre familles sont présentes. Ce sont *Salsola vermiculata*, *Atriplex halimus*, *Halocnemum strobilaceum* et *Suaeda fruticosa* L. (Chénopodiacées), *Limonium pruinatum*

(Plumbaginacées), *Juncus* sp. (Juncacées) et *Frankenia thymifolia* (Térébinthacées). Les espèces dominantes sont des halophytes, soit *Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*. Le taux du recouvrement global est de 18,2 %.



(Photo originale : Barech, 2011)

Figure n° 20 – Sous-station Medbah de Chott El-Hodna



(Photo originale : Barech, 2011)

Figure n° 21 – Sous-station Bir Kraa de Chott El-Hodna

#### 2.1.1.4. - Forêt El Haourane

Dans les bois d'El Haourane, deux parties sont retenues, l'une composée d'une forêt naturelle et l'autre, un reboisement artificiel.

##### 2.1.1.4.1. - Forêt naturelle

C'est une vieille pineraie à Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (Fig. 22). Elle est localisée dans la partie Nord-Est de la forêt d'El Haourane distante de 45 km de M'Sila (35° 58' N.; 4° 23' E.). Son altitude est de 1100 m. Sa superficie est de 994,56 ha. Le relief est montagneux, escarpé avec un sol fortement calcaire. On trouve dans cette forêt, en association avec le Pin d'Alep, d'autres essences forestières et quelques espèces herbacées. Il s'agit du pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), du genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus* L.), du chêne vert (*Quercus ilex* L.), de l'olivier (*Olea europaea* L.), de la filaire à feuilles étroites (*Phillyrea angustifolia* L.), du ciste cotonneux (*Cistus albidus* L.), du romarin officinal (*Rosmarinus officinalis* L.), de la globulaire buissonnante (*Globularia alypum* L.) et de l'alfa (*Stipa tenacissima*).

##### 2.1.1.4.2. - Reboisement artificiel

Il s'agit d'une forêt artificielle de pins d'Alep sise à 946 m d'altitude. Elle se localise dans le côté Sud-Ouest de la forêt d'El Haourane à 43 km de la ville de M'Sila (35° 58' 21'' N.; 4° 24' E.) (Fig. 23). C'est un reboisement réalisé durant les années 1970 à côté de la pinède naturelle existante. Le relief est formé par un terrain assez uniforme avec une pente inférieure à 3 %. Le sol est moyennement calcaire dans cette forêt. Ce reboisement artificiel est juxtaposé à un terrain labouré et destiné pour la céréaliculture. Une piste sépare la forêt de cette parcelle labourée. Trois types de formations sont présents, soit une formation arbustive de montagne constituée en grande partie par du Pin d'Alep de reboisement et du Genévrier oxycèdre, une formation arbustive de plaine, constituée par des pistachiers et une formation steppique à alfa et à armoise blanche (*Artemisia herba alba*).



(Photo originale : Barech, 2011)

Figure n° 22 – Forêt Naturelle d`El-Haourane



(Photo originale : Barech, 2011)

Figure n° 23 – Forêt Artificielle d`El-Haourane

#### 2.1.1.5. - Verger d`abricotiers à Nouara (M`sila)

Un échantillonnage de la myrmécofaune est réalisé dans un verger d'abricotiers situé à Nouara (M'sila) à une altitude de 479 m (35° 43' N.; 4° 33' E.). C'est un ancien verger âgé d'une vingtaine d'années avec une superficie de 2 ha. Vu de haut, il se présente comme un triangle dont l'un de ses côtés est délimité par Oued Ksob. Il est divisé en trois parcelles. La première est plantée d'arbres âgés de 3 ans et de 19 ans. La deuxième comprend les arbres âgés de 12 ans et la troisième parcelle regroupe des abricotiers de 5 ans. Quatre variétés d'abricotiers sont implantées. Ce sont bulida, louzi rouge, tounsi et pavit. Les arbres des différentes classes d'âges sont greffés sur l'abricotier franc. Les abricotiers sont séparés par des intervalles de 5 mètres. L'irrigation s'effectue tous les 20 à 25 jours. Elle débute à partir du mois de février, au moment du débourrement et s'accroît à l'époque du grossissement des fruits, avec l'utilisation des fumures organiques.

#### 2.1.1.6. - Sites de la Kabylie

Dans la région de la Kabylie, l'échantillonnage a touché plusieurs localités. Les renseignements qui concernent la position et les coordonnées géographiques ainsi que le type de végétation de chaque localité se retrouvent dans le chapitre III.

#### 2.1.2. – Méthode de travail

Dans cette partie, les méthodes utilisées sur le terrain pour l'échantillonnage des fourmis ainsi que celles réalisées au laboratoire seront présentées.

##### 2.1.2.1. – Techniques utilisées sur le terrain

Trois méthodes pour l'échantillonnage de la myrmécofaune sont retenues. Il s'agit de la méthode des Pots Barber, de l'échantillonnage à la main et de la méthode des carrés standards. Une description de chaque méthode avec ses avantages et ses inconvénients sont exposés.

#### 2.1.2.1.1. - Echantillonnage par la méthode des Pots Barber (Pitfall traps)

Les pièges-fosses, l'aspirateur, l'appareil de Berlese, la méthode de Winkler pour la litière du sol, les collections à la main avec une pince ou des filets sont parmi les méthodes les plus courantes pour l'échantillonnage des fourmis au sol (Folgarait, 1998). Toutes ces méthodes sont faciles à utiliser, ne coutent pas cher, et ne demande pas beaucoup de temps. Il ne devrait pas prendre plus de trois jours de travail à temps plein en utilisant plusieurs méthodes pour obtenir une liste complète de la faune de fourmis à partir de 1 ha de terre (Hölldobler et Wilson, 1990). Dans la présente étude, nous avons opté pour deux méthodes d'échantillonnage pour les fourmis du nord de l'Algérie qui sont recommandées par Agosti et al. (2000) notamment les pots Barber et les collections à la main. Dans un premier temps, la technique "pitfall traps" est décrite. Par la suite les avantages de sa mise en œuvre et les inconvénients constatés par l'opérateur sont rappelés.

##### 2.1.2.1.1.1. – Description de la technique des pots Barber et échéancier

Les pièges enterrés à interception, encore appelé les pièges Barber offrent une bonne technique pour recueillir des données sur la présence et l'absence et/ou l'abondance relative de toutes sortes d'invertébrés actifs en surface. Les petits animaux tombent dans un récipient dont l'ouverture est disposée au ras du sol. En procédant à un tri soigneux et à une évaluation taxonomique correcte, il est possible de recueillir des données sur une faune qui va des acariens microscopiques jusqu'aux gros scorpions et aux gros coléoptères (Adis, 1979 cité par Tingle, 2002). Les fourmis, en général, sont très faciles à échantillonner. Les pots utilisés sont des boîtes de diamètre de 7,4 cm et d'une profondeur de 10,5 cm et enterrés de manière à ce que l'ouverture affleure la surface du sol. Ils sont laissés en place sur le terrain pendant une période de 3 à 4 jours. Le protocole d'échantillonnage utilisé est 1 pot tout les 10 m, placé en quadrat. Il faut noter que dans certaines localités, le nombre de pots utilisés est supérieur à 10, soit 12 à 20 pots pour éviter la perte des informations au cas où des pots seront détruits par les animaux ou par des promeneurs curieux. Les pièges sont remplis aux deux tiers d'eau savonneuse et laissés enterrés pendant 72 à 96 heures. Les fourmis capturés sur le terrain sont recueillies et amenées ensuite au

laboratoire du CREAM pour y être identifiées par le Professeur X. Espadaler à l'Université Autonome de Barcelone (UAB). Le reste des arthropodes est conservé et déterminé ensuite par le Professeur S. Doumandji au département de Zoologie agricole et forestière de l'Institut national agronomique d'El Harrach. L'ensemble de l'échantillonnage est effectué au cours de cinq années 2007, 2008, 2009, 2010 et 2011 dans différentes localités en Algérie notamment dans la réserve naturelle de Mergueb, dans le Chott El Hodna, dans la forêt de Haourane, dans les jardins de l'Ecole nationale supérieure agronomique (ex-I.N.A.) d'El Harrach et dans un verger d'abricotiers dans la ville de M'sila. Les données sur les stations choisies pour l'étude de la myrmécofaune ainsi que la période d'échantillonnage se trouvent dans le tableau 14. Les mois sont indiqués en chiffres romains.

Tableau 14 - Echancier des mises en place des pots-pièges pour l'échantillonnage des fourmis en fonction des stations, des mois et des années

Réserve naturelle de Mergueb	Oum Mrazem	Oum Laadam	Litima
2007	I, II, III,IV,V,VI	I, II, III, IV, V, VI	I, V, VI
2008	II, V, VI	II, IV, V, VI	II, IV, V, VI
Abricotiers (Nouara, M'sila)			
2009	VII, XII		
2010	II, IV, VII, VIII		
Inst. nati. agro. El Harrach			
2010	III, VI		
Forêt El Haourane			
2011	Forêt naturelle	Forêt artificielle	

	IV	III, IV
Chott El Hodna		
2011	Medbah	Bir-Krâa
	III, IV	III, IV

Inst. nati. agro.: Institut national agronomique

#### 2.1.2.1.1.2. - Avantages de la méthode des pots Barber:

La méthode des pots enterrés est la plus simple et la moins chère parmi les méthodes d'échantillonnage (Sabu et Shiju, 2010). Les pièges Barber conviennent aux travaux sur le terrain dans des zones isolées (Tingle, 2002). Ils sont plus efficaces dans les habitats ouverts, tels que les prairies et les broussailles car les valeurs de capture peuvent être influencées par la complexité de la végétation (Greenslade, 1964) cité par Sabu et Shiju, 2010; Majer, 1997). Les pièges fosses ou pots Barber est une méthode idéale pour les estimations qualitatives (Sabu et Shiju, 2010). En effet, elle est utilisée pour estimer l'abondance et la composition des espèces de fourmis actives dans une zone (Bestelmeyer *et al.*, 2000). Elle fournit une bonne estimation de l'abondance relative des espèces de fourmis actives sur le sol (Cerdeira *et al.*, 1998). Les pièges présentent par ailleurs les avantages pratiques d'être facilement et rapidement mis en place. De même, leur grand avantage c'est qu'ils prennent peu de temps pour les placer et ils peuvent être réalisés aussi bien pendant une courte qu'une longue durée. 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, nuits) (Fadda, 2007). La plupart de fourmis épigées sont bien représentés dans ce type de pièges, en particulier dans les habitats ouverts (Andersen, 1991; Majer 1997; Parr et Chown 2001 et Bestelmeyer *et al.*, 2000).

#### 2.1.2.1.1.3. - Inconvénients de la méthode des pots Barber

La technique des pots Barber est 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 pas capturées par ce dispositif. Bien que les pots Barber représentent la

méthode la plus courante et la plus utilisée pour l'échantillonnage des fourmis, ils ne peuvent pas capturer l'ensemble de la diversité en fourmis si les pièges ne sont pas laissés longtemps sur le terrain, si le nombre de pièges est insuffisant, si la taille n'est pas suffisante, si d'autres fourmis à l'exception de celles qui sont actives sur le sol doivent être quantifiés, ou si l'habitat n'est pas très ouvert (Majer, 1997). En fait de nombreuses études ont souligné la nécessité d'utiliser plus d'une méthode pour quantifier la biodiversité de fourmis (Romero et Jaffe, 1989; Majer, 1997).

#### 2.1.2.1.2. - Echantillonnage à la main (Hand Sampling):

L'échantillonnage direct ou à la main consiste à rechercher et à collecter des fourmis dans différents microhabitats dans une zone. Contrairement à un échantillonnage intensif, dont l'objectif est de fournir une estimation précise de la densité des colonies ou des butineuses dans une zone relativement petite, l'échantillonnage direct peut être spatialement étendu. L'objectif principal est d'enregistrer le nombre d'espèces qui habitent une région. Un minimum de matériel est nécessaire pour cette technique, même si une certaine expérience avec les fourmis est nécessaire (Bestelmeyer *et al.*, 2000). Dans le présent travail, l'échantillonnage à vue consiste à repérer toutes les fourmilières terrioles et de faire retourner toutes les pierres, sous lesquelles débouchent plus des deux tiers des nids. Les rochers, les troncs et la base des arbres sont examinés car les fentes peuvent abriter des colonies de fourmis (Cagniant, 1973). Les fourmis récoltées sont mises dans de petits tubes en matière plastique contenant de l'alcool à 70° pour la bonne conservation des échantillons afin de les identifier ultérieurement.

#### 2.1.2.1.3. - Méthode des carrés standards

La technique des carrés standards est décrite. Les avantages et les inconvénients observés par l'expérimentateur sont exposés.

#### 2.1.2.1.3.1. – Description de la méthode

En vue d'étudier les communautés de fourmis, leurs distributions et d'évaluer l'abondance relative de chaque espèce dans les biocénoses de la Réserve naturelle de Mergueb, la méthode des carrés est employée. Elle consiste, dans une station homogène donnée, à compter les fourmilières présentes dans 10 carrés de 100 m<sup>2</sup> chacun pris au hasard (Cagniant, 1966). En effet, des relevés sont réalisés pendant le mois de juillet 2008 au niveau de trois stations choisies au sein de la Réserve naturelle de Mergueb, soit la station d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et celle de Litima. En tout, 30 carrés de 10 x 10 m sont échantillonnés. Il est à remarquer que la surface à explorer est relativement importante égale au moins à 1000 m<sup>2</sup> / station. Cagniant (1972; 1973) signale qu'une dizaine de carrés donnent déjà une bonne information sur la faune et avec 13 carrés de 10 x 10 mètres par localité, la probabilité de trouver toutes les espèces atteint 80%. A terre, avec une végétation peu dense, il est possible de dénombrer les fourmilières d'après l'ouverture des nids. Les espèces nocturnes ou très souterraines sont souvent négligées. Quelle que soit l'imperfection de cette méthode, elle vaut mieux que l'absence totale de précision numérique, et renseigne sur les insectes sociaux (Bernard, 1944). Beaucoup de fourmis font des nids bien délimités, dont l'individualisation par rapport aux nids voisins de la même espèce n'offre aucune difficulté. C'est le cas de toutes les petites sociétés ou celles d'importance moyenne comme chez les espèces des genres *Aphaenogaster*, *Plagiolepis*, *Camponotus*, *Cataglyphis* et autres (Cagniant, 1973). Il faut signaler que la physionomie du terrain avec le manque d'arbres qui peuvent abriter les espèces arboricoles et qui présentent une grande difficulté pour le décompte exact des nids, facilite la recherche des nids pour les fourmis terricoles. Un relevé quantitatif de ces derniers est donc donné. La procédure et la validité de la méthode des carrés sont exposés et discutés par ailleurs (Bernard, 1964, 1972; Cagniant, 1966, 1972, 1973); aucune amélioration notable ne paraît avoir été apportée depuis, bien que de nombreux myrmécologues aient été sensibles au problème (Sommer et Cagniant, 1988).

#### 2.1.2.1.3.2. – Avantages de la méthode des carrés standards

Les avantages de la méthode des carrés standards résident d'abord dans sa souplesse d'utilisation. Elle est extrêmement simple (Hayashida, 1960). Elle permet la récolte rapide de toutes les espèces abondantes. Le pourcentage d'erreur semble

rester assez faible pour les espèces diurnes de petite taille et toutes les espèces de grande taille. La méthode permet de mettre facilement en évidence les fluctuations des composants principaux d'une biocénose au cours du temps. Le comptage des nids renseigne assez bien sur les résultats locaux de la concurrence entre espèces à la surface du sol (Bernard, 1968).

#### 2.1.2.1.3.3. – Inconvénients

La principale cause d'imprécision est due aux endogés et aux espèces nocturnes de petite taille qui peuvent échapper facilement à l'observation. Les résultats obtenus ne sont malheureusement que des valeurs relatives des fréquences des diverses espèces et n'apportent aucune indication sur la richesse absolue du peuplement et les densités réelles des espèces (Hayashida, 1960).

#### 2.1.2.2. - Au laboratoire : Conservation des fourmis

Les différentes espèces de fourmis recueillies à la main ou dans des pots Barber sont montées et collées sur des paillettes en carton accompagnées d'indications de date et de lieu de ramassage. Ces dernières sont ensuite mises dans des boîtes de collection d'insectes. Les *vouchers specimens* ou spécimens de référence sont déposés au niveau du laboratoire d'écologie au département des sciences et de la nature et de la vie à l'Université de M'sila.

#### 2.2. - Méthodologie adoptée pour l'étude du régime trophique d'une sous-espèce granivore : *Messor medioruber medioruber*

Pour étudier le régime alimentaire de *Messor medioruber medioruber* il faut d'abord reconnaître l'espèce en question. Puis il est nécessaire sur le terrain de chercher à localiser son nid. Ensuite l'opérateur doit récupérer les grains jonchant le pourtour de l'entrée du nid en vue de leur détermination ultérieure au laboratoire. Enfin il est procédé à la détermination du couvert végétal.

### 2.2.1. - Récupération et détermination des graines récoltées par *M. medioruber medioruber*

Dans chaque sous-station de la Réserve naturelle de Mergueb, trois nids de cette fourmi granivore sont étudiés. Il est pris en considération, la nature du couvert végétal pour le choix des nids. Le ramassage des graines jonchant le pourtour des trous de sortie et celles qui se trouvent à l'intérieur de ces nids est effectué ensuite. Dans d'autres cas, les graines que transportent les fourmis entre leurs mandibules vers le nid sont enlevées manuellement. La récolte des détritiques se fait à la main dans des cornets en papier ou dans des sachets en matière plastique. Chaque prélèvement est accompagné par des renseignements de date et de lieu exact de la récolte. Une fois les graines et les fruits rassemblés dans les cornets, ils sont installés dans des boîtes de Pétri. Il est procédé à leur détermination à l'aide d'une collection réalisée au cours du présent travail. Au niveau du laboratoire, il est fait appel à un catalogue de graines et à un guide des espèces végétales (Quezel et Santa, 1962; 1963) dans le but de reconnaître les plantes sollicitées par la fourmi.

### 2.2.2. - Disponibilité des espèces végétales

Il a été jugé utile de faire une étude sur la disponibilité en graines pour la fourmi *M. medioruber medioruber*. Des cercles, dont le point du centre est l'ouverture du nid, sont utilisés dans cette expérimentation. A l'aide d'un décimètre, à partir du trou de sortie du nid, une distance équivalant à la distance parcourue par la fourmi moissonneuse pour atteindre les grains à transporter est mesurée. Cette distance est égale à 20 m. car, *M. medioruber* fait des trajets variant dont la distance maximale est de 15 à 20 m. Une fois la distance mesurée correspondant au rayon du cercle, la circonférence est tracée à l'aide d'un fil. A l'intérieur du cercle, et à l'aide d'un échantillonnage, on détermine la disponibilité des espèces végétales. Cette dernière opération est effectuée par l'utilisation de jets déterminant des microparcelles carrées de 0,5 m de côté soit 0,25 m<sup>2</sup>. Le jet est jeté au hasard 10 fois au sein de chacun des cercles délimités (Fig. 24).

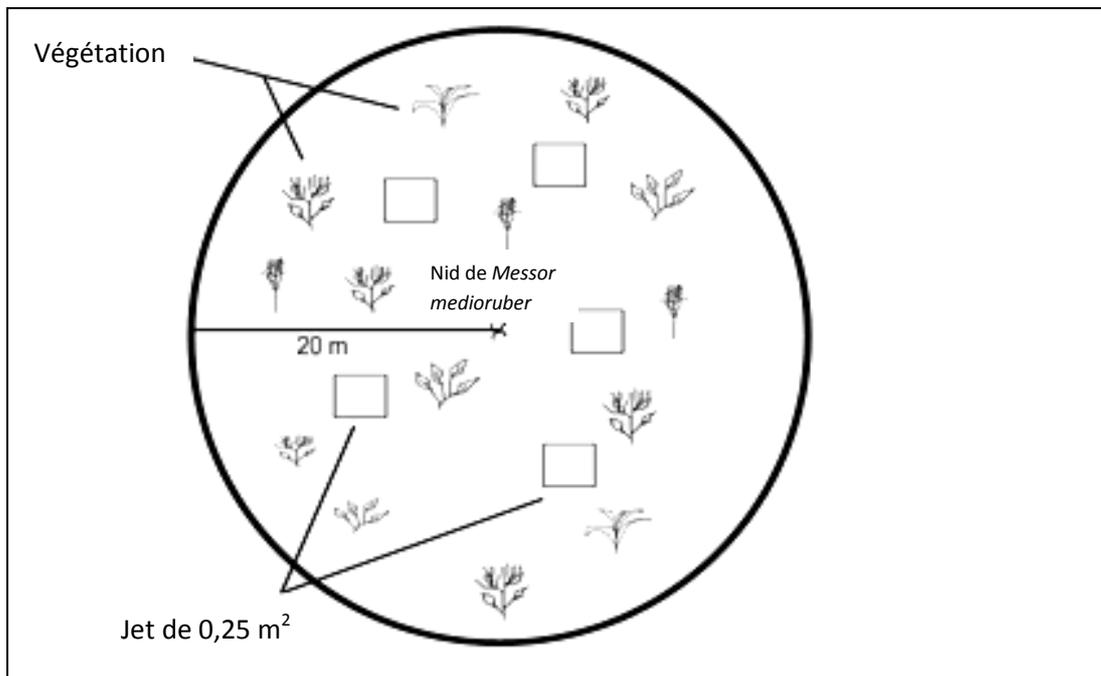


Figure n° 24 – Méthode de calcul du recouvrement végétal près du nid de *Messor medioruber*

Taux de recouvrement : pour calculer le taux de recouvrement la démarche proposée par Duranton *et al.* (1982) est adoptée. Elle implique la formule proposée suivante :

$$RG = \sum (Ss/S) \times 100$$

RG : recouvrement global

S : Surface du transect végétal (1256 m<sup>2</sup>)

Ss : Surface occupée par une espèce végétale ;  $Ss = \pi r^2 n$  où «n» est le nombre de touffes et r le rayon moyen des touffes.

Pour la détermination de la nature du couvert végétal, il est utilisé l'échelle proposée par Duranton *et al.* (1982) suivante :

0 : Pas de végétation ;

1 : Végétation herbeuse claire, moins de 5 % de recouvrement ;

2 : Végétation herbeuse très ouverte, recouvrement de 5 à 40 % ;

3 : Végétation herbeuse ouverte, recouvrement de 41 à 60 % ;

4 : Végétation herbeuse dense, recouvrement de 61 à 95 % ;

5 : Végétation herbeuse continue, recouvrement supérieur à 95 %.

## 2.3. - Exploitation des résultats

L'exploitation des résultats est faite par l'utilisation d'indices écologiques d'une part et par l'utilisation des méthodes statistiques d'autre part.

### 2.3.1. - Exploitation des résultats par des indices écologiques

Les indices écologiques utilisés dans ce travail sont de deux types. Il s'agit des indices de composition et ceux de structure.

#### 2.3.1.1. - Indices de composition

Nous avons utilisé comme indices écologiques de composition, la richesse totale, la fréquence centésimale, la fréquence d'occurrence et la densité.

##### 2.3.1.1.1. - Richesse spécifique ou taxinomique (S)

La richesse représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. Elle désigne le nombre d'espèces présent dans un écosystème donné ou dans une aire préétablie de ce dernier. Il est à distinguer la richesse totale  $S$  qui est le nombre total des espèces présentes dans un biotope ou dans une station donnée et la richesse moyenne, nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié (Ramade, 1984, 2008; Orth et Girard 1996). La richesse moyenne apporte des informations intéressantes sur l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la distribution spatiale des espèces constituant le peuplement étudié (Ramade, 2008).

##### 2.3.1.1.2. - Fréquence centésimale ou l'abondance relative (A.R.)

C'est l'importance numérique relative d'une espèce dans un peuplement. Si dans un peuplement donné  $n_i$  est le nombre d'individus d'une espèce  $i$  et  $N$  le nombre total d'individus que comporte le peuplement, l'abondance relative de cette espèce devient A.R.  $\% = n_i \times 100 / N$  (Ramade, 2008).

#### 2.3.1.1.3. - Fréquences d'occurrence (C)

La fréquence d'occurrence désigne en écologie le degré de fréquence avec lequel une espèce d'une biocoenose donnée se retrouve dans les échantillons de cette dernière (Ramade, 2008). C'est le rapport du nombre de relevés où l'espèce "i" est présente au nombre total de relevés  $N : C (\%) = (p_i \times 100)/N$

$P_i$  : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée

$N$  : nombre total de relevés effectués.

Le nombre de classes de constance (NC) a été déterminé à l'aide de la règle de Sturge (Sturges, 1926) :

Nombre de classes =  $1 + (3,3 \log_{10} n)$  où  $n$  = nombre total d'individus.

L'intervalle entre chaque classe est obtenu ensuite de la manière suivante :

Intervalle de classe =  $(X_{\max} - X_{\min}) / \text{Nombre de classes}$

Avec  $X_{\max}$  et  $X_{\min}$ , respectivement la plus grande et la plus petite valeur de  $X$  dans la série statistique.

A partir de  $X_{\min}$  on obtient les limites de classes ou bornes de classes par addition successive de l'intervalle de classe. En règle général, on tente de faire coïncider l'indice de classe ou valeur centrale de la classe avec un nombre entier ou ayant peu de décimales. Toutes les données sont comprises entre  $X_{\min}$  et  $X_{\max}$  et chaque donnée appartient à une et une seule classe (Abrougui, 2008).

#### 2.3.1.1.4. - Densité (d)

La densité brute se distingue de la densité écologique. La première désigne le rapport de l'effectif d'une population  $N$  à la surface qu'elle occupe  $S$ . Quant à la deuxième, elle correspond au rapport entre l'effectif d'une population et la surface utilisable de l'écosystème  $S_u$ , par exemple à la surface où la population trouve les ressources qui lui sont nécessaires ce qui donne :  $d = N / S$ . (Ramade, 2008).

#### 2.3.1.2. - Indices de structure

Divers indices sont proposés pour mesurer la diversité d'un peuplement ou d'une communauté. Les premiers en date sont fondés sur des modèles de distribution des individus en espèces comme l'indice de Sørensen. Ultérieurement des indices de diversité indépendants d'une hypothèse de distribution et fondés sur la théorie de l'information comme l'indice de Shannon-Weaver et de Simpson sont développés (Ramade, 2008).

##### 2.3.1.2.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ )

L'indice de diversité de Shannon-Weaver contient des informations sur deux variables: la richesse en espèces des communautés et l'équitabilité des espèces (Pielou, 1975 cité par Majer, 1983). Il n'exprime pas le nombre d'espèces seulement, mais il permet aussi de calculer leur abondance relative (Odum, 1971; Blondel, 1979).

Selon Ramade (1984; 2008) l'indice de diversité de Shannon-Weaver est calculé par la formule suivante et exprimé en bits :

$$H' = - \sum ni / N \log_2 (ni / N)$$

$ni / N$  représente la probabilité de rencontres avec l'espèce  $i$ .

$n_i$  est le nombre des individus de l'espèce  $i$  et  $N$  est le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

$\text{Log}_2$  est le logarithme à base de 2.

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver varient de 1,5 à 3,5 et dépassent rarement 4,5 bits (Margalef, 1972 cité par Magurran, 1988). Si la valeur de l'indice de diversité de Shannon est faible, le milieu doit être considéré comme pauvre en espèces. Si l'indice est élevé, il implique que le milieu est très riche en espèces.

#### 2.3.1.2.2. - Indice de Simpson (D)

L'indice de Simpson est d'emploi fréquent en écologie (Ramade, 2008). Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard, appartiennent à la même espèce (Magurran, 1988; 2004). Il est donné par la formule :

$$D = \sum Ni (Ni-1)/N (N-1)$$

$N_i$  : nombre d'individus de l'espèce donnée

$N$  : nombre total d'individus de toutes les espèces confondues

Plus  $D$  se rapproche de 0, plus les chances d'obtenir des individus d'espèces différentes sont élevées (comme  $D$  augmente, la diversité diminue). Il indique donc le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour signaler le minimum de diversité (Grall et Hily, 2003).

#### 2.3.1.2.3. - Equitabilité (E)

L'équitabilité est une mesure du degré de régularité dans l'abondance relative des effectifs des diverses espèces que renferme un peuplement ou une communauté (Ramade, 2008). Une expression de l'équitabilité est souvent donnée à partir de l'indice de Shannon-Weaver. La valeur maximale de l'indice de Shannon-Weaver est obtenue quand la distribution est parfaitement régulière, soit  $H'_{\text{max}} = \text{Log}_2 S$  (Dajoz, 1996). L'équitabilité ou la régularité est donc le rapport entre la diversité observée  $H'$  et la diversité maximale  $H'_{\text{max}}$ :  $E = H' / H'_{\text{max}}$  (Odum, 1971; Muller, 1985; Orth et Girard, 1996; Weesie et Belemsobgo,

1997; Grall et Hily, 2003). Les valeurs de E vont de 0 jusqu'à 1. E tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce, tandis qu'elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (Barbault, 1981; Ramade, 1984; Magurran, 1988; Marcon, 2013).

#### 2.3.1.2.4. - Indice de Sørensen ( $C_S$ )

Il existe plusieurs indices pour déceler des similarités dans la composition en espèces entre les échantillons ou les sites. Parmi ceux, l'indice de Jaccard et l'indice de Sørensen sont largement utilisés. L'indice de Sørensen renseigne sur les aspects qualitatifs des différentes biocénoses, c'est-à-dire qu'il permet de comparer les communautés uniquement en fonction de la nature de leurs espèces (Letendre et Pilon, 1973). Selon Magurran (1988), l'indice de Sørensen ( $C_S$ ) est donné par la formule:  $C_S = 2j / (a+b)$

dans laquelle j est le nombre d'espèces communes à deux échantillons.

a est le nombre d'espèces observées dans l'échantillon A.

b est le nombre d'espèces vues dans l'échantillon B.

L'indice de Sørensen dépend de la taille de l'échantillon et donc il est d'une valeur limitée. Sa valeur s'accroît jusqu'à ce que le nombre d'espèces communes à deux échantillons augmente pour atteindre 100 % de similarité, c'est-à-dire quand toutes les espèces sont communes aux deux échantillons.

#### 2.3.1.2.5. - Indice de Bray et Curtis

L'indice de similarité de Sørensen a été modifié par Bray et Curtis afin de permettre les mesures de similarité basées sur des données quantitatives (Southwood, 1978). C'est l'indice le plus largement utilisé en écologie (Magurran, 1988). Il est calculé par la formule :  $C_N = 2j_N / (aN+bN)$ , où aN est le nombre total des individus dans le site A, bN est le nombre total des individus dans le site B et  $j_N$  est la somme des abondances les plus faibles

enregistrées pour les espèces trouvées dans les deux sites. L'indice de similarité de Bray-Curtis (IS) est utilisé pour mesurer la similarité taxonomique entre les sites considérés deux à deux. Il est calculé selon la formule suivante :

$$IS = (b+c) / (2a+b+c)$$

$a$  est le nombre de taxons communs.

$b$  et  $c$  sont les nombres de taxons présents seulement dans l'un des sites. Il est également employé par l'Anosim et la construction des dendrogrammes.

### 2.3.2. - Exploitation des résultats par un autre indice : l'indice d'Ivlev

Nous avons utilisé un indice dit de sélection qui permet de quantifier la prédation sélective. Plusieurs auteurs sont cités par Chesson (1978) et qui ont proposé des indices permettant de mesurer le choix alimentaire des espèces animales tel que l'indice d'Ivlev (Ivlev, 1961), le ratio du forage alimentaire "forage ratio" (Fri) (Gerald, 1966), l'indice de mesure opérationnelle de préférence (C) (Cook, 1971), et les coefficients de préférences (Manly *et al.*, 1972). Parmi les indices sus-cités nous avons choisi celui d'Ivlev ( $E_i$ ) qui est calculé de la manière suivante :

$$E_i = 1 / (r_i - n_i) (r_i + n_i)$$

$r_i$  et  $n_i$  sont des pourcentages.

$r_i$  est le nombre d'individus de la proie  $i$  présente dans le régime alimentaire.

$n_i$  est le nombre d'individus de la proie  $i$  présents dans l'environnement correspondant aux disponibilités. L'indice d'Ivlev  $E_i$  doit être compris entre  $-1 < E < +1$ .

$E_i$  se situe entre  $-1$  et  $0$  pour une sélection négative et entre  $0$  et  $+1$  pour une sélection positive (Ivlev, 1961). Il faut signaler que cet indice n'est utilisé que pour l'étude du régime trophique de la fourmi moissonneuse *Messor medioruber medioruber*.

### 2.3.3. - Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Les analyses statistiques effectuées dans le présent travail s'appuient sur l'utilisation de logiciels tel que EstimateS version 8.2 (Colwell, 2009), Primer version 6 et Statistica version 8. Ces logiciels ont permis d'étudier la diversité et l'écologie des communautés de

fournis du Nord de l'Algérie à l'aide d'estimateurs paramétriques et non paramétriques.

#### 2.3.3.1. - Logiciel EstimateS version 8.2

Dans ce qui va suivre, les estimateurs non paramétriques de la richesse sont présentés, suivi par le choix de l'estimateur et par les courbes d'accumulation des espèces.

##### 2.3.3.1.1. - Estimateurs non paramétriques de la richesse des espèces

La richesse en espèces (= le nombre d'espèces) est la plus simple. C'est le plus intuitif concept pour caractériser la diversité des communautés (Chao, 2005). En écologie et en biologie de la conservation, le nombre d'espèces prises en compte dans une étude de la biodiversité est une mesure clé mais il correspond généralement à une vision biaisée, sous-estimée, de la richesse spécifique totale, car de nombreuses espèces rares ne sont pas détectées (Colwell et al., 2012). La littérature sur les estimateurs de la richesse des espèces continue de croître dans plusieurs directions (Colwell, 2009). Les écologistes qui mènent des enquêtes sur le terrain de la richesse en espèces ont depuis longtemps reconnu qu'il est pratiquement impossible de détecter toutes les espèces ainsi que leur abondance relative avec un nombre limité ou intensifié des échantillons (Chao *et al.*, 2005). L'effort d'échantillonnage sur l'ensemble des stations d'étude est apprécié en traçant la courbe cumulée du nombre d'espèces trouvées en fonction du nombre de points échantillonnés. Pour estimer la richesse spécifique, des estimateurs non-paramétriques sont employés tels que Chao 1, Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2, ACE "Abundance-based Coverage Estimator" et ICE "Incidence-based Coverage Estimator". Les courbes des "uniques" (espèces présentes dans un seul point d'échantillonnage (Colwell et Coddington, 1994; Chazdon et al., 1998) et des "duplicats" (espèces récoltées dans deux points d'échantillonnage seulement (Colwell et Coddington, 1994; Chazdon et al. 1998) sont également représentées sur le même graphique dans le but d'estimer la complétude de l'échantillonnage. L'analyse des données est réalisée sur l'occurrence (présence/absence) des différentes espèces ainsi que sur l'abondance. L'ensemble des calculs sont réalisés en utilisant le logiciel EstimateS 8.2 (Colwell, 2004).

#### 2.3.3.1.1.1. - Richesse observée (Sobs )

C'est le nombre d'espèces comptées dans les quadrats, c'est à dire le nombre d'échantillons (Colwell et al., 2004).

#### 2.3.3.1.1.2. - Estimateurs Chao 1 et Chao 2:

Ils sont basés sur le concept de raréfaction des espèces en prenant en considération leur occurrence dans les relevés. Ils utilisent les singletons (les uniques) et les doubletons (les duplicques) pour estimer le nombre d'espèces disparues (Chao, 2005). Chao (1984) estime le nombre d'espèces non observées à partir de celles observées 1 ou 2 fois. Il s'agit d'un estimateur minimum, valide à condition que les singletons et les doubletons représentent une part importante de l'information. L'estimateur a une forme simple :

$$S_{\text{chao1}} = D + (f_1^2 / 2f_2).$$

D est le nombre d'espèces différentes observé et  $f_n$  le nombre d'espèces observées n fois.

Si aucune espèce n'est observée deux fois, l'estimateur est remplacé par

$$S_{\text{chao2}} = D + [f_1(f_1-1) / 2]$$

#### 2.3.3.1.1.3. - Estimateurs jackknife 1 et jackknife 2

Les méthodes jackknife ont pour objectif de réduire le biais d'un estimateur (ici l'estimateur biaisé est le nombre d'espèces observées) en considérant des jeux de données dans lesquels un certain nombre d'observations est supprimé (ce nombre est l'ordre de la méthode) (Chao, 2005). Burnham et Overton (1979) ont utilisé cette technique pour obtenir des estimateurs du nombre d'espèces, appelés jackknife à l'ordre  $j$ , prenant en compte les valeurs de  $f_1$  à  $f_j$ . Les estimateurs du premier et du deuxième ordre sont les seuls utilisés en pratique.

$$S_{\text{jackknife1}} = D + (n-1)f_1 / n$$

$$S_{\text{jackknife2}} = D + (2n-3)f_1/n - (n-2)^2 f_2 / (n(n-1))$$

#### 2.3.3.1.1.4. - Estimateur ACE

Chazdon et al. (1998) ont introduit l'ACE (Abundance-based Coverage Estimator for species richness) et l'ICE (Incidence-based Coverage Estimator) pour la littérature écologique. L'approche sépare les fréquences observées dans deux groupes: les abondantes et les rares. Les espèces les plus abondantes sont celles ayant plus de  $k$  individus dans l'échantillon, et les espèces observées rares sont celles représentées par un seul, deux ... jusqu'à  $k$  individus dans l'échantillon (Chao, 2005). Good (1953) définit le niveau de la couverture de l'échantillonnage (sample coverage) comme la proportion des espèces découvertes. Son estimateur est  $C = 1 - (f_1/N)$ .

L'estimateur ACE utilise toutes les valeurs de  $f_n$  correspondant aux espèces rares: concrètement, la limite  $\kappa$  est fixée arbitrairement, généralement à 10.

L'estimateur prend en compte le coefficient de variation de la distribution des fréquences ( $p_i$ ): plus les probabilités sont hétérogènes, plus le nombre d'espèces non observées sera grand.

La formule donnée à l'estimateur ACE est la suivante :

$$S_{ACE} = S^{n > \kappa} + S^{n \leq \kappa} / C_{rares} + (S^{n \leq \kappa} / C_{rares}) \gamma_{rares}$$

$S^{n > \kappa}$  est le nombre d'espèces dites abondantes, observées plus de  $\kappa$  fois,  $S^{n \leq \kappa}$  le nombre d'espèces dites rares, observées  $\kappa$  fois ou moins.  $C_{rares}$  est le taux de couverture ne prenant en compte que les espèces rares.

Selon Colwell (2009) et Marcon (2013), l'estimateur du coefficient de variation est :

$$\gamma_{ace}^2 = \max[(S_{rare}/C_{ace}) \times (\sum_i (i-1) F_i / (N_{rare}(N_{rare}-1)) - 1, 0].$$

L'estimateur ACE donne normalement une valeur plus grande que Chao1. Si ce n'est pas le cas, la limite  $\kappa$  des espèces rares doit être augmentée.

#### 2.3.3.1.1.5. - Estimateur ICE

L'ICE ou Incidence-based Coverage Estimator of species richness requiert des données sur la présence /absence (l'occurrence) de l'espèce dans chaque échantillon.

$$S_{ice} = S_{freq} + S_{inf r} / C_{ice} + (Q_1 / C_{ice}) \gamma$$

L'estimateur du coefficient de variation est :

$$\gamma_{ice}^2 = \max[(S_{inf r} / C_{ice})(m_{inf r} / m_{inf r} - 1)(\sum_j (j-1) Q_j / (N_{inf r})^2) - 1, 0] \text{ (Colwell, 2009).}$$

### 2.3.3.1.2. - Choix de l'estimateur

Des tests poussés sont menés par Brose (2002) et Brose *et al.* (2003) pour permettre le choix du meilleur estimateur de la richesse en fonction de la complétude de l'échantillonnage. Les auteurs appellent cette proportion couverture (*coverage*). Dans tous les cas, les estimateurs jackknife sont les meilleurs (Marcon, 2013). L'arbre de décision est représenté dans la figure 25 (Brose, 2002; Brose *et al.*, 2003; Brose et Martinez, 2004)). Le choix dépend principalement de la complétude (*coverage* sur la figure). Une première estimation est nécessaire à effectuer par plusieurs estimateurs. Si les résultats sont cohérents, il faut choisir un estimateur jackknife d'ordre d'autant plus faible que la complétude est grande. Au-delà de 96 %, le nombre d'espèces observées est plus performant parce que les jacknifes sur-estiment  $S$ . S'ils sont incohérents, l'intervalle des estimations étant supérieur à 50 % de leur moyenne, le critère majeur est l'équitabilité. Si elle est faible, soit de l'ordre de 0,5 à 0,6, les estimateurs jackknife 2 à 4 sont performants, l'ordre diminuant avec l'intensité d'échantillonnage (forte : 10 %, faible : 0,5 % de la communauté). Pour une forte équitabilité (0,8 à 0,9), il est préférable de prendre jackknife 1 ou 2. Il est conseillé d'utiliser Chao1 pour une estimation minimale, et ACE pour une estimation non biaisée de la richesse (Marcon, 2013).

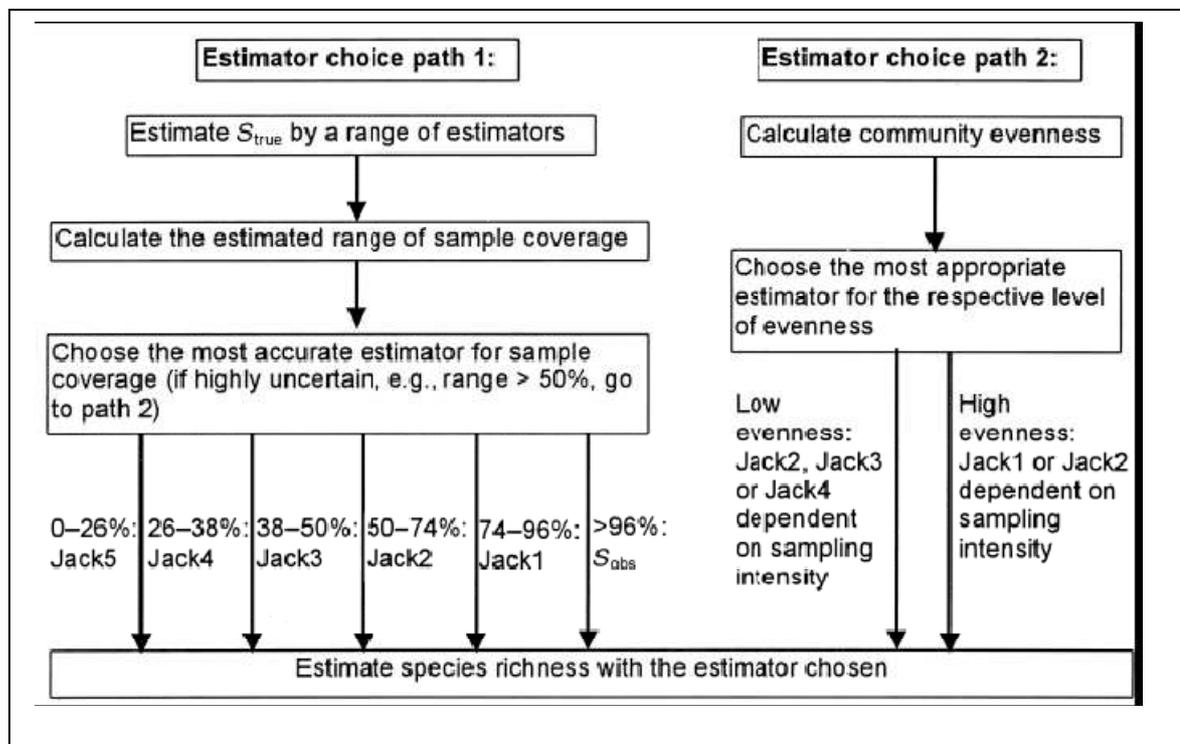


Figure n° 25 – Arbre du choix de l'estimateur (Brose *et al.*, 2003)

### 2.3.3.1.3. - Courbes d'accumulation des espèces

Les premières tentatives pour étudier les communautés cherchent à trouver la relation entre la richesse en espèces et la surface que couvre l'échantillonnage. Une aire-espèce ou courbe d'accumulation des espèces ou courbe de collection, courbe de la couverture des espèces, est une représentation graphique du nombre cumulé des espèces trouvées par rapport au nombre d'unités d'efforts dépensés (Chao, 2005; Mao et al., 2005). L'effort peut correspondre soit à un type continu (superficie, piège-temps volumes), ou d'un type discret (les individus, les occasions d'échantillonnage, quadrats, le nombre de filets). Cette courbe en tant que fonction de l'effort, augmente de façon monotone et s'approche généralement d'une asymptote, qui est le nombre total des espèces. La courbe d'accumulation des espèces est utilisée par des biologistes et des écologistes afin d'évaluer la complétude des inventaires, pour estimer l'effort minimum nécessaire pour atteindre un certain niveau d'exhaustivité et pour effectuer des comparaisons quantitatives entre les assemblages d'espèces (différents inventaires) (Colwell et Coddington, 1994; Gotelli et Colwell, 2001). En plus, cette courbe est utilisée pour estimer le nombre de nouvelles espèces à détecter en donnant un effort d'échantillonnage supplémentaire qui peut conduire à une planification efficace et à des protocoles d'échantillonnage (Soberón et Llorente, 1993; Colwell et Coddington, 1994). Selon Chao (2005), l'asymptote estimée peut être utilisée comme une estimation de la richesse en espèces.

### 2.3.3.2. - Logiciel Primer version 6

Le logiciel Primer (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) est un logiciel qui permet de faire des analyses statistiques multivariées. Il est très utilisé notamment dans les communautés marines, les recherches de la biodiversité, les régimes alimentaires, les variables physico-chimiques, les biomarqueurs et les données de la microbiologie.

L'analyse de similarité ANOSIM (Analyse de similarité) est une méthode non-paramétrique, basée sur la randomisation, d'analyse multivariée largement utilisé en écologie des communautés. Elle est principalement utilisée pour comparer statistiquement la variation de l'abondance des espèces et la composition des unités d'échantillonnage (= bêta diversité) en termes de certains facteurs de regroupement ou de niveaux de traitement expérimental.

L'ANOSIM est tout simplement une version modifiée du test de Mantel basé sur une corrélation de rang normalisé entre deux matrices de distance. L'ANOSIM utilise une matrice modèle (matrice de dissimilarité) de codage pour l'appartenance au groupe (ou niveaux de traitement) comme variable explicative dans une analyse de variance. La méthode est philosophiquement alliée à la coordination NMDS. Le R statistique ANOSIM est basé sur la différence de rang moyen entre les groupes ( $r_B$ ) et au sein des groupes ( $r_W$ ):

$$R = (r_B - r_W) / (N(N-1) / 4)$$

Le dénominateur est choisi de sorte que R soit dans l'intervalle de -1 à +1. La valeur 0 indique un groupement complètement aléatoire. La signification statistique de R observée est évaluée en permutant le vecteur groupement pour obtenir la distribution empirique de R sous modèle-[nul](#). Un test de randomisation est nécessaire car les dissemblances ne sont pas indépendantes les unes des autres. La précision de la valeur P augmentera avec le nombre croissant de permutations. Au moins 1000 permutations devraient être faites pour les essais avec un niveau de risque  $\alpha$  égal à 0,05 et au moins 5000 permutations devraient être effectuées pour les essais avec un niveau de risque de 0,01.

#### 2.3.3.3. - Logiciel Statistica version 8 : analyse de la variance ANOVA

L'analyse de la variance ANOVA, appelée par les anglo-saxons "Analysis of Variance" et, pour cette raison, bien connue sous l'acronyme d'ANOVA. L'ANOVA correspond à un modèle linéaire gaussien dans lequel toutes les variables explicatives (les  $X^j$ ) sont qualitatives. Dans ce contexte, elles sont appelées facteurs d'où le terme de plans factoriels et leurs modalités sont appelées niveaux. Ces niveaux sont supposés choisis, fixés, par l'utilisateur, de sorte que l'on parle souvent de facteurs contrôlés. De son côté, la variable aléatoire réponse Y est toujours quantitative et supposée gaussienne. L'ANOVA est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population. Elle permet d'étudier le comportement d'une variable continue à expliquer en fonction d'une ou de plusieurs variables explicatives catégorielles. Ce test s'applique lorsque l'on mesure une ou plusieurs variables explicatives catégorielles (appelées alors facteurs de variabilité, leurs différentes modalités étant parfois appelées "niveaux") qui ont de l'influence sur la distribution d'une variable continue à expliquer. Il est question d'analyse à un facteur, lorsque celle-ci porte sur un modèle décrit par un facteur de variabilité, d'analyse à deux facteurs ou

d'analyse multifactorielle. La forme générale de l'analyse de variance repose sur le test de Fisher et donc sur la normalité des distributions et l'indépendance des échantillons. L'hypothèse nulle correspond au cas où les distributions suivent la même loi normale.

# *Chapitre III*

*La myrmécofaune du nord de l'Algérie et de la  
steppe*

## Chapitre III – Myrmécofaune du Nord de l’Algérie et de la steppe

Le présent chapitre comporte trois parties distinctes. La première est consacrée à l’échantillonnage des fourmis, effectué dans les différentes régions d’étude. La deuxième partie porte sur la répartition des nids des différentes espèces de fourmis observées dans la Réserve naturelle de Mergueb. Quant à la troisième partie, elle met l’accent sur quelques espèces particulières recueillies durant la période de l’échantillonnage.

### Première partie : Echantillonnage de la myrmécofaune

Les résultats de l’étude de la myrmécofaune du Nord de l’Algérie et de la steppe sont présentés. Ils sont suivis par des discussions.

### 3.1. - Résultats de l’étude de la myrmécofaune du nord de l’Algérie et de la steppe

Après l’inventaire réalisé de toutes les espèces de fourmis récoltées par différentes méthodes d’échantillonnage, l’exploitation des résultats est entreprise grâce à deux types de méthodes, soit celles des indices écologiques et des analyses statistiques.

#### 3.1.1. - Inventaire des fourmis récoltées

L’échantillonnage des fourmis dans différentes régions du Nord de l’Algérie et de la steppe a permis de recenser 75 espèces et 3 sous-espèces réparties entre 20 genres. Le signe (\*) signifie qu’il s’agit d’une espèce avec peu de données sur la description des castes. Le signe (\*\*) signale une espèce redécouverte pour la deuxième fois en Algérie. Le signe (\*\*\*) signifie une détermination incertaine de l’espèce. Le signe (\*\*\*\*) signale une espèce nouvelle pour la science. Le signe (\*\*\*\*\*) attire l’attention sur une espèce nouvelle pour l’Algérie. Une espèce non suivie de signe correspond à un taxon déjà signalé par d’anciens auteurs qui ont travaillé sur les fourmis de certaines régions en Algérie.

#### **Dolichoderinae**

*Linepithema* Mayr, 1866

*Linepithema humile* \*\*

*Tapinoma* Foerster, 1850

*Tapinoma nigerrimum* (Nylander, 1886)

*Tapinoma simrothi* Krausse, 1909

### **Formicinae**

*Plagiolepis* Mayr, 1861

*Plagiolepis maura* Santschi, 1920

*Plagiolepis schmitzii* Santschi, 1920

*Plagiolepis* sp.

*Lepisiota* Santschi, 1926

*Lepisiota frauenfeldi* Mayr, 1855

*Camponotus* Mayr, 1861

*Camponotus alii* Forel, 1890

*Camponotus atlantis* Forel, 1890

*Camponotus cruentatus* (Latreille, 1802)

*Camponotus foreli tingitanus* Santschi, 1929

*Camponotus lateralis* (Olivier, 1791)

*Camponotus micans* (Nylander, 1856)

*Camponotus mozabensis* Emery, 1899

*Camponotus ruber* Forel, 1894

*Camponotus serotinus* Menozzi, 1922 \*\*\*\*\*

*Camponotus thoracicus* (Fabricius, 1804)

*Camponotus truncatus* (Spinola, 1808)

*Bajcaridris* Agosti, 1994

*Bajcaridris* sp \*

*Cataglyphis* Foerster, 1850

*Cataglyphis albicans* (Roger, 1859)

*Cataglyphis bicolor* (Fabricius, 1793)

*Cataglyphis bombycina* (Roger, 1859)

*Cataglyphis diehli* Forel, 1902

*Cataglyphis lividus* André, 1881\*

*Cataglyphis savignyi* (Dufour, 1862)

*Cataglyphis viaticus* (Fabricius, 1787)

*Cataglyphis mauritanicus* Emery, 1906

## **Dorylinae**

*Dorylus* Fabricius, 1793

*Dorylus fulvus* (Westood, 1840)

## **Myrmicinae**

*Monomorium* Mayr, 1855

*Monomorium algiricum* (Bernard, 1955)

*Monomorium lameerei* \*

*Monomorium* sp.

*Monomorium prope salomonis*

*Monomorium salomonis* (Linnaeus, 1758)

*Monomorium salomonis* cfr.

*Monomorium major* Bernard, 1953\*\*

*Monomorium subopacum* (smith, 1858)

*Solenopsis* Westwood, 1840

*Solenopsis* sp.

*Strongylognathus* Mayr, 1853

*Strongylognathus afer* Emery, 1884

*Tetramorium* Mayr, 1855

*Tetramorium biskrense* Forel, 1904

*Tetramorium caespitum sensu-lato* (Linné, 1758)

*Tetramorium* sp.

*Tetramorium semilaeve*

*Tetramorium sericeiventre* Emery, 1877

*Tetramorium lanuginosum* Mayr, 1870 \*\*\*\*\*

*Aphaenogaster* Mayr, 1853

*Aphaenogaster canescens* \*

*Aphaenogaster depilis* (Santschi, 1911)

*Aphaenogaster mauritanica* Dalla Torre, 1893

*Aphaenogaster* sp. \*\*\*\*

*Aphaenogaster sardoa* Mayr, 1853

*Aphaenogaster senilis* Mayr, 1853

*Aphaenogaster testaceopilosa* Lucas, 1849

*Goniomma* Emery, 1895

*Goniomma barbaricum* Santschi, 1929\*

*Goniomma thoracicum* Santschi, 1907 \*  
*Messor* Forel, 1890  
*Messor arenarius* (Fabricius, 1787)  
*Messor barbarus* (Linné, 1767)  
*Messor capitatus* (Latreille, 1798)  
*Messor grandinidus* Emery, 1912  
*Messor lobicornis* Forel, 1894\*\*\*  
*Messor medioruber medioruber* Santschi, 1910 \*\*\*  
*Messor medioruber* \*\*\*  
*Messor picturatus* Santschi, 1921  
*Messor striatulus* Emery, 1891  
*Messor* sp. 1  
*Messor* sp. 3  
*Messor* sp. 4  
*Messor* sp. 5  
*Oxypomyrmex* André, 1881  
*Oxypomyrmex emeryi* (Santschi) \*  
*Pheidole* Westwood, 1839  
*Pheidole pallidula* (Nylander, 1848)  
*Crematogaster* Lund, 1831  
*Crematogaster laestrygon* Emery, 1869  
*Crematogaster laestrygon maura* Forel, 1894  
*Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1791)  
*Cardiocondyla* Emery, 1869  
*Cardiocondyla mauritanica* Forel, 1890 \*  
*Cardiocondyla nigra* Forel, 1905\*  
*Temnothorax* Mayr, 1861  
*Temnothorax* sp.\*\*\*  
*Temnothorax curtulus* (Santschi, 1929)  
*Temnothorax recedens* (Nylander, 1856)  
*Temnothorax scabriosus* (Santschi, 1909)  
*Temnothorax tebessae* (Forel, 1890)

Les nombres de sous-familles, de genres et d'espèces de fourmis échantillonnées dans la présente étude sont présentés dans le tableau 15.

**Tableau 15** - Nombres de sous-familles, de genres et d'espèces de fourmis dans le Nord de l'Algérie et dans la steppe

<b>Sous-familles</b>	<b>Genres</b>	<b>Espèces</b>
Dolichoderinae	2	3
Formicinae	5	24
Dorylinae	1	1
Myrmicinae	12	50
<b>Totaux</b>	20	78

En considérant la représentation de chaque sous-famille (Tab. 15), il est à constater que celle des Myrmicinae est notée par le plus grand nombre de genres (12) et d'espèces (50), suivie par les Formicinae (5 genres et 24 espèces).

Pour plus de détails, l'importance de chaque genre en nombre d'espèces est exposée dans le tableau 16,

**Tableau 16** - Nombres d'espèces de fourmis par genre.

Sous-familles	Genres	Nombre d'espèces
Dolichoderinae	<i>Linepithema</i>	1
	<i>Tapinoma</i>	2
Formicinae	<i>Plagiolepis</i>	3
	<i>Camponotus</i>	11
	<i>Lepisiota</i>	1
	<i>Bajcaridris</i>	1
	<i>Cataglyphis</i>	8
Dorylinae	<i>Dorylus</i>	1
Myrmicinae	<i>Monomorium</i>	8
	<i>Solenopsis</i>	1
	<i>Strongylognathus</i>	1
	<i>Tetramorium</i>	6
	<i>Aphaenogaster</i>	7
	<i>Goniomma</i>	2
	<i>Messor</i>	13
	<i>Oxypomyrmex</i>	1
	<i>Pheidole</i>	1
	<i>Crematogaster</i>	3
	<i>Cardiocondyla</i>	2
<i>Temnothorax</i>	5	
Totaux	20	78

Pour ce qui concerne l'importance des genres, il est à remarquer que chez les Myrmicinae, les genres les plus riches sont *Messor* avec 12 espèces, *Monomorium* avec 8 espèces et *Aphaenogaster* avec 7 espèces (Tab. 16). Chez les Formicinae, les genres les plus observés sont *Camponotus* avec 11 espèces et *Cataglyphis* avec 8 espèces. De ce fait, la richesse et la diversité de cette myrmécofaune de quelques localités dans le nord et dans la steppe de l'Algérie ne sont pas négligeables.

### 3.1.2. - Exploitation des résultats

Les résultats de l'échantillonnage effectué dans le Nord et dans la steppe de l'Algérie sont exploités par des indices écologiques et des analyses statistiques.

### 3.1.2.1 - Exploitation des résultats par les indices écologiques

Les indices écologiques utilisés pour l'exploitation des résultats sont de deux types, les uns de composition et les autres de structure.

#### 3.1.2.1.1. - Traitement des fourmis par des indices de composition

Comme indices de composition, la richesse totale, la fréquence centésimale et la fréquence d'occurrence et la constance sont choisies.

##### 3.1.2.1.1.1. - Richesse totale des fourmis

La richesse totale en espèces de fourmis est calculée pour chaque station d'étude. Cette richesse est obtenue suite à un échantillonnage par les pots Barber ou par la récolte à la main ou par les deux à la fois. Les résultats sont rassemblés dans le tableau 17 récapitulatif.

**Tableau 17** - Valeurs de la richesse en espèces des fourmis inventoriées dans les stations d'étude (pots Barber et échantillonnage à la main).

	<b>E.N.S.A.</b>	<b>Nouara</b>	<b>Chott du Hodna</b>	<b>R.N.M.</b>	<b>Forêt El Haourane</b>
<b>Pots Barber</b>	15	19	21	25	17
<b>Ech. à la main</b>	10	-	15	-	20
<b>Totaux</b>	20	19	24	25	23

E.N.S.A. : Ecole Nationale Supérieure agronomique (El Harrach)

R.N.M. : Réserve naturelle de Mergueb ; Ech. : Échantillonnage; - : Données absentes

La Réserve Naturelle de Mergueb montre une richesse élevée par rapport aux autres sites (S = 25 espèces) (Tab. 17). Elle est suivie par le Chott du Hodna (S = 24 espèces) et par la forêt El Haourane (S = 23 espèces). La valeur la plus faible de la richesse est notée pour le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) soit une richesse totale de 19 espèces.

Il est à constater une différence entre les nombres des espèces de fourmis recueillies dans les pots Barber et de celles prises à la main. En effet, dans deux sites où les deux méthodes sont associées les richesses obtenues à l'aide des pots-pièges à l'E.N.S.A avec 15 espèces et dans le Chott avec 21 espèces dépassent celles notées manuellement avec 10 espèces à l'E.N.S.A. et 15 espèces dans le Chott. L'exception est mentionnée pour la forêt El Haourane où le

nombre d'espèces piégées dans les pots est inférieur à celui de l'échantillonnage à la main soit 17 espèces contre 20.

Pour chaque station, la liste des espèces de fourmis recensées est présentée.

La liste des espèces de fourmis de l'ENSA d'El-Harrach qui résulte de l'échantillonnage par les pots Barber et la récolte à la main est mentionnée dans le tableau 18.

**Tableau 18** – Inventaire des espèces de fourmis trouvées au niveau de l'École Nationale Supérieure d'Agronomie d'El Harrach en mars et juin 2010.

Sous-Familles	Espèces	Pots Barber	Ech. Main
Dolichoderinae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	+	+
	<i>Tapinoma simrothi</i>	-	+
Formicinae	<i>Plagiolepis maura</i>	+	-
	<i>Plagiolepis schmitzii</i>	-	+
	<i>Cataglyphis viaticus</i>	+	+
	<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	-
	<i>Camponotus serotinus*</i>	+	-
	<i>Camponotus truncatus</i>	-	+
Myrmicinae	<i>Messor barbarus</i>	+	+
	<i>Monomorium algiricum</i>	+	-
	<i>Pheidole pallidula</i>	+	+
	<i>Solenopsis</i> sp.	+	-
	<i>Crematogaster laestrygon maura</i>	+	-
	<i>Crematogaster scutellaris</i>	-	+
	<i>Tetramorium caespitum</i> s.l.	+	-
	<i>Tetramorium semilaeve</i> s.l.	+	-
	<i>Tetramorium lanuginosum*</i>	-	+
	<i>Temnothorax tebessae</i>	+	-
	<i>Temnothorax recedens</i>	+	-
<i>Aphaenogaster depilis</i>	+	+	
<b>Richesse</b>	<b>20 espèces</b>	<b>15 espèces</b>	<b>10 espèces</b>

\* : espèce nouvelle pour l'Algérie; s.l. : sensu-lato; ech. : échantillonnage

Quinze espèces de fourmis dont 1 déterminée au niveau du genre seulement: *Solenopsis* sp., correspondant à 454 individus sont piégées sur l'ensemble des 23 pots installés au cours des

mois de mars et de juin en 2010 (Tab. 18). Ces quinze espèces appartiennent à 12 genres (*Monomorium*, *Messor*, *Aphaenogaster*, *Tetramorium*, *Pheidole*, *Plagiolepis*, *solenopsis*, *Temnothorax*, *Crematogaster*, *Tapinoma*, *Cataglyphis* et *Camponotus*) regroupés en 3 sous-familles, celles des Myrmicinae, de Dolichoderinae et des Formicinae.

Le nombre des espèces de fourmis ramassées à la main ( $n_1 = 10$ ) est inférieur à celui des espèces prises dans les pots Barber ( $n_2 = 15$ ). En revanche, l'échantillonnage à la main renferme près de 50 % d'espèces de fourmis qui complètent la liste déjà établie en utilisant la méthode des pots Barber. Il s'agit de *Tapinoma simrothi*, *Tetramorium lanuginosum*, *Camponotus truncatus*, *Crematogaster scutellaris* et *Plagiolepis schmitzii*. Il faut noter que *Tetramorium lanuginosum* est une espèce exotique signalée pour la première fois en Algérie (Barech *et al.*, 2011).

La richesse totale de fourmis inventoriées par les deux méthodes d'échantillonnage dans les jardins de l'E.N.S.A. à El-Harrach est égale à 20 espèces. Ces dernières appartiennent à trois sous-familles (Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae) et à 12 genres (*Tapinoma*, *Cataglyphis*, *Camponotus*, *Messor*, *Aphaenogaster*, *Pheidole*, *Plagiolepis*, *Tetramorium*, *Temnothorax*, *Crematogaster*, *Monomorium* et *Solenopsis*). Les Myrmicinae sont les plus représentées avec 12 espèces devant les Formicinae avec 6 espèces et les Dolichoderinae avec 2 espèces seulement.

L'inventaire des fourmis échantillonnées dans le verger d'abricotiers localisé à Nouara près de la ville de M'sila durant la période 2009-2010 se trouve dans le tableau 19.

**Tableau 19** – Inventaire des fourmis du verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) en 2009 et en 2010

Sous-Familles	Espèces
Dolichoderinae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>
Formicinae	<i>Plagiolepis maura</i>
	<i>Lepisiota frauenfeldi</i>
	<i>Cataglyphis bicolor</i>
	<i>Cataglyphis albicans</i>
	<i>Camponotus thoracicus</i>
	<i>Camponotus ruber</i>
	<i>Camponotus micans</i>
	<i>Camponotus lateralis</i>
Myrmicinae	<i>Messor barbarus</i>
	<i>Messor medioruber</i>
	<i>Pheidole pallidula</i>
	<i>Tetramorium biskrense</i>
	<i>Tetramorium semilaeve</i>
	<i>Tetramorium sericeiventre</i>
	<i>Tetramorium sp.</i>
	<i>Cardiocondyla mauritanica</i>
	<i>Aphaenogaster mauritanica</i>
	<i>Monomorium salomonis</i>
<b>Richesse</b>	<b>19 espèces</b>

Dans le verger d'abricotiers, 19 espèces de fourmis qui appartiennent à trois sous-familles celles des Dolichoderinae, des Formicinae et des Myrmicinae et à 11 genres comme *Tapinoma*, *Plagiolepis*, *Cataglyphis*, *Camponotus*, *Lepisiota*, *Messor*, *Pheidole*, *Tetramorium*, *Cardiocondyla*, *Aphaenogaster* et *Monomorium* sont recensés (Tab. 19).

Dans deux sous-stations celles de Medbah et de Bir-Krâa dans le Chott du Hodna des fourmis sont échantillonnées en mars et avril 2011. La récupération des Formicidae est réalisée par deux méthodes, celles des pots Barber et de la récolte à la main.

Une liste des espèces de fourmis recueillies dans les deux sous-stations du Chott est dressée dans le tableau 20.

**Tableau 20** – Espèces de fourmis recensées dans les deux sous-stations du Chott du Hodna pendant la période mars-avril 2011

Sous-Familles	Espèces	Pots Barber	Ech. Main
<i>Dolichoderinae</i>	<i>Tapinoma simrothi</i>	+	+
<i>Myrmicinae</i>	<i>Messor medioruber</i>	+	-
	<i>Messor arenarius</i>	+	+
	<i>Messor sp. 1</i>	+	+
	<i>Messor sp. 2</i>	-	+
	<i>Messor striatulus</i>	-	+
	<i>Monomorium sp. 1</i>	+	-
	<i>Monomorium salomonis</i>	+	+
	<i>Monomorium prope salomonis</i>	+	+
	<i>Cardiocondyla nigra</i>	+	-
	<i>Tetramorium biskrense</i>	+	-
	<i>Goniomma thoracicum</i>	+	+
	<i>Goniomma barbaricum</i>	+	+
	<i>Pheidole pallidula</i>	+	-
	<i>Aphaenogaster sp.*</i>	+	+
<i>Dorylinae</i>	<i>Dorylus fulvus</i>	+	+
<i>Formicinae</i>	<i>Plagiolepis sp.</i>	+	-
	<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	+	+
	<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	-
	<i>Cataglyphis savignyi</i>	+	+
	<i>Cataglyphis bombycina</i>	+	+
	<i>Cataglyphis albicans</i>	-	+
	<i>Bajcaridris sp.</i>	+	-
	<i>Camponotus atlantis</i>	+	-
<b>Richesse</b>	<b>24 espèces</b>	<b>21 espèces</b>	<b>15 espèces</b>

\* : nouvelle espèce

La richesse spécifique trouvée pour l'ensemble des deux sous-stations du Chott s'élève à 24 espèces, soit 21 capturées dans les pots et 15 manuellement. Quatre sous-familles celles des Dolichoderinae, des Myrmicinae, des Formicinae et des Dorylinae sont représentées par 14 genres piégés dans les pots Barber au lieu de 8 lors de l'échantillonnage à la main. Ce sont *Tapinoma*, *Messor*, *Monomorium*, *Pheidole*, *Tetramorium*, *Cardiocondyla*, *Goniomma*, *Aphaenogaster*, *Plagiolepis*, *Bajcaridris*, *Cataglyphis*, *Camponotus*, *Lepisiota* et *Dorylus* (Tab. 20). La fourmi légionnaire *Dorylus fulvus* est le seul représentant des Dorylinae dans toute la liste de la myrmécofaune établie dans cette étude et sa présence est limitée au Chott du Hodna. Trois espèces n'ont pu être identifiées dont deux *Messor* (*Messor sp. 1* à pétiole en écaille et un gastre poilu et *Messor sp. 2* avec une tête rouge striolée ainsi que le thorax, un épinothum denté et un gastre poilu) et une *Aphaenogaster* dont la description est notée dans le chapitre suivant concernant les espèces de fourmis particulières dans la présente étude. La myrmécofaune du Chott est composée essentiellement par des Myrmicinae et des Formicinae. Les Dolichoderinae et les Dorylinae correspondent à une part très réduite.

Dans trois sous-stations dans la Réserve naturelle de Mergueb, celles d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima, les résultats obtenus lors de l'échantillonnage de la myrmécofaune à l'aide de pots Barber durant 2007 et 2008, sont rassemblés dans le tableau 21.

**Tableau 21** - Liste des espèces piégées à l'aide des pots Barber dans la Réserve naturelle de Mergueb en 2007-2008

Sous-familles	Espèces et sous-espèces
Dolichoderinae	<i>Tapinoma simrothi</i>
	<i>Tapinoma nigerrimum</i>
Formicinae	<i>Cataglyphis albicans</i>
	<i>Cataglyphis savignyi</i>
	<i>Cataglyphis bicolor</i>
	<i>Cataglyphis viaticus</i>
	<i>Cataglyphis lividus</i>
	<i>Camponotus foreli tingitanus</i>
	<i>Camponotus thoracicus</i>
	<i>Camponotus micans</i>
	<i>Lepisiota frauenfeldi</i>
Myrmicinae	<i>Messor barbarus</i>
	<i>Messor medioruber medioruber</i>
	<i>Gonomma thoracicum</i>
	<i>Gonomma barbaricum</i>
	<i>Oxypomyrmex emeryi</i>
	<i>Pheidole pallidula</i>
	<i>Cardiocondyla mauritanica</i>
	<i>Monomorium lammeerei</i>
	<i>Monomorium salomonis</i>
	<i>Monomorium santschii</i>
	<i>Monomorium subopacum</i>
	<i>Tetramorium biskrense</i>
	<i>Tetramorium sericeiventre</i>
<i>Tetramorium semilaeve</i>	
<b>Richesse</b>	<b>25 espèces</b>

Vint-cinq espèces de fourmis, correspondant à 2225 individus sont recueillies dans l'ensemble de trois sous-stations d'échantillonnages (Tab. 21). Ces 25 espèces appartiennent à 11 genres (*Tapinoma*, *Cataglyphis*, *Camponotus*, *Lepisiota*, *Messor*, *Gonomma*, *Oxypomyrmex*, *Cardiocondyla*, *Pheidole*, *Monomorium* et *Tetramorium*) eux mêmes regroupés en trois sous-familles (Dolichoderinae, Formicinae et Myrmicinae).

Quatorze espèces de Myrmicinae dont cinq, soit *Messor barbarus*, *M. medioruber*, *Gonomma thoracicum*, *G. hispanicum* et *Oxypomyrmex emeryi* sont granivores se trouvent dans la Réserve naturelle de Mergueb (R.N.M.) correspondant à un peu plus de la moitié des fourmis inventoriées (56 %). Elles sont suivies par les Formicinae (9 espèces) avec 36 % qui sont très

répandues à Mergueb (R.N.M.), région caractérisée par un écosystème steppique. Quant au Dolichoderinae, ces dernières ne sont représentées que par deux espèces du genre *Tapinoma* soit une abondance de 8 %.

Au total 30 pots Barber sont enterrés dans les forêts naturelle et artificielle d'El Haourane pour une période de deux mois mars et avril 2011. Les résultats des espèces inventoriées sont présentés dans le tableau 22.

**Tableau 22** – Inventaire des fourmis échantillonnées dans la forêt d'El Haourane (mars et avril 2011)

		Ech. Pots Barber		Ech. à la main	
Sous-Familles	Espèces et sous-espèces	F. nat.	F. art.	F.nat.	F.art.
Myrmicinae	<i>Monomorium salomonis</i>	+	+	+	+
	<i>Monomorium subopacum</i>	-	-	+	-
	<i>Messor barbarus</i>	-	+	+	+
	<i>Messor capitatus</i>	-	-	+	-
	<i>Messor picturatus</i>	-	-	+	+
	<i>Messor medioruber</i>	+	-	-	-
	<i>Messor grandinidus</i>	+	+	+	-
	<i>Aphaenogaster depilis</i>	+	+	+	-
	<i>Tetramorium semilaeve</i>	+	-	+	+
	<i>Tetramorium biskrense</i>	+	+	-	-
	<i>Crematogaster laestrygon</i>	+	-	+	-
	<i>Crematogaster scutellaris</i>	-	-	+	-
	<i>Temnothorax curtulus</i>	-	+	-	-
	<i>Strongylognathus afer</i>	-	-	-	+
Formicinae	<i>Plagiolepis</i> sp. 2	+	+	+	+
	<i>Cataglyphis albicans</i>	+	-	+	+
	<i>Cataglyphis viaticus</i>	+	+	+	-
	<i>Camponotus thoracicus</i>	+	+	+	+
	<i>Camponotus foreli tingitanus</i>	-	+	+	+
	<i>Camponotus atlantis</i>	-	+	-	+
	<i>Camponotus ruber</i>	+	-	+	+
	<i>Camponotus micans</i>	-	-	-	+
	<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	+	+	+	+
<b>Richesse</b>	<b>23 espèces et sous-espèces</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>13</b>
		<b>17</b>		<b>20</b>	

Ech. : échantillonnage; F. nat. : Forêt naturelle; F.art. : Forêt artificielle

L'échantillonnage effectué à l'aide des pots Barber donne une richesse totale égale à 17 espèces versus 20 espèces récoltées à la main (Tab. 22). Les captures à la main font apparaître six autres espèces qui ne sont pas piégées dans les pots. Il s'agit de *Monomorium subopacum*,

*Messor capitatus*, *Messor picturatus*, *Crematogaster scutellaris*, *Strongylognathus afer* et *Camponotus micans*. Une richesse de 13 espèces prises dans les pots contre 17 espèces récoltées à la main est notée dans la forêt naturelle et de 12 espèces dans la forêt artificielle. Par contre, dans la forêt artificielle, il n'y a pas de grandes différences pour le nombre d'espèces qui est égale à 12 récoltées par les pots et 13 à la main.

Les espèces recensées dans la forêt El Haourane appartiennent à 2 sous-familles (Myrmicinae et Formicinae) et sont réparties entre 11 genres (*Monomorium*, *Messor*, *Tetramorium*, *Crematogaster*, *Aphaenogaster*, *Temnothorax*, *Strongylognathus*, *Plagiolepis*, *Cataglyphis*, *Camponotus* et *Lepisiota*). Il est à remarquer le nombre élevé des Myrmicinae (14 espèces) par rapport aux Formicinae (9 espèces). Les Myrmicinae présentent 5 espèces de *Messor*. Chacun des genres *Monomorium*, *Tetramorium* et *Crematogaster* sont représentés par 2 espèces alors que ceux des *Aphaenogaster*, *Temnothorax* et *Strongylognathus* ne comprennent chacun qu'une seule espèce. Pour ce qui concerne les Formicinae, plus de la moitié des espèces recensées sont des *Camponotus* (6 espèces). Les *Cataglyphis* sont en nombre réduit (2 espèces) ainsi que les *Plagiolepis* et les *Lepisiota* (1 espèce chacun).

Dans la région de la Kabylie, un échantillonnage à la main a été effectué dans plusieurs endroits. En effet, et du moment que la zone choisie est montagneuse, il est retenu une marge d'altitudes pour chaque station. Les informations qui concernent les sites d'échantillonnage sont reportées dans le tableau 23. L'inventaire des espèces de fourmis recensées est exposé dans le tableau 24.

**Tableau 23** - Sites d'échantillonnage des fourmis de la Kabylie (2010 – 2011)

N° localité	Localité	Coordonnées	Altitude (mètres)	Plantes dominantes	Dates
1.	Melbou (Béjaïa)	36°38'34'' N. 05°22'07'' E.	4	<i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Daucus carota</i> ,	1 VIII 2010
2.	Tidjounane (deux endroits)	36°33'50'' N. 04°36'58'' E.	332 – 483	<i>Olea europea</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Picris</i>	6 VII 2010 14 VI 2011
4.	Assaoud	36°34'57'' N. 04°36'24'' E.	687	<i>Olea europea</i> , <i>Cistus monspeliensis</i> ,	15 IV 2011
5.	Akhroube	36°35'15'' N. 04°36'47'' E.	692	<i>Olea europea</i> , <i>Calycotome spinosa</i> ,	15 IV 2011
6.	Djenane (avec 8 endroits)	36°35'31'' N. 04°36'38'' E.	810 – 911	<i>Hordeum murinum</i> , <i>Olea europea</i> , <i>Quercus</i>	21 V 2010 3 VII 2010
7.	Akfadou (3endroits)	36°62'75'' N. 04°61'75'' E.	825 – 1070	<i>Cytisus triflorus</i> , <i>Erica arborea</i> , <i>Picris</i>	2 VII 2010 15 IV 2011
8.	Bousselama (3endroits)	36°35'36'' N. 04°36'28'' E.	848 – 873	<i>Ulmus campestris</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Olea</i>	14 V 2011 21 VIII 2010
9.	Aït Ziki	36°32'13'' N. 04°28'01'' E.	1374	<i>Santolina rosmarinifolia</i> ,	18 VII 2010
10.	Djurdjura (4endroits)	36°27'28'' N. 04°06'27'' E.	1463 -1844	<i>Mentha rotundifolia</i> , <i>Mentha pulegium</i> ,	18 VII 2010
11.	Tikjda (3 endroits)	36°26'45'' N. 04°06'48'' E.	1466	<i>Quercus ilex</i> , <i>Cedrus atlantica</i> , <i>Calycotome</i>	3 VII 2010
12.	Aïn Zebda	36°27'21'' N. 04°21'38'' E.	1527	<i>Cedrus atlantica</i> , <i>Festuca atlantica</i> ,	2 VIII 2010
13.	Tizi Nkouilal	36°28'24'' N. 04°14'09'' E.	1583	<i>Bupleurum spinosum</i> , <i>Ferula lutea</i>	18 VII 2010

Au total, 13 localités sont choisies pour l'échantillonnage des fourmis dans la région de la Kabylie. Ces localités présentent des altitudes comprises entre 4 et 1583 m. Dans chaque site, il existe une végétation qui le caractérise par rapport aux autres stations. Là où l'altitude dépasse 1000 m, les forêts de chênes verts et de cèdres de l'atlas apparaissent.

Les espèces inventoriées dans différentes localités dans la région de la Kabylie sont placées dans le tableau 24.

**Tableau 24** - Espèces de fourmis recueillies en Kabylie (2010-2011)

<b>Sous-Familles</b>	<b>Espèces</b>	<b>Localités</b>
Dolichoderinae	<i>Tapinoma simrothi</i>	6, 7, 8
	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	6
	<i>Linepithema humile</i>	1
Myrmicinae	<i>Messor barbarus</i>	2, 3, 6, 8
	<i>Messor medioruber</i>	4, 5, 7, 9
	<i>Messor grandinidus</i>	6
	<i>Messor capitatus</i>	6, 8, 10, 12
	<i>Messor striatulus</i>	6
	<i>Messor lobicornis</i>	10
	<i>Messor</i> sp. 1	6
	<i>Messor</i> sp. 2	13
	<i>Messor</i> sp. 3	8
	<i>Aphaenogaster depilis</i>	2, 6
	<i>Aphaenogaster canescens</i>	11
	<i>Aphaenogaster sardoa</i>	6
	<i>Monomorium salomonis</i>	2, 6
	<i>Tetramorium semilaeve</i>	7
	<i>Pheidole pallidula</i>	6
	<i>Crematogaster scutellaris</i>	6
	<i>Crematogaster laestrygon</i>	2
Formicinae	<i>Camponotus cruentatus</i>	6, 7, 8, 10, 11
	<i>Camponotus alii</i>	7, 11
	<i>Camponotus micans</i>	6
	<i>Cataglyphis viaticus</i>	5, 6, 8, 11, 12
<b>Richesse</b>	<b>24 espèces</b>	

La richesse spécifique des espèces de fourmis trouvée dans la Kabylie est de 24 (Tab. 24), dont 17 sont des Myrmicines, 4 des Formicines et 3 de Dolichoderines. Ces espèces sont

réparties entre 10 genres (*Tapinoma*, *Linepithema*, *Messor*, *Aphaenogaster*, *Monomorium*, *Tetramorium*, *Pheidole*, *Crematogaster*, *Camponotus* et *Cataglyphis*). Le genre *Messor* renferme le plus grand nombre d'espèces soit 9 espèces suivi par *Aphaenogaster* et *Camponotus* avec 3 espèces chacun.

### 3.1.2.1.1.2. - Fréquences centésimales ou abondances relatives des fourmis

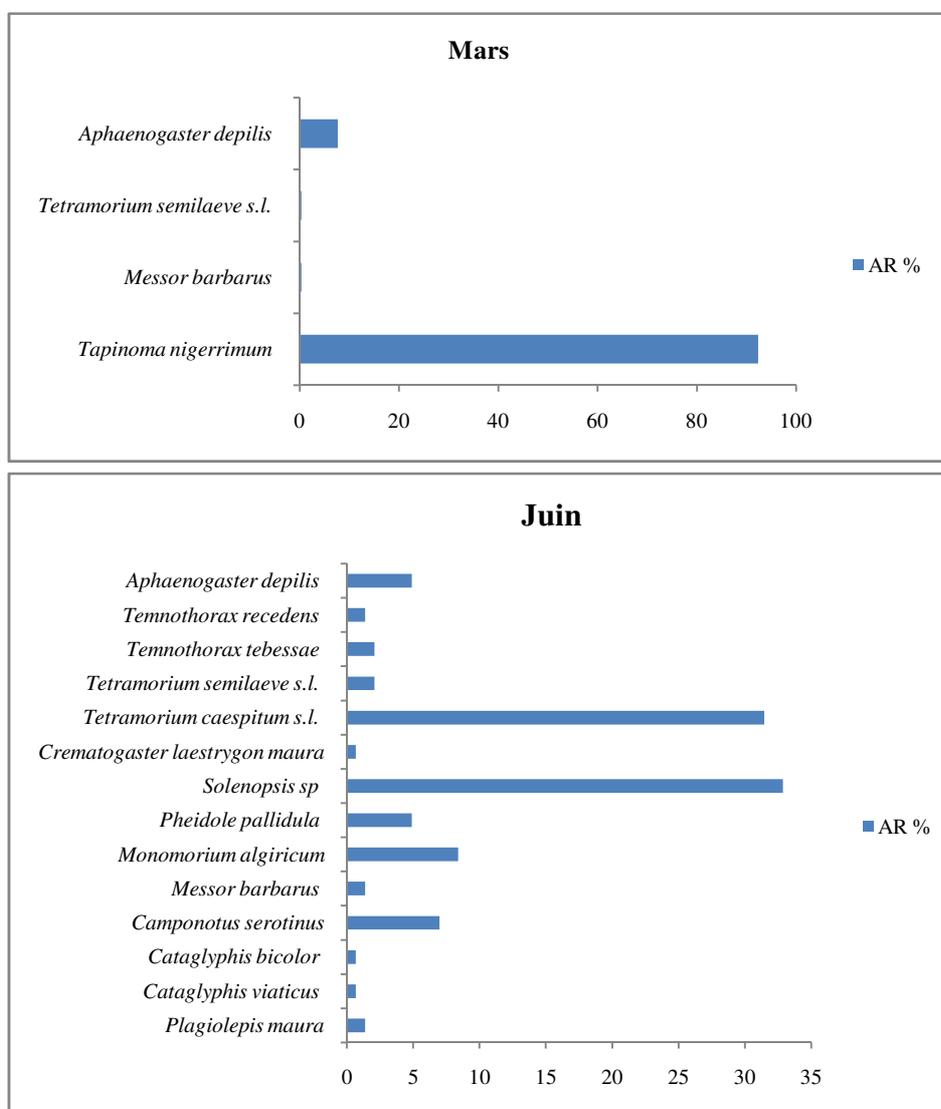
Les fréquences centésimales ou abondances relatives sont calculées pour les espèces de fourmis piégées dans des pots Barber dans les différentes stations d'étude. Le nombre des individus et les fréquences de chaque espèce de fourmi capturée dans les pots enterrés dans les jardins de l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach sont portés dans le tableau 25.

**Tableau 25** – Fréquences centésimales des fourmis échantillonnées dans l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach (mars et juin 2010) dans les pots pièges

Espèces	III		VI	
	N	AR %	N	AR%
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	287	92,33	-	-
<i>Plagiolepis maura</i>	-	-	2	1,39
<i>Cataglyphis viaticus</i>	-	-	1	0,69
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	1	0,69
<i>Camponotus serotinus</i>	-	-	10	6,99
<i>Messor barbarus</i>	1	0,32	2	1,39
<i>Monomorium algiricum</i>	-	-	12	8,39
<i>Pheidole pallidula</i>	-	-	7	4,89
<i>Solenopsis sp</i>	-	-	47	32,87
<i>Crematogaster laestrygon maura</i>	-	-	1	0,69
<i>Tetramorium caespitum</i> s.l.	-	-	45	31,47
<i>Tetramorium semilaeve</i> s.l.	1	0,32	3	2,09
<i>Temnothorax tebessae</i>	-	-	3	2,09
<i>Temnothorax recedens</i>	-	-	2	1,39
<i>Aphaenogaster depilis</i>	24	7,66	7	4,89
Total	313	100		

(N : nombres d'individus; AR % : Abondances relatives )

Une abondance remarquable des Myrmicinae (66,7 %) est notée par rapport aux Formicinae (26,7 %) et aux Dolichoderinae (6,7 %) au niveau de l'ENSA d'El-Harrach. Pendant le mois de mars, quatre espèces seulement sont capturées soit *Tapinoma nigerrimum* qui est très fréquente dans les pots enterrés (92,3 %) suivie de loin par *Aphaenogaster depilis* (7,6 %), *Messor barbarus* (0,3 %) et *Tetramorium semilaeve* (0,3 %) (Tab. 25). Par contre en juin, le nombre des espèces s'élève à 14 avec l'absence de *Tapinoma nigerrimum*. Un équilibre est noté pour *Solenopsis* sp. (32,8 %) et *Tetramorium caespitum* (31,4 %) qui dominent le peuplement de fourmis présentes dans le site d'étude. Des fréquences moindres sont enregistrées pour *Monomorium algiricum* (8,4 %) et *Camponotus serotinus* (6,9 %) ainsi que pour les autres espèces piégées dont les abondances sont négligeables (Fig. 26).



**Figure n° 26** - Abondances relatives des Formicidés dans le parc de l'ENSA El

Harrach en 2010

Les valeurs mensuelles concernant le nombre des individus ainsi que les abondances relatives de chaque espèce trouvée dans les pots Barber dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) sont rassemblées dans le tableau 26.

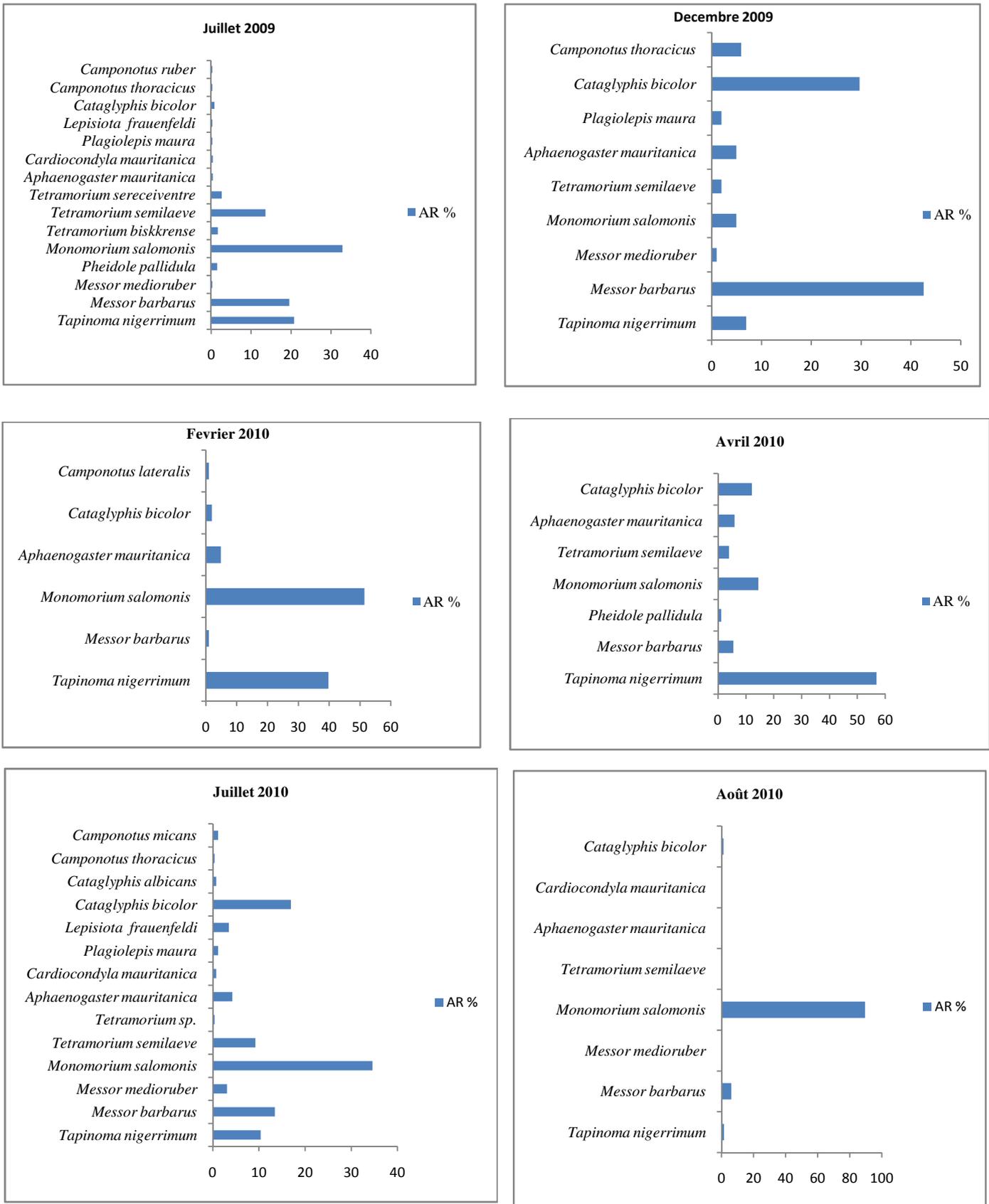
**Tableau 26** – Fréquences centésimales des espèces de fourmis échantillonnées dans les pots Barber dans le verger d'abricotiers (Nouara, M'sila) durant la période 2009-2010.

Paramètres Espèces	Année 2009				Année 2010							
	VII		XII		II		IV		VII		VIII	
	N	AR	N	AR	N	AR	N	AR	N	AR	N	AR
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	150	20,80	7	6,93	41	39,80	145	56,86	27	10,38	7	1,52
<i>Messor barbarus</i>	141	19,55	43	42,57	1	0,97	14	5,49	35	13,46	28	6,10
<i>Messor medioruber</i>	2	0,28	1	0,99	-	-	-	-	8	3,07	1	0,21
<i>Pheidole pallidula</i>	11	1,52	-	-	-	-	3	1,17	-	-	-	-
<i>Monomorium salomonis</i>	237	32,87	5	4,95	53	51,45	37	14,50	90	34,61	411	89,54
<i>Tetramorium biskrense</i>	12	1,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetramorium semilaeve</i>	98	13,59	2	1,98	-	-	10	3,92	24	9,23	2	0,43
<i>Tetramorium sereceiventre</i>	35	2,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tetramorium sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,38	-	-
<i>Aphaenogaster mauritanica</i>	19	0,41	5	4,95	5	4,85	15	5,88	11	4,23	2	0,43
<i>Cardiocondyla mauritanica</i>	3	0,41	-	-	-	-	-	-	2	0,76	2	0,43
<i>Plagiolepis maura</i>	3	0,27	2	1,98	-	-	-	-	3	1,15	-	-
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	2	0,28	-	-	-	-	-	-	9	3,46	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	6	0,83	30	29,70	2	1,94	31	12,15	44	16,92	6	1,30
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,76	-	-
<i>Camponotus thoracicus</i>	2	0,28	6	5,94	-	-	-	-	1	0,38	-	-
<i>Camponotus ruber</i>	3	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus lateralis</i>	-	-	-	-	1	0,97	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus micans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1,15	-	-
Totaux	724	100	101	100	103	100	255	100	260	100	459	100

N: nombres d'individus; AR: abondances relatives (%)

Un total de 1.899 individus sont piégés dans les pots Barber entre juillet et décembre 2009 et en février, avril, juillet et août 2010, dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila). L'abondance relative la plus élevée revient à *Monomorium salomonis* pour presque tous les mois d'échantillonnage ( $5,0 \% \leq A.R. \% \leq 89,5 \%$ ) (Tab. 26). Durant le mois de décembre,

l'abondance de cette espèce diminue et atteint 5,0 % suite à la baisse de la température qui correspond à l'entrée en hibernation. Pendant décembre et février, il est à noter de faibles abondances des fourmis à l'exception de celle de *Messor barbarus* (42,6 %), de *Cataglyphis bicolor* (29,7 %), de *Monomorium salomonis* (51,4 %) et de *Tapinoma nigerrimum* (39,8 %). Les valeurs basses correspondent à la période hivernale de plusieurs espèces. *Messor barbarus* est très fréquente pendant juillet (19,5%) et se cache en février (0,9 %). *Tapinoma nigerrimum* est assez fréquente pendant tout les mois sauf en décembre (6,9 %). Pour ce qui concerne *Aphaenogaster mauritanica* (0,4 % ≤ A.R. % ≤ 5,8 %), *Cataglyphis bicolor* (0,8 % ≤ A.R. % ≤ 29,7 %) et *Tetramorium semilaeve* (0,4 % ≤ A.R. % ≤ 13,6 %), elles sont moyennement abondantes et se trouvent pendant tous les mois d'échantillonnage (Fig. 27). 7 espèces sont récoltées une seule fois. Ce sont *Tetramorium biskrense*, *Tetramorium sereceiventre*, *Tetramorium* sp., *Camponotus mauritanica*, *Camponotus micans*, *Camponotus lateralis*, *Camponotus ruber* et *Cataglyphis albicans*. Les uniques (espèces vues une seule fois dans un seul point d'échantillonnage) sont au nombre de six telles que *Camponotus lateralis*, *C. micans*, *Cataglyphis albicans*, *Tetramorium* sp., *T. sereceiventre* et *T. biskrense*, alors que les duplicats (espèces vues en deux points d'échantillonnage) sont représentées par deux espèces *Lepisiota frauenfeldi* et *Pheidole pallidula* (Tab. 26).



**Figure n° 27** - Variation mensuelles des abondances relatives des Formicidés dans un verger d'abricotier à Nouara (M'sila) de 2009 à 2010.

Les nombres d'individus et les abondances relatives des espèces de fourmis piégées dans les pots Barber pendant les mois de mars et d'avril, dans deux sous-stations du Chott du Hodna, soit Medbah et Bir Kraa sont mis dans le tableau 27.

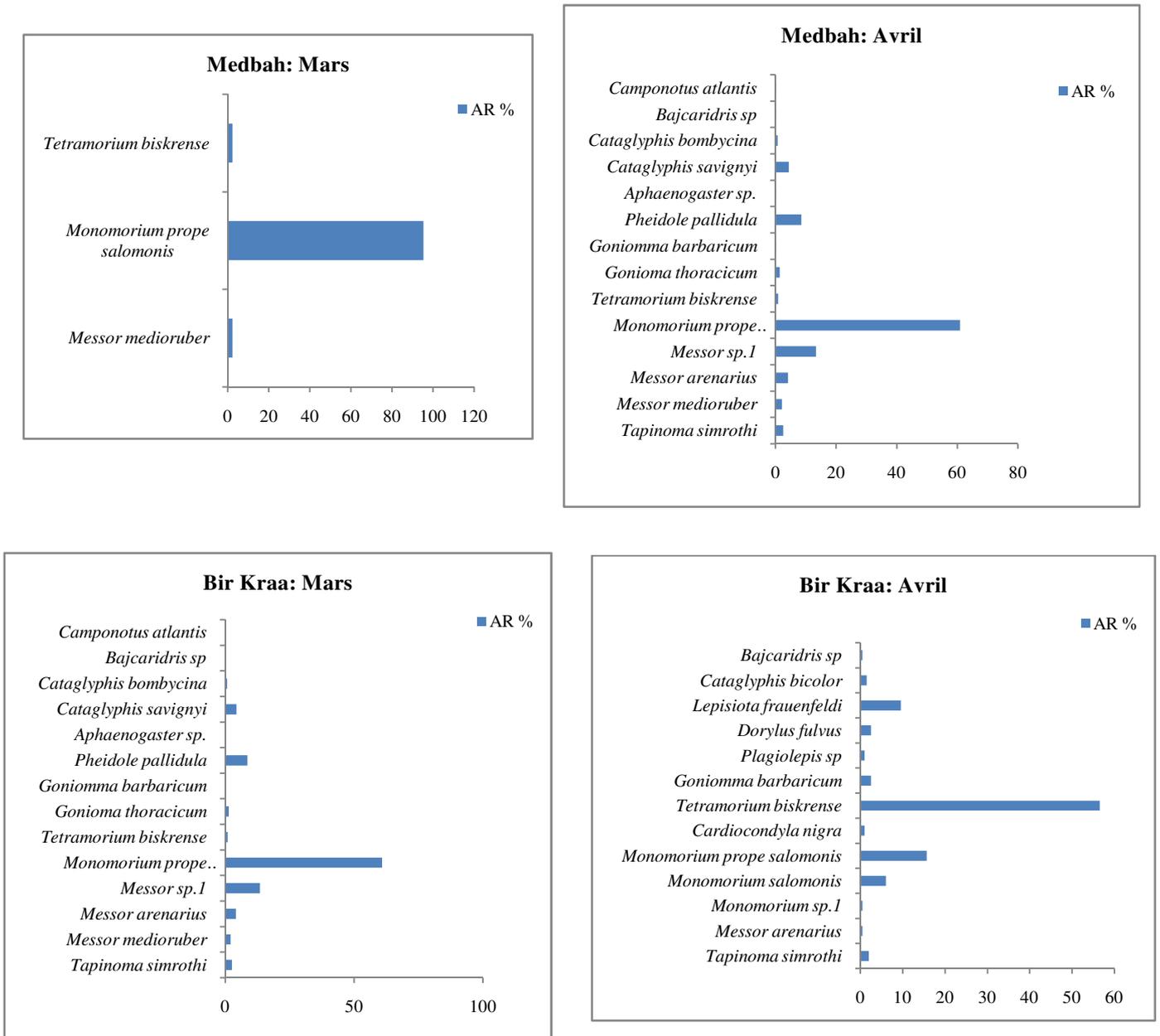
**Tableau 27** – Fréquences des espèces de fourmis piégées dans les pots Barber dans deux sous-stations du Chott du Hodna (mars-avril, 2011)

Espèces et sous-espèces	Medbah				Bir Kraa			
	Mars		Avril		Mars		Avril	
	N	AR%	N	AR%	N	AR%	N	AR%
<i>Tapinoma simrothi</i>	-	-	11	2,54	-	-	4	2,02
<i>Messor medioruber</i>	1	2,32	9	2,08	-	-	-	-
<i>Messor arenarius</i>	-	-	18	4,16	-	-	1	0,50
<i>Messor sp.1</i>	-	-	58	13,42	-	-	-	-
<i>Monomorium sp.1</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,50
<i>Monomorium salomonis</i>	-	-	-	-	-	-	12	6,06
<i>Monomorium prope salomonis</i>	41	95,35	263	60,88	11	78,57	31	15,65
<i>Cardiocondyla nigra</i>	-	-	-	-	-	-	2	1,01
<i>Tetramorium biskrense</i>	1	2,32	4	0,92	1	7,14	112	56,56
<i>Goniomma thoracicum</i>	-	-	6	1,38	-	-	-	-
<i>Goniomma barbaricum</i>	-	-	1	0,23	-	-	5	2,52
<i>Pheidole pallidula</i>	-	-	37	8,56	-	-	-	-
<i>Aphaenogaster sp.</i>	-	-	1	0,23	-	-	-	-
<i>Plagiolepis sp</i>	-	-	-	-	-	-	2	1,01
<i>Dorylus fulvus</i>	-	-	-	-	-	-	5	2,52
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	-	-	-	-	-	-	19	9,59
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	3	1,51
<i>Cataglyphis savignyi</i>	-	-	19	4,39	2	14,28	-	-
<i>Cataglyphis bombycina</i>	-	-	3	0,69	-	-	-	-
<i>Bajcaridris sp</i>	-	-	1	0,23	-	-	1	0,50
<i>Camponotus atlantis</i>	-	-	1	0,23	-	-	-	-
<b>Totaux</b>	43	100	432	100	14	100	198	100

N : nombres d'individus ; AR % : abondances relatives

Deux espèces de fourmis de petite taille sont présentes pendant les deux mois d'échantillonnage dans les deux sous-stations (Tab. 27). Il s'agit de *Monomorium prop. salomonis* et de *Tetramorium biskrense*. *Monomorium prop. salomonis* est l'espèce la plus abondante dans le Chott, présentant ainsi des fréquences variables ( $15,6 \% \leq A.R. \% \leq 95,3 \%$ ), suivie par *Tetramorium biskrense* ( $0,9 \% \leq A.R. \% \leq 56,6 \%$ ). Pour les espèces de grande taille, c'est *Cataglyphis savignyi* à Bir Kraa et *Messor sp.1* à Medbah qui présentent des fréquences moyennement élevées respectivement 14,2 % et 13,4 % (Fig. 28). 13 espèces soit plus de la moitié des espèces sont présentes en un seul point d'échantillonnage, dans l'une ou l'autre sous-station. Ce sont *Messor sp.1*, *Monomorium salomonis*, *Monomorium sp.1*,

*Pheidole pallidula*, *Aphaenogaster* sp., *Cardiocondyla nigra*, *Gonomma thoracicum*, *Plagiolepis* sp., *Cataglyphis bombycina*, *Cataglyphis bicolor*, *Camponotus atlantis*, *Lepisiota frauenfeldi* et *Dorylus fulvus*. Pour ce qui concerne l'activité, les fourmis sont peu actives en mars dans les deux sous-stations où trois espèces seulement sont recueillies, mais en faibles nombres d'individus. En avril, avec l'augmentation de la température, les fourmis relancent leur activité. D'autres espèces sont trouvées soit au total 14 espèces à Medbah et 13 à Bir Kraa.



**Figure n° 28** - Abondances relatives des espèces de fourmis dans deux stations dans le Chott du Hodna (2011)

Au niveau de la Réserve naturelle de Mergueb, des données sur les nombres d'individus et les fréquences des espèces de fourmis échantillonnées durant les deux années 2007 et 2008 sont placées dans les tableaux allant de 26 à 31.

Les résultats notés dans la station d'Oum Laadam sont placés dans le tableau 28.

**Tableau 28** - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007.

Paramètres	Oum Laadam											
	Janvier		Fevrier		Mars		Avril		Mai		Juin	
	N	AR %	N	AR %	N	AR %	N	AR %	N	AR %	N	AR %
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	-	-	2	3,17	-	-	6	3,41	30	5,37	-	-
<i>Tapinoma simrothi</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,57	-	-	-	-
<i>Messor medioruber medioruber</i>	1	2,86	1	1,58	1	2,85	39	22,16	11	1,97	11	6,87
<i>Monomorium salomonis</i>	32	91,43	48	76,19	4	11,43	51	28,97	376	67,38	72	45
<i>Monomorium santschii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,18	-	-
<i>Monomorium lameerei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	7,5
<i>Monomorium subopacum</i>	-	-	-	-	20	57,14	-	-	-	-	-	-
<i>Tetramorium biskrense</i>	-	-	8	12,69	2	5,71	15	8,52	39	6,98	1	0,62
<i>Tetramorium semilaeve</i>	2	5,71	4	6,35	5	14,28	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyomyrmex emeryi</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,57	-	-	-	-
<i>Pheidole pallidula</i>	-	-	-	-	-	-	15	8,52	-	-	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	-	-	1	2,85	-	-	-	-	6	3,75
<i>Cataglyphis savignyii</i>	-	-	-	-	1	2,85	41	23,29	64	11,47	32	20
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	-	-	-	-	4	2,27	35	6,27	22	13,75
<i>Cataglyphis viaticus</i>	-	-	-	-	-	-	1	0,57	1	0,18	3	1,87
<i>Camponotus foreli tingitanus</i>	-	-	-	-	-	-	2	1,13	1	0,18	1	0,62
<i>Cardiocondyla mauritanica</i>	-	-	-	-	1	2,85	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	35		63		35		176		558		160	

Suite à l'échantillonnage effectué à Oum Laadam, 1027 individus de fourmis sont recueillis. Ils sont représentés par 17 espèces réparties entre 9 genres, soit *Tapinoma*, *Messor*, *Monomorium*, *Tetramorium*, *Pheidole*, *Oxypomyrmex*, *Cardiocondyla*, *Cataglyphis* et *Camponotus* (Tab. 28). La présence de *Messor medioruber medioruber* (1,9 % à 22,2 %) et celle de *Monomorium salomonis* (11,4 % à 91,4 %) sont notées tout le long de la période d'échantillonnage. Les fréquences des espèces varient d'un mois à un autre. Cependant, durant le mois de janvier, trois espèces seulement sont capturées dans les pots avec une abondance très importante de *Monomorium salomonis* soit 91,4 %. Cette dernière est toujours fréquente (28,9 % à 76,2 %) durant les autres mois sauf en mars où elle cède la place à *Monomorium subopacum* (57,1 %). Il faut noter au mois d'avril une activité remarquable de la myrmécofaune surtout de trois espèces les plus abondantes qui sont *Monomorium salomonis* (28,9 %), *Cataglyphis savignyi* (23,3 %) et *Messor medioruber medioruber* (22,2 %).

Les résultats notés dans la station de Litima sont rassemblés dans le tableau 29.

**Tableau 29** - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Litima (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007

Espèces	Litima					
	Janvier		Mai		Juin	
	N	AR %	N	AR %	N	AR %
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	45	60	2	1	4	2,27
<i>Messor medioruber medioruber</i>	1	1,33	7	2,86	9	5,11
<i>Monomorium salomonis</i>	25	33,33	162	66,22	112	63,63
<i>Monomorium santschii</i>	1	1,33	-	-	-	-
<i>Monomorium lameerei</i>	-	-	6	2,45	1	0,57
<i>Tetramorium biskrense</i>	3	4	5	2,04	-	-
<i>Tetramorium sereceiventre</i>	-	-	2	1	3	1,7
<i>Tetramorium semilaeve</i>	-	-	4	1,63	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	-	-	3	1,7
<i>Cataglyphis savignyi</i>	-	-	39	15,92	32	18,18
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	16	6,53	10	5,68
<i>Cataglyphis viaticus</i>	-	-	-	-	2	1,13
<i>Camponotus micans</i>	-	-	2	1	-	-
<b>Totaux</b>	75	100	245	100	176	100

L'échantillonnage des fourmis à Litima comprend 496 individus répartis entre 13 espèces et 6 genres. Cinq espèces sont présentes dans les pots enterrés en janvier, 10 espèces en mai et 9 espèces en juin (Tab.29). Leurs fréquences centésimales sont variables et fluctuent ( $1,3 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 66,2 \%$ ). Pendant le mois de janvier, les espèces les plus abondantes sont *Tapinoma nigerrimum* (A.R. % = 60 %) et *Monomorium salomonis* (A.R. % = 33,3 %). En mai l'abondance relative de la dernière espèce citée s'élève (A.R. % = 66,2 %) suivie par celle de *Cataglyphis savignyii* (A.R. % = 15,9 %). Ces mêmes espèces sont abondantes en juin *Monomorium salomonis* (A.R. % = 63,6 %) et *Cataglyphis savignyii* (A.R. % = 18,2 %). Les autres espèces de fourmis sont faiblement représentées dans les pots Barber ( $1 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 6,5 \%$ ).

Les résultats obtenus dans la station de Litima sont placés dans le tableau 30.

**Tableau 30** - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Mrazem (Réserve naturelle de Mergueb) en 2007.

Paramètres	Mois										
	I		II	III		IV		V		VI	
	N	AR %	N	N	AR %	N	AR %	N	AR %	N	AR %
<i>Messor medioruber medioruber</i>	2	100	0	1	100	1	5,88	19	57,57	284	96,27
<i>Monomorium salomonis</i>	-	-	0	-	-	14	82,35	3	9,09	5	1,69
<i>Goniomma thoracicum</i>	-	-	0	-	-	-	-	-	-	1	0,34
<i>Tetramorium biskrense</i>	-	-	0	-	-	-	-	-	-	3	1,01
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	0	-	-	-	-	1	3,03	-	-
<i>Cataglyphis savignyii</i>	-	-	0	-	-	2	11,76	9	27,27	2	0,67
<i>Cataglyphis liviidus</i>	-	-	0	-	-	-	-	1	3,03	-	-
Total	2	100	0	1	100	17	100	33	100	295	100

L'échantillonnage des fourmis réalisé à Oum Mrazem en 2007 durant une période de 6 mois fait apparaître un total de 348 individus appartenant à sept espèces et cinq genres (Tab. 30). Il faut noter que pendant le mois de février, les pots récupérés étaient vides et aucune espèce n'est piégée. Mais en janvier une seule espèce est présente et même en mars mais en nombres d'individus très réduits. Il s'agit de *Messor medioruber medioruber* (A.R. % = 100 %). Le nombre d'espèces augmente en avril mais beaucoup plus en mai et en juin. Leurs fréquences varient entre 5,9 et 96,3 %. La plus grande fréquence est enregistrée pour *Monomorium salomonis* en avril (A.R. % = 82,3%), pour *Messor medioruber medioruber* en mai et en juin

(A.R. % = 57,6; A.R. % = 96,3%). Cette espèce est suivie en termes d'abondance par *Cataglyphis savignyii* en avril (A.R. % = 11,8 %) et en mai (A.R. % = 27,3 %) alors qu'en juin c'est la fourmi *Monomorium salomonis* qui prend une deuxième position modeste après *Messor medioruber medioruber* avec une fréquence égale à 1,7 %. De faibles fréquences sont notées pour les autres espèces.

Pour ce qui est des variations mensuelles des fréquences de fourmis durant l'année 2008, les résultats obtenus à Oum Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) sont placés dans le tableau 31.

**Tableau 31** - Fréquences des espèces de fourmis piégées par la méthode des pots Barber à Oum Laadam (Réserve naturelle de Mergueb) en 2008

Paramètres Espèces	Oum Laadam							
	II		IV		V		VI	
	N	AR%	N	AR%	N	AR%	N	AR%
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	6	100	-	-	-	-	-	-
<i>Messor medioruber medioruber</i>	-	-	16	84,21	16	94,11	39	61,9
<i>Monomorium salomonis</i>	-	-	-	-	-	-	15	23,81
<i>Tetramorium biskrense</i>	-	-	-	-	-	-	1	1,59
<i>Pheidole pallidula</i>	-	-	2	10,52	-	-	1	1,59
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	-	-	1	5,88	6	9,52
<i>Cataglyphis savignyii</i>	-	-	1	5,26	-	-	-	-
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	-	-	-	-	1	1,59
Totaux	6	100	19	100	17	100	63	100

N : Nombres d'individus; AR% : Abondances relatives; - : espèce absente

Durant l'année 2008, l'échantillonnage réalisé par la méthode des pots Barber a permis de recenser 8 espèces de fourmis appartenant à 6 genres (Tab. 31). Le nombre total d'individus est faible soit 105. *Tapinoma nigerrimum* n'est récoltée qu'en février en peu d'individus. Trois espèces seulement sont présentes en avril dont la plus abondante est *Messor medioruber medioruber* (A.R. % = 84,2 %) suivie par *Pheidole pallidula* (A.R. % = 10,5%). Ce qui attire l'attention est le faible nombre des espèces trouvées en mai soit 2 espèces avec une abondance élevée notée toujours pour *Messor medioruber medioruber* (A.R. % = 94,1 %). En juin, l'activité des fourmis augmente avec une fréquence assez importante notée pour *M.*

*medioruber medioruber* (A.R. % = 61,9 %) suivie par *Monomorium salomonis* (A.R. % = 23,8 %) et *Cataglyphis bicolor* (A.R. % = 9,5 %).

Les résultats des fréquences centésimales calculées pour les espèces de fourmis piégées à l'aide des pots Barber à Litima en 2008 sont regroupés dans le tableau 32.

**Tableau 32** - Fréquences des espèces de fourmis recueillies par la méthode des pots Barber à Litima (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2008

Paramètres Espèces	Litima							
	II		IV		V		VI	
	N	AR%	N	AR%	N	AR%	N	AR%
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	5	50	1	8,33	2	5,25	-	-
<i>Messor medioruber medioruber</i>	4	40	9	75	29	76,31	30	52,63
<i>Monomorium salomonis</i>	-	-	-	-	1	2,63	2	3,5
<i>Tetramorium biskrense</i>	1	10	-	-	1	2,63	3	5,26
<i>Pheidole pallidula</i>	-	-	-	-	-	-	9	15,78
<i>Goniomma thoracicum</i>	-	-	-	-	-	-	3	5,26
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	2	16,66	3	7,89	1	1,57
<i>Cataglyphis savignyi</i>	-	-	-	-	-	-	5	8,77
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	-	-	2	5,26	2	3,5
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	-	-	-	-	-	-	2	3,5
<b>Totaux</b>	10	100	12	100	38	100	57	100

N : Nombres d'individus; AR% : Abondances relatives; - : espèce absente

Les fréquences des espèces de fourmis récoltées à Litima en 2008 varient d'un mois à un autre (Tab.32). En effet, deux espèces sont abondantes en février notamment *Tapinoma nigerrimum* (A.R. % = 50 %) et *Messor medioruber medioruber* (A.R. % = 40 %). Cette dernière espèce atteint une fréquence de 75 % en mois d'avril, suivi par *Cataglyphis bicolor* (A.R. % = 16,7%). Pour le mois de mai et de juin, plusieurs espèces sont recueillies dans les pots mais l'abondance la plus élevée reste toujours celle de *Messor medioruber medioruber* (A.R. % = 76,3% et 52,6% respectivement). La deuxième place est occupée par *Cataglyphis bicolor* (A.R. % = 7,9 %) en mai et par *Pheidole pallidula* (A.R. % = 15,8 %) en juin. Pour les fréquences des autres espèces, elles sont comprises entre 1,6 et 8,8 %.

Les nombres et les fréquences des espèces de fourmis échantillonnées à l'aide des pots enterrés à Oum Mrazem en 2008 sont mis dans le tableau 33.

**Tableau 33** - Fréquences des espèces de fourmis récoltées par la méthode des pots Barber à Oum Mrazem (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2008

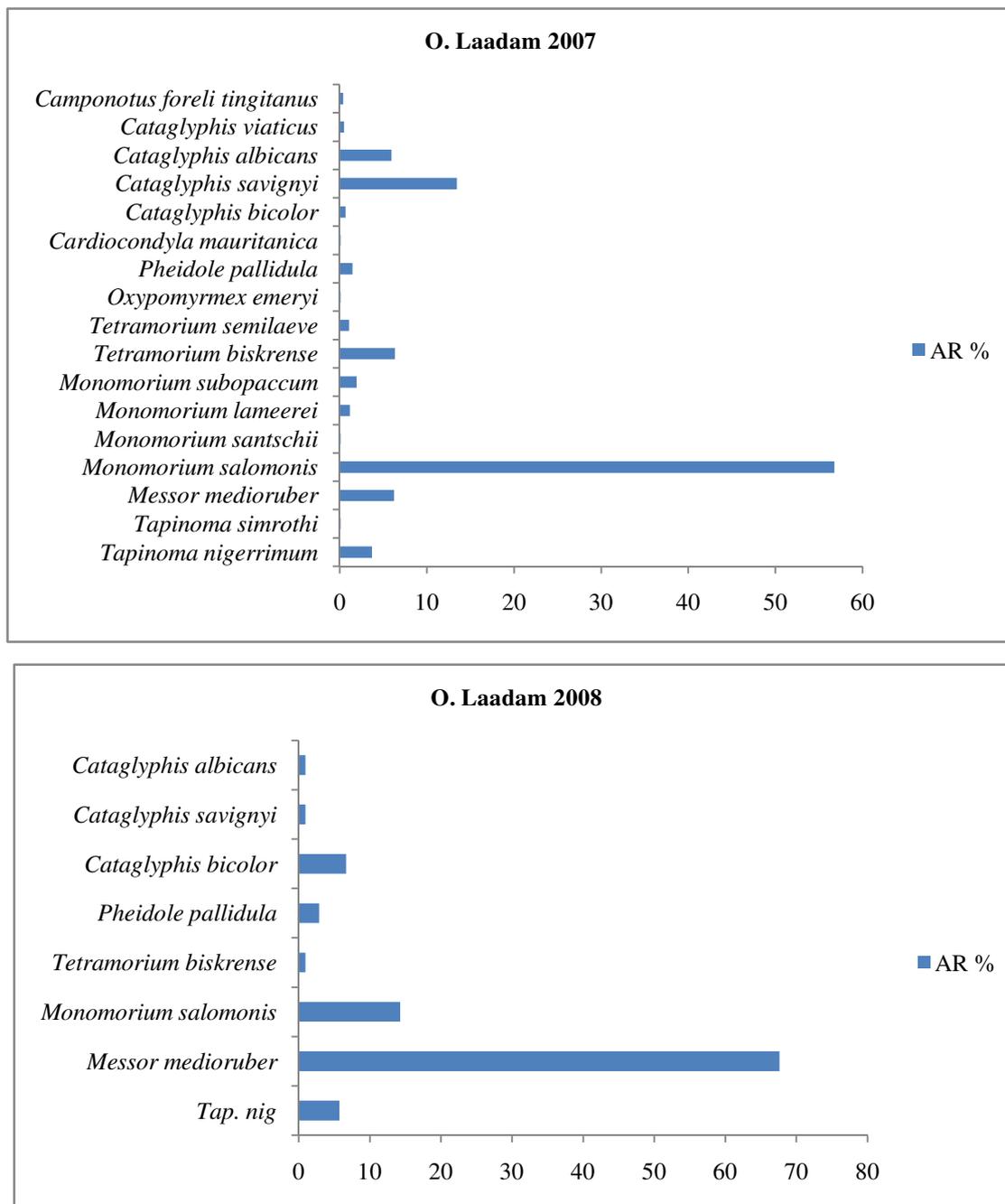
Espèces	Oum Mrazem					
	II		V		VI	
	N	AR%	N	AR%	N	AR%
<i>Messor medioruber medioruber</i>	1	100	34	57,63	28	38,89
<i>Monomorium salomonis</i>	-	-	7	11,86	28	38,89
<i>Monomorium subopacum</i>	-	-	-	-	3	4,16
<i>Tetramorium biskrense</i>	-	-	1	1,69	-	-
<i>Tetramorium sereceiventre</i>	-	-	1	1,69	-	-
<i>Pheidole pallidula</i>	-	-	4	6,78	-	-
<i>Goniomma barbaricum</i>	-	-	1	1,69	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	4	6,78	4	5,55
<i>Cataglyphis savignyii</i>	-	-	1	1,69	1	1,39
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	6	10,17	7	9,72
<i>Camponotus thoracicus</i>	-	-	-	-	1	1,39
<b>Totaux</b>	<b>1</b>	<b>100</b>	<b>59</b>	<b>100</b>	<b>72</b>	<b>100</b>

N : Nombres d'individus; AR% : Abondances relatives; - : espèce absente

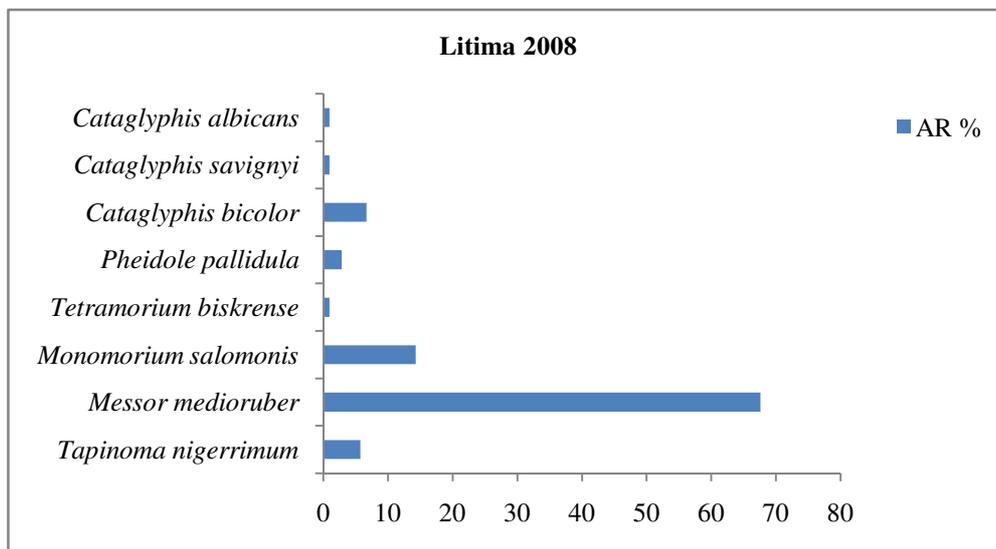
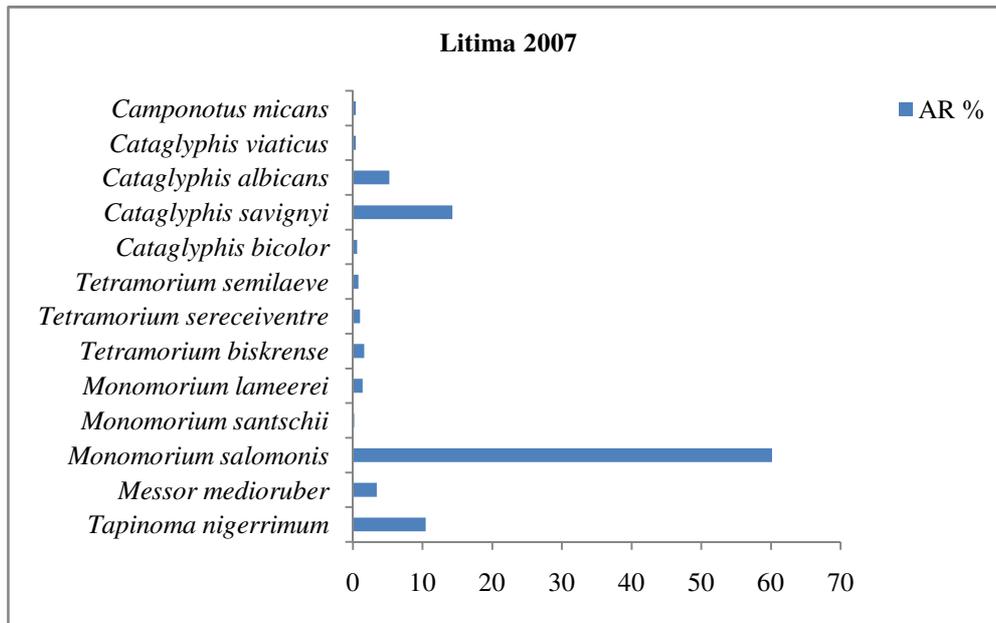
Il est à remarquer la présence d'une seule espèce de fourmi (*Messor medioruber medioruber*) en un seul exemplaire dans les pots enterrés en février à Oum Mrazem en 2008 (Tab. 33). Par contre, en mai le nombre des espèces augmente et les fréquences les plus élevées sont notées pour *Messor medioruber medioruber* (A.R. % = 57,6 %) et pour *Monomorium salomonis* (A.R. % = 11,9 %). En juin, ces deux espèces présentent la même abondance soit A.R. % = 38,9 %. Elles sont suivies par *Cataglyphis albicans* (A.R. % = 9,7 %), tandis que les autres espèces de fourmis possèdent des fréquences moins importantes ( $1,4\% \leq \text{A.R. \%} \leq 5,5\%$ ). Les espèces vues une seule fois en un seul exemplaire sont au nombre de quatre. Ce sont *Tetramorium biskrense*, *Tetramorium sereceiventre*, *Goniomma barbaricum* et *Camponotus thoracicus*.

Pour ce qui est des variations annuelles des abondances des fourmis dans les trois sites au cours de deux années d'échantillonnage (2007- 2008), il est à constater qu'il existe une différence concernant la distribution des espèces capturées et leurs fréquences centésimales. *Monomorium salomonis* domine fortement à Oum Laadam et à Litima en 2007 à l'exception d'Oum Mrazem où *Messor medioruber* est la plus fréquente (Fig. 29 à 31). *M. salomonis* est accompagnée par d'autres espèces dont *M. medioruber* qui se trouve en deuxième position. Par contre en 2008, c'est *Messor medioruber* qui domine dans les trois sous-stations, suivie

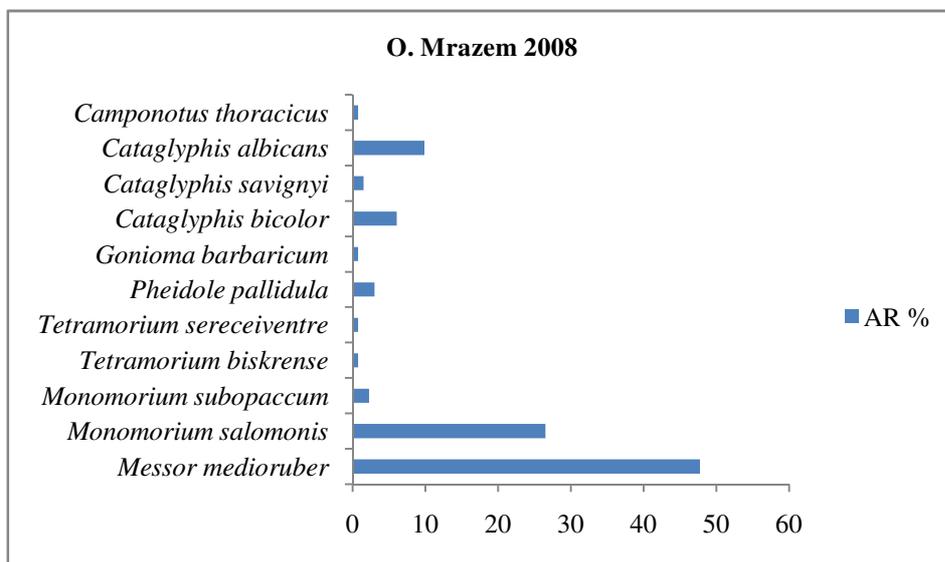
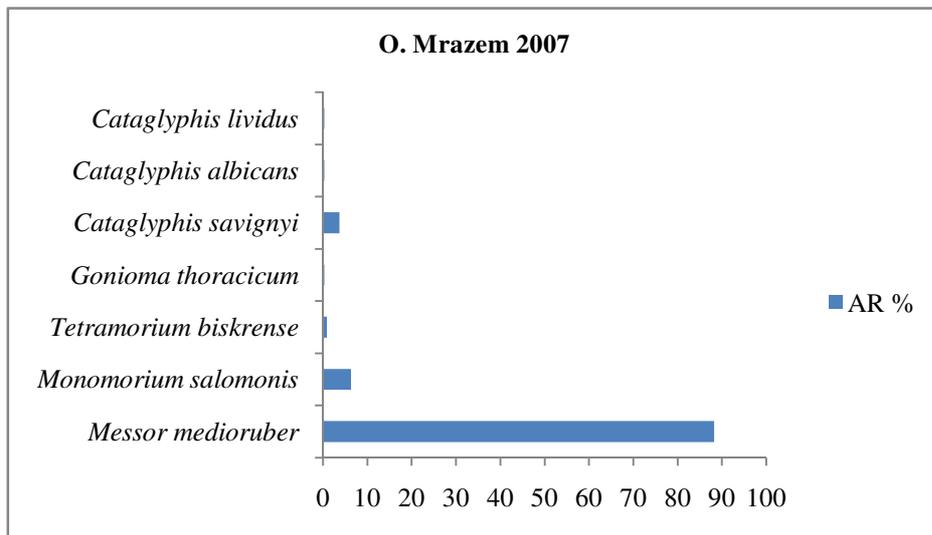
par *M. salomonis* et par *Cataglyphis bicolor*. Les autres espèces sont beaucoup moins fréquentes dans la Réserve de Mergueb.



**Figure n° 29** - Abondances relatives des fourmis capturées à l'aide des pots Barber à Oum Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007-2008.



**Figure n° 30** - Abondances relatives des fourmis capturées à l'aide des pots Barber à Litima (Réserve Naturelle de Mergueb) en 2007 – 2008.



**Figure n° 31** - Abondances relatives des fourmis trouvées dans les pots Barber à Oum Mrazem (Réserve Naturelle de Mergueb) durant les années 2007 et 2008.

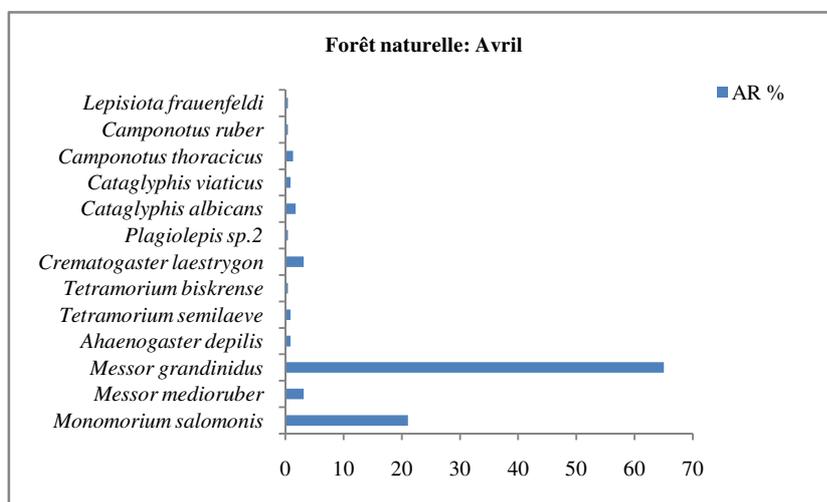
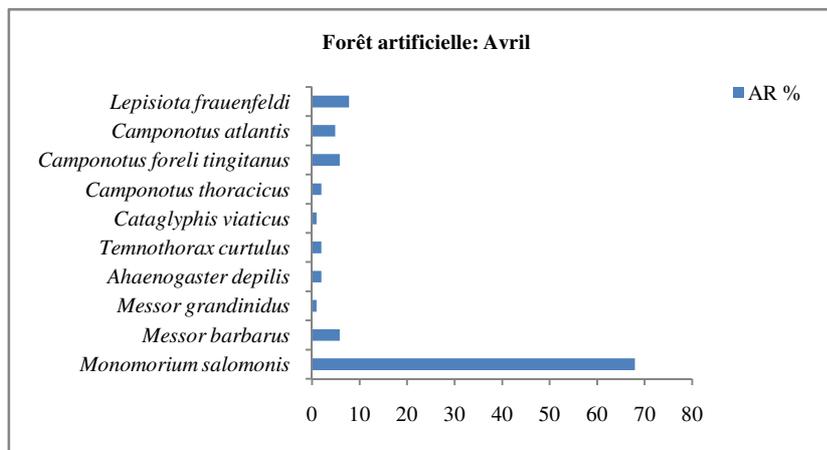
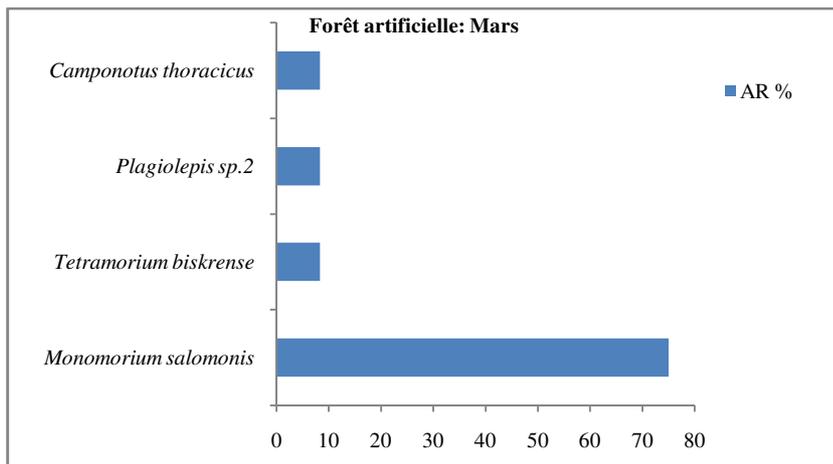
Les résultats obtenus dans la Forêt El Haourane portant sur les fréquences centésimales des espèces de fourmis échantillonnées dans la forêt El Haourane sont rassemblés dans le tableau 34.

**Tableau 34** – Fréquences des espèces de fourmis échantillonnées dans la forêt El Haourane durant les mois de mars et d'avril 2011

Espèces	F. artificielle				F.naturelle	
	III	IV		IV		
	N	AR%	N	AR%	N	AR%
<i>Monomorium salomonis</i>	9	75	70	67,96	47	21,08
<i>Messor barbarus</i>	-	-	6	5,82	-	-
<i>Messor medioruber</i>	-	-	-	-	7	3,13
<i>Messor grandinidus</i>	-	-	1	0,97	145	65,02
<i>Aphaenogaster depilis</i>	-	-	2	1,94	2	0,89
<i>Tetramorium semilaeve</i>	-	-	-	-	2	0,89
<i>Tetramorium biskrense</i>	1	8,33	-	-	1	0,45
<i>Crematogaster laestrygon</i>	-	-	-	-	7	3,13
<i>Temnothorax curtulus</i>	-	-	2	1,94	-	-
<i>Plagiolepis</i> sp.2	1	8,33	-	-	1	0,45
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	-	-	4	1,79
<i>Cataglyphis viaticus</i>	-	-	1	0,97	2	0,89
<i>Camponotus thoracicus</i>	1	8,33	2	1,94	3	1,34
<i>Camponotus foreli tingitanus</i>	-	-	6	5,82	-	-
<i>Camponotus atlantis</i>	-	-	5	4,85	-	-
<i>Camponotus ruber</i>	-	-	-	-	1	0,45
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	-	-	8	7,76	1	0,45
Totaux	12	100	103	100	223	100

F. : Forêt ; N : Nombres d'individus ; AR % : Abondances relatives, - : espèce absente

L'abondance relative des espèces de fourmis varie suivant le site et le mois (Tab. 34; Fig. 32). En effet, peu d'espèces (S = 4) sont présentes dans la forêt artificielle en mars avec une dominance de *Monomorium salomonis* (A.R. % = 75 %) et des fréquences centésimales égales pour les trois autres espèces, soit *Tetramorium biskrense*, *Plagiolepis* sp. 2 et *Camponotus thoracicus* (AR % = 8,33 %). Par contre en avril, la richesse augmente (S = 10) et la communauté demeure toujours dominée par *Monomorium salomonis* (A.R. % = 67,9 %), suivie de loin par *Lepisiota frauenfeldi* (A.R. % = 7,76 %), *Messor barbarus* (A.R. % = 5,8 %) et *Camponotus foreli tingitanus* (A.R. % = 5,8 %). Les autres espèces sont peu fréquentes. Pour ce qui concerne la forêt naturelle, il est à remarquer qu'elle présente une richesse un peu plus élevée que la forêt artificielle, soit 13 espèces dominées par *Messor grandinidus* (A.R. % = 65,0 %) et *Monomorium salomonis* (A.R. % = 21,1 %). Les espèces arboricoles telles que *Crematogaster laestrygon* (A.R. % = 3,1 %) et *Camponotus ruber* (A.R. % = 0,5 %) sont peu notées.



**Figure n° 32** - Abondances relatives des fourmis échantillonnées par les Pitfall traps dans la Forêt El Haourane (Forêt artificielle et Forêt naturelle) en 2011.

Les fréquences d'occurrence des espèces de fourmis échantillonnées dans chacune des stations d'étude sont exposées. Il est à souligner que le nombre de pots utilisés dans l'échantillonnage des fourmis est variable dans les stations d'étude et il atteint au total 397 dont 12 pots perdus. Ils sont répartis dans le tableau 35 en fonction des stations et des années.

**Tableau 35** – Nombre de pots enterrés dans les différentes stations d'étude pour l'échantillonnage des fourmis.

Régions	Stations	Années	Nombres de pots	Totaux
Littoral	ENSA	2010	30	30
Steppe	Nouara	2009 – 2010	40 – 41	81
	Mergueb	2007 – 2008	159 – 57	216
	Chott du Hodna	2011	40	28
	Forêt El Haourane	2011	30	30
			<b>Total</b>	<b>385</b>

Pour de nombreuses raisons, entre autres l'insécurité et la présence d'espèces animales dangereuses comme les vipères et le sanglier dans quelques stations d'étude notamment à Mergueb, dans le chott et la forêt El Haourane, il a été nécessaire de réduire la période d'échantillonnage et donc le nombre de pots. Quelquefois, il a été impossible de rester dans une station plus d'une heure de temps surtout en période de grandes chaleurs, tel est le cas du Chott où les tiques deviennent très actives par temps très chaud rendant pénible le travail.

Dans la station de l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, les fréquences d'occurrence sont calculées pour l'ensemble des espèces piégées dans des pots Barber durant les mois de mars et de juin 2010. Les résultats sont regroupés dans le tableau 36.

**Tableau 36** - Fréquences d'occurrence calculées pour les espèces de fourmis capturées à l'ENSA (El Harrach) pendant les mois de mars et de juin 2010

Espèces et sous-espèces	Pi	F.O. (%)
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	13	43,33
<i>Plagiolepis maura</i>	2	6,67
<i>Cataglyphis viaticus</i>	1	3,33
<i>Cataglyphis bicolor</i>	1	3,33
<i>Camponotus serotinus</i>	6	20
<i>Messor barbarus</i>	6	20
<i>Monomorium algiricum</i>	3	10
<i>Pheidole pallidula</i>	6	20
<i>Solenopsis</i> sp.	4	13,33
<i>Crematogaster laestrygon maura</i>	2	6,67
<i>Tetramorium caespitum</i>	2	6,67
<i>Tetramorium semilaeve</i>	3	10
<i>Temnothorax tebessae</i>	3	10
<i>Temnothorax recedens</i>	1	3,33
<i>Aphaenogaster depilis</i>	15	50

Pi : Nombres d'apparitions de l'espèce i ; F.O. : Fréquences d'occurrence (%)

Les valeurs des fréquences d'occurrence des espèces de fourmis présentes dans 30 pots enterrés dans le parc de l'ENSA d' El Harrach varient entre 3,3 et 50 % (Tab. 36). Selon la règle de Sturge, le nombre de classes de constance est égal à 9,77 mais il est arrondi par excès à 10 classes telles que  $0 \% < \text{F.O.} \% \leq 10 \%$  pour les espèces très rares,  $10 \% < \text{F.O.} \% \leq 20 \%$  pour les espèces rares,  $20 \% < \text{F.O.} \% \leq 30 \%$  pour les espèces accidentelles,  $30 \% < \text{F.O.} \% \leq 40 \%$  pour les espèces accessoires,  $40 \% < \text{F.O.} \% \leq 50 \%$  pour les espèces très accessoires,  $50 \% \leq \text{F.O.} \% \leq 60 \%$  pour les espèces régulières,  $60 \% < \text{F.O.} \% \leq 70 \%$  pour les espèces très régulières,  $70 \% < \text{F.O.} \% \leq 80 \%$  pour les espèces constantes,  $80 \% < \text{F.O.} \% \leq 90 \%$  pour les espèces très constantes et  $90 \% < \text{F.O.} \% \leq 100 \%$  pour les espèces omniprésentes. Les valeurs les plus faibles sont notées pour les espèces dont l'occurrence est d'une seule fois dans les relevés (FO % = 3,3 %). C'est le cas de *Cataglyphis bicolor*, *C. viaticus* et *Temnothorax recedens*, classées parmi les espèces très rares. En revanche, la valeur de la fréquence d'occurrence la plus élevée revient à *Aphaenogaster depilis* qui est signalée dans 50 % des pots. C'est une espèce très accessoire. Elle est suivie par *Tapinoma nigerrimum*, espèce très accessoire (F.O. % = 43,3 %). Cette espèce est accompagnée par d'autres fourmis peu fréquentes, soit *Pheidole pallidula* (F.O. % = 20 %), *M. barbarus* (F.O. % = 20 %) et *C. serotinus* (F.O. % = 20 %).

Dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila), les nombres d'apparitions des espèces de fourmis dans les pots Barber et leurs fréquences d'occurrence sont regroupés dans le tableau 37.

**Tableau 37** - Fréquences d'occurrence calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) en 2009 et en 2010.

Espèces	2009		2010	
	Pi	F.O. (%)	Pi	F.O. (%)
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	17	85	26	63,41
<i>Messor barbarus</i>	12	60	24	58,54
<i>Messor medioruber</i>	2	10	2	4,88
<i>Pheidole pallidula</i>	3	15	1	2,44
<i>Monomorium salomonis</i>	17	85	26	63,41
<i>Tetramorium biskrense</i>	3	15	-	-
<i>Tetramorium semilaeve</i>	14	70	12	29,27
<i>Tetramorium sericeiventre</i>	1	5	-	-
<i>Tetramorium sp.</i>	-	-	1	2,44
<i>Aphaenogaster mauritanica</i>	12	60	15	36,59
<i>Cardiocondyla mauritanica</i>	1	5	3	7,32
<i>Plagiolepis maura</i>	4	20	3	7,32
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	2	10	4	9,76
<i>Cataglyphis bicolor</i>	11	55	21	51,22
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	2	4,88
<i>Camponotus thoracicus</i>	3	15	1	2,44
<i>Camponotus ruber</i>	3	15	-	-
<i>Camponotus lateralis</i>	-	-	1	2,44
<i>Camponotus micans</i>	-	-	1	2,44

Pi : Nombres d'apparitions de l'espèce i ; F.O. (%) : Fréquences d'occurrence; - : espèce absente

Le nombre total de pots utilisé pour l'échantillonnage des fourmis dans le verger d'abricotiers à M'sila est égale à 81 pots dont 40 en 2009 et 41 en 2010. Dans ce verger, 11 classes de constance sont notées pour chaque année telles que  $0\% < \text{F.O.} \% \leq 9,1\%$  pour les espèces très rares,  $9,1\% < \text{F.O.} \% \leq 18,2\%$  pour les espèces très rares,  $18,2\% < \text{F.O.} \% \leq 27,3\%$  pour les espèces rares,  $27,3\% < \text{F.O.} \% \leq 36,4\%$  pour les espèces accidentelles,  $36,4\% <$

F.O. %  $\leq$  45,5 % pour les espèces accessoires,  $45,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 54,6 \%$  pour les espèces très accessoires,  $54,6 \% < \text{F.O. \%} \leq 63,7 \%$  pour les espèces régulières,  $63,7 \% < \text{F.O. \%} \leq 72,8 \%$  pour les espèces très régulières,  $72,8 \% < \text{F.O. \%} \leq 81,9 \%$  pour les espèces constantes,  $81,9 \% < \text{F.O. \%} \leq 91 \%$  pour les espèces très constantes et  $91 \% < \text{F.O. \%} \leq 100 \%$  pour les espèces omniprésentes. En 2009, deux espèces sont très constantes dans les pots (Tab. 35). Il s'agit de *Tapinoma nigerrimum* (F.O. % = 85 %) et de *Monomorium salomonis* (F.O. % = 85 %). Une espèce est qualifiée de très régulière. C'est *Tetramorium semilaeve* (F.O. % = 70 %). Trois autres sont régulières notamment *Cataglyphis bicolor* (F.O. % = 55 %), *Messor barbarus* (F.O. % = 60 %) et *Aphaenogaster mauritanica* (F.O. % = 60 %).

Pour ce qui concerne l'année 2010, les espèces très constantes, soit *Tapinoma nigerrimum*, et *Monomorium salomonis* deviennent régulières avec une fréquence d'occurrence de 63,4 % chacune. *Messor barbarus* (F.O. % = 58,5 %) et *Cataglyphis bicolor* (F.O. % = 51,2%) restent toujours régulières dans les pots, alors que *Tetramorium semilaeve* qui était très régulière en 2009 est qualifiée en 2010 d'accidentelle (F.O. % = 29,3 %). De même *Aphaenogaster mauritanica* (F.O. % = 36,6 %) devient accessoire. Toutes les autres espèces sont très rares avec des fréquences d'occurrence basses ( $2,4 \% \leq \text{F.O. \%} \leq 9,8 \%$ ).

Les données concernant les nombres d'apparitions des espèces de fourmis et leurs fréquences d'occurrence dans les deux sous-stations du Chott du Hodna sont présentées dans le tableau 38.

**Tableau 38** - Fréquences d'occurrence calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans le Chott du Hodna en 2011

Espèces	Birkraa		Medbah	
	Pi	F.O. (%)	Pi	F.O. (%)
<i>Tapinoma simrothi</i>	1	7,69	2	14,29
<i>Messor medioruber</i>	3	23,08	-	-
<i>Messor arenarius</i>	7	53,85	1	7,14
<i>Messor sp.1</i>	7	53,85	-	-
<i>Monomorium sp.1</i>	-	-	1	7,14
<i>Monomorium salomonis</i>	-	-	2	14,29
<i>Monomorium prope salomonis</i>	13	100	7	50,00
<i>Cardiocondyla nigra</i>	-	-	1	7,14
<i>Tetramorium biskrense</i>	5	38,46	6	42,86
<i>Goniomma thoracicum</i>	2	15,38	-	-
<i>Goniomma barbaricum</i>	1	7,69	1	7,14
<i>Pheidole pallidula</i>	3	23,08	-	-
<i>Aphaenogaster sp.</i>	1	7,69	-	-
<i>Plagiolepis sp.</i>	-	-	2	14,29
<i>Dorylus fulvus</i>	-	-	1	7,14
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	-	-	2	14,29
<i>Cataglyphis bicolor</i>	-	-	1	7,14
<i>Cataglyphis savignyi</i>	8	61,54	1	7,14
<i>Cataglyphis bombycina</i>	3	23,08	-	-
<i>Bajcaridris sp</i>	1	7,69	1	7,14
<i>Camponotus atlantis</i>	1	7,69	-	-

Pi : Nombres d'apparitions de l'espèce i ; F.O. (%) : Fréquences d'occurrence; - : espèce absente

Dans le Chott du Hodna, 40 pots Barber dont 20 à Medbah et 20 à Birkraa sont mis en place. Mais malheureusement, seuls 28 d'entre eux sont récupérés. Les autres pots ont été enlevés de leur place, probablement par des personnes curieuses ou de passage. Selon l'équation de Sturge, 9 classes de constance sont enregistrées à BirKraa avec un intervalle égal à 11,1 %. Les espèces rares appartiennent à la fourchette  $0 \% < \text{F.O.} \% \leq 11,1 \%$  et les espèces accidentelles à l'intervalle  $11,1 \% < \text{F.O.} \% \leq 22,2 \%$ . A  $22,2 \% < \text{F.O.} \% \leq 33,3 \%$  correspondent les espèces accessoires, à  $33,3 \% < \text{F.O.} \% \leq 44,4 \%$  les espèces très accessoires, à  $44,4 \% < \text{F.O.} \% \leq 55,5 \%$  les espèces fréquentes, à  $55,5 \% < \text{F.O.} \% \leq 66,6 \%$  les espèces régulières, à  $66,6 \% < \text{F.O.} \% \leq 77,7 \%$  les espèces très régulières, à  $77,7 \% < \text{F.O.} \% \leq 88,8 \%$  celles constantes et à  $88,8 \% < \text{F.O.} \% \leq 100 \%$  les espèces omniprésentes. *Monomorium prope salomonis* est omniprésente (F.O. % = 100 %), étant présente dans tous les pots à Birkraa (Tab. 38). Elle est suivie par 1 espèce régulière *Cataglyphis savignyi* (F.O. % = 61,5 %), et par 2 espèces fréquentes notamment *Messor arenarius* (F.O.% = 53,8 %) et *Messor sp. 1* (F.O. % = 53,8 %). *Tetramorium biskrense* est très accessoire dans les pots

(F.O.% = 38,5 %). Les autres espèces sont soit rares ou soit accessoires présentant de basses fréquences d'occurrence ( $7,7 \% \leq \text{F.O.} \% \leq 23,1 \%$ ). A Medbah, 11 classes de constance sont présentes comme dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila). Ce sont les mêmes intervalles de classes qu'il est normal de ne pas répéter ici. Dans ce cadre *Monomorium prope salomonis* apparaît la seule espèce très accessoire (F.O. % = 50 %) accompagnée par une espèce accessoire *Tetramorium biskrense* (F.O. % = 42,9 %), tandis que le reste des espèces sont soit très rares (F.O. % = 7,1%) ou soit rares (F.O. % = 14,3 %).

Les fréquences d'occurrences calculées pour les espèces de fourmis inventoriées dans la Réserve Naturelle de Mergueb (RNM) sont regroupées dans le tableau 39.

**Tableau 39** - Fréquences d'occurrence calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans la RNM durant les années 2007 et 2008

Espèces et sous-espèces	Oum Laadam				Oum Mrazem				Litima			
	2007		2008		2007		2008		2007		2008	
	Pi	FO(%)	Pi	FO(%)	Pi	FO(%)	Pi	FO(%)	Pi	FO(%)	Pi	FO(%)
<i>Tapinoma simrothi</i>	1	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	13	18,84	3	14,29	-	-	-	-	10	33,33	6	31,58
<i>Messor medioruber</i>	25	36,23	15	71,43	21	35,00	12	70,59	9	30,00	5	78,95
<i>Messor barbarus</i>	-	-	1	4,76	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Monomorium salomonis</i>	57	82,61	4	19,05	10	16,67	5	29,41	29	96,67	3	15,79
<i>Monomorium major2</i>	1	1,45	-	-	-	-	-	-	1	3,33	-	-
<i>Monomorium lameerei</i>	2	2,90	-	-	-	-	-	-	4	13,33	-	-
<i>Monomorium subopacum</i>	1	1,45	-	-	-	-	1	5,88	-	-	-	-
<i>Tetramorium semilaeve</i>	6	8,70	-	-	-	-	-	-	2	6,67	-	-
<i>Tetramorium biskrense</i>	27	39,13	1	4,76	3	5	2	11,76	6	20,00	4	21,05
<i>Tetramorium sericeiventre</i>	-	-	-	-	-	-	1	5,88	3	10,00	-	-
<i>Oxyomyrmex emeryi</i>	1	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cardiocondyla mauritanica</i>	1	1,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pheidole pallidula</i>	8	11,59	2	9,52	-	-	2	11,76	-	-	2	10,53
<i>Goniomma thoracicum</i>	-	-	-	-	1	1,67	-	-	-	-	1	5,26
<i>Goniomma barbaricum</i>	-	-	-	-	-	-	1	5,88	-	-	-	-
<i>Cataglyphis bicolor</i>	4	5,80	5	23,81	-	-	7	41,18	2	6,67	6	31,58
<i>Cataglyphis albicans</i>	25	36,23	1	4,76	1	1,67	6	35,29	13	43,33	4	21,05
<i>Cataglyphis lividus</i>	-	-	-	-	1	1,67	-	-	-	-	-	-
<i>Cataglyphis viaticus</i>	4	5,80	-	-	-	-	-	-	2	6,67	-	-
<i>Cataglyphis savignyi</i>	31	44,93	2	9,52	9	15	2	11,76	18	60,00	3	15,79
<i>Camponotus foreli tingitanus</i>	4	5,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus thoracicus</i>	-	-	-	-	-	-	1	5,88	-	-	-	-
<i>Camponotus micans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6,67	-	-
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5,26

Pi : Nombres d'apparitions de l'espèce i ; F.O. (%) : Fréquences d'occurrence; - : espèce absente

La fréquence d'occurrence des espèces de fourmis varie pendant les deux années de l'échantillonnage dans les mêmes sous-stations (Tab. 39). Un total de 216 pots ont été installés dans la Réserve naturelle de Mergueb dont 90 pots à Oum Laadam, soit 69 pots en

2007 et 21 en 2008, 77 pots à Oum Mrazem, soit 60 en 2007 et 17 en 2008 et 49 pots à Litima soit 30 en 2007 et 19 en 2008. Le nombre de classes de constance noté à Oum Laadam par rapport au calcul avec la règle de Sturge, est égal à 11 en 2007 comme dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila). Ce sont les mêmes intervalles de classes dont le détail ne doit pas être répété ici. Dans ce cadre les valeurs de la fréquence d'occurrence fluctuent entre 1,45 et 82,6 %. La valeur la plus élevée est notée pour l'espèce très constante en 2007 soit *Monomorium salomonis* (F.O. % = 82,6 %). Elle est suivie par deux espèces accessoires, *Cataglyphis savignyi* (F.O. % = 44,9 %) et *Tetramorium biskrense* (F.O. % = 39,1 %) et par deux espèces accidentelles, *Cataglyphis albicans* (F.O. % = 36,2 %) et *Messor medioruber* soit (F.O. % = 36,2 %). En 2008, il est à noter la présence de 8 classes telles que  $0 \% < \text{F.O. \%} \leq 12,5 \%$  pour les espèces rares,  $12,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 25 \%$  pour les espèces accidentelles,  $25 \% \leq \text{F.O. \%} \leq 37,5 \%$  pour les espèces accessoires,  $37,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 50 \%$  pour les espèces fréquentes,  $50 \% < \text{F.O. \%} \leq 62,5 \%$  pour les espèces régulières,  $62,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 75 \%$  pour les espèces très régulières,  $75 \% < \text{F.O. \%} \leq 87,5 \%$  pour les espèces constantes,  $87,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 100 \%$  pour les espèces omniprésentes. Pour cette année, *Messor medioruber* devient très régulière avec une F.O. % égale à 71,4 %. Elle est suivie par trois espèces accidentelles, *Cataglyphis bicolor* (F.O. % = 23,8 %), *Monomorium salomonis* (F.O. % = 19,1 %) et *Tapinoma nigerrimum* (F.O. % = 14,3 %). Les autres espèces sont rares. A Oum Mrazem, 9 classes sont enregistrées en 2007 comme à BirKraa avec les mêmes intervalles. De ce fait il n'est pas nécessaire de reproduire ici le détail des différentes classes de constance. La fréquence d'occurrence la plus élevée concerne *Messor medioruber* qui est très accessoire dans les pots (F.O. % = 35 %) suivie par deux espèces accidentelles, *Monomorium salomonis* (F.O.% = 16,7 %) et *Cataglyphis savignyi* (F.O. % = 15 %). Par contre, en 2008, le nombre de classes est égal à 8, correspondant aux intervalles suivants:  $0 \% < \text{F.O. \%} \leq 12,5 \%$  pour les espèces rares,  $12,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 25 \%$  pour les espèces accidentelles,  $25 \% < \text{F.O. \%} \leq 37,5 \%$  pour les espèces accessoires,  $37,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 50 \%$  pour les espèces fréquentes,  $50 \% < \text{F.O. \%} \leq 62,5 \%$  pour les espèces régulières,  $62,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 75 \%$  pour les espèces très régulières,  $75 \% < \text{F.O. \%} \leq 87,5 \%$  pour les espèces constantes et enfin  $87,5 \% < \text{F.O. \%} \leq 100 \%$  pour les espèces omniprésentes. Il est à remarquer une valeur de 70,6 % pour *Messor medioruber*, espèce très régulière dans cette station suivie par *Cataglyphis bicolor*, une espèce fréquente (F.O.% = 41,2 %) et par deux espèces accessoires *Cataglyphis albicans* (F.O.% = 35,3 %) et *Monomorium salomonis* (F.O.% = 29,4 %). Dans la station de Litima, le nombre de classes trouvé est de 10 en 2007 comme pour le parc de l'ENSA d' El Harrach avec les mêmes intervalles de constance. Bien entendu, il est inutile de répéter ici le détail des limites

de chaque classe. Il suffit de se reporter au cas du parc de l'ENSA d' El Harrach. Ainsi, dans la station de Litima, *Monomorium salomonis* est omniprésente (F.O. % = 96,7 %) suivie par *Cataglyphis bicolor* qui est très régulière (F.O. % = 60 %) et par une espèce très accessoire *Cataglyphis albicans* (F.O. % = 43,3 %). Ces espèces sont accompagnées par des espèces accessoires, accidentelles, peu fréquentes et par des espèces rares. En 2008, 8 classes de constance sont enregistrées comme à Oum Laadam durant la même année correspondant aux mêmes intervalles. De ce fait, il n'est pas nécessaire de reproduire ici, les détails des limites des différentes classes. Il est à noter une fréquence d'occurrence élevée pour *Messor medioruber* (F.O. % = 78,9 %) ce qui la qualifie d'espèce constante. *Tapinoma nigerrimum* (F.O. % = 31,6 %) et *Cataglyphis bicolor* (F.O. % = 31,6 %) sont accessoires et viennent en deuxième position. Trois espèces sont accidentelles. Ce sont *Cataglyphis albicans* (F.O. % = 21,1 %), *Cataglyphis savignyi* (F.O. % = 15,8 %) et *Monomorium salomonis* (F.O. % = 15,8 %). Quant aux autres fourmis, elles sont rares et présentent une F.O. % égale à 10,5 % pour *Pheidole pallidula* et F.O. % égale à 5,3 % pour *Goniomma thoracicum* et pour *Lepisiota frauenfeldi*.

Les fréquences d'occurrence des fourmis présentes dans les deux sous-stations de la forêt El Haourane sont rassemblées dans le tableau 40.

**Tableau 40** - Fréquences d'occurrence calculées pour les espèces de fourmis échantillonnées dans la forêt El Haourane en mars et avril de l'année 2011

Espèces	Forêt artificielle		Forêt naturelle	
	Pi	FO (%)	Pi	FO (%)
<i>Monomorium salomonis</i>	13	65	6	60
<i>Messor barbarus</i>	4	20	-	-
<i>Messor medioruber</i>	-	-	2	20
<i>Messor grandinidus</i>	1	5	1	10
<i>Aphaenogaster depilis</i>	2	10	2	20
<i>Tetramorium semilaeve</i>	-	-	1	10
<i>Tetramorium biskrense</i>	1	5	1	10
<i>Crematogaster laestrygon</i>	-	-	4	40
<i>Temnothorax curtulus</i>	1	5	-	-
<i>Plagiolepis</i> sp.2	6	30	2	20
<i>Cataglyphis albicans</i>	-	-	3	30
<i>Cataglyphis viaticus</i>	1	5	2	20
<i>Camponotus thoracicus</i>	2	10	3	30
<i>Camponotus foreli tingitanus</i>	2	10	-	-
<i>Camponotus atlantis</i>	3	15	-	-
<i>Camponotus ruber</i>	-	-	1	10
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	2	10	1	10

Pi : Nombres d'apparitions de l'espèce i ; F.O. (%) : Fréquences d'occurrence; - : espèce absente

Le nombre total des pots utilisés pour l'échantillonnage des fourmis dans la forêt El Haourane est de 30 pots, soit 20 pots dans la forêt artificielle et 10 dans le boisement naturel. En effet, selon la règle de Sturge, les nombres de classes de constances calculées sont de 8 pour la forêt artificielle et de 9 pour le boisement naturel. Grâce à l'équation de Sturge, 8 classes de constance sont reconnues dans la forêt artificielle comme à Oum Mrazem en 2008 avec les mêmes intervalles. Il n'apparaît pas nécessaire de reprendre ici les mêmes détails pour décrire chacune des classes. Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces de fourmis recueillies pendant les mois de mars et d'avril 2011 fluctuent entre 5 et 65 % (Tab. 40). En effet, dans la forêt artificielle, *Monomorium salomonis* se trouve dans plus de 50 % des pots. Elle est considérée comme espèce très régulière (F.O. % = 65 %). Elle est suivie par une espèce accessoire, *Plagiolepis* sp. 2 (F.O. % = 30 %), par deux espèces accidentelles et par sept espèces rares. Pour ce qui concerne la forêt naturelle, 9 classes de constance sont déterminées. Dans cette forêt, *Monomorium salomonis* est qualifiée comme régulière présentant ainsi une F.O. % égale à 60 %. Elle est suivie par une espèce très accessoire, *Crematogaster laestrygon* avec une F.O. % égale à 40%. Deux espèces sont accessoires. Ce

sont *Camponotus thoracicus* et *Cataglyphis albicans* (F.O. % = 30%). Quatre espèces sont accidentelles (F.O. % = 20 %) et cinq sont rares (F.O.% = 10 %) présentes dans un seul pot et en un seul exemplaire. Ce sont *Messor grandinidus*, *Tetramorium biskrense*, *Tetramorium semilaeve*, *Camponotus ruber* et *Lepisiota frauenfeldi*.

### 3.1.2.1.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les indices de Shannon-Weaver et de l'équitabilité retiennent l'attention pour le traitement des espèces de fourmis échantillonnées dans les différentes stations. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 41.

**Tableau 41** – Indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité calculés pour les espèces de fourmis échantillonnées dans le Littoral algérois et dans la steppe

Stations	Sous-stations	Années	H'(bits)	H' max	E
Littoral algérois	ENSA	2010	1,99	3,91	0,51
Chott du Hodna	Medbah	2011	1,95	3,81	0,51
	Birkraa	2011	2,24	3,81	0,59
Forêt El Haourane	Forêt artificielle	2011	1,96	3,46	0,57
	Forêt naturelle	2011	1,7	3,7	0,46
Nouara	Verger d'abricotiers	2009	2,76	3,91	0,51
		2010	2,08	4	0,52
Réserve naturelle de Mergueb (R.N.M.)	Oum Laadam	2007	2,27	4,09	0,56
		2008	1,62	3	0,54
	Oum Mrazem	2007	0,72	2,81	0,26
		2008	2,17	3,46	0,63
	Litima	2007	2	3,7	0,54
		2008	2,13	3,32	0,64

H' : Indice de Shannon-Weaver; H'max. : Diversité maximale; E : Equitabilité; ENSA : Ecole nationale supérieure agronomique

Les valeurs de l'indice de Shannon fluctuent entre 0,72 et 2,76 bits (Tab. 41). La valeur la plus élevée (2,76 bits) est notée en 2009 dans le verger d'abricotiers localisé à Nouara (M'sila). La Réserve de Mergueb se place au deuxième rang avec une valeur de 2,27 bits enregistrée à Oum Laadam en 2007. Elle est suivie par le Chott du Hodna, où une valeur de 2,24 bits est mentionnée à Birkraa en 2011. Par contre, à Oum Mrazem la plus faible valeur de l'indice de Shannon, soit 0,72 bits est mentionnée en 2007. Pour ce qui concerne la diversité maximale, ses valeurs varient entre 2,81 et 4,09 bits. Cependant, dans la Réserve de

Mergueb et à Oum Laadam, le maximum de diversité atteint 4,09 bits en 2007. La valeur de  $H'$  max égale à 4 bits concerne le verger d'abricotiers en 2010 suivie par celle remarquée à l'Ecole nationale supérieure agronomique à El Harrach avec une valeur de 3,91 bits.  $H'$  max. est assez faible dans la sous-station d'Oum Mrazem (Mergueb) en 2007. Pour ce qui est de l'équitabilité, les valeurs fluctuent entre 0,26 et 0,64 pour l'ensemble des localités. De ce fait, toutes les valeurs de  $E$  inférieures à 0,5, traduisent un déséquilibre entre les effectifs des espèces de fourmis échantillonnées, tandis que celles de  $E$  supérieures à 0,5 et qui tendent vers 1 montrent une tendance vers l'équilibre entre les effectifs des espèces de fourmis dans leurs milieux. Donc, le déséquilibre entre les effectifs des fourmis est observé dans l'ensemble des sites sauf à Oum Mrazem (2007) et à Litima (2008) dont les valeurs de  $E$  sont égales respectivement à 0,64 et 0,63.

### 3.1.2.2. - Exploitation des résultats par des analyses statistiques

Un ensemble de 13 analyses statistiques sont employées pour exploiter les résultats de l'échantillonnage de la myrmécofaune du Nord de l'Algérie dont la steppe. Dans un premier temps, il s'agit de l'estimation de la richesse en fourmis, du choix de l'estimateur et la complétude des inventaires. L'abondance et la richesse selon les localités, l'analyse d'après la méthode d'échantillonnage et la comparaison de la composition des communautés des fourmis sont traitées. La relation entre l'altitude et la richesse et la comparaison de la richesse selon la méthode d'échantillonnage retient l'attention. Une série de questions se posent: quelle est la variable explicative qu'il faut prendre en considération, les pots Barber ou les individus ?, est ce que les inventaires obtenus sont complets ?. D'autres aspects sont abordés telles que la détermination de la période de l'échantillonnage, l'analyse de la variance appliquée aux abondances des fourmis dans la Réserve naturelle de Mergueb, et l'Anosim pour la composition de communautés de fourmis par année et puis par station.

#### 3.1.2.2.1. - Estimation de la richesse

L'effort d'échantillonnage peut être jugé de suffisant ou non suffisant en utilisant des courbes des estimateurs de la richesse fourni par le logiciel EstimateS 8.2. Ces estimateurs sont nombreux et il est possible de citer ceux qui sont les plus utilisés, par exemple  $S$  obs, ACE, ICE, Chao 1, Chao 2, Jacknife 1, Jacknife 2. Les courbes des richesses

estimées peuvent être accompagnées par celles des espèces vues une seule fois (singleton = les uniques) ou deux fois (doubleton = les duplicats) en un seul exemplaire durant l'échantillonnage.

Pour chaque station d'étude, les résultats de l'estimation de la richesse sont développés. Après l'examen de la station de l'ENSA, ce sera le tour du verger de Nouara à M'sila, puis celui de la Réserve naturelle de Mergueb, le Chott du Hodna et la forêt El Haourane.

### 3.1.2.2.1.1. – Richesse dans l'Ecole nationale Supérieure agronomique (El Harrach)

L'effort d'échantillonnage semble avoir été suffisant dans le parc de l'ENSA d'El Harrach en mars et en juin 2010 (Fig. 33). La courbe d'accumulation des espèces (S obs) commence à atteindre une asymptote au bout de 30 pots. Elle converge avec les courbes des estimateurs de la richesse spécifique, Chao 1, chao 2 et l'ACE. Pour ce qui concerne la courbe des uniques et des doubles, elles confirment la qualité de l'échantillonnage qui peut être qualifiée dans ce cas comme bonne. En effet, ces courbes montrent une décroissance pour un nombre d'échantillonnages réduit à 29 pots Barber et qui se stabilisent ensuite.

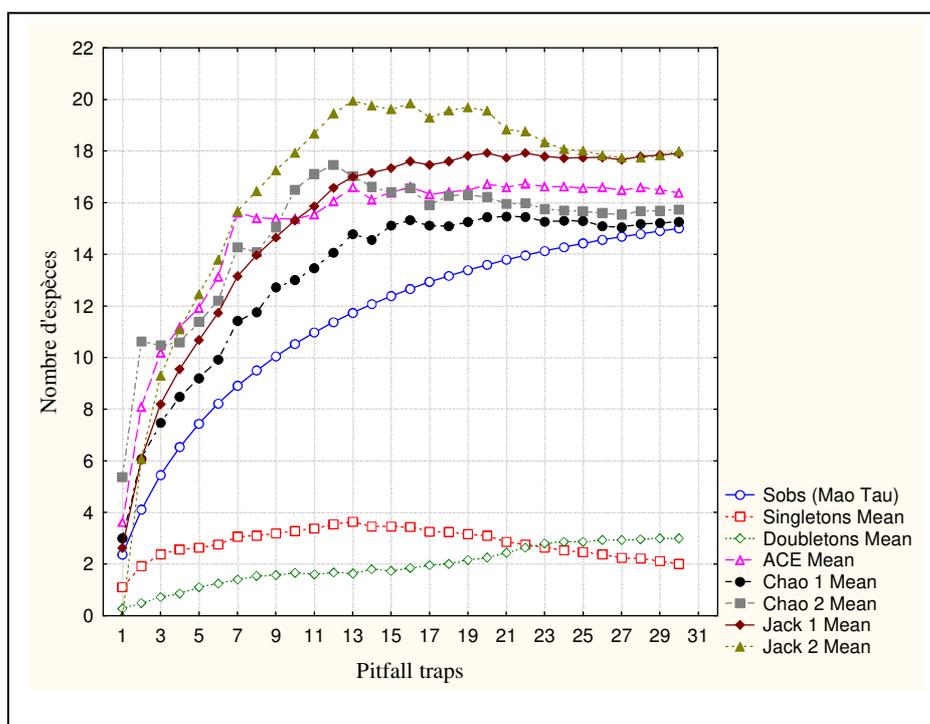
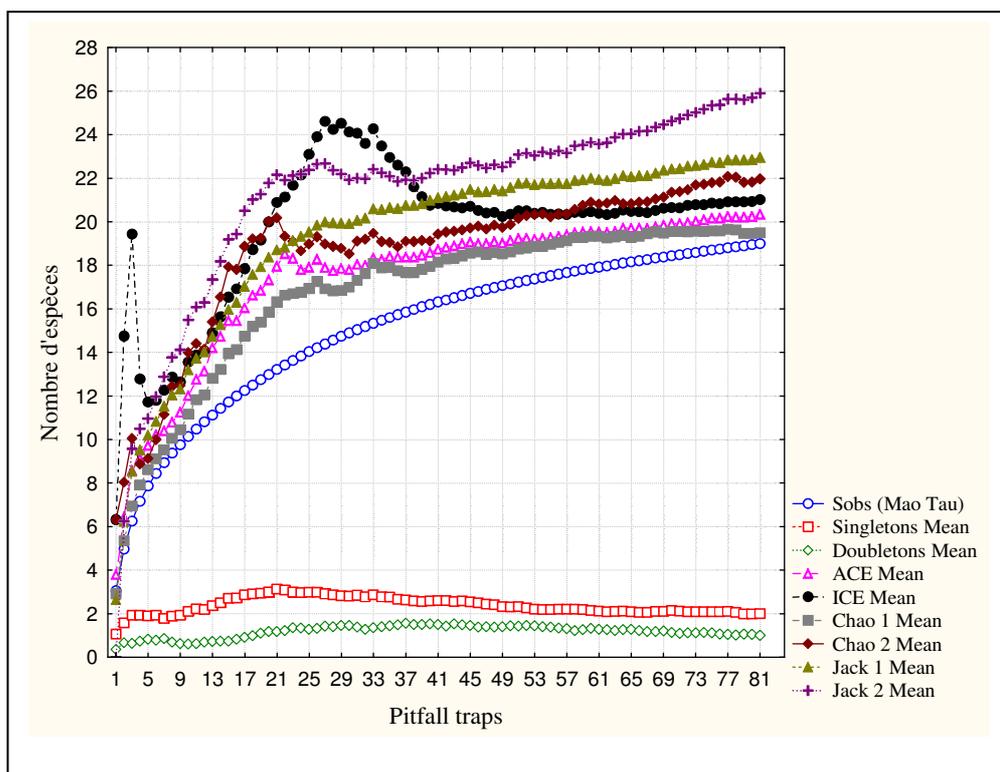


Figure n° 33 – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique du parc de l'ENSA El Harrach en 2010

### 3.1.2.2.1.2. – Richesse dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila)

Les courbes des estimateurs de la richesse ainsi que des espèces uniques et des duplicats récoltées dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) durant les deux années d'échantillonnage (2009 – 2010) sont présentées (Fig. 34). L'effort d'échantillonnage n'est pas suffisant puisque de nouvelles espèces apparaissent en augmentant le nombre de pots Barber. Les courbes des estimateurs donnent des valeurs variables de la richesse estimée et divergent de la richesse observée (S obs). Le seul estimateur qui est proche du résultat obtenu (S obs) est le Chao 1. Ainsi la richesse trouvée dans le verger (S obs), égale à 19 espèces est inférieure à celle qui pourrait être atteinte si le nombre de pots venait à être augmenté. Il faut rappeler que les pots utilisés sont au nombre de 81.



**Figure n° 34** – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique du verger d'abricotier à Nouara (M'sila) en 2009-2010

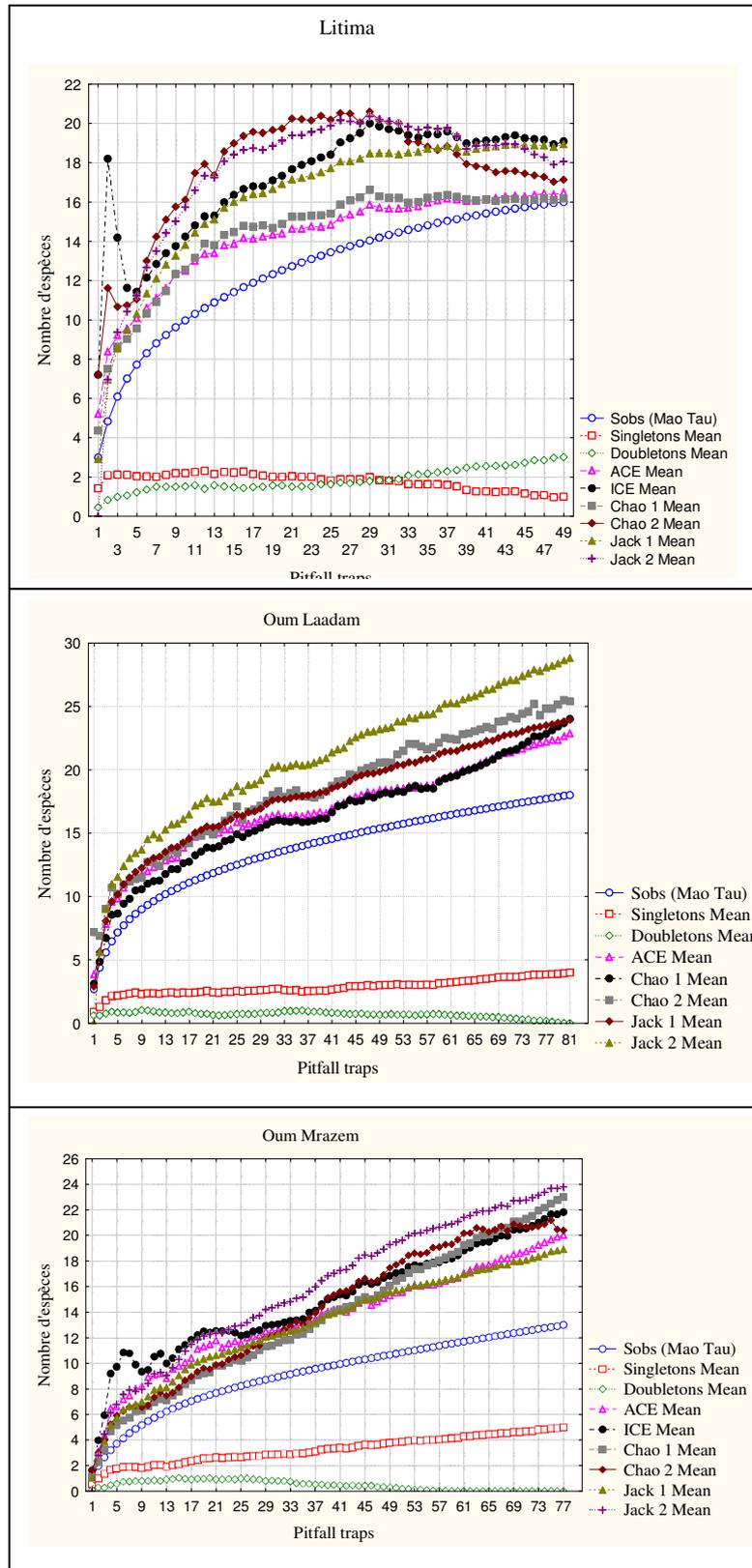
### 3.1.2.2.1.3. – Richesse dans la Réserve naturelle de Mergueb

Dans la Réserve naturelle de Mergueb, compte tenu de la différence des physionomies des milieux, les courbes des estimateurs de la richesse sont

tracées pour chaque sous-station durant les deux années d'échantillonnage. L'effort d'échantillonnage à Litima semble avoir été suffisant (Fig. 35a). La courbe d'accumulation commence à atteindre une asymptote au bout de 45 points d'échantillonnage. Cela témoigne d'un effort d'échantillonnage correct. Ce résultat est confirmé par la décroissance constatée dans la courbe des uniques et par la convergence des différents estimateurs de la richesse spécifique (Chao 1, Chao 2 et ACE) et de la courbe d'accumulation (S obs).

Pour ce qui concerne la sous-station Oum Laadam, toutes les courbes des estimateurs de la richesse divergent de la courbe d'accumulation de la richesse observée (S obs) (Fig. 35b). La richesse observée est égale à 18 espèces. Il est possible de dire que l'effort d'échantillonnage ne soit pas suffisant dans ce site car le nombre des uniques croît toujours avec l'augmentation du nombre des pots utilisés bien que la courbe d'accumulation commence à stagner à 80 pots. La qualité de l'échantillonnage ne tend pas vers le zéro. Par contre aucune espèce n'est vue deux fois (duplicats) à partir de 65 points d'échantillonnage.

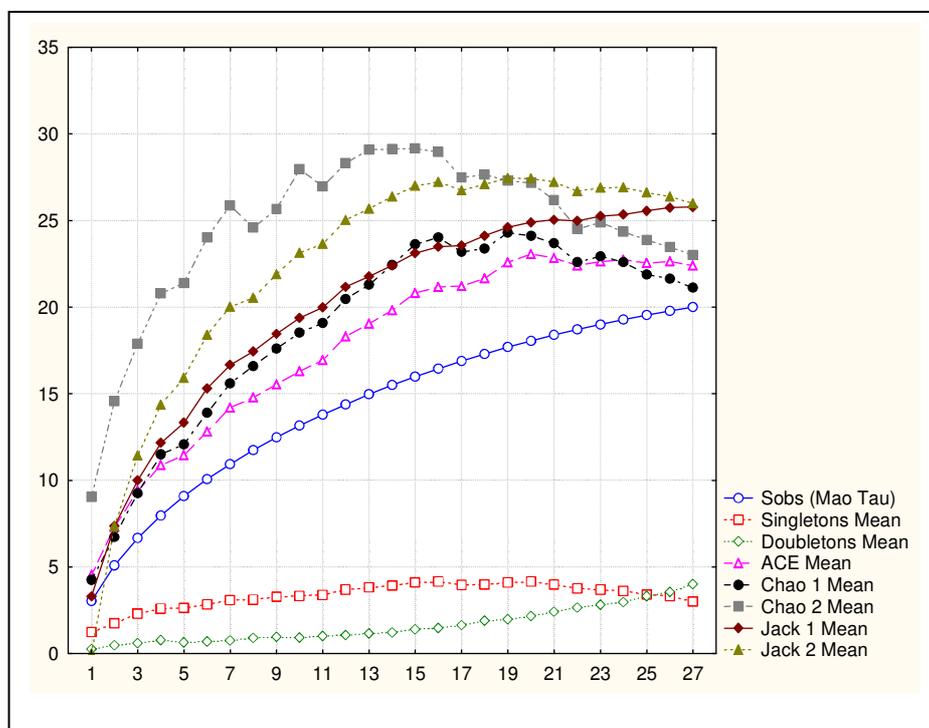
Enfin, pour la sous-station Oum Mrazem, la courbe d'accumulation se stabilise au bout de 75 points d'échantillonnage (Fig. 35c). Une divergence est observée pour la courbe de la richesse observée et pour les différents estimateurs de la richesse spécifique. La courbe des uniques s'élève avec le nombre de pots alors que celle des duplicats tend vers zéro à partir de 49 pots. Ces observations permettent de qualifier l'échantillonnage comme non satisfaisant car il reste encore des espèces à découvrir dans ce site.



**Figure n° 35** – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique de :a- Litima, b- O. Mrazem, c- O. Laadam (Réserve Naturelle de Mergueb) 2007-

#### 3.1.2.2.1.4. – Richesse dans le Chott du Hodna

Une richesse de 20 est notée pour les espèces piégées dans les pots Barber installés dans les deux sites du Chott du Hodna. Ce nombre est estimé par la courbe d'accumulation des espèces et qui montre une convergence avec les estimateurs de la richesse spécifique (Chao 1, Chao 2 et ACE). L'effort d'échantillonnage se rapproche du niveau suffisant ou correct. Le nombre des uniques commence à se réduire à partir du 23<sup>ème</sup> pot. Par contre, celui des duplicats augmente toujours avec l'addition de nouveaux points d'échantillonnage (Fig. 36).

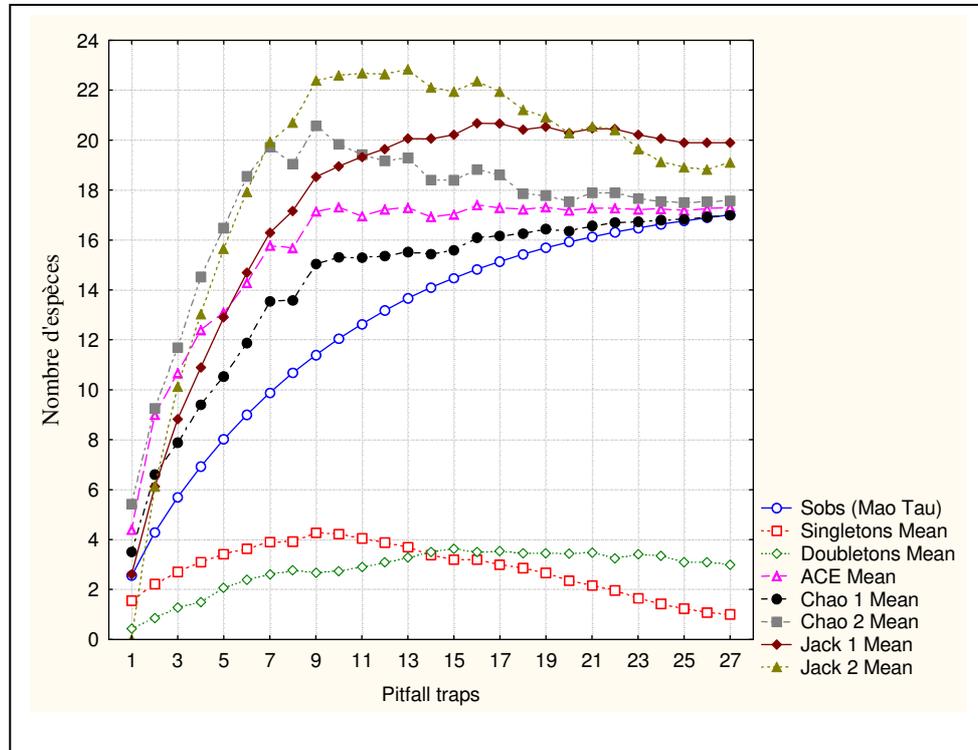


**Figure n° 36** – Courbes d'accumulation d'espèces et des estimateurs de la richesse spécifique des deux stations du Chott El Hodna (2011).

#### 3.1.2.2.1.5. – Richesse dans la forêt El Haourane

Dans la forêt El Haourane, la courbe d'accumulation converge avec les différents estimateurs de la richesse spécifique (Chao 1, Chao 2, ACE) (Fig.

37). Au total 17 espèces sont recueillies et qui représentent la richesse observée. Une réduction du nombre des uniques ainsi que celui des duplicats est observée tout en augmentant l'effort d'échantillonnage. Ce dernier semble suffisant et il est qualifié de bon.



**Figure n° 37** – Courbes d'accumulation d'espèces, des estimateurs de la richesse spécifique, des uniques et des duplicats tracées pour la Forêt El Haourane (2011)

### 3.1.2.2.2. - Choix de l'estimateur et complétude des inventaires

Plusieurs estimateurs de la richesse sont utilisés. Mais pour savoir lequel de ces estimateurs est recommandé, il est conseillé de faire appel à la table de Brose et Martinez (2004). Le tableau 42 regroupe les valeurs des différents estimateurs utilisés dans la présente étude pour chaque localité d'échantillonnage.

**Tableau 42** - Localités, abondance, espèces observées, estimateurs d'espèces attendues selon divers estimateurs non paramétriques, et complétude (%) des inventaires dans les sites d'échantillonnage.

Site	Ab.	Sobs	Uniq.	Dup.	ACE	ICE	Chao1	Chao2	Jack1	Jack2	Comp.
ENSA	537	15	2	3	16,38	16,77	15,25	15,73	17,9	18	90,31
Nouara	1903	19	2	1	20,34	21,02	19,5	21,96	22,95	25,89	87,32
Litima	613	16	1	3	16,48	19,09	16,17	17,13	18,94	18,06	91,05
Oum Laadam	1092	18	4	0	22,86	25,99	24	25,41	23,93	28,81	71,92
Oum Mrazem	480	13	5	0	20,02	21,83	23	20,4	18,92	23,81	61,33
Chott du Hodna	666	20	3	4	22,41	26,75	21,12	23	25,77	25,99	83,36
Forêt El Haourane	351	17	1	3	17,31	18,68	17	17,58	19,89	19,11	93,39

ENSA: Ecole National Supérieur d'Agronomie; Ab.: Abondance; Sobs: Richesse réelle; Uniq. Les uniques; Dup.: les duplicques; Comp.: Complétude

Le nombre total d'individus récoltés dans les différentes localités varie de 351 à 1903 individus (Tab. 42). Les espèces de fourmis vues une seule fois en un seul exemplaire (les uniques) fluctuent entre 1 et 5. Le plus grand nombre d'espèces uniques est enregistré pour Oum Mrazem et Oum Laadam. Par contre, le plus faible nombre revient à Litima et à la forêt El Haourane. Pour ce qui concerne la richesse observée, elle est égale à 15 espèces à l'ENSA. Les richesses obtenues par les différents estimateurs donnent des résultats proches qui varient entre 15,3 et 18 espèces. Dans le verger de Nouara, la richesse observée est de 19 espèces alors que les richesses estimées fluctuent entre 19,5 et 25,9 espèces. A Litima, le nombre d'espèces observées atteint 16 et les intervalles des estimateurs sont proches (16,2 à 19,1). Il est à remarquer qu'à Oum Laadam, le Jack2 donne une valeur beaucoup plus élevée (28,8) que la richesse observée est de 18 espèces. Par contre, les autres estimateurs enregistrent des valeurs variant entre 22,9 et 26,0. A Oum Mrazem, la richesse observée est plus faible que les richesses estimées, soit 13 contre 20,0 à 23,8. Dans le Chott du Hodna, les estimateurs ICE, Jack1 et Jack2 montrent de grandes richesses par rapport à la richesse observée suite à l'échantillonnage réellement effectué sur le terrain et qui est égal à 20, soit 26,8, 26,0 et 25,8 respectivement. Mais les autres estimateurs aboutissent à des valeurs considérées comme proches. Enfin, pour la forêt El Haourane, toutes les valeurs des estimateurs varient entre 17 et 19,9 et sont assez voisines de la richesse observée (17 espèces).

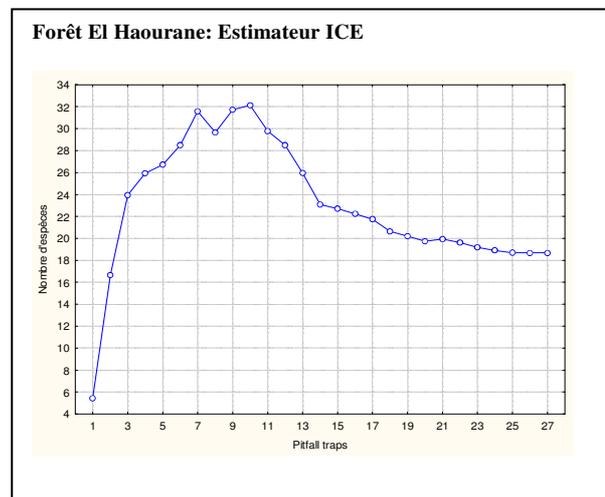
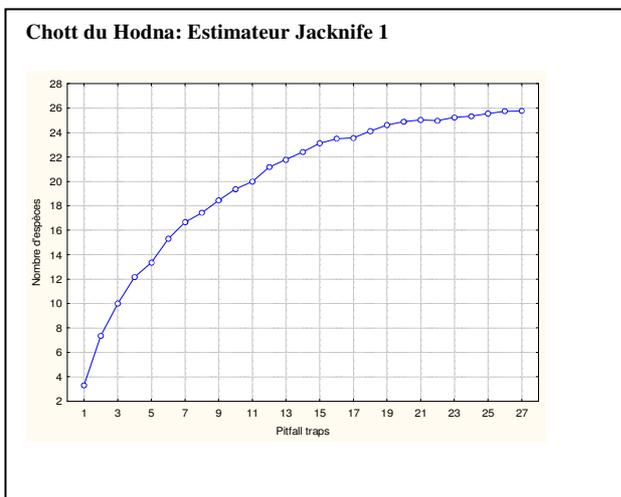
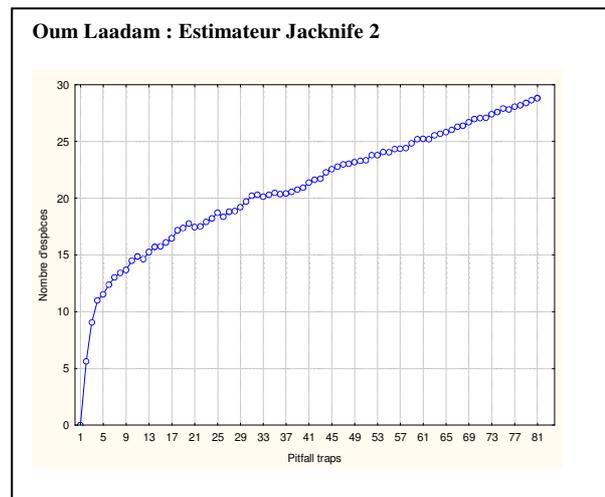
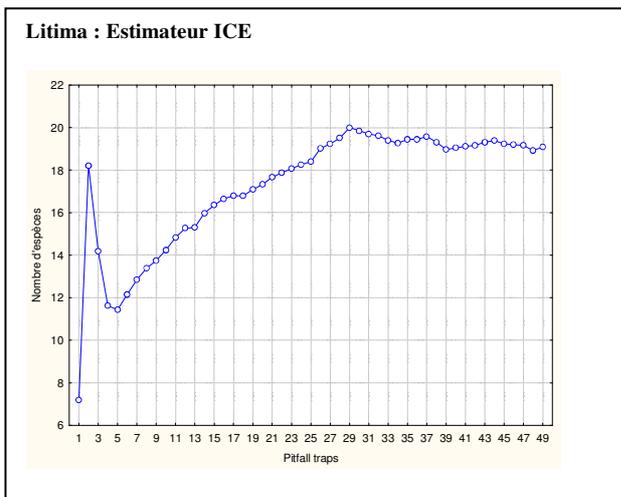
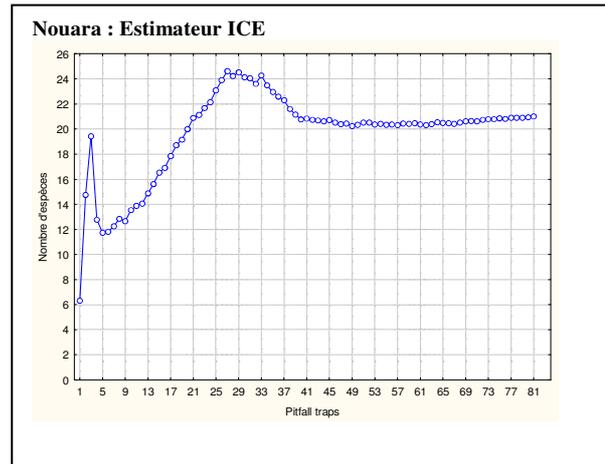
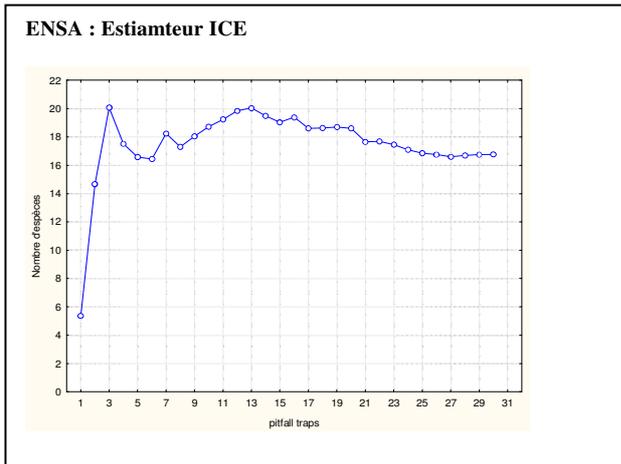
Pour ce qui concerne la complétude des inventaires, la valeur la plus élevée est notée pour la forêt El Haourane soit 93,4 %, suivie par Litima avec 91,1 % et par l'ENSA avec 90,3 %. Un taux de 87,3 % est noté pour Nouara et de 83,4 % pour Chott du Hodna. Les plus faibles valeurs de la complétude des inventaires reviennent pour Oum Laadam (71,9 %) et pour Oum Mrazem (61,3 %).

Les estimateurs sont choisis après le calcul de la moyenne des estimateurs et sa comparaison avec le protocole de Brose et Martinez (2004). Ils sont mentionnés dans le tableau 43.

**Tableau 43** - Estimateurs choisis selon la table de Brose et Martinez

	ENSA	Nouara	Litima	O. Laadam	O. Mrazem	Chott	F.El Haourane
<b>Complétude</b>	90,31	87,32	91,05	71,92	61,33	83,36	93,39
<b>Brose et Martinez</b>	86-96%	86-96%	86-96%	64-73%	0-64%	73-86%	86-96%
<b>Estimateur choisi</b>	ICE	ICE	ICE	Jack.2	Jack.3	Jack.1	ICE

L'estimateur de la richesse spécifique qu'il faut choisir est l'ICE (Incidence-based coverage estimator) ou le M-M (Michaelis-Menten model) pour les localités suivantes: ENSA, le verger d'abricotiers à Nouara, Litima (Mergueb) et la forêt El Haourane. Ces estimateurs, selon la table de Brose et Martinez donnent des résultats qui se trouvent dans la marge de 86 à 96 % (Tab. 43). Par contre, pour les localités Chott du Hodna et Oum Laadam, le Jacknife 1 est choisi (estimation entre 73 et 86 %). Pour Oum Mrazem, c'est le Jacknife 3 qui doit être pris en considération (estimation dans la fourchette 0 à 64 %) (Fig. 38). Pour ce qui concerne la complétude des inventaires des fourmis effectués dans ces localités, il reste moins de 10 % d'espèces à découvrir dans le parc de l'ENSA, à Litima et dans la forêt El Haourane; 10 % de la richesse est à trouver dans le Chott du Hodna et dans le verger d'abricotiers de Nouara, 28 % à Oum Laadam et 49 % à Oum Mrazem.



**Figure n° 38** - Les courbes des estimateurs de la richesse spécifique choisies pour les différentes stations d'étude

Les valeurs des écarts-types de la richesse observée et de quelques estimateurs de la richesse spécifique dans les localités d'échantillonnage sont mentionnées dans le tableau 44.

**Tableau 44** - Ecarts-types (*Standard deviation*: Sd) des richesses spécifiques calculés pour les estimateurs de la richesse observée et les autres estimateurs choisis pour les différentes localités

Localités	Sobs	Sd	ICE	Sd	Jack 1	Sd	Jack 2	Sd
<b>ENSA</b>	15	1,15	16,77	0,01	17,9	1,62	18	0
<b>Nouara</b>	19	2,36	21,02	0,01	22,95	1,94	25,89	-
<b>Litima</b>	16	1,02	19,09	0,01	18,94	1,66	18,06	-
<b>O.Laad.</b>	18	2,99	25,99	0,01	23,93	2,34	28,81	-
<b>O.Mraz.</b>	13	2,74	21,83	0,02	18,92	2,34	23,81	0
<b>C. Hod.</b>	20	1,59	26,75	0,02	25,77	2,12	25,99	0
<b>F. Haou.</b>	17	1,01	18,68	0,01	19,89	1,6	19,11	-

O. Laad: Oum Laadam; O. Mraz.: Oum Mrazem; C. Hod.: Chott du Hodna; F. Haou.: Forêt El Haourane; Sobs : richesses observées; Sd : écart-type

Il faut s'attendre à avoir 17 espèces dans le parc de l'ENSA par l'estimateur ICE ( $16,77 \pm 0,01$ ) au lieu de 15 espèces réellement capturées dans les pots Barber (Tab. 44). Dans le verger d'abricotiers près de M'sila, il reste presque 3 espèces à découvrir ( $Sobs = 19 \pm 2,36$ ) où le ICE estime une richesse de  $21,02 \pm 0,01$ . A Litima dans la Réserve naturelle de Mergueb, la richesse observée est égale à  $16 \pm 0,2$  espèces alors que le ICE est estimé à  $18,09 \pm 0,01$  espèces. A Oum Laadam, une richesse de  $18 \pm 2,99$  espèces est trouvée. L'estimateur Jacknife 2 donne une estimation de la richesse égale à 28,8 espèces. A Oum Mrazem, le nombre d'espèces observées est égale à  $13 \pm 2,74$ . Dans le Chott du Hodna, il est trouvé  $20 \pm 1,59$  espèces de fourmis. Par contre l'estimateur Jacknife 1 présente une valeur de  $26,75 \pm 0,02$  espèces. Enfin, dans la forêt El Haourane, la richesse observée est égale à  $17 \pm 1,01$  espèces alors que l'estimateur ICE, montre qu'il y a 2 espèces à découvrir dans ce site ( $ICE = 18,68 \pm 0,01$ ).

### 3.1.2.2.3. - Abondance et richesse des fourmis selon les localités

Une analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel Statistica est utilisée pour l'ensemble des stations où l'échantillonnage des fourmis est effectué. Il est utilisé les données des pots Barber, notamment la moyenne des abondances pour chaque mois

et celles de la récolte à la main puis les deux à la fois (Tab. 45). Il faut signaler que les données de la Kabylie concernent exclusivement l'échantillonnage à la main par le manque de données basées sur les captures dans des pots Barber.

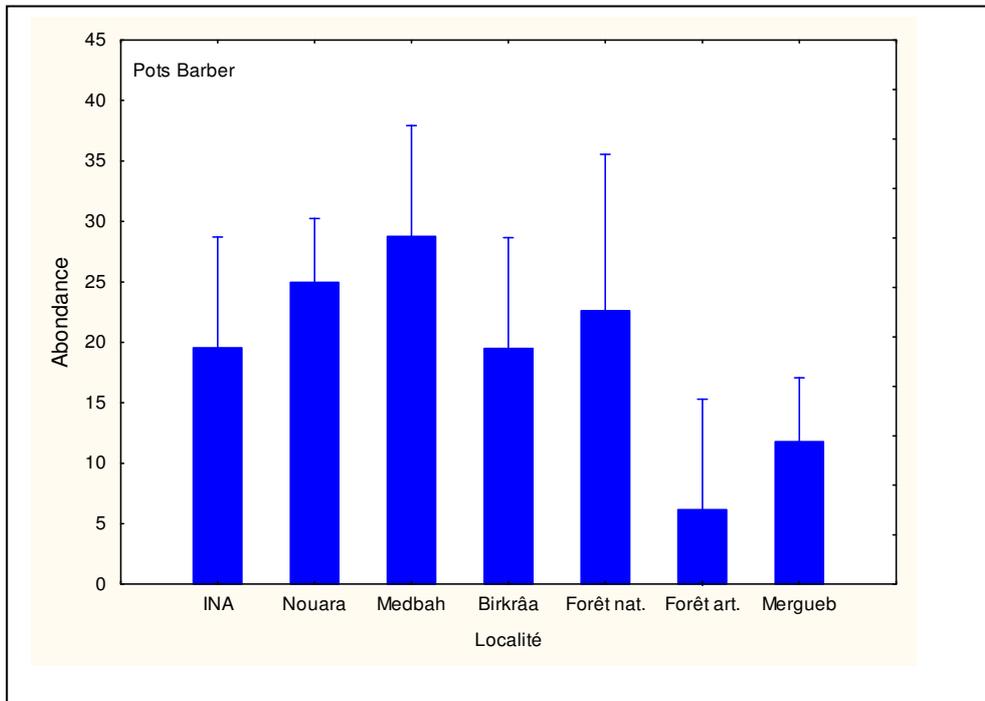
**Tableau 45** - Abondance de fourmis et richesse en espèces selon deux méthodes d'échantillonnage (Pots Barber et récolte à la main) dans l'ensemble des sites d'étude

Richesses et abondances des fourmis selon la localité. Abondance moyenne/Pot Barber						
	Localités	Années	Mois	S (P. Barber)	S (E.Main+P.Barber)	Abondances
1	INA	2010	III	4	4	26,08
2	INA	2010	VI	15	18	13
3	Nouara	2009	VIII	15	15	36,2
4	Nouara	2009	XII	9	9	5,05
5	Nouara	2010	II	6	6	10,3
6	Nouara	2010	IV	7	7	25,5
7	Nouara	2010	VII	14	14	21,67
8	Nouara	2010	VIII	8	8	51
9	Medbah	2011	III	3	12	14,33
10	Medbah	2011	IV	14	16	43,2
11	Birkraa	2011	III	6	13	17
12	Birkraa	2011	IV	13	8	21,99
13	Forêt nat.	2011	IV	13	19	22,6
14	Forêt art.	2011	III	4	9	1,2
15	Forêt art.	2011	IV	12	13	11,1
16	Mergueb	2007	IV	11	11	6,35
17	Mergueb	2007	V	13	13	23,57
18	Mergueb	2007	VI	11	11	21,03
19	Mergueb	2008	IV	5	5	3,9
20	Mergueb	2008	V	11	11	5,76
21	Mergueb	2008	VI	11	11	10,14
22	Kabylie	2010-2011	-	26	26	-

S (P. Barber) : Richesses obtenues par les pots Barber ; S (E.Main+P.Barber): Richesses obtenues par les deux méthodes (échantillonnage à la main et par les Pots Barber)

### 3.1.2.2.3.1. - Analyse selon l'abondance

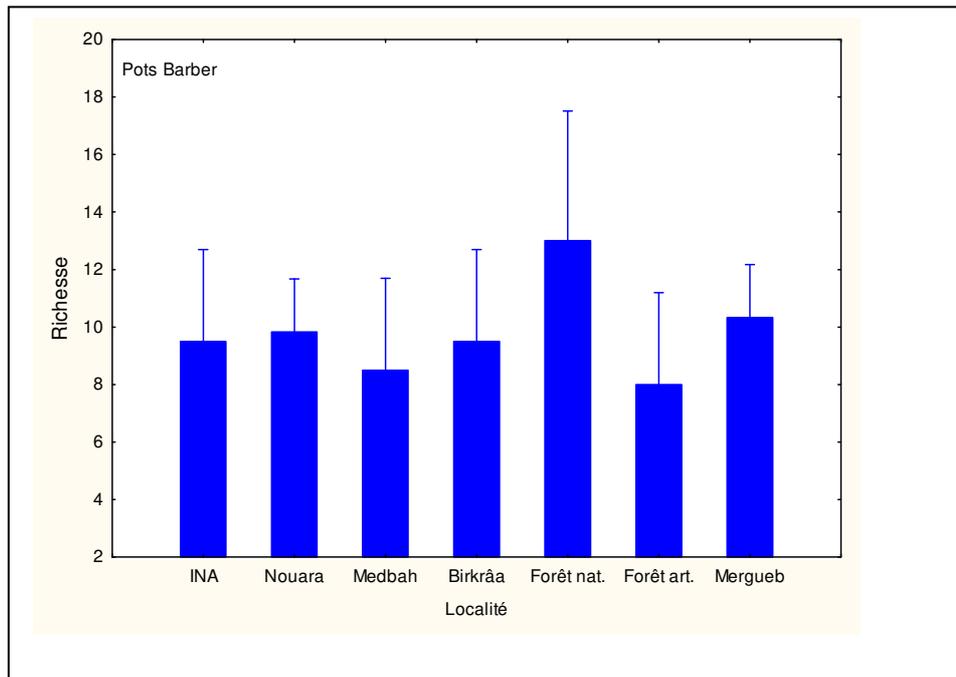
L'analyse de la variance réalisée sur la base des données de l'abondance des fourmis récoltées à l'aide des pots Barber montre qu'il n'y a pas de différences statistiques entre les localités ( $F_5 = 1,05$ ;  $P = 0,43$ ) (Fig. 39).



**Figure n° 39** - Abondance (moyenne  $\pm$  erreur standard) de fourmis capturées par pitfall et par mois dans 7 localités (voir Tab. 45).

#### 3.1.2.2.3.2. - Analyse selon la richesse

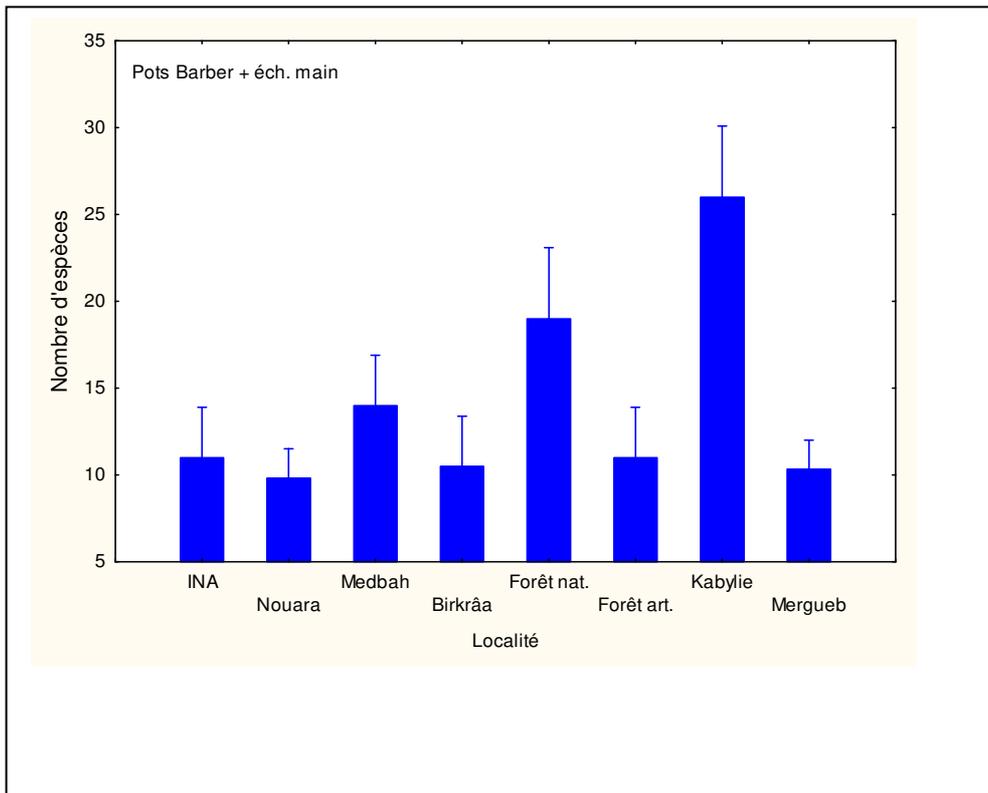
L'analyse de la variance réalisée pour la richesse obtenue à l'aide des pots Barber montre qu'il n'y a pas de différence statistiques entre les localités ( $F_5 = 0,18$ ;  $P = 0,97$ ) (Fig. 40).



**Figure n° 40** - Nombre d'espèces (moyenne ± erreur standard) de fourmis capturées par pitfall et par mois dans 7 localités (voir Tab. 45).

#### 3.1.2.2.4. - Analyse selon la méthode d'échantillonnage

Les données de la capture des fourmis dans les pots Barber et à la main sont utilisées pour l'analyse de la variance. Le nombre d'espèces recensées par les deux méthodes conjointement ne se montre pas statistiquement différent entre les huit localités ( $F_6 = 2,6$ ;  $P = 0,06$ ), bien que l'on approche de la signification statistique (Fig. 41). Il est à signaler que le nombre de degrés de liberté n'est que de 6 car il y a deux localités, celles de la Kabylie, et la forêt naturelle qui sont sans répliquats ou répétitions.

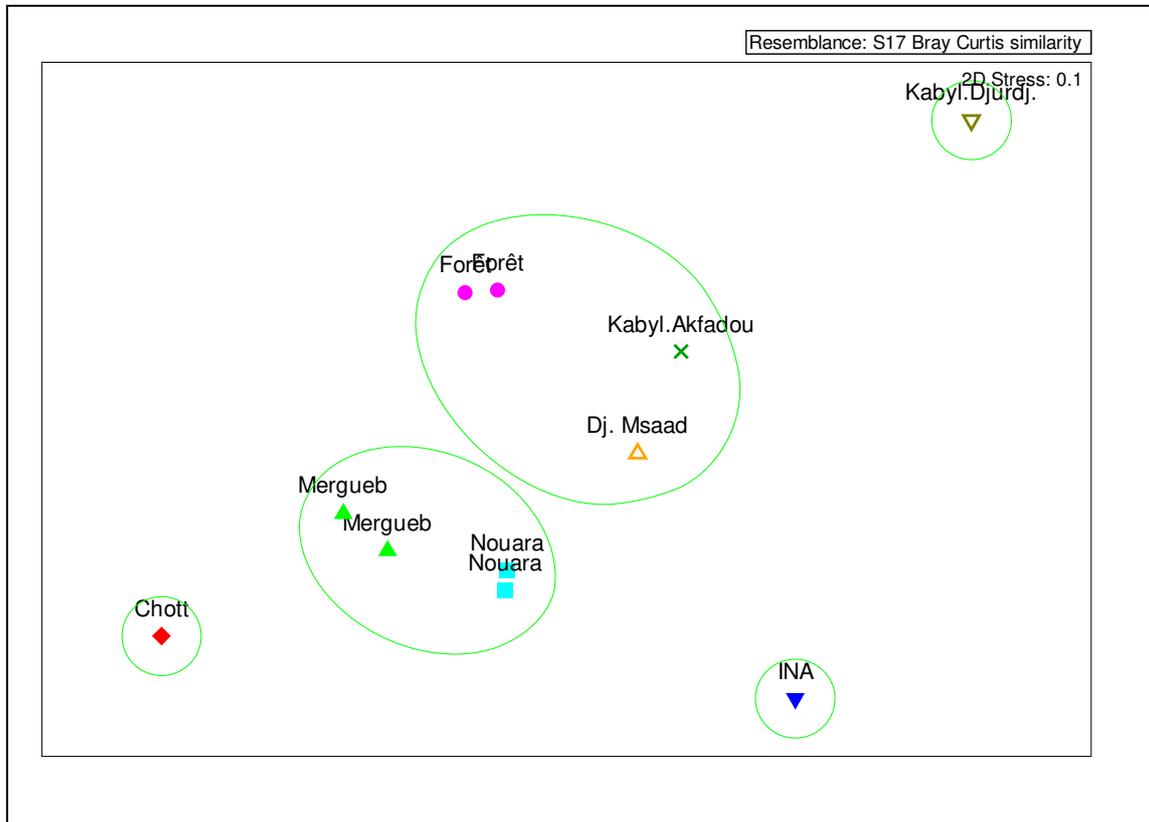


**Figure n° 41** - Nombre d'espèces (moyenne  $\pm$  erreur standard) de fourmis capturées par deux méthodes (pots Barber et chasse à la main) dans 8 localités (voire Tab. 45).

### 3.1.2.2.5 - Comparaison de la composition des communautés de fourmis

Les données utilisées pour la représentation NMDS qui est basée sur présence/absence et selon l'indice de similitude de Bray-Curtis sont obtenues avec les deux méthodes d'échantillonnage, celles des pots Barber et de la chasse à la main, effectuées dans huit sites ou localités, soit le parc de l'ENSA (El Harrach), de Nouara (M'sila), de Mergueb, du Chott Hodna, de Djebel Msaâd, de la forêt El Haourane, du Djurdjura et de l'Akfadou. Les groupements qui sont éclatés de l'analyse correspondent à des niveaux de similitude de 45 %. Le stress est égale à 0,1 et tend vers 0. Les localités qui se trouvent dans un même groupement sont similaires quant à la composition en espèces de fourmis. L'axe Y pourrait s'assimiler à un gradient d'altitude et l'axe X à un gradient de précipitation ou de température (Fig. 42). Le point de Mergueb correspond aux deux années d'échantillonnage 2007 et 2008 pour le Mergueb et celui de Nouara des années 2009 et 2010. Les deux points de Forêt correspondent à la forêt naturelle et à la forêt artificielle. Il est remarqué que la station de l'ENSA d'El Harrach et celle du Chott forme deux groupements éloignés des autres stations.

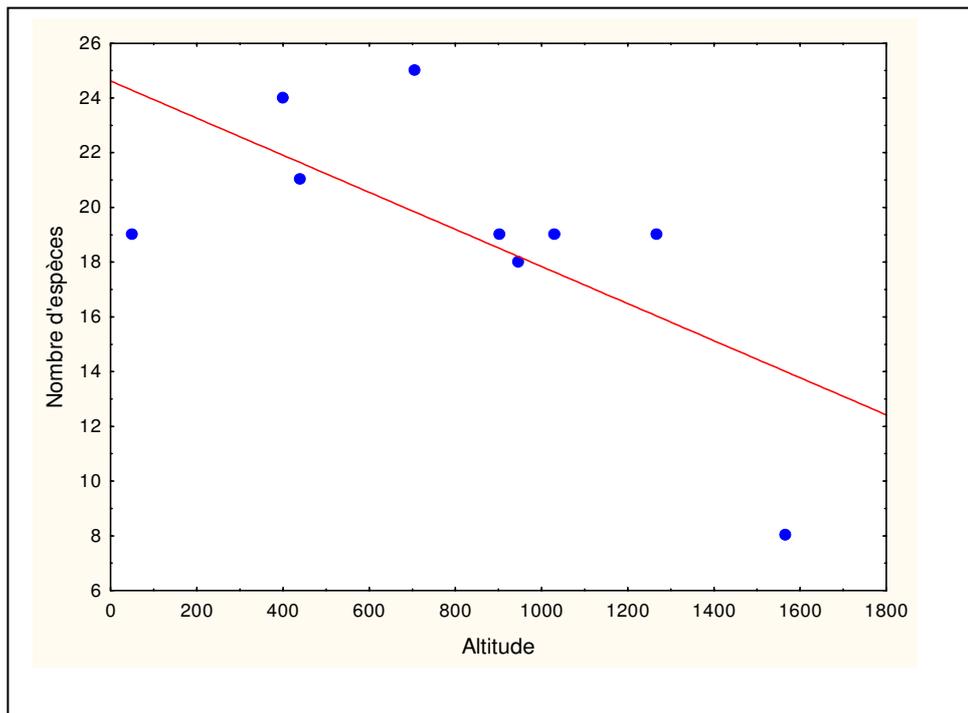
Le verger de Nouara et le Mergueb ne montrent pas de dissimilitude. Ils se trouvent donc dans un même groupement.



**Figure n° 42** - Représentation NMDS des huit habitats de l'échantillonnage des espèces de fourmis.

### 3.1.2.2.6 - Relation altitude – richesse

Les données de l'échantillonnage de la myrmécofaune du Nord de l'Algérie et de la steppe sont testées pour déterminer l'effet du gradient de l'altitude sur le nombre d'espèces. Le  $r^2$  ou coefficient de détermination) vient du fait que l'altitude ou variable explicative explique 43 % de la variabilité de la richesse ou variable réponse (Richesse =  $24,6 - 0,0068 \cdot \text{altitude}$ ;  $P = 0,055$ ;  $r^2 = 0,43$ ). Entre 0 et 1600 m le nombre d'espèces de fourmis diminue avec l'altitude (Fig. 43). La richesse recensée à 50 m d'altitude est faible soit 15 espèces. Elle augmente progressivement jusqu'à atteindre 25 espèces à 800 m. Puis elle diminue encore à 1600 m où il est noté seulement 8 espèces de fourmis.



**Figure n° 43** – Relation entre la richesse (nombre d'espèces) et l'altitude, pour l'ensemble des sites d'étude.

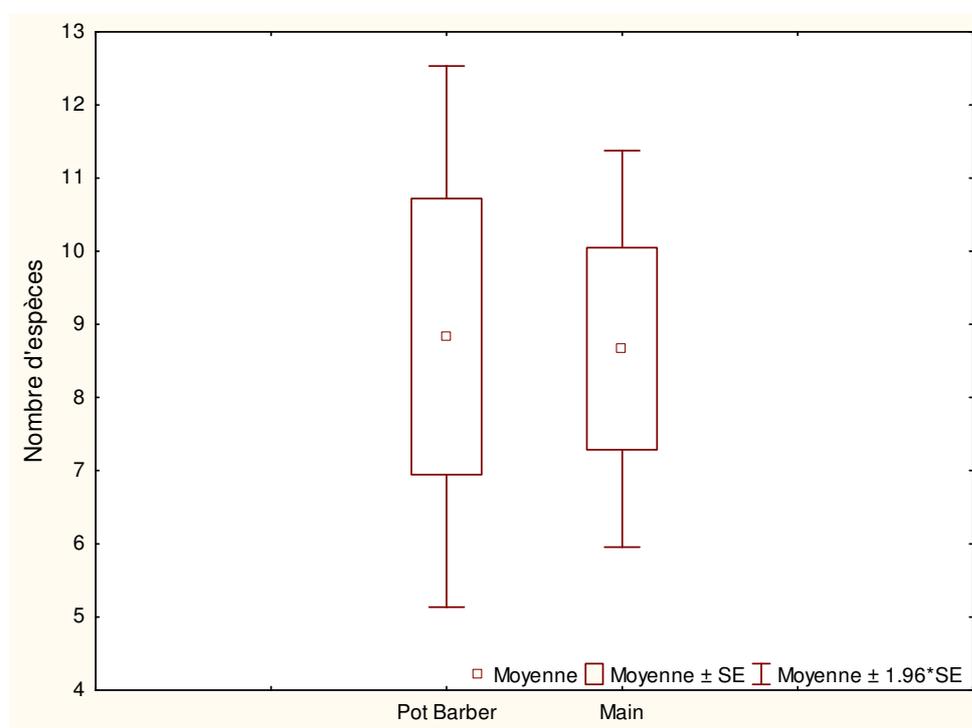
#### 3.1.2.2.7 - Comparaison de la richesse (= nombre d'espèces): Pots Barber et échantillonnage à la main

Pour la réalisation des tests statistiques de comparaison, les données qui correspondent à une même année et à un même mois de l'échantillonnage sont rassemblées (Tab. 46). En effet, une comparaison des richesses spécifiques obtenues dans le Chott du Hodna et de la forêt El Haourane pendant les mois de mars et d'avril en 2011 par les deux méthodes d'échantillonnage, celles des pots Barber et de la récolte à la main est réalisée.

**Tableau 46** – Le t-test apparié comparant les espèces collectées en utilisant deux méthodes d'échantillonnage (pots Barber (n=10) contre collecte à la main)

Localités	Mois	Pots Barber	Collecte à la main
Forêt artificielle	III	4	7
Forêt naturelle	IV	11	7
Forêt naturelle	IV	13	15
Medbah	III	3	10
Medbah	IV	14	7
Birkraa	IV	8	6

Un test t apparié montre qu'il n'y a pas de différence significative ( $t_{10} = 0,07$ ;  $P = 0,94$ ) entre le nombre des espèces collectées dans les pots Barber (moyenne  $\pm$  s.d.;  $8,8 \pm 4,6$  espèces;  $n = 6$ ) ou par la main ( $8,3 \pm 3,3$  espèces) (Fig. 44).



**Figure n° 44** – Comparaison de la richesse en fourmis obtenu par les deux méthodes d'échantillonnage dans le Chott du Hodna et la forêt El Haourane

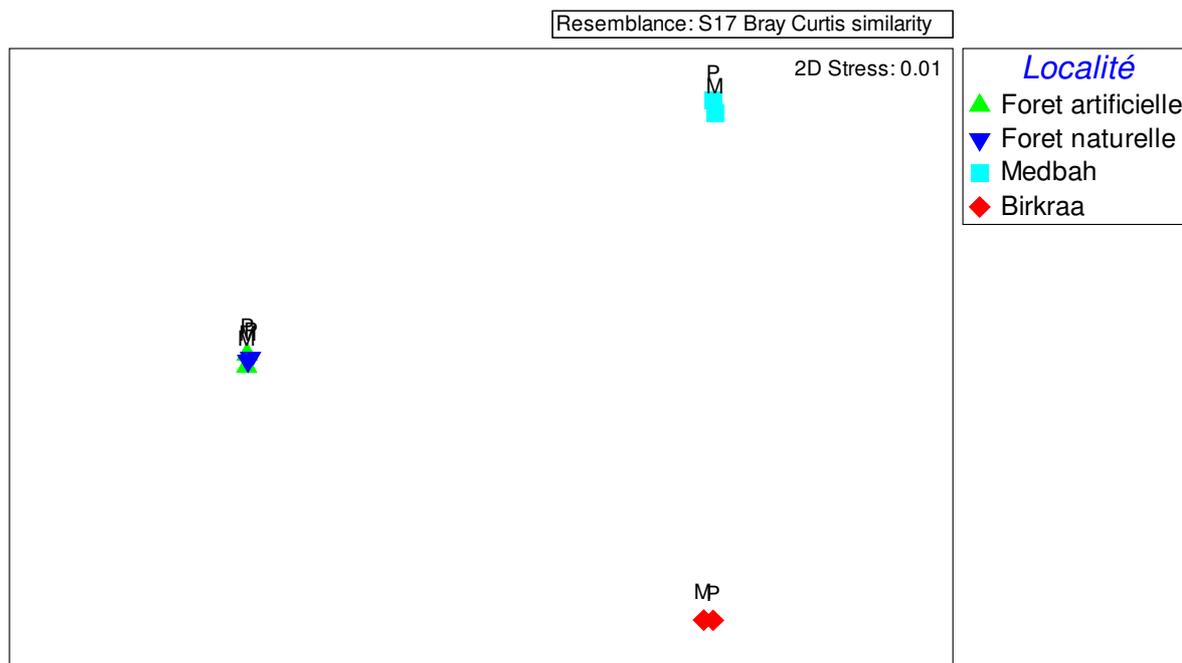
### 3.1.2.2.8 - Comparaison de la composition des communautés

Pour la réalisation de ce test, les mêmes données précédentes pour la forêt El Haourane et le Chott du Hodna sont utilisées. La composition des communautés de fourmis prises avec les deux méthodes d'échantillonnage (échantillonnage à la main contre pots Barber) est testée avec le logiciel Primer v.6, module Anosim. La comparaison des communautés est faite avec l'indice de Bray-Curtis. Étant donné qu'il est utilisé la présence/absence, l'indice de Bray-Curtis est mathématiquement équivalent à l'indice de Sørensen.

Deux questions sont posées:

a) Est-ce que les deux méthodes aboutissent à des résultats équivalents en ce qui concerne la composition de la myrmécofaune? Les données sont exprimées en présence/absence des espèces dans quatre localités ou sous-stations, celles de la forêt artificielle, de la forêt naturelle, de Medbah et de Birkraa. L'analyse indique que les deux méthodes ne mettent pas en relief des communautés différentes (global  $R = 0,047$ ;  $P = 0,34$ ) (Fig. 45). C'est à dire que quelle que soit la méthode utilisée, pots Barber ou échantillonnage à la main, il est obtenu les mêmes résultats pour la composition en espèces de fourmis.

b) Est-ce que les quatre localités ont des compositions différentes en espèces de fourmis? L'analyse Anosim indique que les quatre localités sont différentes en ce qui concerne leurs compositions (global  $R = 0,78$ ;  $P = 0,019$ ) (Fig. 45). Les espèces de fourmis trouvées dans la forêt El Haourane sont différentes de celles trouvées dans le Chott du Hodna.

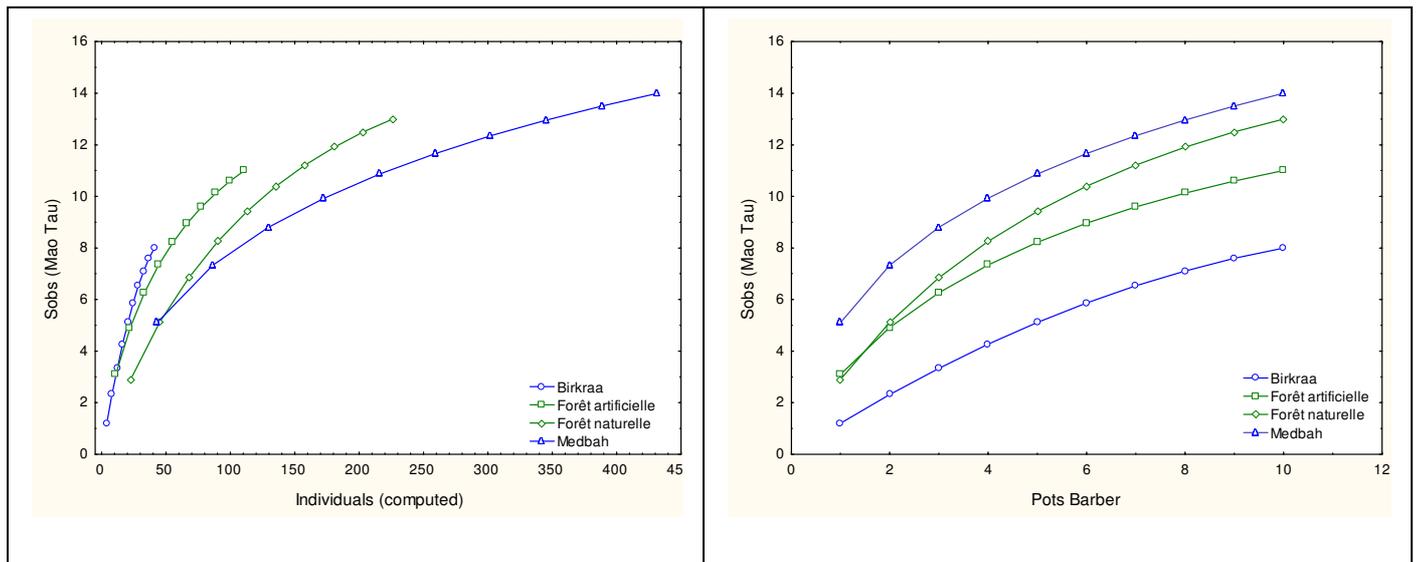


**Figure n° 45** - Graphique MDS (multidimensional scaling) des quatre localités de fourmis collectées avec deux méthodes d'échantillonnage (à la main (M); pots Barber (P)).

### 3.1.2.2.9. - Variable explicative: pots Barber ou individus?

Les courbes d'accumulation des espèces (CAE) peuvent être exprimées ou présentées selon les unités d'échantillonnage ou bien selon l'abondance des insectes. Les CAE sont explorées en utilisant les deux variables explicatives (unité d'échantillonnage = pot Barber; nombre d'individus) pour comparer la convergence et/ou divergence des conclusions auxquelles l'expérimentateur arrive selon les deux variables (Fig. 46). C'est aussi un aspect méthodologique.

Les conclusions obtenues peuvent être manifestement différentes suivant la variable explicative utilisée (Fig. 46). Par exemple, si les pots Barber sont pris en considération Birkraa semble plus pauvre en espèces que Medbah et la richesse de la forêt artificielle plus faible que celle de la forêt naturelle. Par contre si les individus sont pris en considération, Medbah apparaît plus pauvre que Birkraa et la forêt artificielle plus riche que la forêt naturelle. Les conclusions sont inverses selon la variable prise en considération.



**Figure n°46 -** Courbes d'accumulation d'espèces observées dans quatre localités selon les unités d'échantillonnage (individus; pots Barber).

### 3.1.2.2.10. – Inventaires : sont-ils complets ?

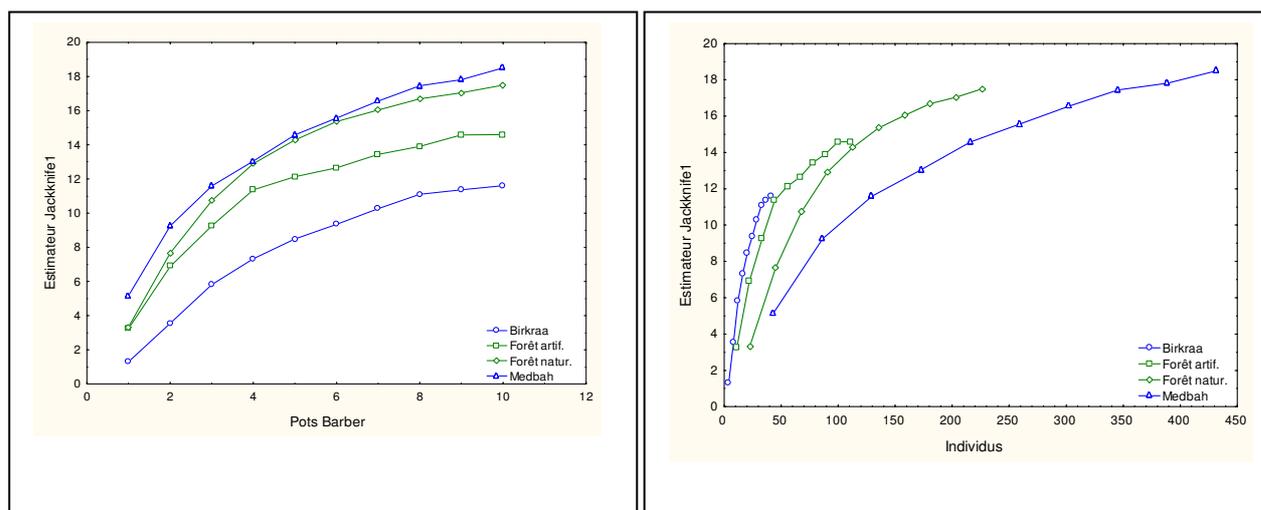
Le logiciel EstimateS 8.2 est utilisé avec les échantillons de quatre localités, où 10 pots Barber sont mis en place, soit les sous-stations de la forêt El Haourane (forêt artificielle et forêt naturelle) et du Chott du Hodna (Medbah et Birkraa). Les données de la richesse observée, de l'abondance des espèces, des estimateurs de la richesse et la complétude des inventaires sont rassemblées dans le tableau 47.

Suivant le protocole proposé par Brose et Martinez (2004) pour choisir lequel de ces estimateurs est recommandé, nous trouvons qu'il est le Jackknife1 pour les deux sous-stations de la forêt El Haourane et pour la sous-station Medbah dans le Chott. Par contre pour la sous-station Birkraa, il faut prendre le Jackknife2 (Figure 47). Il reste bien un quart des espèces à découvrir.

**Tableau 47** - Localités, abondance, espèces observées, estimateurs d'espèces attendues selon divers estimateurs non paramétriques, et complétude des inventaires dans quatre localités

Localité	Abondance	Sobs	Espèces avec un spécimen	Espèces avec deux spécimens	ACE	Chao1	Chao2	Jack1	Jack2	Complétude (Sobs/estimateur)
Birkraa	41	8	2	3	10,09	8,25	9,08	11,6	11,96	66,8
Foret artificielle	111	11	2	3	12,08	11,25	12,35	14,6	15,67	75,3
Foret naturelle	226	13	3	3	15,02	13,75	14,8	17,5	18,66	74,3
Medbah	432	14	4	0	18,98	20	17	18,5	21,08	75,67

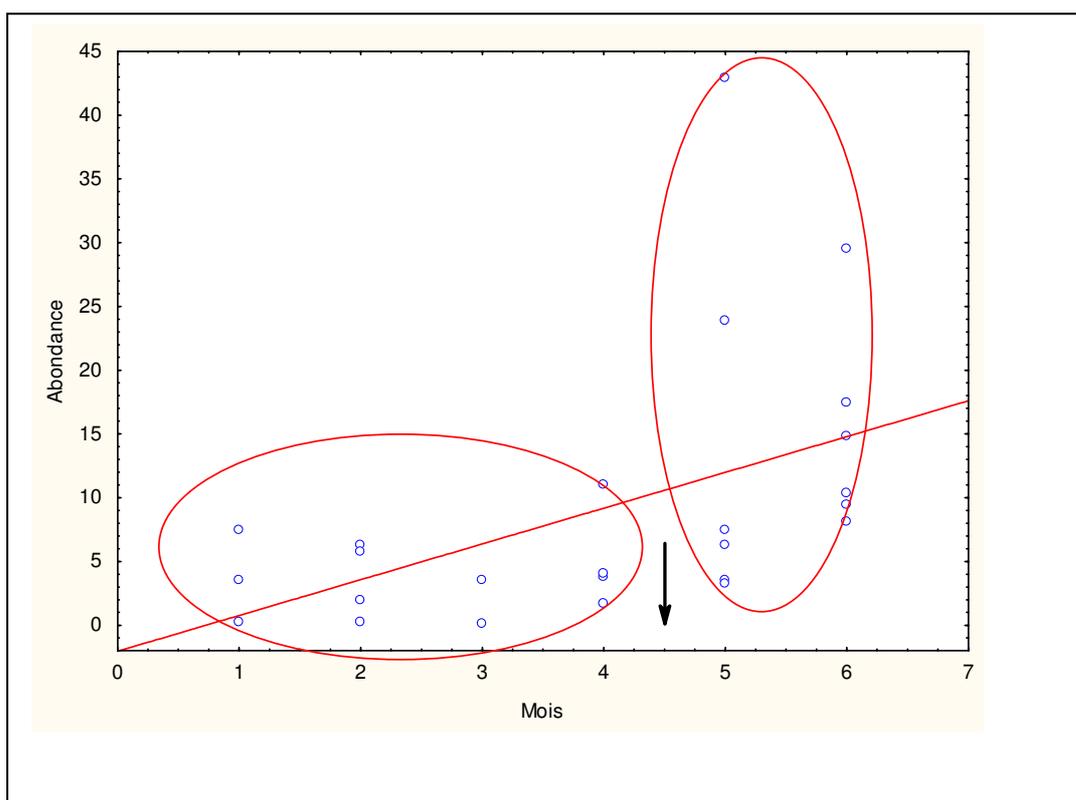
Sobs : richesse observée



**Figure n° 47** - Courbes d'accumulation d'espèces estimées (Jackknife1) dans quatre localités selon les unités d'échantillonnage (pots Barber; individus).

### 3.1.2.2.11. – Période de l'échantillonnage

La question se pose: quelle est la bonne période pour échantillonner les fourmis? Pour répondre à cette question, seuls les résultats de la myrmécofaune au sein de la Réserve naturelle de Mergueb où la collecte des fourmis est effectuée régulièrement de janvier à juin en 2007 et en 2008 sont retenus. L'activité des fourmis est discrète pendant les mois allant de janvier à mars durant lesquels de faibles abondances, soit moins de 15 individus par pot sont notées (Fig. 48). Par contre, à partir de mai, l'activité des fourmis en surface s'accroît sensiblement pour atteindre des abondances élevées dépassant 40 individus par pot. La bonne période pour l'échantillonnage des fourmis sera donc le mois d'avril. Ceci coïncide avec la relance de l'activité des espèces suite à l'augmentation des températures sur le sol.



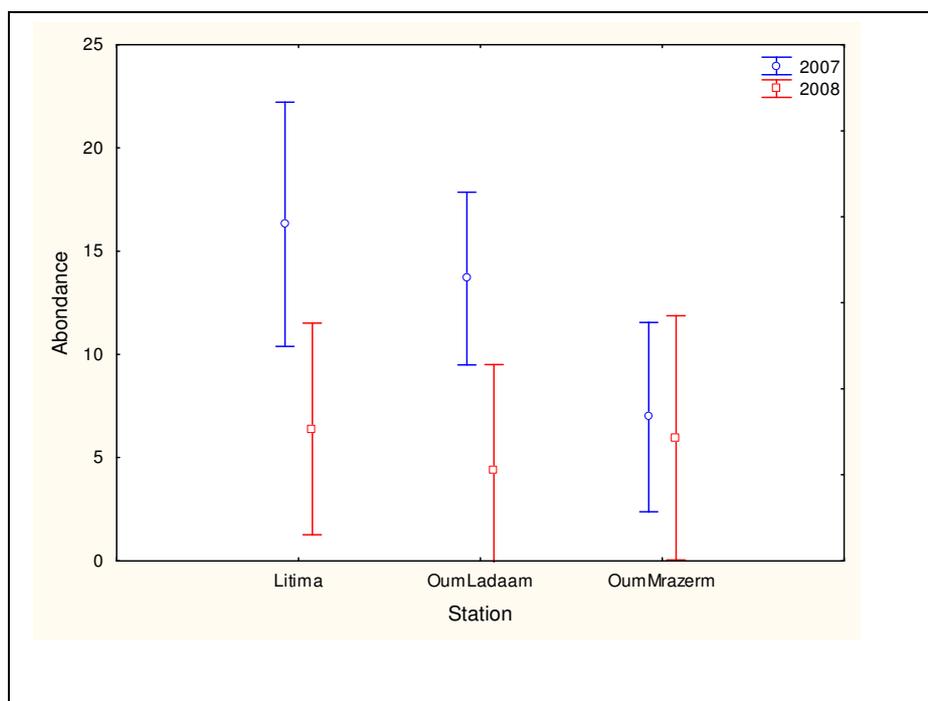
**Figure n° 48** - Evolution temporelle de l'abondance de fourmis (moyenne par pitfall et par mois) dans les trois stations du Mergueb et au cours de deux années (2007/2008).

### 3.1.2.2.12. – Analyse de la variance (Anova) appliquée aux abondances des fourmis dans la Réserve naturelle de Mergueb

Dans la Réserve naturelle de Mergueb, le traitement par l'analyse de la variance concerne d'abord l'abondance des fourmis puis la richesse spécifique trouvée dans les sous-stations de Litima, d'Oum Laadam et d'Oum Mrazem où l'échantillonnage est fait au cours des deux années 2007 et 2008.

#### 3.1.2.2.12.1. – Anova appliquée à l'abondance (station x année)

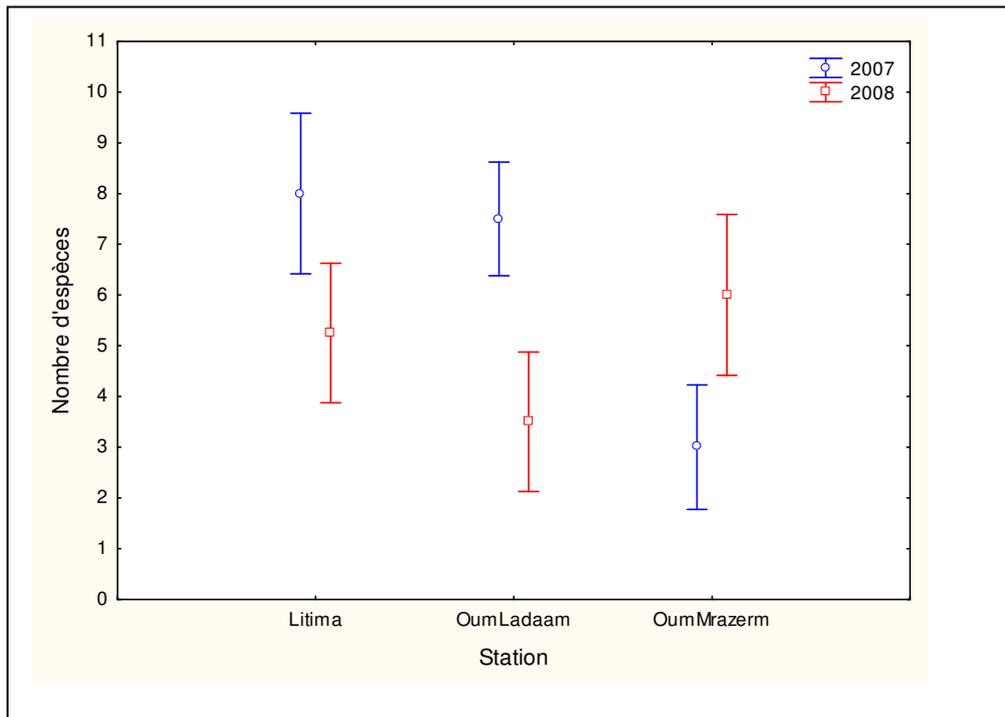
L'analyse de la variance pour savoir s'il existe une différence significative entre les abondances des fourmis suivant les sous-stations, celles d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima et selon l'année est utilisée. D'après les résultats de l'analyse, il s'est avéré qu'il n'y a pas de différence statistique entre les abondances entre les sous-stations ( $F_2 = 0,40$ ;  $P = 0,67$ ) ni entre les deux années ( $F_1 = 2,5$ ;  $P = 0,12$ ) (Fig. 49).



**Figure n° 49** - Abondance (moyenne  $\pm$  erreur standard par pitfall et mois) de fourmis dans trois sous-stations du Mergueb, pour deux années (2007-2008).

#### 3.1.2.2.12.2. – Anova appliquée à la richesse (station x année)

Le traitement des richesses spécifiques enregistrées dans les trois stations de Mergueb pendant les deux années de l'échantillonnage par l'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence significative ni entre les richesses des sous-stations ( $F_2 = 1,07$ ;  $P = 0,36$ ), ni entre les deux années ( $F_1 = 1,21$ ;  $P = 0,28$ ) (Fig. 50).



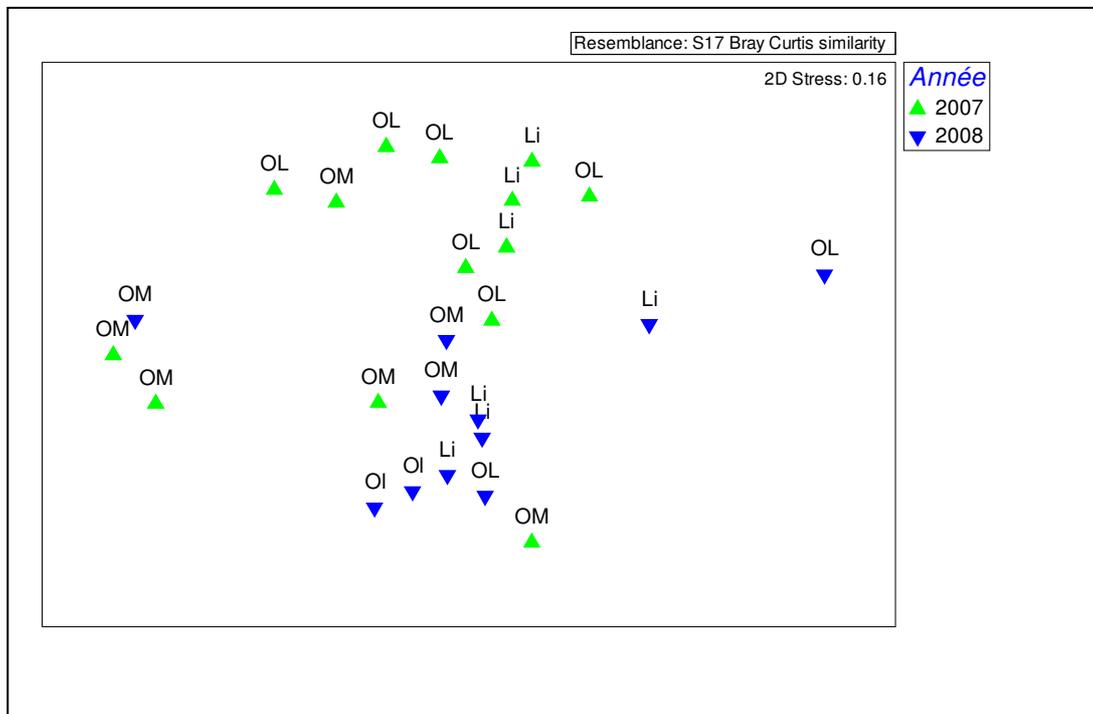
**Figure n° 50** - Nombre d'espèces (moyenne  $\pm$  erreur standard par pitfall et mois) de fourmis dans trois stations du Mergueb, pour deux années (2007-2008).

### 3.1.2.2.13. – Anosim: composition des communautés de fourmis par année

Dans la recherche de différences significatives entre les compositions en espèces des communautés de fourmis au niveau de la Réserve naturelle de Mergueb durant les deux années de collecte, le test de similitude l'Anosim est employé. Ce dernier montre qu'il existe une différence significative entre les compositions des communautés de fourmis dans les trois sous-stations de Mergueb durant les deux années 2007 et 2008 (Global  $R = 0,223$ ;  $P = 0,003$ ).

### 3.1.2.2.14. – Anosim: composition des communautés de fourmis par sous-Station

Afin de préciser si les sous-stations de la Réserve (RNM) sont similaires vis à vis de leurs compositions en espèces, les résultats sont exploités par l'Anosim. Il est à remarquer qu'il n'y a pas de différence significative entre les compositions des communautés dans les trois sous-stations de la Réserve naturelle de Mergueb (Global R = 0,017; P = 0,34) (Fig. 28, 51). Les mêmes espèces de fourmis sont retrouvées aussi bien à Oum Mrazem qu'à Oum Laadam et à Litima.



**Figure n° 51** - Representation NMS des communautés de fourmis dans trois sous-stations (OL: Oum Ladaam; OM: Oum Mrazem; Li: Litima) de la RNM (moyenne de l'abondance de fourmis par pitfall et mois en 2007-2008)

### 3.2. - Discussions sur la Myrmécofaune du Nord de l'Algérie

Les discussions portent dans un premier temps sur les résultats des inventaires de la myrmécofaune réalisés lors de cette étude, puis sur l'exploitation des données par des indices écologiques et des tests statistiques.

#### 3.2.1. - Inventaire des fourmis récoltées

Dans la présente étude, les inventaires des fourmis dans différentes localités au Nord de l'Algérie et dans la steppe ont permis le recensement de 78 espèces et sous-espèces. Ces fourmis sont réparties entre quatre sous-familles, celles des Dolichoderinae, des Formicinae, des Dorylinae et des Myrmicinae regroupant 20 genres. La sous-famille des Myrmicinae est représentée par le plus grand nombre de genres (12) et d'espèces (50), suivie par les Formicinae (5 genres et 24 espèces). Pour ce qui concerne la représentation des genres, chez les Myrmicinae, les genres les plus riches sont *Messor* avec treize espèces, *Monomorium* avec huit espèces et *Aphaenogaster* avec sept espèces. Chez les Formicinae, les genres les mieux représentés sont *Camponotus* avec 11 espèces et *Cataglyphis* avec 8 espèces. L'inventaire réalisé par Cagniant (1973) lors de son étude sur les peuplements de fourmis des forêts algériennes, fait état de la présence d'un nombre plus élevé en espèces de fourmis que celui obtenu dans la présente étude. Cet auteur a recensé 121 espèces appartenant à 35 genres et à 5 sous-familles, celles des Ponerinae, des Dolichoderinae, des Formicinae, des Dorylinae et des Myrmicinae). Les Myrmicinae sont toujours les mieux représentés en genres et en espèces avec 31 espèces pour le genre *Leptothorax*. Aujourd'hui le genre *Temnothorax* est à substituer pour toutes les espèces algériennes désignées jusqu'alors par *Leptothorax* (Espadaler com. pers.) Les Myrmicinae renferment aussi 17 espèces du genre *Messor* et 14 espèces d'*Aphaenogaster*. Pour les Formicinae, le genre *Camponotus* est encore le plus riche et compte 20 espèces. En outre, dans un travail mené par Djioua (2011) sur l'inventaire des Formicidae dans quelques milieux forestiers et agricoles à Tizi Ouzou (Kabylie, Algérie), un nombre très réduit en espèces est trouvé soit 15 seulement. Ces dernières sont réparties entre 12 genres dont 7 appartiennent aux Myrmicinae et entre 3 sous-familles, celles des Dolichoderinae, des Formicinae et des Myrmicinae). Chaque genre est représenté par 1 espèce sauf les genres *Camponotus*, *Plagiolepis* et *Tapinoma* qui interviennent chacun par 2 espèces. Il est à remarquer par comparaison que la richesse et la diversité de la myrmécofaune trouvée dans la présente étude dans quelques localités dans le Nord et dans la steppe de

l'Algérie (78 espèces) est loin d'être négligeable. Cependant cette faune reste sous-estimée par le manque de travaux à cause des perturbations politiques et sécuritaires durant ces dernières années dans les régions d'étude. Malheureusement, l'Algérie, au contraire du Maroc, n'a pas bénéficié des investigations poussées en myrmécologie depuis 1973, soit durant une quarantaine d'années. Selon Cagniant (2006), l'Algérie et la Tunisie réunies n'en totalisent ensemble que 180 espèces environ. Par contre le Maroc qui est fortement individualisé et varié fait état d'une richesse myrmécologique de 214 espèces réparties entre 38 genres. Au cours du présent travail 2 espèces sont découvertes pour la première fois en Algérie notamment *Tetramorium lanuginosum* et *Camponotus serotinus*. Il est à noter aussi la redécouverte d'une espèce rare *Monomorium major* et d'une espèce invasive *Linepithema humile* (fourmi d'Argentine). Par ailleurs 5 espèces de *Messor* n'ont pu être déterminées. Il est possible qu'elles soient nouvelles pour l'Algérie en plus d'une espèce d'*Aphaenogaster* et une autre de *Temnothorax*, qui seraient nouvelles pour la Science.

### **3.2.2. - Exploitation des résultats par des indices écologiques**

La discussion sur les résultats exploités par des indices écologiques de composition (richesse spécifique, abondance relative et fréquence d'occurrence) et par des indices de structure (indice de Shannon, équitabilité) est développée dans les paragraphes suivants.

#### **3.2.2.1. - Richesse spécifique des fourmis discutée**

La discussion des résultats de la richesse spécifique en fourmis est abordée pour chaque station d'étude notamment l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila), la Réserve de Mergueb, le Chott du Hodna et enfin la forêt El Haourane.

##### **3.2.2.1.1. – Richesse des fourmis à l'Ecole nationale supérieure agronomique (ENSA)**

Dans le parc de l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, 15 espèces de fourmis appartenant à 12 genres, soit *Monomorium*, *Messor*, *Aphaenogaster*, *Tetramorium*, *Pheidole*, *Plagiolepis*, *Solenopsis*, *Temnothorax*, *Crematogaster*, *Tapinoma*, *Cataglyphis* et *Camponotus*) et à 3 sous-familles (Myrmicinae, Dolichoderinae et Formicinae) sont récoltées dans des pots Barber installés en mars et en juin 2010. Parmi les espèces recensées, une attention particulière est due à *Camponotus serotinus*, qualifiée d'espèce

nouvelle pour l'Algérie. Une richesse moins faible est signalée par Dehina (2009) dans la même station, soit 11 espèces appartenant aux mêmes sous-familles (Myrmicinae, Formicinae et Dolichoderinae). Une richesse un peu élevée est trouvée par Khaldi-Barech (2005) dans le régime trophique de *Cataglyphis bicolor*, qui exerce une prédation sur d'autres espèces de fourmis. Cet auteur a recensé 14 espèces aux abords du marais de Réghaïa situé dans le Littoral algérois comprenant des Myrmicinae, des Formicinae et des Dolichoderinae. Les Myrmicinae sont toujours les mieux représentées avec 8 espèces comme *Messor barbarus*, *Aphaenogaster testaceo-pilosa*, *Crematogaster scutellaris*, *Tetramorium biskrense*, *Tetramorium* sp. 1, *Tetramorium* sp. 2, *Tetramorium* sp. 3 et *Pheidole pallidula* suivies par les Formicinae avec 4 espèces, soit *Plagiolepis* sp., *Camponotus* sp. 1, *Camponotus* sp. 2, *Colobopsis truncatus* et *Cataglyphis bicolor*. Dans les Dolichoderinae il n'y a que 1 seule, *Tapinoma simrothi*. Baouane (2005) note dans la même station 10 espèces de fourmis dont 3 espèces sont des Formicinae, 5 espèces de Myrmicinae, 1 espèce de Dolichoderinae et une espèce indéterminée dans les excréments du Hérisson d'Algérie. Par ailleurs, à Béni-Bélaïd (Jijel) situé dans la partie Est du littoral, 10 espèces de fourmis sont remarquées aux alentours des nids de *Cataglyphis bicolor* dont la plupart sont des Myrmicinae avec *Messor* sp., *Monomorium* sp., *Tetramorium biskrense*, *Aphaenogaster testaceo-pilosa*, en plus d'une Dolichoderinae *Tapinoma simrothi* et d'une Formicinae *Camponotus* sp.

#### 3.2.2.1.2. – Verger d'abricotiers de Nouara

Dans le verger d'abricotiers à Nouara, 19 espèces de fourmis se rapportant à 11 genres, ceux de *Tapinoma*, de *Plagiolepis*, de *Cataglyphis*, de *Camponotus*, de *Lepisiota*, de *Messor*, de *Pheidole*, de *Tetramorium*, de *Cardiocondyla*, d'*Aphaenogaster* et de *Monomorium* et à 3 sous-familles celles des Dolichoderinae, des Formicinae et des Myrmicinae, sont recensées. Cette richesse est plus élevée que celle mentionnée par Djoua (2011) dans deux vergers, l'un de pêchers et l'autre d'orangers sis à Oued Aissi, à 11 km de Tizi-Ouzou. En effet, cet auteur signale une richesse de 10 espèces de Formicidae appartenant à 9 genres et à 3 sous-familles, celles des Dolichoderinae, des Formicinae et des Myrmicinae. Parmi ces fourmis, 50 % d'entre elles sont des Myrmicines suivies par 30 % de Formicines et par 20 % de Dolichoderinae. Les espèces inventoriées sont *Tapinoma simrothi*, *T. nigerrimum*, *Messor barbarus*, *Pheidole pallidula*, *Tetramorium biskrense*, *Aphaenogaster testaceopilosa*, *Paratrechina longicornis*, *Plagiolepis barbara*, *Cataglyphis bicolor* et *Camponotus barbarus xanthomelas*. Cerdá et al. (2007) notent une richesse beaucoup moins faible, qui varie entre 3 et 8 espèces de fourmis dans six vergers d'agrumes (*Citrus sinensis*

L., cultivar navelina) dans un milieu semi-aride dans le Nord-Est de l'Espagne (Sud de la Catalogne). Le total des espèces dans l'ensemble des vergers est égal à 14 espèces appartenant à 13 genres et à 4 sous-familles (Ponerinae, Dolichoderinae, Myrmicinae et Formicinae). Les Formicinae sont les mieux représentées avec six espèces (*Lasius niger*, *Plagiolepis schmitzii*, *Formica cunicularia*, *Camponotus foreli*, *Camponotus pilicornis* et *Diplorhoptum robusta*). Les Myrmicinae interviennent avec 5 espèces (*Tetramorium caespitum*, *Messor barbarus*, *Aphaenogaster senilis*, *Myrmica scabrinodis*, *Pheidole pallidula*). Les Dolichoderinae renferment deux espèces, *Tapinoma nigerrimum* et *Linepithema humile* alors qu'une seule Ponerine *Hypoponera eduardi* est notée dans les vergers. Il est fort possible que la richesse notée dans le verger de Nouara soit inférieure à celle qui se trouve aux alentours où l'action humaine est limitée car le changement d'un système naturel à un autre agricole peut provoquer une diminution significative de la diversité des fourmis (Roth *et al.*, 1994 cités par Cerdá *et al.*, 2007). Selon Cerdá *et al.* (2007) un habitat dérangé perd les espèces rares et encourage l'installation des espèces ordinaires. En outre, dans un environnement agricole, les perturbations mécaniques et chimiques sont extrêmes et les populations des espèces indigènes de la région sont largement affectées en réponse aux changements que subit l'habitat. Dahbi *et al.* (2008) ajoutent que les fourmis abandonnent leurs nids lorsqu'elles se trouvent en face de changements dans l'environnement. De plus, les monocultures sont des écosystèmes dans lesquels l'un des principaux objectifs de leurs propriétaires est de réduire la biodiversité des insectes nuisibles autant que possible (Vandermeer et Perfecto, 1997). La raison qui explique la diminution du nombre d'espèces de fourmis est l'utilisation des pesticides dans le verger d'abricotiers. D'un autre côté, la variation du nombre d'espèces ou richesse peut être liée à la complexité de l'habitat (Hernandez-Ruiz et Castano-Meneses, 2006). La présence et l'abondance des fourmis comme *Tapinoma* ou *Lasius* peuvent servir d'indicateurs de l'état des milieux où la végétation se dégrade sous l'impact des activités humaines (Francoeur, 2001). Les deux genres *Pheidole* et *Monomorium* sont enregistrés fréquemment dans les écosystèmes agricoles ce qui suggère que leurs populations ne sont pas beaucoup affectées par les changements du microclimat (Hernandez-Ruiz et Castano-Meneses, 2006). De plus, *Pheidole pallidula* est une espèce de grande plasticité écologique qui lui permet de tolérer et de s'adapter aux différents facteurs du milieu (Acosta *et al.*, 1983).

#### 3.2.2.1.3. – La Réserve naturelle de Mergueb

La Réserve naturelle de Mergueb renferme une richesse totale de 25 espèces de fourmis recueillies dans les 3 sous-stations de Litima, d'Oum Mrazem et d'Oum Laadam. Ces espèces appartiennent à 11 genres, ceux de *Tapinoma*, de *Cataglyphis*, de *Camponotus*, de *Lepisiota*, de *Messor*, de *Goniomma*, d'*Oxyomyrmex*, de *Cardiocondyla*, de *Pheidole*, de *Monomorium* et de *Tetramorium*. Elles se regroupent en 3 sous-familles, les Dolichoderinae, les Formicinae et les Myrmicinae. Dans leur ensemble, 14 espèces de Myrmicinae renferment 5 qui sont granivores se trouvent dans la réserve naturelle de Mergueb (*Messor barbarus*, *M. medioruber*, *Goniomma thoracicum*, *G. hispanicum* et *Oxyomyrmex emereyi*). Elles sont suivies par les Formicinae (9 espèces) qui sont très répandues dans cette région caractérisée par un écosystème steppique. Quant au Dolichoderinae, ces dernières ne sont représentées que par deux espèces *Tapinoma simrothi* et *Tapinoma nigerrimum*. En juillet 2001, Barech (2005) a trouvé dans les débris jonchant l'orifice de deux nids de *Cataglyphis bicolor* à Oum Mrazem, une richesse égale à 16 espèces qui sont *Tapinoma simrothi*, *Messor barbarus*, *Messor* sp., *Crematogaster scutellaris*, *Crematogaster* sp., *Pheidole pallidula*, *Tetramorium biskrense*, *Tetramorium* sp., *Monomorium* sp., *Cataglyphis bicolor*, *Cataglyphis* sp., *Camponotus* sp. 1, *Camponotus* sp. 2, *Camponotus* sp. 3, *Plagiolepis* sp. et une espèce indéterminée. Cette richesse est élevée par rapport à celle trouvée dans les pots Barber dans la présente étude où dans la même station (Oum Mrazem) S est égale à 13 espèces. Mais Oum Laadam demeure la plus riche avec 18, mieux que Litima qui s'illustre par 16 espèces.

#### 3.2.2.1.4. – Le Chott du Hodna

Le Chott du Hodna a une richesse spécifique de 21 espèces pour l'ensemble des deux sous-stations. Une autre sous-famille, celle des Dorylinae est ajoutée aux 3 autres (Dolichoderinae, Myrmicinae et Formicinae); 14 genres sont notés. Ce sont, *Tapinoma*, *Messor*, *Monomorium*, *Pheidole*, *Tetramorium*, *Cardiocondyla*, *Goniomma*, *Aphaenogaster*, *Plagiolepis*, *Bajcaridris*, *Cataglyphis*, *Camponotus*, *Lepisiota* et *Dorylus*. Il est à noter la présence de *Dorylus fulvus* à Birkraa, le seul endroit où sa présence est mentionnée dans cette étude. Cette espèce, qui se retrouve dans des biotopes variés, est d'origine nord-africaine au sens large, signalée du Sénégal au Liban et aussi dans le sud de l'Europe (Cagniant, 1973). Selon Santschi (1931) le curieux genre *Dorylus* est représenté dans l'Afrique du Nord par deux espèces : *D. fulvus* et *D. aethiopicus*. Ces fourmis sont adaptées plus intimement à la vie hypogée avec une organisation sociale qui rappelle celle des

termites par la présence de grandes femelles reines. D'après le dernier auteur cité, ces fourmis affectionnent les endroits humides sous les grosses pierres mais surtout dans les écuries et autour des fumiers. Les mâles n'apparaissent que très rarement en Algérie (Cagniant, 1973).

La myrmécofaune du Chott est composée essentiellement de Myrmicinae (57,1 %) et de Formicinae (33,3 %). Chacune des Dolichoderinae et des Dorylinae correspondent à 4,7 %. Il faut noter que cette faune myrmécologique est très intéressante du fait qu'elle regroupe des espèces dont la description de quelques castes est mal connue. C'est le cas des reines et des mâles de deux espèces de *Goniomma* (*G. thoracicum* et *G. barbaricum*). La même remarque concerne *Bajcaridris* sp. pour laquelle il n'y a pas de données sur la description des reines (Espadaler, com. pers.). Les espèces *Messor* sp.1, *Plagiolepis* sp. et *Monomorium* sp. 1 méritent une identification ainsi qu'*Aphaenogaster* sp., qui est probablement nouvelle pour l'Algérie et la science.

#### 3.2.2.1.5. – La forêt El Haourane

La forêt El Haourane possède une richesse totale de 17 espèces obtenue dans la forêt El Haourane grâce à l'échantillonnage par les pots Barber. Précisément, 13 sont notées dans la forêt naturelle et 12 dans le boisement artificiel. Les Myrmicinae contribuent avec 9 espèces et 6 genres (*Monomorium*, *Messor*, *Tetramorium*, *Crematogaster*, *Aphaenogaster* et *Temnothorax*) alors que les Formicinae sont représentés par 8 espèces et 4 genres seulement (*Plagiolepis*, *Cataglyphis*, *Camponotus* et *Lepisiota*). L'activité des fourmis est très réduite en mars où quatre espèces sont recensées (*Monomorium salomonis*, *Tetramorium biskrense*, *Camponotus thoracicus* et *Plagiolepis* sp.). Selon Sommer et Cagniant (1988) les milieux trop ombragés sont défavorables et moins diversifiés en myrmécofaune que les milieux à végétation ouverte et peuvent conserver un peuplement monotone mais abondant. Par contre en Algérie, c'est en milieu forestier à chêne vert et à chêne liège que les richesses en fourmis sont les plus élevées (Cagniant, 1972). Il est à remarquer que la myrmécofaune de la forêt El Haourane est composée d'espèces et sous-espèces caractéristiques qualifiées de mésoforestières (Cagniant, 1973) comme *Aphaenogaster depilis*, *Temnothorax curtulus*, *Cataglyphis viaticus* et *Camponotus foreli tingitanus*. Des formes de lieux découverts sont aussi présentes telles que *Monomorium salomonis*, *Messor barbarus*, *M. medioruber*, *Crematogaster laestrygon* et *Tetramorium biskrense*. Malgré que cette dernière, selon Cagniant (1966), se trouve surtout à basse altitude,

dans des lieux ombragés au-dessus de 700 m. *Lepisiota frauenfeldi* espèce qualifiée de steppique est présente surtout dans les biotopes secs et ensoleillés (Cagniant, 1973) et dans tout le Sahara (Delye, 1967). Elle est notée dans la forêt El Haourane, ce qui confirme son observation par Cagniant (1966) dans des endroits atteignant 1000 m d'altitude, mais toujours dans des endroits largement ensoleillés.

Les relevés de Cagniant (1973) dans les forêts algériennes ont permis de recenser 154 espèces dont 10 en dehors des relevés. Par l'addition des espèces trouvées dans les présents relevés, il en ressort que la myrmécofaune algérienne compte un total de 186 espèces sans compter les cinq espèces de *Messor* indéterminées. Il faut signaler qu'un nombre de 37 espèces trouvées dans la présente étude ne sont pas signalées par Cagniant (1973).

### 3.2.2.2. - Abondance relative et fréquence d'occurrence

Les discussions des résultats de l'abondance relative et de la fréquence d'occurrence des espèces de fourmis dans différentes localités sont présentées.

#### 3.2.2.2.1. – Abondance relative et fréquence d'occurrence des fourmis à l'ENSA

Au niveau de l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El-Harrach une abondance remarquable de *Tapinoma nigerrimum* (92,3 %) est notée par rapport à *Aphaenogaster depilis*, *Messor barbarus* et *Tetramorium semilaeve* capturées en mars. Par contre en juin, *Solenopsis* sp. (A.R. = 32,9 %) et *Tetramorium caespitum* (A.R. = 31,5 %) dominant le peuplement de fourmis constitué par 14 espèces. *T. caespitum* est une espèce qui défend son nid et ses ressources nutritives (Hölldobler et Wilson, 1990) signalée comme envahissante par Cagniant (1997) et de nuisible dans les zones urbaines en Amérique du Nord. C'est la raison pour laquelle les autres espèces ont de faibles abondances. Il semble que cette espèce exerce une concurrence avec *Solenopsis* sp. qui est une espèce à importante fréquence dans le milieu d'étude. La présence de ces fourmis abondantes et compétitives peut affecter profondément la composition en espèces et l'abondance des autres fourmis dans la communauté (Retana et Cerdá, 2000). Ces espèces dominantes réduisent la réussite de l'activité de fourragement des espèces subordonnées et contribuent même à la disparition de certaines espèces (Human et Gordon, 1997). Parmi les espèces recensées à l'ENSA, une attention particulière est donnée pour *Camponotus serotinus* qui est qualifiée d'espèce nouvelle pour l'Algérie. Pour ce qui concerne la fréquence d'occurrence, malgré la

dominance de *Tapinoma nigerrimum* qui est expliquée par son grand nombre récolté dans les pots (287 individus), elle est qualifiée d'accessoire contrairement à *A. depilis* qui est une espèce constante. La même remarque est maintenue pour *Solenopsis* sp et *T. caespitum* qui sont considérées comme accidentelles alors qu'elles dominent les autres fourmis en juin. En effet, la taille des populations, la dispersion des colonies et le niveau d'activité des fourmis influent sur le nombre de fourmis obtenu dans les pots. Ce problème peut être évité si on prend en considération la fréquence d'occurrence au lieu de l'abondance dans les pots (Andersen, 1991).

#### 3.2.2.2.2. – Verger d'abricotiers de Nouara

Au sein du verger d'abricotiers de Nouara (M'sila), l'abondance relative la plus élevée revient à *Monomorium salomonis* sauf pour le mois de décembre où elle est remplacée par *Messor barbarus* et par *Cataglyphis bicolor* qui deviennent plus fréquentes par rapport aux autres espèces. *Monomorium salomonis* fourmille partout en Algérie d'une façon étonnante (Forel, 1906). La présence de cette espèce omnivore et envahissante, a un impact considérable dans la biocénose du fait qu'elle chasse toutes les autres fourmis dans un rayon de 7 à 8 m et contribue ainsi à banaliser la station (Cagniant, 1973). De même, *Tapinoma nigerrimum* qui recherche les sols les plus humides (Sommer et Cagniant, 1988) abonde en février car elle résiste mieux au froid (Cagniant, 1966). Pour ce qui est de l'occurrence des espèces dans les pots, *Tetramorium nigerrimum* montre une fréquence élevée (F.O. % = 70 %) qui permet de la qualifier comme constante dans le verger avec *Monomorium salomonis*, *Aphaenogaster mauritanica*, *Cataglyphis bicolor* et *Tetramorium semilaeve*. La règle de dominance-appauvrissement proposée par Hölldobler et Wilson (1990) stipule que la communauté est dominée par quelques espèces qui contribuent également à réduire la présence de fourmis subordonnées ou opportunistes. Les fluctuations d'abondances pendant les périodes de froid correspondent à l'entrée en hibernation de plusieurs espèces de fourmis. Le site d'étude se caractérise par un été très chaud et un hiver très froid. Des fréquences et une diversité de fourmis plus intéressantes sont signalées en été par rapport à l'hiver (Lindsey et Skinner, 2001). Cerdá *et al.* (2007) notent que la période d'activité des fourmis dans le bassin méditerranéen va du début du printemps jusqu'en automne. *Messor barbarus* est très fréquente pendant le mois de juillet et se cache en février. *Cardiocondyla mauritanica* qui est cosmopolite (Cagniant, 2006) n'est présente qu'en été pendant les mois de juillet et d'août. *Tapinoma nigerrimum* est assez fréquente pendant tous

les mois sauf en décembre. Le taux de 1,5 %, noté pour cette espèce en août 2010, ne reflète pas son activité et sa présence en grand nombre à l'intérieur du verger. Il peut être expliqué tout simplement par l'absence de colonies de cette fourmi dans l'endroit où les pots sont placés car le choix du site pour l'implantation des pots influe sur le résultat du nombre de fourmis capturés (Wang *et al.*, 2001). Pour ce qui concerne *Aphaenogaster mauritanica*, *Cataglyphis bicolor* et *Tetramorium semilaeve*, elles sont moyennement abondantes et se trouvent pendant tous les mois d'échantillonnage. *Pheidole pallidula* et *Tetramorium semilaeve* sont deux espèces sympatriques qui sont similaires dans plusieurs aspects de leur écologie (Retana *et al.*, 1992). *Pheidole pallidula* est en principe active à la fin de l'été et en automne (Cerdá *et al.*, 2007). Mais dans le présent travail, aucun individu n'est récolté à la fin de l'automne, représenté par le mois de décembre), ni à la fin de l'été 2010 (mois d'août). Le seul mois où cette espèce est recensée dans le verger est avril, quoique avec peu d'individus. Selon Cagniant (1973) *Pheidole pallidula*, *Monomorium salomonis*, *Tapinoma nigerrimum*, *Tapinoma simrothi* et *Messor sanctus* sont des espèces anthropophiles introduites un peu partout avec les cultures, le pâturage et les déboisements. Dans cette étude, une nette variation saisonnière est remarquée dans la composition des communautés de fourmis. Cette variation est probablement liée aux changements phénologiques des espèces elles-mêmes (Hernandez-Ruiz et Castano-Meneses, 2006).

#### 3.2.2.2.3. – La Réserve naturelle de Mergueb

Au niveau de la Réserve naturelle de Mergueb, le peuplement de fourmis est dominé par deux espèces hélioxérophiles (Cagniant, 1973) *Monomorium salomonis* et *Messor medioruber* qui sont aussi constantes dans les pots durant les deux années de l'échantillonnage. Elles sont suivies de loin par *Cataglyphis savignyi* et *Tetramorium biskrense* qualifiées d'accessoires avec *Cataglyphis albicans* et *Cataglyphis bicolor*. Les deux fourmis *Tapinoma nigerrimum* et *Messor medioruber* sont actives en janvier et en février et il semble qu'elles résistent bien au froid. L'absence de fourmis durant l'hiver surtout en février 2007 à Oum Mrazem où aucune espèce n'est capturée dans les pots, est liée aux conditions physiques du milieu et en particulier aux températures basses car les fourmis sont des organismes ectothermes dont la température du corps est égale à celle du milieu environnant. Ainsi, les températures non comprises entre 10 et 45 °C. peuvent être considérées comme stressantes, parce que souvent, elles approchent ou dépassent les limites thermiques critiques de nombreuses espèces de fourmis (Hölldobler et Wilson, 1990; Bestelmeyer, 1997; Cerdá *et*

*al.*, 1997). Dans les zones méditerranéennes ainsi que dans les steppes et le désert, la température contrôle la composition et la structure des communautés de fourmis (Baroni Urbani et Aktaş, 1981). Les espèces dominantes dans la hiérarchie compétitive sont intolérantes à la chaleur et leur activité externe est limitée par les températures élevées. Dans les habitats ouverts, les communautés de fourmis montrent quelques effets des interactions biotiques et sont principalement commandés par des variations thermiques (Retana et Cerdá, 2000). Dans des sites ouverts, la température plus que la compétition interspécifique, détermine principalement les modèles d'activité temporelles, avec une réduction des espèces dominantes et les fourmis subordonnées augmentent leur abondance relative du printemps à l'été (Cros *et al.*, 1997; Retana et Cerdá, 2000). Une situation particulière se produit dans les communautés des fourmis méditerranéennes, où la résistance aux facteurs physiques réduit l'occurrence de la compétition (Cerdá *et al.*, 1998). Dans le peuplement des fourmis de la Réserve de Mergueb, plusieurs espèces ne sont capturées qu'une seule fois et elles sont représentées soit par un seul individu (*Oxypomyrmex emeryi*, *Gonionomma thoracicum*, *Cardiocondyla mauritanica*, *Cataglyphis lividus*, *Tapinoma simrothi* et *Camponotus micans*), soit par plusieurs individus (*Monomorium lammeerei*, *Monomorium subopacum*, *Cataglyphis viaticus*). La plupart des espèces recensées sont qualifiées de steppiennes (Cagniant, 1973) comme *Oxypomyrmex emeryi*, *Lepisiota frauenfeldi*, *Tetramorium biskrense*, *Messor medioruber*, *Monomorium salomonis*, *Cataglyphis albicans* et *Camponotus micans*. Ce sont des formes des lieux découverts qui trouvent leur optimum dans les milieux ouverts et vivent surtout dans les biotopes secs et ensoleillés. Il est à suggérer que l'ensemble caractéristique de la myrmécofaune de Mergueb est composé de quatre espèces ou sous-espèces, soit *Messor medioruber medioruber*, *Monomorium salomonis*, *Tetramorium biskrense* et *Tapinoma nigerrimum*. Les autres espèces sont considérées comme subordonnées. Selon Cerdá *et al.*, (1997) les espèces dominantes sont celles qui ne tolèrent pas la chaleur et qui se limitent en grande partie par des conditions physiques, alors que les subordonnées sont des espèces qui tolèrent la chaleur et qui sont actives sur une marge de températures plus large. Par contre dans les forêts, les espèces dominantes ne sont pas affectées par les températures élevées, elles excluent plusieurs espèces subordonnées (Retana et Cerdá, 2000).

#### 3.2.2.2.4. – Chott du Hodna

Dans le Chott du Hodna, *Monomorium prop. salomonis* est l'espèce la plus abondante et qui présente une occurrence de 100 % à Birkraa qui permet de la qualifier d'omniprésente et constante à Medbah. Elle est suivie par *Tetramorium biskrense* en termes de dominance qui est une espèce accessoire dans les deux sites dans le Chott.

Des fréquences moyennes sont notées pour *Cataglyphis savignyi* et *Messor* sp.1. Il est à noter la présence de *Camponotus atlantis*, fourmi des steppes d'altitude et des forêts claires (Cagniant, 1996) et de *Cataglyphis bombycina* et *C. albicans*, espèces sahariennes (Delye, 1968). *Messor arenarius*, grosse fourmi moissonneuse commune en Afrique du Nord n'est pas strictement inféodée aux sables dans les régions steppiques en Algérie (Delye, 1971), dont les nids sont installés particulièrement aux bords de la route à Medbah. Cette espèce est constante dans les pots avec *Messor* sp.1. Pour ce qui concerne leur activité, les fourmis sont peu vues en mars dans les deux sous-stations où trois espèces seulement sont recueillies en faible nombre d'individus. Cela est justifié par les conditions du milieu qui deviennent défavorables à cause du froid. La température moyenne mensuelle atteint 15 °C avec 8,5 °C comme température moyenne minimale. Pourtant, dans la présente étude des *Cataglyphis* et des *Monomorium*, espèces thermophiles et guère actives en dessous de 20°C. selon Delye (1968) sont capturées. Les *Messor*, par contre, ont une activité cohérente dès 15 °C. Retana et Cerdá (2000) signalent que dans les communautés de fourmis méditerranéennes étudiées, les espèces dominantes cherchent de la nourriture à basse température, sachant que leur activité maximale se faisant entre 20 et 30°C., très éloignée de leurs limites thermiques critiques, tandis que les subordonnées se déplacent à des températures élevées, très proches de leurs limites physiologiques thermiques (Cerdá et Retana, 1997 ; Cerdá et al., 1998). Quant aux *Monomorium salomonis*, *M. subopacum* et *Lepisiota frauenfeldi*, qui vivent aussi bien dans le littoral algérien qu'au Sahara, elles ont des exigences thermiques assez élevées. *Lepisiota frauenfeldi* est comparable aux *Cataglyphis*, alors que les deux *Monomorium* ont des réactions identiques, bien que seule *M. salomonis* peuple les biotopes arides (Delye, 1968). Pendant le mois d'avril, avec l'augmentation de la température, les fourmis relancent leur activité ce qui argumente la possibilité de trouver d'autres espèces.

#### 3.2.2.2.5. – Forêt El Haourane

Dans la forêt El Haourane l'abondance relative des espèces de fourmis, varie suivant le site et le mois. Cependant, la communauté de fourmis dans la forêt artificielle est dominée par *Monomrium salomonis*, espèce constante, qui est accompagnée par

*Lepisiota frauenfeldi*, *Messor barbarus* et *Camponotus foreli tingitanus*. Ces dernières sont qualifiées d'accidentelles dans les pots malgré leurs dominance par rapport aux autres espèces alors que dans la forêt naturelle, les espèces recensées sont dominées par *Messor grandinidus* et *Monomorium salomonis*. Cette dernière est constante dans les pots. Les espèces arboricoles telles que *Crematogaster laestrygon* et *Camponotus ruber* sont présentes avec de faibles fréquences. Mais elles sont considérées comme espèces accessoires (*Crematogaster laestrygon*) et accidentelles (*Camponotus ruber*). Selon Hölldobler et Wilson (1990), les espèces dominantes dans les forêts tropicales se répartissent en mosaïque avec des territoires mutuellement exclusifs qui couvrent d'un à plusieurs arbres chacun durant toute l'année. Dans la présente étude, une compétition à l'intérieur de la communauté des fourmis est remarquable surtout en avril, où l'activité des fourmis reprend. Cette compétition interspécifique est reconnue par les écologistes comme étant la force majeure qui intervient dans le maintien de la diversité des communautés (Fangliang et Legendre, 2002). Cette diversité est positivement liée à la complexité végétale qui crée une large diversité potentielle des niches disponibles. Plus un environnement est complexe, plus ses ressources peuvent être finement partagées. En conséquence, sa faune et sa flore sont riches (MacArthur, 1972 cité par Retana et Cerdá, 2000). Avec une productivité élevée, peu d'espèces peuvent atteindre une dominance compétitive et excluent ainsi les autres espèces, alors qu'avec une faible productivité, seulement quelques espèces tolérantes de stress ou généralistes peuvent survivre (Bestelmeyer et Wiens, 1996).

Une importante constatation est à faire sur *Monomorium salomonis* et *Cataglyphis bicolor* qui sont présentes dans tous les milieux pris en considération dans cette étude. *M. salomonis* est abondante surtout dans la steppe. C'est une fourmi à large plasticité écologique et supporte à la fois la chaleur et le froid.

### 3.2.2.3. – Discussion des résultats exploités par des indices de structure, ceux de la diversité de Shannon (H') et de l'équitabilité (E)

L'indice de Shannon compte parmi les indices non-paramétriques qui sont largement utilisés non seulement en écologie, mais aussi en sciences de l'information, en économie, en génétique et en linguistique (Gotelli et Chao, 2013). L'utilisation des indices de diversité permet de détecter les différences qui existent entre les différents types d'habitats et de périodes (McDonald *et al.*, 2010). Les valeurs de l'indice de Shannon (H') varient suivant les stations, les sous-stations et les années. La diversité en espèces de fourmis la plus élevée

(2,76 bits) est notée dans le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila). Dans la Réserve naturelle de Mergueb, une nette variation de la diversité est enregistrée au sein des trois sous-stations prises dans cette étude. De ce fait, il est utile de mentionner une valeur élevée de  $H'$  au niveau d'Oum Laadam avec 2,27 bits, qui se place au deuxième rang après le verger de Nouara. Cependant une faible valeur égale à 0,72 bits au niveau d'Oum Mrazem est à noter. Cette dernière est notée en 2007, alors qu'en 2008 elle apparaît plus forte atteignant 2,17 bits. Cette élévation est peut être due au fait que l'année 2008 est plus sèche (total des précipitations égale à 171 mm) que l'année 2007 (278 mm). Mais malgré ces conditions la diversité des fourmis se montre plus importante en 2008 qu'en 2007. Cependant la plupart des fourmis ont une grande capacité de s'adapter aux changements climatiques (Wang *et al.*, 2000). La valeur minimale de  $H'$  (0,72 bits) exprime une représentation inégale du nombre d'individus d'une espèce par rapport aux autres dans un peuplement (Grall et Hily, 2003). Cependant l'équitabilité calculée pour cette sous-station est égale à 0,64 traduisant donc, un équilibre entre les effectifs des espèces de fourmis. Litima montre des diversités qui se rapprochent durant les deux années (2 bits en 2007 et 2,13 en 2008) avec une tendance vers l'égalité dans la répartition des effectifs des fourmis ( $E = 0,63$ ). Le Chott du Hodna vient en troisième position où on mentionne une valeur de 2,24 bits à Birkraa en 2011. L'Ecole nationale supérieure agronomique (El Harrach) montre une diversité égale à 1,99 bits, du même ordre de grandeur que celles de la forêt El Haourane que ce soit le boisement artificiel ( $H' = 1,96$  bits) ou la forêt naturelle ( $H' = 1,7$  bits). Selon Sommer et Cagniant (1988) les milieux trop ombragés sont défavorables et moins diversifiés en myrmécofaune que les milieux à végétation ouverte. Ils peuvent conserver un peuplement monotone mais abondant.

A la lumière de ces résultats, il semble que la diversité des fourmis est plus importante dans les milieux ouverts et semi-ouverts que dans les milieux fermés en relation avec la couverture végétale (Francoeur, 2001). De plus, la myrmécofaune tend à varier considérablement entre les types d'habitats et les saisons (Lindsey et Skinner, 2001). Selon Cros *et al.* (1997) et Azcarate *et al.* (2007), les communautés de fourmis dans les zones ouvertes méditerranéennes sont diverses car la variabilité des microclimats permet la coexistence d'un large nombre d'espèces. Pour ce qui concerne l'équitabilité, ces valeurs sont inférieures à 0,5 traduisant un déséquilibre entre les effectifs des fourmis qui se remarque dans l'ensemble des sites sauf à Oum Mrazem et à Litima dans la Réserve de Mergueb.

### 3.2.3. - Exploitation des résultats par les analyses statistiques

Les discussions portent d'une part sur l'estimation de la richesse et la complétude des inventaires et d'autre part sur les abondances et les richesses selon les méthodes d'échantillonnage adoptées.

#### 3.2.3.1. Estimation de la richesse et complétude des inventaires

Le nombre des espèces ou richesse totale est un indice intuitif et naturel de la structure d'une communauté (Gotelli et Colwell, 2010). Des protocoles et des méthodes spéciaux sont développés pour estimer la richesse spécifique pour certains taxons comme les helminthes et autres parasites (Walther et Morand, 1998), les lépidoptères (Thomas, 2001), les coléoptères (Brose, 2002), les arthropodes (Borges et Brown, 2003), et les fourmis (Chazeau *et al.*, 2003 ; Solomon et Mikheyev, 2005 ; Bernadou *et al.*, 2006 ; Gotelli *et al.*, 2011). L'objectif important de l'échantillonnage est la création d'une liste complète des espèces pour un endroit donné, avec une estimation non biaisée de l'abondance relative de chaque espèce. Théoriquement, cela peut être fait en construisant une courbe d'accumulation des espèces. Cette courbe croît très rapidement au début, car la plupart des espèces communes sont facilement détectées dans un échantillonnage. Elle continue à s'élever avec l'augmentation de l'effort de récolte, mais à un rythme plus lent, du fait de la rencontre des espèces rares. Enfin, avec suffisamment d'efforts, l'asymptote de la courbe est atteinte, et l'échantillonnage supplémentaire n'ajoute aucune autre espèce nouvelle. La comparaison des courbes d'accumulation des espèces est une méthode d'évaluation de l'efficacité de l'inventaire (Longino et Colwell, 1997). Dans la présente étude, l'effort de l'échantillonnage semble insuffisant dans la plupart des stations, mis à part le parc de l'ENSA d'El Harrach, la sous-station Litima dans le Mergueb et la forêt El Haourane où leurs courbes d'accumulation d'espèces ( $S_{obs}$ ) se rapprochent d'une asymptote. De nouvelles espèces apparaissent en augmentant le nombre de pots Barber. En effet, cela est remarqué par les courbes des uniques ou "singletons" qui ne cessent de croître avec le nombre de pots ajoutés. Le nombre des uniques est d'habitude un facteur clé qui détermine l'efficacité du protocole de l'échantillonnage. Cette efficacité est atteinte avec la stabilisation ou la décroissance de la courbe des uniques (Toti *et al.*, 2000 cités par Borges et Brown, 2003). Il faut souligner que, malheureusement le point final asymptotique de la courbe d'accumulation des espèces n'a presque jamais été atteint, en particulier pour les fourmis et les autres invertébrés (Longino et

Colwell, 1997). Pour ce qui concerne la complétude des inventaires réalisés dans le présent travail, après avoir choisi l'estimateur de la richesse qu'il convient selon la table de Brose et Martinez (2004), il en ressort que l'estimateur non-paramétrique "ICE" ou le Michaelis-Menten mean "MMMean" enregistrent un taux de complétude qui est égal à 90,3 % pour l'ENSA, 87,3 % pour le verger de Nouara, 91,1 % pour Litima et 93,4 % pour la forêt El Haourane. Pour ce qui concerne le Chott du Hodna l'estimateur Jackknife 1 choisi apporte un taux de 83,4 % et le Jackknife 2 couvre 71,9 % de la richesse en fourmis à Oum Laadam. Enfin, pour Oum Mrazem un taux de 61,3 % de la richesse est atteint par l'estimateur Jackknife 3. Selon Borges et Brown (2003) l'estimateur "MMMean" donne une estimation probablement réelle de la richesse spécifique par rapport aux autres estimateurs qui sous-estiment la richesse réelle dans la plupart des travaux. Si l'observateur compare la richesse observée avec les estimateurs utilisés dans la présente étude, il remarque que 15 espèces sont observées à l'ENSA et les Chao 1 (15,3 espèces) et Chao 2 (15,7 espèces) estiment des résultats proches. En outre, 19 espèces sont observées dans le verger de Nouara où Chao 1 estime 19,5 espèces, richesse très proche de celle observée. A Litima, 16 espèces sont observées. Là, le Chao 1 donne 16 2 espèces et l'ACE aboutit à 16,5 espèces, valeurs très proches. Pour la sous-station Oum Laadam, la richesse observée est égale à 18 espèces, l'ACE estime à 22,9 espèces et le Jackknife 1 donne une richesse de 23,9 espèces. La richesse observée à Oum Mrazem est égale à 13 espèces, l'estimateur le plus proche est le Jackknife 1 qui donne une valeur de 18,9 espèces. Dans le Chott du Hodna, 20 espèces sont observées alors que les estimateurs donnent des résultats assez proches, soit le Chao 1 avec 21,1 espèces et l'ACE avec 22,4 espèces. Pour ce qui concerne la forêt El Haourane, des valeurs similaires à la valeur de la richesse observée qui est égale à 17 espèces sont données par le Chao 1 (17 espèces), l'ACE (17,3 espèces) et le Chao 2 (17,6 espèces). Il en est de même pour le reste des estimateurs qui produisent des richesses proches soient l'ICE avec 18,7 espèces, Jackknife 1 avec 19,9 et Jackknife 2 avec 19,1 espèces. De ce qui précède, il est clairement constaté que les estimateurs Chao 1, Jackknife 1 et l'ACE sont étroitement liés avec les résultats obtenus dans ce travail. A la lumière des présents résultats, il est surprenant que la richesse spécifique soit une variable difficile à mesurer (Gotelli et Colwell, 2010) surtout pour des communautés très diversifiées (Colwell et Coddington, 1994). De ce fait, il est suggéré de fournir plus d'efforts pour l'échantillonnage des fourmis, ce qui fait que le coût sera élevé dans les stations pour lesquelles les courbes d'accumulation des espèces n'ont pas pu atteindre une asymptote.

### 3.2.3.2. - Abondances et richesses selon les méthodes d'échantillonnage (à la main et/ou avec pots Barber)

L'échantillonnage des fourmis peut être effectué par plusieurs méthodes notamment les pots Barber "*pitfall traps*", l'extracteur de Winkler "*winkler bags*", le battage "*beating*", le fauchage de la végétation "*sweeping*" et la collecte manuelle « hand sampling » (Romero et Jaffe, 1989; Majer, 1997; Wang *et al.*, 2001). Ces méthodes diffèrent largement dans le coût et dans l'efficacité (Gotelli *et al.*, 2011). Cette dernière est étudiée par certains auteurs comme Romero et Jaffe (1989), Wang *et al.* (2001), Lindsey et Skinner (2001). Chaque méthode a des objectifs spécifiques et s'adresse à un groupe de fourmis déterminé (Wang *et al.*, 2001). L'analyse de la variance appliquée sur les données de la capture des fourmis dans les pots Barber et à la main de la présente étude montre que le nombre d'espèces recensées par les deux méthodes conjointement ne se montre pas statistiquement différent entre les huit localités ( $F_6 = 2,6$ ;  $P = 0,06$ ), bien que l'on se rapproche de la signification statistique.

Il faut noter que dans la présente étude trois sites ont bénéficié d'un échantillonnage combiné par la méthode des pots Barber et la récolte manuelle. Il s'agit de l'ENSA, du Chott du Hodna et de la forêt El Haourane. En effet, dans les trois sites où les deux techniques sont jumelées, la richesse obtenue à l'aide des pots dépasse celle obtenue manuellement dans deux sites, soit 15 espèces contre 10 à l'ENSA et 21 contre 15 dans le Chott. L'exception est notée pour la forêt El Haourane où le nombre d'espèces inventoriées par les pots est inférieur à celui recueilli à la main (17 espèces contre 20). Romero et Jaffe (1989) ainsi que Agosti et Alonso (2000), considèrent que la prise directe peut être la méthode la plus efficace pour trouver les espèces présentes dans un écosystème forestier car elle permet la capture des espèces de fourmis cryptiques et des espèces arboricoles. Par contre, Majer (1997) propose la combinaison de la récolte manuelle et la méthode de l'extraction de la litière pour un bon échantillonnage des fourmis dans les forêts. Cependant, la récolte manuelle ne peut pas être efficace dans les habitats à végétation dense ou dans les sites où les fourmis sont principalement nocturnes ou quand leurs nids sont très cryptiques (Gotelli *et al.*, 2011). A l'ENSA et dans le Chott du Hodna, les bons résultats de l'échantillonnage sont obtenus par les pots Barber. Un gain de 5 espèces est noté dans les pots à l'ENSA et de 6 espèces dans le Chott du Hodna. De nombreuses études sur les communautés des fourmis ont utilisé la méthode des pots Barber qui fournit, raisonnablement, une bonne estimation de la richesse spécifique et de l'abondance relative, mais elle a ses inconvénients (Wang *et al.*, 2001). Les

resultats du present travail concordent avec ceux de Romero et Jaffe (1989) qui signalent que les meilleurs résultats de l'échantillonnage des fourmis sont obtenus par la combinaison des deux méthodes, celles des pots Barber et de la récolte manuelle. L'association des deux techniques a fait augmenter le nombre des espèces à l'ENSA (20 espèces), au Chott du Hodna (24 espèces) et dans la forêt El Haourane (23 espèces). Par ailleurs, Agosti et Alonso (2000) préconisent la combinaison des pots Barber et l'extracteur de Winkler pour avoir une image complète et fidèle de la composition des fourmis dans un habitat. Il faut signaler que les études comparatives ont toujours trouvé que lorsque plusieurs méthodes d'échantillonnage sont utilisées dans un même habitat, chacune apporte quelques espèces uniques qui ne sont capturées par aucune des autres méthodes (Longino et Colwell, 1997). C'est la raison pour laquelle, la recommandation retenue est de faire un inventaire structuré dans lequel une combinaison de plusieurs méthodes doit être faite simultanément pour aboutir à l'inventaire le plus riche (Bestelmeyer *et al.* 2000). Il faut noter que le plus important dans un échantillonnage est la production d'une liste complète des espèces d'un endroit donné, avec une estimation non biaisée de l'abondance relative de chaque espèce (Longino et Colwell, 1997).

### 3.2.3.3. - Comparaison de la composition des communautés de fourmis

Lorsque des biocénoses myrmécologiques sont comparées uniquement en fonction de leurs espèces, les résultats obtenus sont sensiblement différents de ceux enregistrés, en prenant en considération la nature et l'abondance des espèces (Letendre et Pilon, 1973). La distribution des fourmis apparaît comme principalement déterminée par le climat, au niveau macro-climatique, par le couvert végétal et par l'altitude (Cagniant, 1973). La composition des communautés de fourmis dans les différentes localités échantillonnées montre une similarité de 45 % selon la représentation NMDS (positionnement multi-dimensionnels non-métrique ou Non-metric Multidimensional Scaling) basée sur l'indice de Bray-Curtis portant sur les données de présence/absence des espèces capturées avec les deux méthodes d'échantillonnage, soit pots Barber et chasse à la main. Ces localités sont le parc de l'ENSA (El Harrach), Nouara (M'sila), Mergueb, Chott du Hodna, Djebel Messaâd, la forêt El Haourane, le Djurdjura et l'Akfadou. Cette similarité peut refléter des environnements similaires qui sont disponibles pour les fourmis (Hernandez-Ruiz *et al.*, 2009). Cependant, la forêt El Haourane, Djebel Messâd et l'Akfadou (Kabylie) forment un seul groupement. C'est à dire que leurs myrmécofaunes se ressemblent. Toutes ces localités se trouvent dans des

hauteurs élevées dépassant 900 m d'altitude et regroupent des essences forestières. Selon Cagniant (1973), les espèces de fourmis se regroupent selon leurs affinités cénotiques et leurs communes préférences écologiques. D'après Espadaler et Roda (1984) les myrmécofaunes se modifient en fonction de l'altitude. Les communautés de fourmis qui existent dans la Réserve de Mergueb et dans celle du verger de Nouara sont assez semblables. Ces deux localités forment un groupement homogène du fait qu'elles appartiennent au même étage bioclimatique, le semi-aride. Cagniant (1973) note que la présence ou l'absence d'une espèce dans une localité est en premier lieu fonction de l'étage climatique auquel appartient la localité. En effet, la température et l'humidité sont deux facteurs primordiaux pour les fourmis. En Algérie, il apparaît que l'humidité est la plus déterminante. Le Chott du Hodna est un milieu humide qui se caractérise par la présence d'une flore halophyte qui n'existe pas dans les autres sites et qui peut abriter une faune de fourmis particulières. Quant à l'ENSA, ce site appartient à l'étage bioclimatique sub-humide où la flore est diversifiée avec certaines plantes exotiques. Ces particularités font donc, de ce site un groupement isolé. Enfin pour le Djurdjura, il forme un groupement unique localisé à part. Cela est dû aux altitudes des sites de récoltes des fourmis qui atteignent 2000 m. C'est dans ces types de localités que le taux d'endémisme est élevé (Cagniant, 2006). Des espèces endémiques sont signalées par Bernard (1953) à des altitudes allant de 1100 m à 1450 m dans le Tassili des Ajjer au Sahara.

#### 3.2.3.4. - La variable explicative: Pots Barber ou individus?

Les courbes d'accumulation des espèces peuvent être exprimées ou présentées selon les unités d'échantillonnage ou bien selon l'abondance des insectes (Gotelli et Colwell, 2001). C'est à dire soit il est utilisé comme variable les pots Barber ou les quadrats, les volumes d'eau ou de sol, les biomasses, les heures d'observations, les durées maintenues des moyens de chasse, soit l'abondance ou nombre d'individus récupérés dans chaque pot (Colwell et Coddington, 1994).

Les conclusions obtenues peuvent être manifestement différentes suivant la variable explicative utilisée. Dans cette étude, les résultats des courbes d'accumulation des espèces (CAE) utilisées selon les deux variables explicatives (unité d'échantillonnage ou pot Barber et nombre d'individus) pour les deux sites, Chott du Hodna (Birkraa et Medbah) et la forêt El Haourane (forêt naturelle et forêt artificielle), produisent des conclusions assez différentes

(divergentes) suivant la variable explicative choisie. En utilisant les pots Barber, Birkraa semble être plus pauvre en espèces que Medbah. Il en est de même pour la forêt artificielle qui semble être plus pauvre que la forêt naturelle. Par contre, si la variable utilisée est le nombre d'individus, Medbah se montre plus pauvre que Birkraa et la forêt artificielle apparaît plus riche que la forêt naturelle. Les conclusions auxquelles l'expérimentateur aboutit sont inversées selon la variable prise en considération. La différence entre les deux types de CAE (pot Barber ou nombre d'individus) peut être utilisée comme une mesure de l'hétérogénéité des échantillons et leur distribution dans un habitat donné. Les CAE basées sur le nombre d'individus suréstime inévitablement le nombre d'espèces qui doit être trouvé avec peu d'efforts pour une distribution hétérogène (Gotelli et Colwell, 2001). Ces mêmes auteurs préconisent de préférence l'utilisation de la variable 'unité d'échantillonnage' afin d'expliquer les niveaux naturels d'hétérogénéité des échantillons. Cependant, les différences de l'abondance peuvent refléter aussi des différences dans l'effort d'échantillonnage ou dans les conditions de collecte ou de l'observation.

#### 3.2.3.5. - Période de l'échantillonnage:

En se basant sur les résultats de l'échantillonnage réalisé dans la Réserve de Mergueb où la collecte des fourmis est effectuée régulièrement de janvier à juin en 2007 et en 2008, il s'est avéré que la bonne période pour l'échantillonnage des fourmis est le mois d'avril. Ceci coïncide avec la relance de l'activité des espèces suite à l'élévation des températures sur le sol. Cette activité varie selon les changements environnementaux tant saisonniers que journaliers (Cros *et al.*, 1997). Dans la présente étude, pendant les mois de janvier, février et mars, l'activité des fourmis est discrète. Mais elle s'accroît sensiblement à partir de mai où le nombre d'individus récupérés dans les pots devient élevé. Les présents résultats confirment ceux de Cerdá *et al.* (2007) dans des vergers d'agrumes dans le Sud de la Catalogne (Espagne), où les abondances les plus élevées des ouvrières collectées dans les pots Barber sont notées en avril pour les six vergers étudiés. Ces valeurs diminuent progressivement au cours de l'année et spécialement d'avril à mai et de juin à juillet. Les valeurs les plus basses sont remarquées en octobre où plusieurs espèces commencent leurs périodes de préhibernation. Ces résultats concordent avec ceux de Cagniant (1973) qui mentionne que toute recherche de fourmis pendant le froid est inutile, depuis la fin d'octobre jusqu'au début d'avril. Dans cette période, les fourmis hivernent dans les chambres situées assez profondément dans les anfractuosités de la roche-mère ou dans le sol. Par contre

pendant la saison sèche, depuis la fin de juillet jusqu'à la mi-septembre, beaucoup d'espèces estivent et disparaissent en profondeur. Selon Cros *et al.* (1997), le printemps et l'été diffèrent pour la plupart des espèces avec une tendance marquée des espèces vers le "nocturnalisme" pour éviter les températures critiques. Pendant l'automne, en septembre-octobre, la plupart des fourmis réapparaissent surtout les fourmis granivores. Par ailleurs, dans la Réserve naturelle de Tussen die Riviere en Afrique du Sud dont le climat est inversé par rapport à l'Europe et l'Afrique du Nord, Lindsey et Skinner (2001), notent une abondance et une diversité élevée des fourmis en été (novembre-décembre) par rapport à l'hiver (mai-juin). Cependant, 30 espèces sont actives en été contre 3 en hiver.

### 3.2.3.6. - Relation altitude – richesse

Un des nombreux paramètres qui peut jouer un rôle dans la répartition et la diversité des fourmis en montagne est le gradient altitudinal (Bernadou *et al.*, 2006). Dans la présente étude, la richesse de fourmis est faible dans les stations à basses altitudes, soit 15 espèces. Elle augmente progressivement pour atteindre un maximum de 25 espèces à 800 m et diminue ensuite à 1600 m où 8 espèces seulement sont notées. L'effet de l'altitude sur la richesse spécifique confirme les conclusions de nombreux auteurs selon lesquels le gradient altitudinal intervient de façon importante sur la distribution des peuplements de fourmis en milieu naturel (Bernadou *et al.*, 2006). En effet, Bernard (1953) a recensé dans le Tassili des Ajjer en Algérie, 31 espèces dans l'étage inférieur (600 à 1100 m), 23 espèces dans l'étage moyen (1100 à 1450 m) et 14 espèces dans l'étage supérieur (1450 à 1800 m). De même, Cagniant (1973) dans les forêts algériennes note une moyenne de 16,3 espèces entre 0 et 1500 m, 15,1 espèces entre 1500 et 1700 m et une moyenne de 13,6 espèces au dessus de 1700 m. Ce même auteur a pu conclure que le nombre d'espèces diminue avec l'altitude, tandis que le nombre de nids varie moins, car ce dernier est sous la dépendance d'autres facteurs. Par ailleurs, Bernadou *et al.* (2006) notent dans une vallée andorrane, la présence de 16 espèces à 1470 m d'altitude et pas plus de 3 espèces seulement à 2330 m. De même, McCoy (1990) enregistre, en général, une diminution dans l'abondance totale des fourmis avec l'élévation en altitude de 100 à 1700 m dans 12 sites le long des états "Mid-Atlantic" aux Etats-Unies. Samson *et al.* (1997) aux Philippines, font état de 29 espèces à 250 m d'altitude, de 34 espèces à 475 m, de 33 à 900 m, de 21 à 1125 m, de 17 à 1350 m, de 2 à 1550 m et 1 seule espèce à 1750 m. Selon Orabi *et al.* (2011) la richesse spécifique le long d'un gradient altitudinal peut présenter un des trois principaux modèles :

- 1 – Il peut y avoir une diminution du nombre des espèces avec l'altitude.
- 2 - Le pic de la richesse est atteint au niveau des élévations moyennes.
- 3 – Il n'y a pas d'effet de l'altitude sur la richesse spécifique.

La richesse en espèces d'un taxon est toujours plus faible à hautes altitudes qu'en basses altitudes. Des pics sont enregistrés à des élévations moyennes, fait constaté dans plusieurs études notamment par Samson *et al.* (1997). L'élévation en altitude entraîne des changements climatiques notamment de températures et de précipitations et par contre-coup, des changements de végétation. Par conséquent, il y a de moins en moins de formes capables de supporter les conditions les plus rudes de la vie en altitude à cause des amplitudes thermiques plus grandes et du froid plus vif (Cagniant, 1973).

#### 3.2.3.7. - Abondances et communautés des fourmis dans la Réserve naturelle de Mergueb traitées par une analyse de la variance (Anova) et par une anosim

Dans la Réserve Naturelle de Mergueb, à l'aide d'une analyse de la variance l'abondance des fourmis est traitée ainsi que pour la richesse spécifique trouvée dans les sous-stations: Litima, Oum Ladam et Oum Mrazem durant les deux années d'échantillonnage en 2007 et en 2008. Aucune différence statistique n'est notée entre les sous-stations, ni pour l'abondance, ni pour la richesse durant ces deux années. Pour ce qui concerne la composition de la communauté de fourmis, l'Anosim montre qu'il existe une différence statistique significative durant les deux années d'étude. Par contre une similarité en espèces est notée dans les trois sous-stations. C'est à dire qu'il est possible de trouver les mêmes espèces de fourmis à Oum Mrazem, à Oum Laadam et à Litima. L'influence des conditions environnementales sur les rythmes d'activité déterminent la diversité et la structure des communautés des fourmis dans différents habitats (Cros *et al.*, 1997). Une relation étroite entre la végétation et la myrmécofaune est signalée par Cagniant (1973). Ainsi, Culver (1974) cité par Lindsey et Skinner (2001) et Room (1975) cité par Lindsey et Skinner (2001) annoncent qu'il existe une corrélation positive entre la diversité structurale des plantes et l'abondance et la diversité des fourmis. D'autres facteurs environnementaux tels que le climat, l'altitude (Cagniant, 1973), la géologie, le type de sol et l'humidité du sol (Andersen, 1993) influencent la distribution et l'abondance des fourmis. Dans la Réserve naturelle de Mergueb,

l'essentiel du paysage végétal de la réserve de Mergueb est constitué par des formations steppiques à alfa, à sparte et à armoise, à l'exception des reliefs où prédominent des formations essentiellement arbustives et des oueds encaissés colonisés par une végétation ripicole à structure arborescente et à base d'individus isolés de pistachiers de l'Atlas (Kaabache, 2003) ce qui explique la similarité des abondances et des richesses ainsi que la composition de la communauté des fourmis dans les différentes sous-stations étudiées. D'autre part, les températures moyennes n'ont pas montré de différences durant les deux années d'étude où des valeurs égales à 19,3 °C en 2007 et à 19,4 °C en 2008 sont notées. Il est à remarquer aussi que l'altitude est légèrement différente et oscille entre 649 et 725 m dans ces sous-stations. Pour ce qui concerne la composition de la communauté, la différence notée entre les années 2007 et 2008 peut être expliquée par les précipitations car une différence de 107 mm est notée entre ces deux années. Le total des précipitations enregistré en 2007 est plus important avec 278 mm que celui noté en 2008 soit 171 mm.

Dans ce qui va suivre, la deuxième partie de ce chapitre sera abordée. Elle concerne la répartition de la myrmécocénose au niveau des trois stations choisies dans la Réserve naturelle de Mergueb.

## **Deuxième partie - Répartition de la myrmécocénose dans la Réserve naturelle de Mergueb**

La myrmécocénose est présentée en montrant la distribution des communautés des fourmis au sein de la Réserve naturelle de Mergueb. Cette répartition sera évaluée grâce à la méthode des carrés. Une discussion sur les différents paramètres analysés suit.

### **3.3. - Myrmécocénose de Mergueb**

Les résultats de la myrmécocénose de la Réserve naturelle de Mergueb sont exploités par des indices écologiques qui cherchent à décrire la composition et la structure de la communauté des fourmis.

### 3.3.1. - Exploitation de la myrmécocénose par des indices écologiques de composition

Il s'agit de la richesse spécifique ou totale en fourmis inventoriée à l'aide de la méthode des carrés, de la fréquence centésimale ou abondance relative des nids et de la fréquence d'occurrence et constance de chaque espèce dans les relevés réalisés dans la Réserve naturelle de Mergueb.

#### 3.3.1.1. - Richesse totale

Les résultats des inventaires des fourmis réalisés suite au dénombrement des nids dans la Réserve de Mergueb sont mentionnés dans le tableau 48.

**Tableau 48** - Inventaire des espèces de fourmis trouvées à l'aide de la méthode des carrés dans 3 stations de la Réserve naturelle de Mergueb en juillet 2008

Familles	Espèces	O. Laadam	O. Mrazem	Litima
Myrmicinae	<i>Messor medioruber medioruber</i>	+	+	+
	<i>Messor arenarius</i>	+	-	-
	<i>Pheidole pallidula</i>	-	+	-
	<i>Monomorium salomonis</i>	+	+	+
	<i>Monomorium lameerei</i>	+	-	+
	<i>Tetramorium biskrense</i>	-	+	+
	<i>Tetramorium sericeiventre</i>	-	-	+
Formicinae	<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	-	-	+
	<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	+	+
	<i>Cataglyphis savignyi</i>	+	+	-
	<i>Cataglyphis albicans</i>	+	+	+
	<i>Camponotus micans</i>	-	-	+
	<i>Camponotus thoracicus</i>	-	+	-
Dolichoderinae	<i>Tapinoma nigerrimum</i>	-	+	+
3 sous-familles	14 espèces	7 espèces	9 espèces	10 espèces

O. Oum.

Les relevés effectués par la méthode des carrés mettent en relief la présence de 14 espèces de fourmis appartenant à 3 familles, soit celles des Myrmicinae, des Formicinae et des Dolichoderinae (Tab. 48). Les fourmis Myrmicinae sont représentées par 4 genres ceux de *Messor*, de *Monomorium*, de *Pheidole* et de *Tetramorium*. Parmi les Formicinae, les genres présents sont *Cataglyphis*, *Camponotus* et *Lepisiota*. Un seul genre, *Tapinoma* représente les Dolichoderinae. Les richesses totales en espèces de fourmis paraissent assez proches dans les 3 stations au sein de la Réserve, soit 7 à Oum Laadam, 9 à Oum Mrazem et 10 à Litima.

### 3.3.1.2. - Fréquences centésimales, fréquences d'occurrence, constances et densités

Pour chaque espèce et pour chaque sous-station, le nombre de nids recensés, l'abondance relative ou fréquence centésimale (pourcentage du nombre de nids de cette espèce par rapport au nombre total des nids), la constance (pourcentage du nombre de relevés où l'espèce est présente par rapport au nombre total de relevés) et la densité des nids sont donnés (Tab. 49, 50 et 51).

**Tableau 49** – Abondances relatives, densité et constance des nids à Oum Laadam (RNM) en juillet 2008

Espèce	N	AR%	Densité	F.O. %
<i>Messor medioruber medioruber</i>	11	40,74	0,011	70
<i>Messor arenarius</i>	1	3,70	0,001	10
<i>Monomorium salomonis</i>	4	14,81	0,004	40
<i>Monomorium lameerei</i>	3	11,11	0,003	30
<i>Cataglyphis bicolor</i>	2	7,41	0,002	10
<i>Cataglyphis savignyi</i>	4	14,81	0,004	40
<i>Cataglyphis albicans</i>	2	7,41	0,002	20
Totaux	27	100	0,027	-

F.O. % : Fréquences d'occurrence; AR% : abondances relatives;

A Oum Laadam 10 relevés couvrant 1000 m<sup>2</sup> ont permis de trouver 27 nids appartenant à 7 espèces. La fourmi *Messor medioruber* montre une fréquence d'occurrence élevée (70 %) dominant ainsi largement le peuplement (AR% = 40,7%).

Ainsi 3 autres espèces ont une fréquence supérieure à 25 % ; elles correspondent à 40,7 % des nids. Ce sont *Monomorium salomonis*, *Monomorium lameerei* et *Cataglyphis savignyi*. Les autres espèces seront citées comme accidentelles ( F.O. %  $\leq$  25 %).

Le tableau 50 regroupe les nombres, les abondances relatives et les fréquences d'occurrences des nids des espèces de fourmis dans la sous-station de Litima.

**Tableau 50** – Abondances relatives, densité et fréquences d'occurrences des nids à Litima en juillet 2008

Espèce	N	AR%	Densité	FO %
<i>Messor medioruber</i>	18	29,03	0,018	100
<i>Monomorium salomonis</i>	18	29,03	0,018	100
<i>Monomorium lameerei</i>	4	6,45	0,004	20
<i>Tetramorium biskrense</i>	1	1,61	0,001	10
<i>Tetramorium sereceiventre</i>	1	1,61	0,001	10
<i>Lepisiota frauenfeldi</i>	1	1,61	0,001	10
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	2	3,23	0,002	10
<i>Cataglyphis bicolor</i>	11	17,74	0,011	60
<i>Cataglyphis albicans</i>	3	4,84	0,003	10
<i>Camponotus micans</i>	3	4,84	0,003	30
Totaux	62	100	0,062	-

F. O. % : Fréquences d'occurrence ; AR% : abondances relatives

Le nombre d'espèces ainsi que le nombre de nids augmentent dans la station de Litima, soit 10 espèces et 62 nids. Quatre espèces, *Messor medioruber*, *Monomorium salomonis*, *Cataglyphis bicolor* et *Camponotus micans* sont constantes pour 80,6 % des cas de nids. *Messor medioruber* et *Monomorium salomonis* sont permanentes ou omniprésentes dans la totalité des relevés possédant ainsi des fréquences élevées atteignant 100 % chacune. Les autres espèces sont citées comme accidentelles (F.O.%  $\leq$  25 %).

Les résultats de l'abondance, de la densité et de la fréquence d'occurrence des nids de fourmis dans la sous-station d'Oum Mrazem sont mentionnés dans le tableau 51.

**Tableau 51** – Abondances relatives, densité et fréquence d'occurrence des nids à Oum Mrazem en juillet 2008

<b>Espèces</b>	<b>N</b>	<b>AR%</b>	<b>Densité</b>	<b>F.O. %</b>
<i>Messor medioruber</i>	12	27,27	0,012	70
<i>Monomorium salomonis</i>	8	18,18	0,002	50
<i>Pheidole pallidula</i>	3	6,82	0,003	30
<i>Tetramorium biskrense</i>	1	2,27	0,001	10
<i>Tapinoma nigerrimum</i>	2	4,55	0,002	20
<i>Cataglyphis bicolor</i>	14	31,82	0,014	90
<i>Cataglyphis albicans</i>	1	2,27	0,001	10
<i>Cataglyphis savignyi</i>	2	4,55	0,002	20
<i>Camponotus thoracicus</i>	1	2,27	0,001	10
<b>Totaux</b>	44	100	0,038	-

F. O. % : Fréquences d'occurrence; A.R. % : Abondances relatives; N: Effectifs

Les relevés des 10 carrés couvrant 1000 m<sup>2</sup> ont permis de trouver 44 nids appartenant à 9 espèces, avec une densité moyenne de 6,28 nids (Tab. 51). Une dominance remarquable est notée pour *Cataglyphis bicolor* (31,8 %) qui se trouve dans presque tous les relevés avec une fréquence d'occurrence égale à 90 %. Elle est suivie par *Messor medioruber* (A.R. = 27,3 % ; F.O. % = 70 %), *Monomorium salomonis* (A.R. % = 18,2 % ; F.O. % = 50 %) et *Pheidole pallidula* (A.R. % = 6,8% ; F.O. % = 30 %). Pour ce qui concerne les autres espèces, elles présentent de faibles abondances et des fréquences d'occurrence inférieures à 25 %. Elles peuvent être donc qualifiées d'accidentelles.

### 3.3.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure

Il existe plusieurs indices servant à mesurer ou, au sens strict, à résumer la diversité de la faune présente dans un site donné ou dans un habitat précis. Les résultats obtenus dans la présente étude sont exploités par les indices de diversité les plus couramment utilisés en écologie des communautés.

Dans le présent travail, un accent particulier est mis sur la diversité des communautés de fourmis à travers l'indice de Shannon, l'indice d'équitabilité (régularité), l'indice de Simpson et l'indice de Sørensen, qui tiennent compte de la diversité variétale et le rapport de dominance entre les espèces. Ces derniers sont appliqués aux nids de fourmis dénombrés à l'intérieur des carrés réalisés au niveau des trois sous-stations de la Réserve Naturelle de Mergueb. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 52.

**Tableau 52** - Indices de diversité de Shannon, diversité maximale, de Simpson, de Sørensen et équitabilité appliqués aux nids des fourmis repérés par la méthode des carrés dans la Réserve Naturelle de Mergueb en juillet 2008.

Indices	Oum Mrazem	Oum Laâdam	Litima
Richesse totale (S)	9	7	10
Indice de Shannon H' (bits)	2,53	2,43	2,60
Diversité maximale H'max (bits)	3,17	2,81	3,32
Équitabilité (E)	0,79	0,86	0,78
Indice de Simpson (D)	0,17	0,20	0,19
Indice de Sørensen (Cs)	30,76		

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon ne présentent pas une grande différence pour les trois stations soit 2,43 à 2,60 (Tab.52). Le maximum de diversité est noté à Litima ( $H' = 3,32$  bits) et à Oum Mrazem ( $H' = 3,17$  bits). Ces valeurs traduisent une distribution régulière des nids des différentes espèces de fourmis dans ces stations de la Réserve. L'équitabilité calculée est donc supérieure à 0,5 et tend vers 1. Pour ce qui concerne l'indice de diversité de Simpson, les valeurs enregistrées se rapprochent de 0 (0,17 – 0,20) ce qui signifie que les nids

trouvés montrent une diversité en espèces de fourmis. La comparaison entre la composition en espèces des 3 stations étudiées en utilisant le coefficient de similarité de Sørensen donne un taux de 30,8 %. Cette valeur tend vers 0, ce qui fait que les trois sites paraissent assez dissemblables et n'ont pas beaucoup d'espèces de fourmis en commun.

### **3.4. - Discussion sur les communautés des fourmis de la Réserve naturelle de Mergueb**

Les communautés de fourmis ont été étudiées dans une région steppique en Algérie, soit la Réserve naturelle de Mergueb. Au total, 30 carrés de 100 m<sup>2</sup> chacun sont relevés dans 3 sous-stations, celles d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima. Ces relevés ont permis de compter un total de 133 nids appartenant aux espèces suivantes (S = 14), *Messor medioruber*, *Messor arenarius*, *Monomorium salomonis*, *Monomorium lammerei*, *Tetramorium biskrense*, *Tetramorium sereceiventre*, *Pheidole pallidula*, *Tapinoma nigerrimum*, *Lepisiota frauenfeldi*, *Cataglyphis bicolor*, *C. albicans*, *C. savignyi*, *Camponotus micans* et *C. thoracicus*. La sous-station Litima montre le nombre le plus élevé de nids soit 62 contre 44 à Oum Mrazem et 27 à Oum Laadam. La comparaison entre la composition en espèces des trois sous-stations étudiées en utilisant le coefficient de similarité de Sørensen donne un taux de 30,8 % qui signifie que les trois sites ont une composition différente en espèces et n'ont pas beaucoup d'espèces de fourmis en commun. Pour ce qui concerne la répartition des richesses selon les sous-stations, un total de 10 espèces est noté à Litima, 7 à Oum Laadam et 9 à Oum Mrazem. Selon Sommer et Cagniant (1988) la probabilité de découvrir toutes les espèces de la myrmécocénose dépasse 80 % lorsque 5 à 13 carrés de 10 x 10 m sont fouillés selon le type de milieu prospecté. Ce n'est pas le cas dans la présente étude où les richesses trouvées sont inférieures à celles notées en utilisant des pots Barber, installés dans la même année d'échantillonnage soit 16 espèces à Litima, 18 à Oum Laadam et 13 espèces à Oum Mrazem. Cela peut être expliqué par le fait que les pots Barber offre l'avantage de capturer aussi bien les espèces diurnes que nocturnes et notamment celles qui ne peuvent pas être capturées par la méthode des carrées.

Pour ce qui concerne *Messor medioruber*, *Monomorium salomonis* et *Cataglyphis bicolor*, ce sont les trois espèces dominantes dans la Réserve de Mergueb car une espèce est qualifiée de dominante lorsqu'elle se trouve dans plus de 50 % des relevés du groupement et qui y représente plus de 10 % des nids (Cagniant, 1973; Sommer et Cagniant, 1988). Ces trois espèces constituent donc, l'ensemble caractéristique de la communauté. Selon Cagniant (1973), les espèces de l'ensemble caractéristique ont une constance et souvent une fréquence

élevée au sein du groupement alors que les espèces compagnes sont plus variables. Dans ce cas, les espèces qui accompagnent cet ensemble sont *Monomorium lameerei*, *Cataglyphis savignyi*, *Cataglyphis albicans* et *Messor arenarius* à Oum Laadam, *Tetramorium biskrense*, *T. sericeiventre*, *Lepisiota*, *Tapinoma nigerrimum*, *Camponotus micans* et *Cataglyphis albicans* à Litima, et *Pheidole pallidula*, *Tetramorium biskrense*, *Cataglyphis savignyi*, *Cataglyphis albicans* et *Camponotus thoracicus* à Oum Mrazem. Ces espèces constituent un ensemble de fourmis accessoires.

Dans une biocénose, les espèces caractéristiques ne sont pas forcément les plus abondantes, ni en nombre de nids, ni les plus importantes par la dimension des sociétés ou la masse de population de celles-ci; mais leur coexistence dans les relevés permet de reconnaître l'association considérée (Cagniant, 1973). L'opinion de Letendre et Pilon (1973) ne s'accorde pas avec cette définition concernant les espèces caractéristiques.

Ils considèrent que ces dernières englobent les fourmis dont l'abondance dans le milieu est la plus grande et qui possèdent une distribution relativement uniforme et générale à l'intérieur de celui-ci. Ces fourmis déterminent, en grande partie, la composition et l'orientation de la biocénose myrmécologique. Dans notre cas, la régularité ou l'équitabilité montre des valeurs qui tendent vers 1 (0,79 à Oum Mrazem, 0,86 à Oum Laadam et 0,78 à Litima) et qui traduisent une répartition équilibrée des nids des espèces recensées à l'intérieur des carrés prospectés. Une espèce notée comme essentielle dans un milieu donné peut remplir le rôle d'une espèce accessoire dans un autre milieu. C'est le cas des espèces qui abondent dans certains biotopes mais, qui, par contre, manquent totalement ou presque dans les autres. Les genres *Lepisiota* et *Cataglyphis* sont composés d'espèces très thermophiles. Les *Messor*, dont les besoins thermiques sont beaucoup plus faibles, vivent dans les mêmes biotopes ; mais leur comportement, et en particulier le rythme de leurs sorties, est bien différent. *Camponotus thoracicus* est relativement sténotherme : c'est la seule espèce qui soit strictement nocturne (Delye, 1967). La dominance des espèces de fourmis notée dans la présente étude est une dominance écologique qui montre l'impact des espèces sur la communauté des autres espèces et non pas une dominance comportementale ou sociale (Morse, 1997) qui concerne les espèces qui initient l'attaque et dont leur présence provoque un comportement d'évitement lors d'une rencontre avec une autre espèce (Cerdá *et al.*, 1997). Cependant, le comptage des nids renseigne assez bien sur les résultats locaux de la concurrence entre espèces à la surface du sol (Bernard, 1968) car à l'intérieur d'un même peuplement, certaines espèces dominantes sont capables d'en exclure celles avec lesquelles elles entrent directement en concurrence ou tout au moins de les marginaliser dans les zones les moins favorables de la niche, ce qui

explique la faible fréquence de ces dernières. L'étude statistique de l'abondance relative des espèces constituant une communauté ou un peuplement déterminé, présente ainsi une grande importance car elle permet de mieux décrire leur diversité que le recours à un seul indice quel que soit son degré d'élaboration (Ramade, 2003). Cette étude permet en outre d'interpréter la nature des interactions entre espèces et de mettre en évidence les facteurs qui conditionnent leur fréquence relative. Il est assez évident que la distribution de l'abondance des espèces constituant un peuplement est l'image correspondant aux ressources de la niche partagée entre les différentes espèces qui l'occupent. Les grandes espèces sont normalement dominantes socialement chez les Vertébrés et même chez les Invertébrés (Morse, 1974; Peters, 1983). Chez les fourmis, la grande taille ne confère pas nécessairement la dominance (Cerdá *et al.*, 1997). C'est le cas observé pour *Monomorium salomonis* qui, avec sa taille petite, arrive à dominer le peuplement. Les communautés de fourmis sont souvent constituées de nombreuses espèces de niches apparemment similaires (Cerdá *et al.*, 1997; Adler *et al.*, 2007). Dans la présente étude, il est remarqué que les espèces de *Messor* sont toujours accompagnées de celles de *Monomorium* et de *Cataglyphis* dans les trois sous-stations que ce soit à Litima, à Oum Mrazem ou à Oum Laadam. Les fourmis comme tous les êtres vivants, ne se distribuent pas "au hasard" dans la nature. En effet, l'organisation des communautés est affectée par plusieurs facteurs, notamment par la compétition interspécifique, la prédation, les facteurs physiques et les changements aléatoires (Fellers, 1989 cité par Cros *et al.*, 1997). Cependant, l'activité des fourmis varie selon les changements environnementaux tant saisonniers que journaliers. Par ailleurs, dans les environnements secs et dégagés comme les prairies, la variation quotidienne de la température est suffisante pour satisfaire à la fois les espèces adaptées à la chaleur et celles adaptées au froid, en raison du manque d'arbres. Cela a pour effet d'accroître la diversité et de réduire la dominance des espèces ne tolérant pas la chaleur (Cros *et al.*, 1997).

La troisième partie de ce chapitre qui traite de quelques espèces particulières recueillies lors des présents échantillonnages effectués dans différentes régions en Algérie est développée..

## Troisième partie – Particularités de quelques espèces de fourmis

De nouvelles espèces et des espèces redécouvertes pour la deuxième fois pour l'Algérie ainsi que des données sur une espèce esclavagiste sont présentées.

### 3.5. - Nouvelles espèces de fourmis pour l'Algérie

Dans le présent travail, les espèces nouvelles signalées pour la première fois en Algérie sont *Tetramorium lanuginosum* et *Camponotus serotinus*.

#### 3.5.1. – Espèces exotiques et *Tetramorium lanuginosum* : exotique introduite

D'abord, quelques données sur les espèces de fourmis considérées comme exotiques sont notées puis nous mettons un focus sur la présence d'une nouvelle fourmi en Algérie : *Tetramorium lanuginosum*.

##### 3.5.1.1. - Espèces exotiques

Les espèces de fourmis exotiques retiennent actuellement une attention considérable dans le monde entier à cause de leur impact économique et agricole croissant, de leurs effets sur la santé humaine, du déplacement des espèces indigènes, et de la perturbation des écosystèmes naturels (Ward *et al.* 2006). Ces espèces constituent une composante croissante des faunes urbaines tant dans les zones tropicales que tempérées (Williams, 1994; Gómez et Espadaler, 2004; Wetterer, 2009a; Wetterer *et al.*, 2009; Wetterer, 2010a, b).

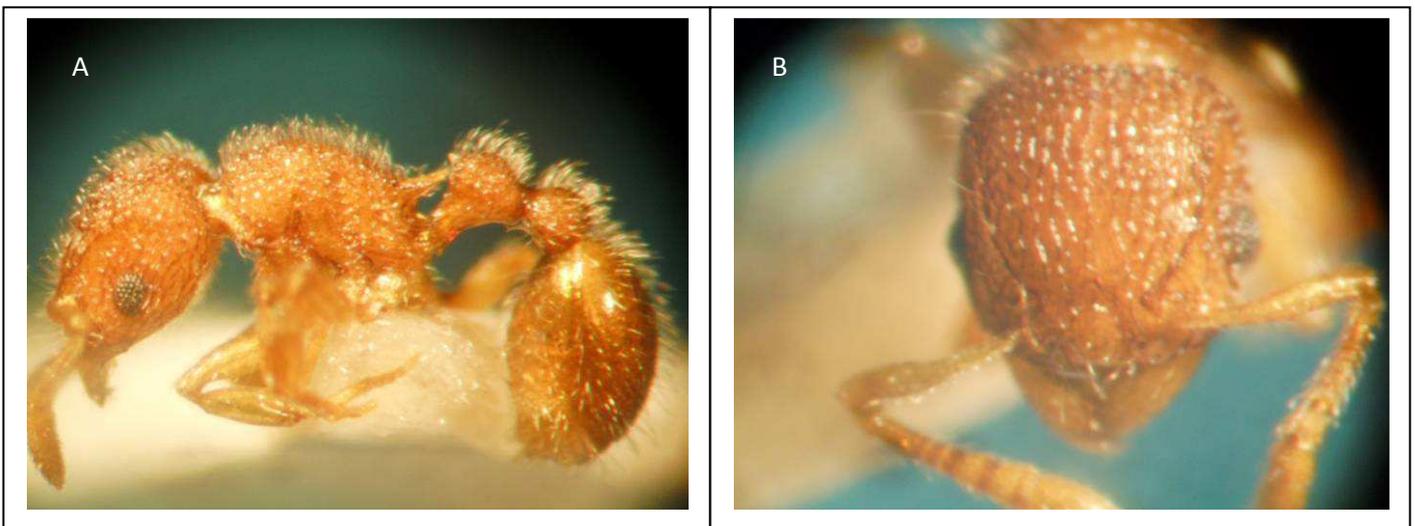
Le terme exotique n'implique pas directement l'idée d'envahissement. Il est indéniable que les espèces envahissantes appartiennent à un sous-ensemble d'espèces exotiques (Williamson et Fitter, 1996). Les trois phases, celles de l'arrivée, de l'établissement et de la diffusion, qui constituent habituellement les processus invasifs sont qualitativement différents dans les possibilités d'exercer un contrôle sur eux (Dobson et May, 1986; Hengeveld, 1989; Shigesada et Kawasaki, 1997). Une connaissance détaillée de la présence ou de l'arrivée d'espèces exotiques dans les différents pays est utile pour une gestion de précaution des envahisseurs possibles. Chaque cas mérite, bien sûr, une attention différente, car les règles générales pour les envahisseurs possibles sont difficiles à mettre en accord. La faune de fourmis de l'Algérie

est encore mal connue, en particulier les fourmis exotiques. Une recherche sur les références publiées sur ces fourmis a mené aux espèces suivantes : 1. *Monomorium destructor* (Jerdon, 1851), mentionnée par André (1883) comme *M. gracillimum* sans nom de la localité, et par Bernard (1968) comme *M. gracillimum* du Tassili n'Ajjer; 2. *Monomorium pharaonis* (Linnaeus, 1758), noté à Oran par Bernard (1968); 3. *Linepithema humile* (Mayr, 1868) par Frisque (1935) sans précision de localité; 4. *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802), par Cagniant (1970); 5. *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) par Chopard (1919); 6. *Tetramorium guineense*, notée par Bernard (1960) dans les jardins à Djanet [cette fourmi est maintenant reconnue comme *T. bicarinatum* (Nylander, 1846)] et cet enregistrement n'a pas été signalé par Wetterer (2009b) lors d'une étude récente; 7. *Tetramorium simillimum* (FR. Smith, 1851), dans des oasis à Djanet (Bernard 1967).

### 3.5.1.2. – Présentation de *Tetramorium lanuginosum*

Cette espèce est citée pour la première fois en Algérie (Fig. 52). Trois individus de *Tetramorium lanuginosum* (2 ouvrières récoltées le 1.IV.2009 et une autre le 22. III. 2011; leg. G. Barech) ont été trouvés suite à un échantillonnage à la main réalisé dans le parc de l'Ecole nationale supérieure agronomique (Ex. Institut national agronomique d'El Harrach) et identifiées par le Professeur X. Espadaler (X.E.) en utilisant la clé de Bolton (1976). Le nid de cette espèce n'a pas été détecté, ce qui fait qu'il n'a pas été possible de recueillir davantage de détails sur la taille de la population. L'espèce n'est certainement pas dans la phase de propagation parce que quand les fourmis exotiques envahissent, elles dominent une région souvent de grande taille (Hölldobler et Wilson, 1990). Ce n'est pas le cas pour *T. lanuginosum* dans les jardins de l'ENSA. En effet, l'existence d'autres fourmis indigènes comme *Messor barbarus*, *Aphaenogaster depilis*, *Crematogaster scutellaris* et *Pheidole pallidula*, peut jouer un rôle en limitant la propagation de *T. lanuginosum*. Contrairement au cas présent, le même résultat est noté par Wheeler (1909) pour *Pheidole megacephala* (Fabricius, 1793) qui extermina toutes les autres espèces de fourmis à Culebrita (Porto Rico). En revanche, en raison de son exigence d'une forte humidité (Wetterer 2010b), il reste à penser que *T. lanuginosum* ne peut jamais atteindre la phase de propagation dans des habitats naturels en Algérie. Selon les données de Wetterer (2010b) sur l'origine et la propagation de *T. lanuginosum* dans le monde (77 zones géographiques), y compris les régions tropicales et subtropicales d'Asie, nous supposons que cette fourmi a été mise en place conjointement avec des espèces de plantes exotiques à l'ENSA. Les espèces végétales

coupables peuvent être *Melia azedarach* Linnaeus, 1753, originaire de l'Inde, *Populus alba* Linnaeus, 1753, en provenance d'Asie occidentale ou d'Europe centrale et méridionale) ou *Stenotaphrum americanum* Schrank, originaire des îles tropicales et de la côte de l'océan Indien occidental. Il sera intéressant de rechercher la présence de *T. lanuginosum* dans d'autres jardins botaniques, tels que le jardin d'essai du Hamma à Alger. Seul le Maroc fait défaut (Cagniant, 2006) pour compléter la présence de *T. lanuginosum* dans tous les pays sud-méditerranéens.



Photographie originale (2012)

**Figure n° 52** - Ouvrière de *Tetramorium lanuginosum* capturée à l'ENSA (El Harrach), A :  
vue de profil, B : tête vue de face

### 3.5.2. – *Camponotus serotinus*

Nouvelle espèce de fourmi pour l'Algérie est *Camponotus serotinus* Menozzi, 1922. Les espèces du genre *Camponotus* sont en général des insectes relativement gros qui s'aventurent volontiers à découvert et grimpent sur les végétaux. Ils établissent des fourmilières imposantes, faciles à repérer sur le terrain. Quelques unes sont arboricoles et alors plus discrètes (Cagniant, 1996). *Camponotus* est le plus important des genres de fourmis. Bolton (1995) lui attribue 931 espèces connues à la fin 1993 dont 106 dans la région

holarctique. Ce nombre a augmenté en atteignant 1500 espèces et sous-espèces décrites dont 200 dans la région paléarctique (Bolton *et al.*, 2006). Elles sont réparties dans le monde entier à la suite d'une radiation ayant débuté durant ou un peu avant l'Oligocène (Brown, 1973). Les espèces du genre *Camponotus* montrent une préférence écologique pour les zones arides et semi-arides (Paknia *et al.*, 2008 cités par Karaman *et al.*, 2011). Un ensemble de 19 espèces sont signalées dans les forêts algériennes par Cagniant (1973), mais sans aucune citation de *Camponotus serotinus*. Cagniant (1996) recense dans son catalogue des camponotes du Maroc au nombre de 23 espèces dont 5 sont considérées comme endémiques marocaines. *Camponotus serotinus* est notée parmi ces 23 espèces et se trouve dans la région côtière et à Meseta depuis la péninsule de Tanger jusqu'au pied des Atlas et dans les matorrals, et les forêts claires jusque vers 800 m d'altitude.

Cette espèce a été décrite par Menozzi (1922) comme une nouvelle variété de *Camponotus sylvaticus* subsp. *barbarica* signalée dans la forêt de Zaer au Maroc (une femelle avec une longueur totale de 16,5 mm). Cagniant (1988) et Cagniant et Espadaler (1993), ont considéré *Camponotus serotinus* comme une sous-espèce de *Camponotus barbaricus*. Enfin, dans la liste actualisée des fourmis du Maroc établie par Cagniant (2006), *Camponotus serotinus* est élevée en bonne espèce. Dans la présente étude, il est signalé la présence de *C. serotinus* en Algérie pour la première fois. Dix ouvrières de l'espèce *Camponotus serotinus* sont échantillonnées à l'aide des pots Barber au niveau du parc de l'ENSA (Ex. Institut national agronomique d'El-Harrach) le 7.VI. 2010 (leg. G. Barech). La détermination de l'espèce est assurée par le Pr X. Espadaler (Fig. 53), se basant sur Cagniant (1996) : 15-18 poils gulaires, en plus de quelques poils autour de la tête vue de face et sur les joues. Un nom alternatif pour cet échantillon pourrait être *C. pupillus* Santschi, car l'avant du gastre est roussâtre sur les spécimens de l'ENSA. Il faut du matériel supplémentaire pour en décider avec plus d'arguments. Cette dernière espèce n'est connue, apparemment, qu'à partir de 2 ouvrières d'Aïn Sefra (Santschi, 1939).



**Figure n° 53** - Ouvrière de *Camponotus serotinus* capturée à l'ENSA (El Harrach), A :  
vue de profil, B : tête vue de face

### 3.6. – Espèces redécouvertes pour la deuxième fois en Algérie

Les espèces de fourmis qui sont trouvées pour la deuxième fois en Algérie sont la fourmi d'Argentine *Linepithema humile* et la fourmi rare *Monomorium major*.

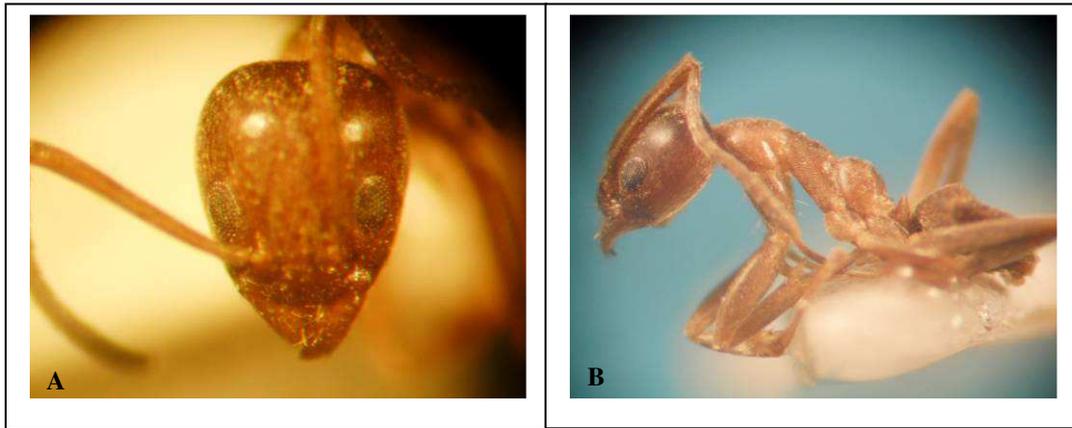
#### 3.6.1. - Redécouverte de la fourmi d'Argentine : *Linepithema humile*

Connue sous son ancien nom de *Iridomyrmex humilis* Mayr, 1868, *Linepithema humile* Mayr, 1868 est retrouvée en Algérie. Cette espèce est devenue un ravageur majeur dans de nombreuses régions du monde où les climats sont similaires aux pays d'origine (Wetterer et Wetterer, 2006). La propagation et l'impact de *L. humile* a retenu beaucoup d'attention, du fait qu'elle est qualifiée de ravageur important, véritable fléau aux Etats-Unis et en Europe (Human et Gordon, 1997; Wetterer *et al.*, 2006). *Linepithema humile* a des impacts négatifs sur beaucoup d'autres animaux aussi bien Vertébrés qu'Invertébrés (Wetterer *et al.*, 2001). Newell et Barber (1913) décrivent *L. humile* qui attaque et tue les oiseaux nicheurs. De telles agressions sont observées en Nouvelle Zélande par Van Dyk (com. pers.) cité par Harris (2002). Carpintero *et al.* (2007) notent qu'une fois introduite, *Linepithema humile* interagit avec d'autres espèces de fourmis qui modifient leur densité et leur comportement. Wetterer *et al.*, (2009) en évaluant la distribution mondiale de *L. humile* dans plus de 2100 sites ont signalé sa présence en Algérie comme une ancienne citation en 1923 par Frisque (1935). Cet auteur ne donne aucune information sur la ou les localités où elle a été trouvée. Depuis le temps

aucun des myrmécologues ayant travaillé sur les fourmis de l'Algérie tel que Bernard et Cagniant n'a confirmé sa présence dans ce pays.

Dans la présente étude, il est à mentionner la présence de *L. humile* à Melbou (Béjaia) à une altitude de 4 m (36° 38' 34'' N.; 05° 22' 07'' E.). Au total 7 ouvrières sont récoltées le 1 août 2010 (leg.K. Rebas) sur ce site et furent déterminées par le Professeur X. Espadaler (Fig. 54). Il est à noter aux alentours du nid, l'existence d'une flore à dominance de *Rubus ulmifolius* avec la présence de *Daucus carota*, *Dactylis glomerata*, *Hyoseris radiata* subsp. *lucida*, *Lotus creticus* subsp. *cytisoides*, *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Reichardia picroides* subsp. *picroides*, *Brachypodium distachium* et *Centaurea sphaerocephala*. Il n'est pas connu si cette espèce se comporte comme vraie envahissante ou comme "tramp species" dans cette localité. Selon Human et Gordon (1997), McGlynn (1999), Wetterer *et al.* (2001) et Harris (2002), les ouvrières de *L. humile* peuvent être très agressives face aux autres espèces de fourmis et font un raid sur les sites de nidification des espèces indigènes (McGlynn, 1999). Elles sont aussi capables à se réinstaller et survivre en réponse à des niveaux élevés de perturbation (Harris, 2002). Ce statut d'espèce envahissante a incité les services de protection des végétaux algériens, en collaboration avec l'OEPP (Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes) d'insérer *L. humile* dans la liste des espèces animales "Pest" mises en quarantaine et interdire leur introduction en Algérie (OEPP, 2001). Malheureusement, nous n'avons pas l'opportunité d'y retourner sur le site de récolte de cette espèce pour évaluer l'impact de cette fourmi sur les autres espèces.

*Linepithema humile* est une espèce omnivore (Bernard, 1940), polygyne avec des fourmilières très peuplées. Elle possède un corps brun clair. La taille de l'ouvrière mesure 2,5 à 3 mm, la femelle sexuée 4,5 à 4,9 mm et le mâle mesure 1,9 à 2,1 mm. Sa tête est velue, oblongue avec des antennes de 12 articles sans massue. Le premier article (scape) est un peu plus long que la tête. L'oeil est elliptique, placé bien en avant et assez bas. Sa longueur représente environ un sixième de la tête. Le clypeus est limité par deux poils bien droits et montre une concavité marquée. Toute la bordure du clypeus est poilue ainsi que la face supérieure des mandibules. Le thorax est glabre alors que l'abdomen est couvert de poils fins très courts. Les épines propodéales sont inexistantes. Le pétiole est à un seul segment, en semi-rondelle perpendiculaire à l'axe du corps qui est bien distinct. La face supérieure du propodeum est aussi longue que la face arrière.



Photographie originale (2012)

**Figure n° 54** - Ouvrière de *Linepithema humile* récoltée à Melbou (Béjaïa) en 2010,

A : tête vue de face, B : vue de profil.

### 3.6.2. – Redécouverte d’une espèce rare : *Monomorium major*

Des données bibliographiques concernant cette espèce sont présentées en premier lieu. Des mesures et des indices sont traités par la suite. Enfin, la description de l’espèce est abordée en dernier.

#### 3.6.2.1. - Quelques données bibliographiques sur *Monomorium major*

*Monomorium major* Bernard, 1953 est un nom de remplacement pour l’espèce *Holcomyrmex santschii* Forel, 1907, homonyme de *Wheeleria santschii* Forel, 1905 (Ettershank, 1966) et synonyme senior de *Monomorium santschianum* Etterschanck, 1966 (Bolton, 1995; Bolton, 2012). C’est une espèce rare (Espadaler *com. pers.*), curieuse (Forel, 1907) et vulnérable (D2), c'est-à-dire qu’elle est confrontée à un risque élevé d’extinction en milieu naturel dans l’avenir à moyen terme, tel que défini par les critères de l’IUCN (International Union for Conservation of Nature) dans la liste rouge des espèces menacées (SISG, 1996a) (<http://www.iucnredlist.org/details/13715/0>). C’est une petite *Monomorium* à population très petite ou limitée, trouvée uniquement, dans les plateaux arides des environs de Kairaouan en Tunisie (Bernard, 1953). Santschi a découvert en 1903 un seul exemplaire dans le déménagement d’une fourmilière de *Monomorium salomonis* (Forel, 1905) et ultérieurement en 1905 des femelles et des mâles toujours à Kairaouan (Forel, 1906). Un

échantillon de 4 ouvrières sont prises au Tassili par Bernard en 1949 lors d'une mission scientifique. Depuis le temps, personne n'a signalé la présence de cette espèce dans d'autres sites en Algérie.

*Monomorium major* est trouvée dans deux localités au niveau de la Réserve naturelle de Mergueb à la suite d'un échantillonnage réalisé à l'aide des pots Barber (Fig. 55). En effet une ouvrière est recueillie le 23 mai 2007 à Oum Laadam et 4 autres à Litima le 22 janvier 2007. La détermination des spécimens récoltés est confirmée par le Professeur Espadaler en utilisant les types de cette espèce reçus du Muséum d'histoire naturelle de Genève (Suisse).

### 3.6.2.2. – Mesures et indices

Nous présentons d'abord les mesures effectuées sur les spécimens récoltés puis les différents indices utilisés pour la description de l'espèce.

#### 3.6.2.2.1. - Mesures

Plusieurs mesures ont été faites suivant le travail de Bolton 2007, par le biais d'une loupe binoculaire (Nikon SMZ-U). Il faut rappeler que 0,0133 mm est l'équivalent de 1 unité.

\*La longueur totale (TL) qui correspond à la longueur totale étendue de la fourmi du sommet mandibulaire vers l'apex du gastre est égale à 2 mm.

\*La longueur de la tête (HL) est la longueur de la capsule céphalique en excluant les mandibules. Elle est mesurée en vue de face, en ligne droite. Elle est égale à 50 unités (ou 0,665 mm).

\*La largeur de la tête (HW) mesure 75 unités (ou 0,998 mm). La longueur du gastre mesure 50 unités (0,665 mm).

\*La largeur maximale de la tête (à travers les yeux) est égale à 49 unités (ou 0,652 mm).

\*Longueur du scape est de 38 unités.

\*Largeur maximale du pronotum 27 unités.

\*Longueur du thorax égale 48 unités.

\*Longueur de l'œil mesure 12 unités.

\*Le nombre d'ommatidies est égal à 13.

#### 3.6.2.2.2. – Indices de mesure

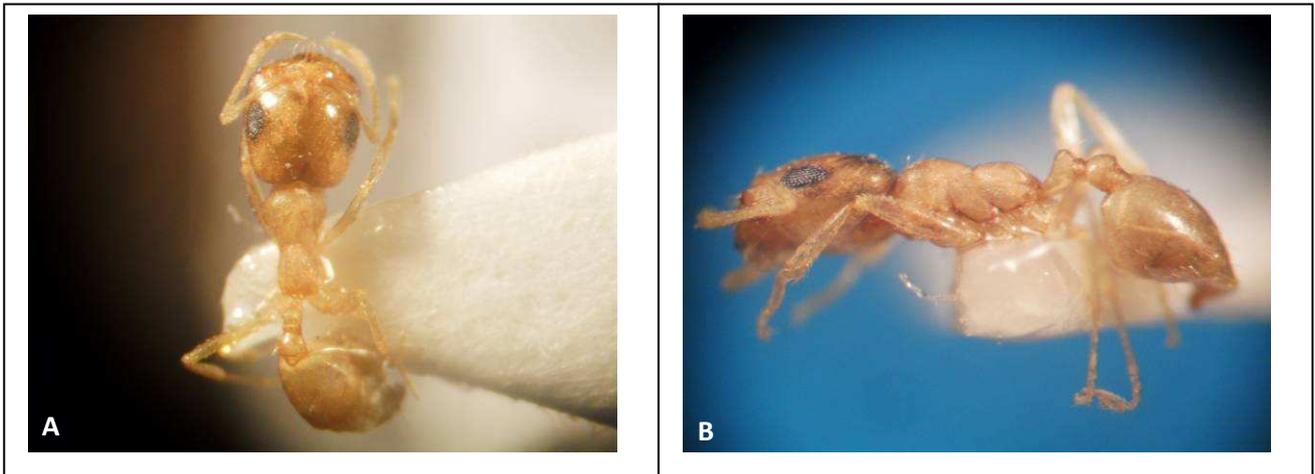
Des indices de mesure sont pris en considération à savoir, l'indice céphalique (CI), l'indice dorsal thoracique (DTI), l'indice de scape (SI) et l'indice oculaire (OI).

L'indice céphalique (CI) est égale à la largeur de la tête (HW) / longueur de la tête (HL) x 100. Sa mesure est de 150 mm. Pour ce qui concerne l'indice dorsal thoracique (DTI), il correspond au rapport de la longueur du thorax à largeur maximale du pronotum que multiplie 100. Il est égal à 177,7 mm. Quant à l'indice de scape (SI) qui est donné par la formule suivante :  $SI = \text{Longueur du scape} / \text{Largeur de la tête} \times 100$ , mesure 50,6 mm. Enfin, l'indice oculaire (OI) est donnée par la formule :  $OI = \text{Le diamètre maximum de l'œil} / \text{Largeur de la tête} \times 100$ . Il est égal à 16 mm.

#### 3.6.2.3. - Description de *Monomorium major*

C'est une fourmi très décolorée, d'un blanc jaunâtre, à grands yeux. Sa longueur est de 2 mm (Bernard, 1953). La femelle mesure 5,2 à 5,5 mm et les mâles mesurent de 3,2 à 3,8 mm (Karawajew, 1912). L'abdomen possède une couleur jaune brun. Cette espèce a une grande tête large un peu déprimée. Elle est un peu plus longue que large. La tête est très distinctement plus large devant que derrière, où elle est échancrée au milieu avec un sillon au fond de l'échancrure. Les mandibules courtes et courbées, sont armées de trois denticulations distinctes. Les antennes ont 12 articles avec une massue de 4 (Forel (1907)). Le disque de la tête présente trois poils courts. Il est dénombré 11 poils sur le bord antérieur du clypeus et deux longs poils à côté des carènes clypéales (un long poil à côté de chaque carène).

*Monomorium major* possède un thorax striolé (quatre stries hexagonales) dont les stries sont plus marquées sur les mésopleures et sur tout le propodeum. Trois poils se trouvent sur le pronotum, deux poils sur le pétiole et autant sur le post-pétiole. Le gastre est luisant, présentant plusieurs poils pubescents et longs ( $\approx 40$  poils) sur le premier tergite avec quelques poils fins et longs sur le reste du gastre (Espadaler, *com. pers.*).



Photographie originale (2012)

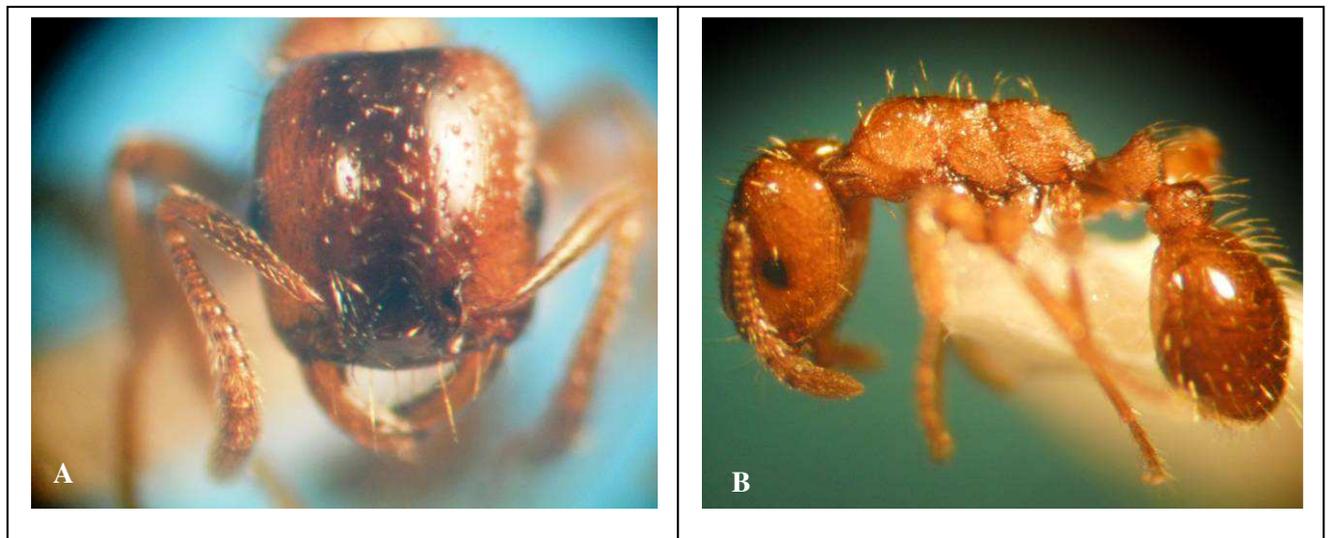
**Figure n° 55** - Ouvrière de *Monomorium major*. A : vue de haut, B : vue de profil

### 3.7. – Fourmi esclavagiste *Strongylognathus afer*

Cette espèce de fourmi est citée dans la liste rouge de l'IUCN (<http://www.iucnredlist.org/details/13715/0>) (SISG, 1996b). C'est une fourmi vulnérable, confrontée à un risque élevé d'extinction. *Strongylognathus afer* Emery, 1884 (Fig. 56) est trouvée pour la première fois en Algérie par Emery (1884) à Dhaya dans les montagnes de l'Ouest de l'Atlas citée comme *S. afer afer* par Wheeler (1909), par Forel (1890a ; 1890b) dans la région de Souk-Ahras et à Aïn Sefra par Santschi (1910). Après une longue période, cette fourmi est redécouverte par Cagniant (1970) dans trois autres localités, celles de Berrouaghia (850 m d'altitude), de Theniet el Haad (1500 m) et dans le ravin de l'Aïn Aïssa dans l'Atlas Saharien (1350 m). Jusqu'à présent les données disponibles sur la distribution de *S. afer* montrent de faibles densités qui ont été trouvés en Algérie et semble être insuffisantes pour estimer son abondance dans la partie centrale de ce pays (Sanetra et Güsten, 2001). *S. afer* est esclavagiste de *Tetramorium semilaeve atlante* en Algérie et au Maroc (Cagniant, 1973 ; 2006). De même *Tetramorium caespitum* est citée en tant qu'hôte de cette fourmi (Acosta et Martinez, 1982), bien que *T. semilaeve* devrait être l'hôte le plus commun (Sanetra *et al.*, 1999 ; Sanetra et Güsten, 2001). *S. afer* est donc un parasite social dulotique qui utilise *T. semilaeve* comme hôte permanent (Sanetra et Güsten, 2001). Ces derniers auteurs signalent que *S. afer* est le seul parasite social des *Tetramorium* dans l'Afrique du Nord contrairement aux autres pays le long de la côte méditerranéenne. Dans la présente étude, un autre site pour *S. afer* en Algérie est à signaler. *Strongylognathus afer* est capturée suite à un

échantillonnage à la main dans la forêt El Haourane (sous-station : forêt artificielle), forêt domaniale de Hammam Dalâa (M'sila) à 935 m d'altitude. Au total 6 ouvrières sont trouvées le 17 III 2011 (leg. Barech) et identifiées par le professeur X. Espadaler.

La description est faite par Emery (1922) pour les ouvrières, le mâle et la femelle. A propos de l'ouvrière, il écrit que les antennes sont de 12 articles dont 3 forment la massue. L'épistome présente un bord antérieur arqué ou échancré. Les arêtes frontales sont médiocrement longues. Cette espèce possède des mandibules pointues, sans bord masticateur denté. Les palpes maxillaires sont à 4 articles et les palpes labiaux à 3 articles. La suture mésoépinotale est distincte, légèrement impressionnée. L'épinotum est muni de deux dents. Le pétiole brièvement pédonculé, est surmonté en arrière d'un nœud arrondi. Les éperons des tibias postérieurs sont barbelés ou finement pectinés. Quant à la femelle, elle présente une tête et des mandibules comme chez l'ouvrière. Son mésonotum est peu bombé, laissant à découvert en partie le pronotum. La cellule radiale est ouverte. Le mâle porte des mandibules pointues, et des ailes comme chez la femelle. Le reste des caractères sont ceux de *Tetramorium*.



Photographie originale (2012)

**Figure n° 56** - Ouvrière de *Strongylognathus afer* capturée dans la forêt El Haourane (2011),

A : tête vue de face ; B : vue de profil

# *Chapitre IV*

*Régime trophique de Messor medioruber  
medioruber*

## **Chapitre IV - Régime trophique de *Messor medioruber medioruber* dans la Réserve naturelle de Mergueb**

Dans le présent chapitre, les résultats portant sur le régime trophique de l'espèce *Messor medioruber medioruber* sont exposés. Les discussions de ces résultats viennent par la suite.

### **4.1. - Résultats sur le régime trophique de *Messor medioruber medioruber* à Mergueb**

Avant d'entamer l'étude du régime trophique de cette espèce de fourmi, il est intéressant de présenter l'inventaire floristique de la Réserve naturelle de Mergueb. Ce dernier est suivi par une liste des espèces de graines qui sont récoltées par *M. medioruber medioruber* dans les trois nids étudiés. Une exploitation de ces résultats est réalisée par l'emploi d'indices écologiques de composition et de structure. Le deuxième volet qui accompagne l'étude du régime trophique, est l'étude des disponibilités en espèces végétales présentes sur le terrain. L'exploitation des résultats de ces dernières est faite par un indice de sélection, soit l'indice d'Ivlev.

#### **4.1.1. - Inventaire des espèces végétales dans les trois stations de la Réserve naturelle de Mergueb**

Il est réalisé un inventaire floristique au niveau des trois stations de la réserve naturelle de Mergueb durant la période allant de 2007 à 2008. Les espèces végétales recensées sont mentionnées dans le tableau 53.

Au total, 44 espèces végétales sont recensées. Ces dernières appartiennent à 18 familles botaniques (Tab. 53). Il est à remarquer que la famille des Poaceae est la plus répandue dans la réserve de Mergueb avec 11 espèces soit un taux de 25 %. Elle est suivie par la famille des Asteraceae avec 9 espèces soit 20,45 % et celle des Fabaceae avec 6 espèces soit 13,6 %. Les autres familles sont représentées par 1 ou 2 espèces ( $2,3 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 4,5 \%$ ).

La flore du Mergueb renferme des espèces médicinales telles que *Peganum harmala*, *Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris* et *Paronychia argentea*.

**Tableau 53** - Inventaire des espèces végétales de la Réserve naturelle de Mergueb effectué durant la période allant de 2007 à 2008

Familles botaniques	Espèces	Familles botaniques	Espèces
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i> L.	Caryophyllaceae	<i>Paronychia argentea</i> Lam., 1779
	<i>Hordeum vulgare</i>		<i>Herniaria mauritanica</i> Murb.
	<i>Avena fatua</i> L.	Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i> L., 1753
	<i>Phalaris minor</i> L.	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium</i> sp.
	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i> L.
	<i>Bromus rubens</i> L.	Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i> L.
	<i>Bromus</i> sp.	Apiaceae	<i>Eryngium</i> sp.
	<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell.	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.
	<i>Stipa rotorta</i> Cav.	Asteraceae	<i>Nolettia chrysocomoides</i> Desf.
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		<i>Calendula arvensis</i> L.
	sp. ind.		<i>Artemisia campestris</i> L.
Geraniaceae	<i>Erodium</i> sp.		<i>Artemisia alba</i> Turra
Fabaceae	<i>Medicago littoralis</i> Rhode		<i>Artemisia herba alba</i> Asso.
	<i>Medicago truncatula</i> Gaerth.		<i>Chrysanthemum</i> sp.
	<i>Medicago laciniata</i> (L.) All.		sp. 1 ind.
	<i>Astragalus cruciatus</i> Link.		sp. 2 ind.
	<i>Astragalus sinaicus</i> Boiss.		sp. 3 ind.
	<i>Pisum sativum</i> L.		
Cicoraceae	<i>Scorzonera</i> sp.	Lamiaceae	sp. 1 ind.
Synantheraceae	<i>Evax pygmaea</i> (L.) Brot.		sp. 2 ind.
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i> L.	Famille indét.	sp. 1 indét.
Brassicaceae	sp. ind.		sp. 2 indét.
			sp. 3 indét.

**4.1.2. - Inventaire des espèces végétales sollicitées par *Messor medioruber medioruber* dans trois nids**

Avant de donner les résultats portant sur le régime trophique de la fourmi *M. medioruber medioruber* dans les stations de la RNM, nous allons d'abord présenter l'inventaire des graines et des fragments des espèces végétales trouvées à l'intérieur et à l'extérieur des trois nids étudié (Tab. 54).

**Tableau 54** - Inventaire des graines et fragments des espèces végétales trouvées à l'intérieur et à l'extérieur de trois nids de *M. medioruber medioruber* dans la Réserve naturelle de Mergueb en avril 2008

<b>Familles botaniques</b>	<b>Espèces</b>	<b>Oum Mrazem</b>	<b>Litima</b>	<b>Oum Laadam</b>
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	+	+	+
	<i>Phalaris minor</i>	+	-	-
	<i>Bromus rubens</i>	-	-	+
Fabaceae	<i>Astragalus sinaicus</i>	+	+	+
	<i>Medicago littoralis</i>	+	-	+
	<i>Medicago truncatula</i>	-	-	+
	<i>Medicago laciniata</i>	-	-	+
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	+	+	+
	<i>Evax pygmaea</i>	-	-	+
	<i>Nolletia chrysocomoides</i>	-	-	+
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	+	+	+
Geraniaceae	<i>Erodium</i> sp.	+	-	+
<b>Totaux</b>	<b>12 espèces</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>11</b>

+ : graine présente ; - : graine absente

La fourmi moissonneuse *M. medioruber medioruber* apporte vers son nid des graines appartenant à différentes espèces végétales dont le nombre total atteint 12 (Tab. 54). Ces dernières représentent cinq familles botaniques dont les Fabaceae interviennent avec 2 genres

(*Astragalus* et *Medicago*), et 4 espèces. Les Poaceae et les Asteraceae renferment 3 genres et 3 espèces chacune. Quant aux Malvaceae avec *Malva aegyptiaca* et aux Geraniaceae avec *Erodium* sp., elles participent par 1 seule espèce. Pour ce qui concerne le nid 1 qui se trouve à Oum Mrazem, il regroupe un total de 7 espèces végétales appartenant aux cinq familles déjà citées et à sept genres (*Hordeum*, *Phalaris*, *Astragalus*, *Medicago*, *Calendula*, *Malva* et *Erodium*). Quant au nid 2 de Litima, le recensement fait apparaître la présence de 4 espèces appartenant à 4 familles. Ce sont *Hordeum murinum*, *Astragalus sinaicus*, *Calendula arvensis* et *Malva aegyptiaca*. Enfin, le nid 3 regroupe un ensemble de 11 espèces qui représentent les 5 familles botaniques dont celle des Fabaceae qui intervient par 3 espèces du genre *Medicago*. Le nombre de genres recensés est égal à 9 (*Hordeum*, *Bromus*, *Astragalus*, *Medicago*, *Calendula*, *Evax*, *Nolletia*, *Malva* et *Erodium*).

#### **4.1.3. - Exploitation des résultats par les indices écologiques**

Les indices écologiques utilisés pour l'exploitation des résultats du régime trophique de la fourmi moissonneuse (*Messor medioruber medioruber*) sont de deux types, soit des indices de composition et d'autres de structure.

##### 4.1.3.1. – Traitement des résultats par des indices de composition

Les indices de composition retenus sont la fréquence centésimale et la richesse spécifique. Ils sont utilisés pour l'analyse des graines et des fragments végétaux récoltés, stockés et rejetés par cette espèce de fourmi.

##### 4.1.3.1.1. – Emploi des fréquences centésimales ou abondances relatives (AR

%)

Les fréquences des différentes parties végétales trouvées dans les chambres des trois nids ainsi que celles rejetées par la fourmi *Messor medioruber* dans les stations d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima sont rassemblées dans les tableaux 55, 56 et 57.

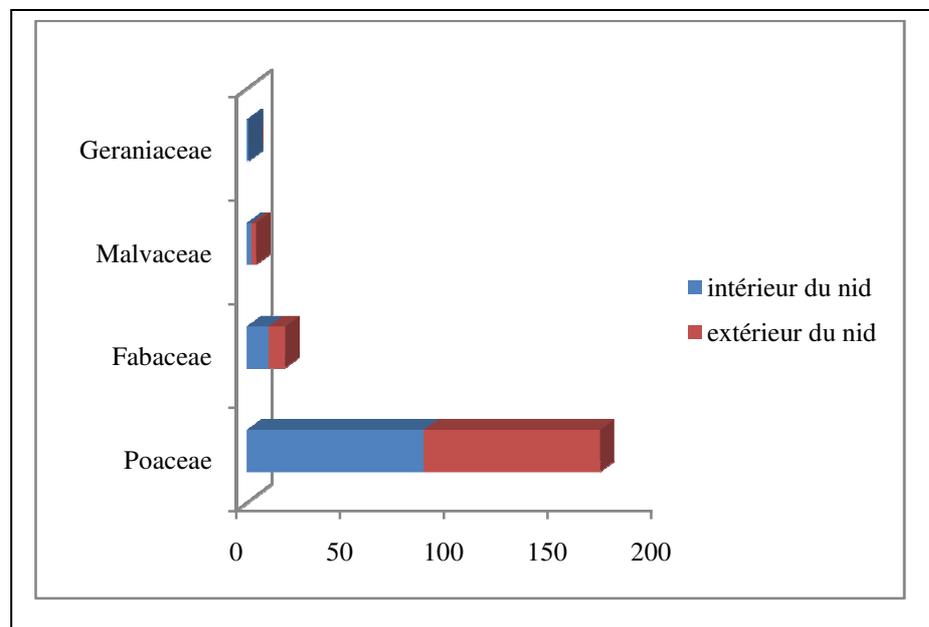
**Tableau 55** - Fréquences des graines récoltées et stockées à l'intérieur du nid 1 et de celles rejetées par *Messor medioruber* dans la station d'Oum Mrazem (avril 2008)

Familles botaniques	Espèces végétales	Exterieur du nid		Interieur du nid	
		N	AR %	N	AR %
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	542	84,95	114	84,44
	<i>Phalaris minor</i>	-	-	1	0,74
Fabaceae	<i>Astragalus sinaicus</i>	50	7,84	10	7,41
	<i>Medicago littoralis</i>	-	-	4	2,96
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	42	6,58	2	1,48
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	3	2,22	3	2,22
Geraniaceae	<i>Erodium</i> sp.	-	-	1	0,74
<b>Totaux</b>	<b>7</b>	<b>638</b>	<b>100</b>	<b>135</b>	<b>100</b>

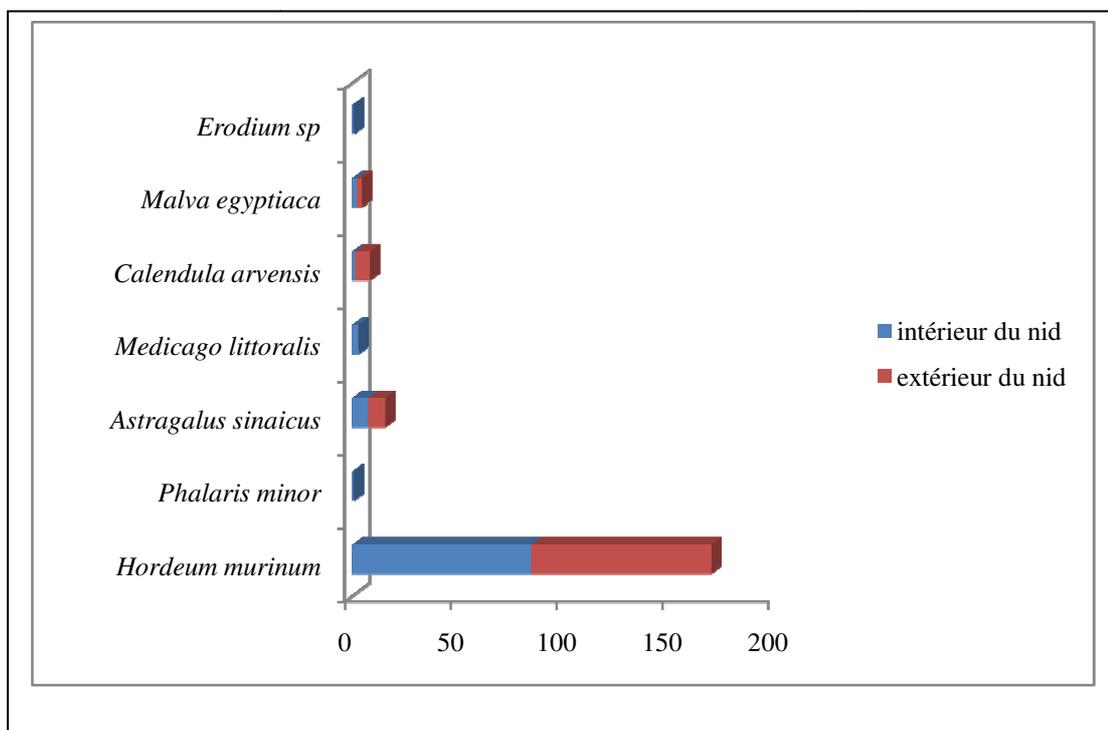
N : nombre de graines      AR% : Fréquences centésimales (abondances relatives)

Les graines récoltées par *Messor medioruber* et rejetées à l'extérieur du nid appartiennent à quatre familles botaniques (Poaceae, Fabaceae, Asteraceae et Malvaceae). Elles sont au nombre de 638 (Tab. 55; Fig. 57). Par contre, à l'intérieur du nid, le nombre est réduit à 135 graines représenté par les Geraniaceae en plus des familles déjà citées à l'extérieur du même nid. Les épillets de *Hordeum murinum* correspondent à un effectif et à une abondance relative élevés (N = 542, AR % = 84,9 %) par rapport à l'ensemble des parties végétales ramassées par cette fourmi (Fig. 58). Une fréquence similaire (84,4 %) est notée pour la même espèce végétale à l'intérieur du nid. La famille des Poaceae est suivie par celle des Fabaceae (*Astragalus sinaicus*) avec des taux de 7,8 % à l'extérieur et 7,4 % notée à l'intérieur du nid.

Les Asteraceae (*Calendula arvensis*) font suite aux Fabaceae avec 6,6 % en dehors du nid. Le taux des Malvaceae est faible pour les deux cas étudiés, soit 0,6 %.



**Figure n° 57** - Fréquences des familles de graines récoltées par *M. medioruber medioruber* dans le nid 1 à Oum Mrazem (R.N.M.)



**Figure n° 58** - Fréquences des espèces de graines récoltées par *Messor medioruber medioruber* dans le nid 1 à Oum Mrazem (R.N.M.)

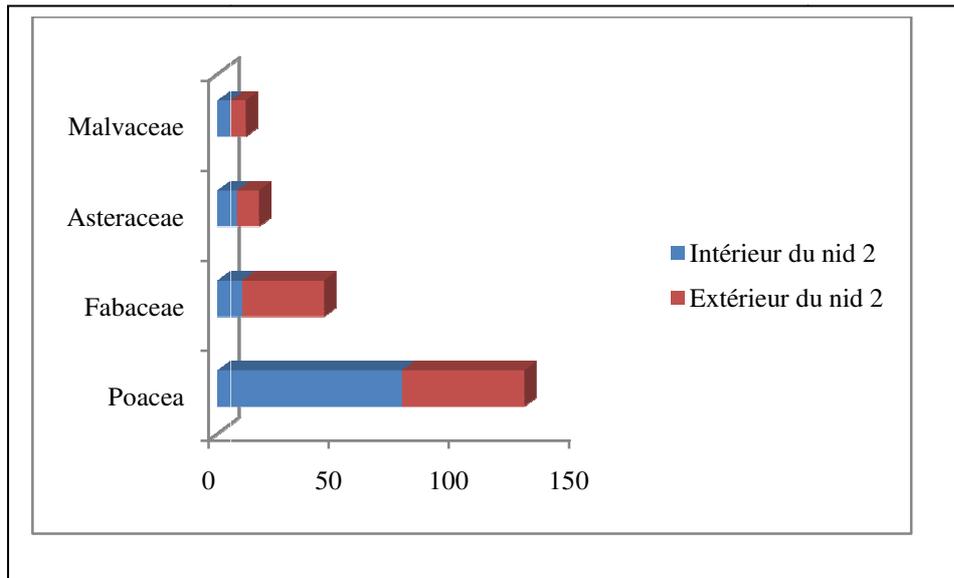
Le tableau 56 regroupe les fréquences des graines ramassées par *M. medioruber* pour le nid 2 à Litima (à l'extérieur et à l'intérieur du nid).

**Tableau 56** - Fréquences des graines récoltées et stockées à l'intérieur du nid 2 et de celles rejetées par *Messor medioruber* dans la station de Litima (avril, 2008)

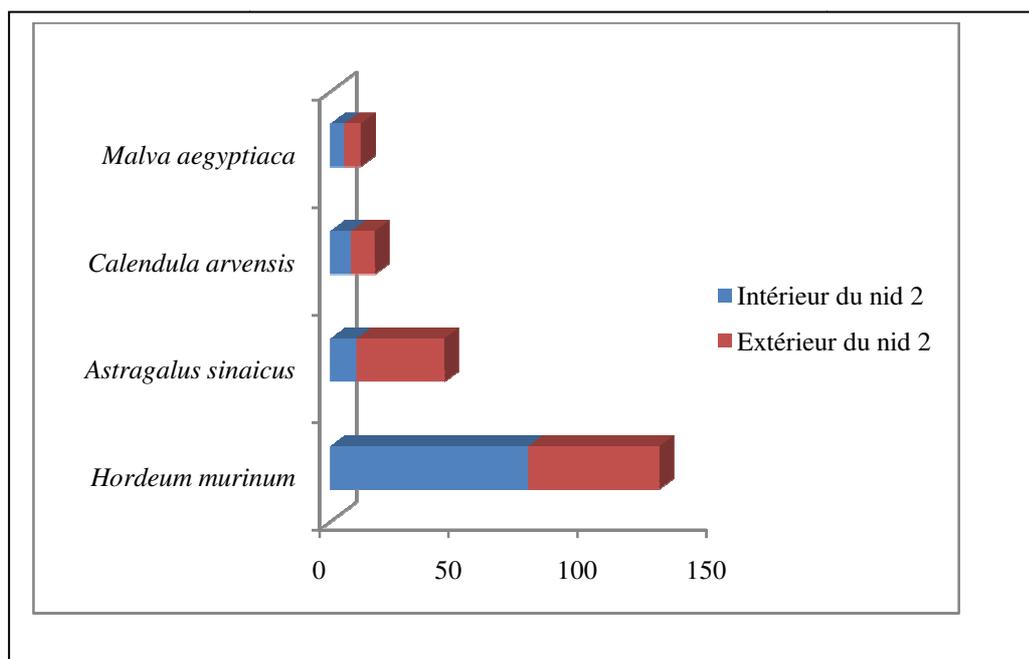
Familles botaniques	Espèces	Extérieur du nid		Intérieur du nid	
		N	AR %	N	AR %
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	318	50,80	173	76,55
Fabaceae	<i>Astragalus sinaicus</i>	212	33,87	23	10,18
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	57	9,11	18	7,96
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	39	6,23	12	5,31
<b>Totaux</b>	<b>4</b>	<b>626</b>	<b>100</b>	<b>226</b>	<b>100</b>

N : nombres de graines      AR% : fréquences centésimales (abondances relatives)

Les Poacées représentées par les épillets de *Hordeum murinum* sont les plus abondantes à l'extérieur (A.R. % = 50,8 %) et à l'intérieur du nid de *M. medioruber medioruber* (A.R. % = 50,8 %) à Litima (Tab. 56; Fig. 59, 60). Les Graminées sont suivies par les graines d'*Astragalus sinaicus* (Fabaceae) avec 33,8 % à l'extérieur et 10,2 % à l'intérieur. Pour ce qui concerne les autres graines, celles-ci sont peu fréquentes ( $5,3 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 9,1 \%$ ).



**Figure n° 59** - Fréquences des familles de graines récoltées par *M. medioruber medioruber* dans le nid 2 à Litima (R.N.M.)



**Figure n° 60** - Fréquences des espèces de graines récoltées par *Messor medioruber medioruber* dans le nid 2 à Litima (R.N.M.)

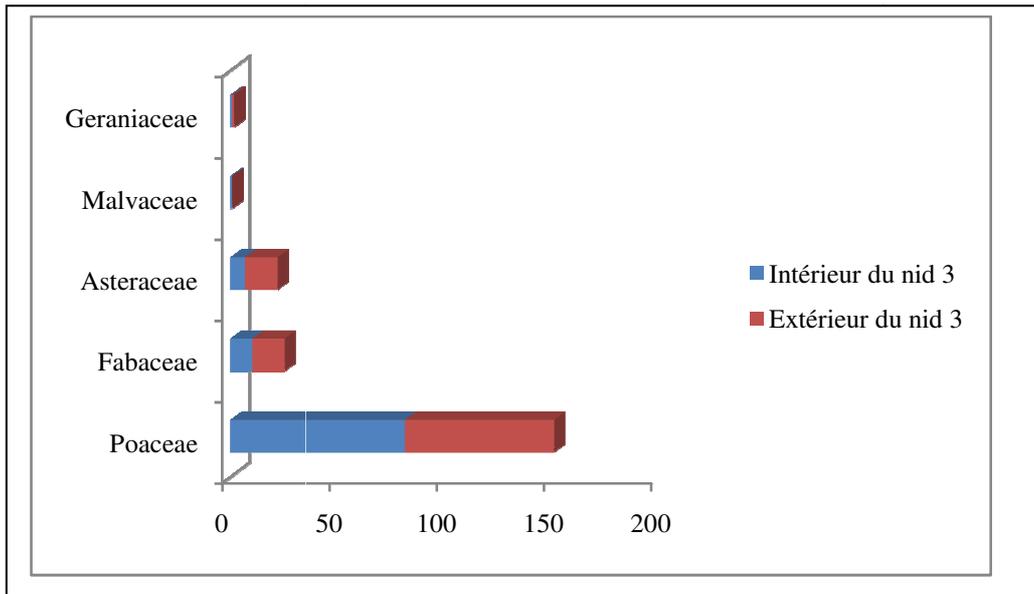
Les fréquences des graines récoltées par *M. medioruber* au niveau du nid 3 sont enregistrées dans le tableau 57.

**Tableau 57** - Fréquences des graines récoltées et stockées à l'intérieur du nid 3 et de celles rejetées par *M. medioruber medioruber* dans la station d'Oum Laadam (avril, 2008)

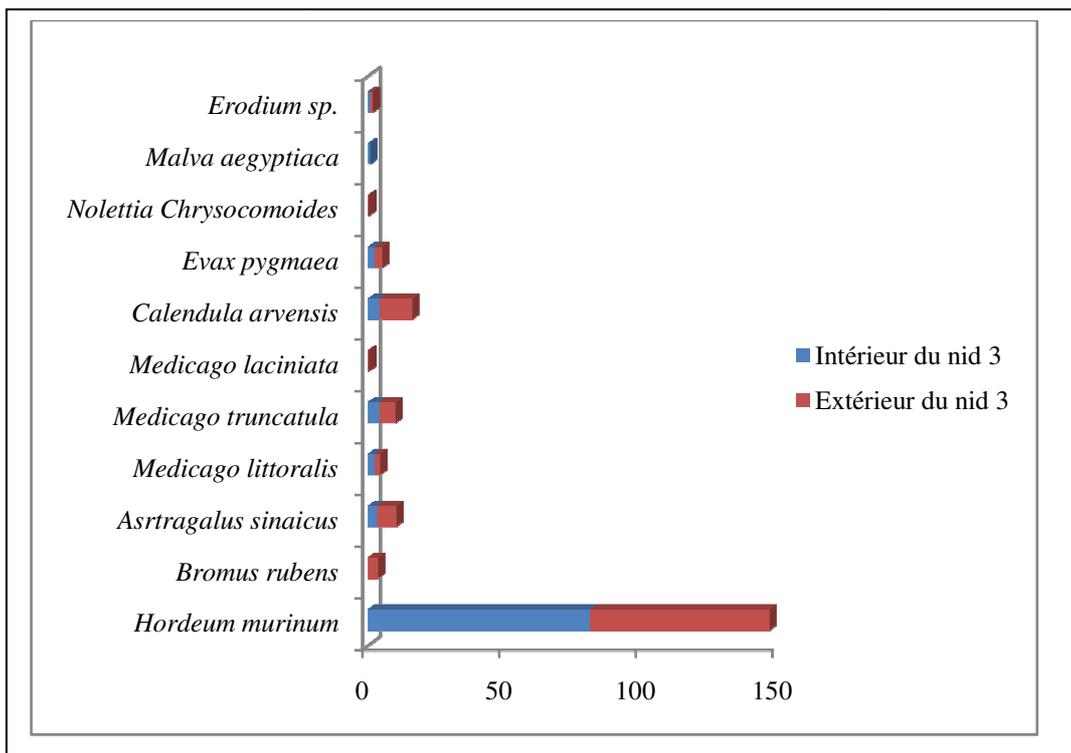
Familles botaniques	Espèces	Extérieur du nid		Intérieur du nid	
		N	AR %	N	AR %
Poaceae	<i>Hordeum murinum</i>	217	65,76	95	81,20
	<i>Bromus rubens</i>	12	3,64	-	-
Fabaceae	<i>Astragalus sinaicus</i>	23	6,97	4	3,42
	<i>Medicago littoralis</i>	6	1,82	3	2,56
	<i>Medicago truncatula</i>	19	5,76	5	4,27
	<i>Medicago laciniata</i>	1	0,30	-	-
Asteraceae	<i>Calendula arvensis</i>	39	11,82	5	4,27
	<i>Evax pygmaea</i>	9	2,73	3	2,56
	<i>Nolletia chrysocomoïdes</i>	1	0,30	-	-
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	-	-	1	0,85
Geraniaceae	<i>Erodium sp.</i>	3	0,91	1	0,85
<b>Totaux</b>	<b>11</b>	<b>330</b>	<b>100</b>	<b>117</b>	<b>100</b>

N : nombres de graines; AR% : fréquences centésimales (abondances relatives)

Dans la station d'Oum Laadam, les fréquences des Poaceae avec *Hordeum murinum* sont importantes par rapport aux autres familles botaniques soit à l'extérieur (A.R. % = 65,7 %) et à l'intérieur du nid (A.R. % = 81,2 %) (Tab. 57; Fig. 61, 62). Parmi les graines rejetées par *M. medioruber medioruber*, celles des Asteraceae (*Calendula arvensis*, *Evax pygmaea* et *Nolletia chrysocomoïdes*) et des Fabaceae (*Astragalus sinaicus*, *Medicago littoralis*, *M. laciniata* et *M. truncatula*) sont à mentionner. Chacune des deux familles correspond à un taux égal à 14,9 %. D'autres espèces sont stockées ou rejetées mais en faibles fréquences ( $0,85 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 0,91 \%$ ).



**Figure n° 61** - Fréquences des familles de graines récoltées par *M. medioruber medioruber* dans le nid 3 à Oum Laadam (R.N.M.)



**Figure n° 62** - Fréquences des espèces de graines récoltées par *Messor medioruber medioruber* dans le nid 3 à Oum Laadam (R.N.M.)

4.1.3.1.2. – Richesse spécifique des graines récoltées par *Messor medioruber*

Les résultats concernant la richesse totale des graines récoltées par *Messor medioruber medioruber* dans les trois nids sont mentionnés dans le tableau 58.

**Tableau 58** - Richesse totale des graines et des fragments végétaux trouvés à l'intérieur et à l'extérieur de trois nids de *Messor medioruber medioruber* dans les stations de la Réserve naturelle de Mergueb en avril 2008.

	Oum Mrezem Nid 1		Litima Nid 2		Oum Laadam Nid 3	
Richesses totales (espèces)	Ext.	Int.	Ext.	Int.	Ext.	Int.
	4	7	4	4	10	8

Il est à constater que les graines récoltées par *M. medioruber medioruber* et qui sont stockées à l'intérieur des nids appartiennent à différentes espèces (Tab. 58). La valeur la plus élevée de la richesse est notée pour le nid 3 à Oum Laadam ( $S = 8$ ) suivie par celle du nid 1 à Oum Mrazem ( $S = 7$ ) et par le nid 2 à Litima ( $S = 4$ ). Pour ce qui concerne les graines rejetées par la fourmi, elles présentent des valeurs variant de 4 (nid 1 et 2) à 10 espèces (nid 3).

4.1.3.2. – Exploitation des graines par des indices écologiques de structure

Les indices de structure utilisés pour l'exploitation des résultats sur le régime trophique de *Messor medioruber medioruber* concerne l'indice de diversité de Shannon-Weaver, la diversité maximale et l'équitabilité. Les valeurs obtenues sont regroupées dans le tableau 59.

**Tableau 59** – Traitement par les indices de diversité de Shannon-Weaver et d'équitabilité des graines et des fragments végétaux ramassés par *Messor medioruber medioruber* dans 3 nids dans la Réserve naturelle de Mergueb

Stations	Oum Mrazem Nid 1	Litima Nid 2	Oum Laâdam Nid 3
<b>Richesse totale (S)</b>	7	4	11
<b>H' (bits)</b>	0,85	1,52	1,68
<b>H' max (bits)</b>	2,81	2,00	3,46
<b>E</b>	0,30	0,76	0,49

L'indice de diversité de Shannon-Weaver présente une valeur assez élevée au niveau de la station d'Oum Laadam (nid 3,  $H' = 1,68$  bits) et à Litima (nid 2,  $H' = 1,52$  bits) (Tab. 59). Par contre, une valeur basse est notée à Oum Mrazem (nid 1,  $H' = 0,85$  bits). La diversité maximale est calculée pour le nid 3 ( $H' = 3,46$  bits) et dans le nid 1 ( $H' = 2,81$  bits). Pour ce qui concerne l'équitabilité, celle-ci fluctue entre 0,3 et 0,76 pour les trois nids étudiés. Les valeurs de E inférieures à 0,5, tendant de ce fait vers 0 pour les nids 1 et 3, montrent que les effectifs des différentes espèces de graines présentes ont tendance à être en déséquilibre entre eux. En effet, la fourmi fait preuve d'un régime trophique spécialisé orienté vers la recherche surtout des graines de Poaceae. Par contre, la valeur de E pour le nid 2 qui est élevée ( $E = 0,76$ ) traduit un équilibre entre les effectifs des graines des espèces végétales récoltées par *M. medioruber medioruber*. Dans ce cas là, cette fourmi se comporte en opportuniste (généraliste).

#### 4.1.4. - Disponibilités en espèces végétales

Afin de déterminer le préférendum alimentaire de *Messor medioruber medioruber*, il est réalisé un inventaire floristique aux alentours de la zone d'activité de cette espèce, ce qui a conduit au calcul du taux d'occupation de sol pour chaque espèce végétale ainsi que son taux d'abondance sur le terrain. Les résultats obtenus sont exploités par la suite en utilisant un indice qui permet de mettre en évidence la sélectivité de la fourmi vis-à-vis des plantes disponibles sur le terrain.

4.1.4.1. - Inventaire, fréquence centésimale et taux d'occupation des espèces végétales dans les stations d'étude

Les informations recueillies sur la végétation qui entoure chacun des 3 nids de *Messor medioruber medioruber* sont rassemblées. Celles qui portent sur le nid 1 sont mises dans le tableau 60.

**Tableau 60** - Espèces végétales inventoriées dans la parcelle entourant le nid 1 de *Messor medioruber medioruber* au niveau de la station Oum Mrazem dans la Réserve naturelle de Mergueb, leurs nombres moyens et le taux d'occupation de chaque espèce sur le sol en avril 2008.

Familles botaniques	Espèces Végétales	Ni	AR %	Nj	S.m. (m <sup>2</sup> )	T.O. (%)
Poaceae (63,24 %)	<i>Hordeum murinum</i>	38	55,88	3,8	0,46	0,037
	<i>Stipa retorta</i>	4	5,88	0,4	0,25	0,020
	<i>Schismus barbatus</i>	1	1,47	0,1	0,01	0,001
Asteraceae (16,18 %)	<i>Chrysanthemum sp</i>	7	10,29	0,7	0,40	0,032
	<i>Calendula arvensis</i>	3	4,41	0,3	0,11	0,009
	<i>Artemisia campestris</i>	1	1,47	0,1	0,09	0,007
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>	3	4,41	0,3	0,19	0,015
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	4	5,88	0,4	0,41	0,033
Brassicaceae	sp1	3	4,41	0,3	0,10	0,008
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium sp1</i>	2	2,94	0,2	0,06	0,005
Fabaceae	<i>Astragalus sinaicus</i>	1	1,47	0,1	0,05	0,004
Famille indét.	sp. indét.	1	1,47	0,1	0,02	0,002
<b>Totaux</b>	<b>12 espèces</b>	<b>68</b>	<b>100</b>	<b>6,8</b>	<b>2,16</b>	<b>0,1725</b>

Indét. : indéterminée; Ni : nombre de chaque espèce végétale ; Nj : Nombre moyen par jet de 0,25 m<sup>2</sup> ; Sm (m<sup>2</sup>): Surface moyenne occupée par espèce (m<sup>2</sup>) ; TO (%): Taux d'occupation du sol par l'espèce végétale

L'inventaire effectué sur le terrain à Oum Mrazem, met en évidence la présence de 12 espèces végétales dans la parcelle où se trouve le nid 1 de *Messor medioruber medioruber* (Tab. 60; Fig. 63). Selon l'échelle proposée par Duranton *et al.* (1982), cette station d'étude se caractérise par une végétation herbacée claire. Il ressort également, que la famille des Poaceae est dominante (A.R. % = 64 %), suivie par celles des Asteraceae (A.R. % = 17 %). Parmi les Poaceae, *Hordeum murinum* occupe 0,04 % de la surface du sol. Elle est suivie par *Malva aegyptiaca* (0,03 %) et *Chrysanthemum* sp. (0,03 %). Les 8 autres espèces inventoriées ont de faibles taux de recouvrement allant de 0,001 % pour *Schismus barbatus* à 0,02 % pour *Stipa retorta*. Pour ce qui concerne l'abondance des espèces, *Hordeum murinum* est la plus abondante avec une fréquence de 55,9 % suivie par *Chrysanthemum* sp. avec 10,3 % et par *Stipa retorta* avec 5,9 %. Des fréquences très faibles sont enregistrées pour le reste des espèces inventoriées aux alentours du nid de *M. medioruber* ( $0,1 \% \leq \text{A.R. \%} \leq 4,4 \%$ ).

Les espèces végétales inventoriées aux alentours du nid 2 à Litima, leurs nombres moyens, leurs fréquences ainsi que le taux d'occupation du sol par chaque espèce végétale sont enregistrés dans le tableau 61.

**Tableau 61** - Espèces végétales inventoriées dans la parcelle entourant le nid 2 de *M. mediator mediator* au niveau de la station Litima dans la réserve naturelle de Mergueb, leurs nombres moyens et le taux d'occupation de chaque espèce sur le sol en Avril 2008

Familles botaniques	Espèces Végétales	Ni	AR %	Nj	S m(m2)	T.O.(%)
Poaceae (43,99 %)	<i>Hordeum murinum</i>	36	29,88	3,6	0,70	0,055
	<i>Bromus rubens</i>	7	5,81	0,7	0,36	0,029
	<i>Cynodon dactylon</i>	3	2,49	0,3	0,02	0,001
	sp.1	3	2,49	0,3	0,07	0,005
	<i>Phalaris minor</i>	2	1,66	0,2	0,03	0,002
	<i>Bromus</i> sp.1	1	0,83	0,1	0,08	0,007
	<i>Schismus barbatus</i>	1	0,83	0,1	0,01	0,001
Asteraceae (28,22 %)	<i>Calendula arvensis</i>	14	11,62	1,4	0,32	0,025
	<i>Chrysanthemum</i> sp	12	9,96	1,2	0,57	0,045
	sp.1 indét.	5	4,15	0,5	0,07	0,006
	sp.2 indét.	2	1,66	0,2	0,03	0,002
	<i>Nolletia chrysocomoïdes</i>	1	0,83	0,1	0,05	0,004
Malvaceae	<i>Malva aegyptiaca</i>	10	8,30	1	0,51	0,041
Fabaceae	<i>Medicago littoralis</i>	6	4,98	0,6	0,53	0,043
Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta</i>	4	3,32	0,4	0,03	0,002
Plantaginaceae	<i>Plantago albicans</i>	3	2,49	0,3	0,03	0,003
Caryophyllaceae	<i>Herniaria mauritanica</i>	3	2,49	0,3	0,07	0,006
Zygophyllaceae	<i>Peganum harmala</i>	3	2,49	0,3	0,12	0,010
Lamiaceae	sp. indét.	2	1,66	0,2	0,01	0,001
Geraniaceae	<i>Erodium</i> sp	1	0,83	0,1	0,05	0,004
Famille indét. 1	sp. indét.	1	0,83	0,1	0,01	0,001

Famille indét. 2	sp. indét. 2	1	0,83	0,1	0,02	0,002
<b>12</b>	<b>22</b>	<b>121</b>	<b>100</b>	<b>12,1</b>	<b>3,70</b>	<b>0,295</b>

Ni : Nombre de chaque espèce végétale ; Nj : Nombre moyen par jet de 0,25 m<sup>2</sup> ; Sm (m<sup>2</sup>): Surface moyenne occupée par espèce (m<sup>2</sup>) ; TO (%): taux d'occupation du sol par espèce végétale; sp. indét. : espèce indéterminée

Au total, 22 espèces végétales sont inventoriées dans le rayon d'activité de *Messor medioruber medioruber* au niveau de la station de Litima (nid 2). Cette dernière se caractérise par une végétation herbeuse claire (T.O. = 0,3 %) (Tab. 61). Il est à constater toujours la prédominance des Poaceae (A.R. % = 43,9 %) suivies par les Asteraceae (A.R. % = 28,2 %), tandis que les autres familles sont représentée chacune par une seule espèce. *Hordeum murinum* intervient en premier (A.R. % = 29,8 %), occupant ainsi 0,055 % de la surface du sol, suivie par *Chrysanthemum sp* (0,045 %), par *Medicago littoralis* (0,043 %) et par *Malva aegyptiaca* (0,041 %).

Les autres espèces inventoriées ont de faible taux de recouvrement allant de 0,001 % pour *Schismus barbatus* à 0,029 % pour *Bromus rubens*. *Calendula arvensis* (A.R. % = 11,6 %) qui se place après *Hordeum murinum* n'occupe cependant que 0,025 % de la surface du sol.

Les abondances les plus élevées aux alentours du nid 2 à Litima sont notées pour *Hordeum murinum* (29,88 %) et pour *Calendula arvensis* (11,62 %) (Fig. 64). Les autres espèces présentent de faibles abondances relatives (0,83 % ≤ A.R. % ≤ 9,96 %).

Les fréquences centésimales des espèces végétales inventoriées aux alentours du nid 3 à Oum Laadam, leurs nombres moyens et le taux d'occupation du sol par chaque espèce botanique sont regroupées dans le tableau 62.

**Tableau 62** - Espèces végétales inventoriées dans la parcelle entourant le nid 3 de *Messor medioruber medioruber* au niveau de la station Oum Laadam dans la Réserve naturelle de Mergueb, leurs nombres moyen et le taux d'occupation de chaque espèce sur le sol en avril 2008

Familles botaniques	Espèces végétales	Ni	AR%	Nj	S.m.(m <sup>2</sup> )	T.O. (%)
Poaceae (50,37 %)	<i>Hordeum murinum</i>	34	24,82	3,4	0,49	0,039
	<i>Bromus rubens</i>	15	10,95	1,5	0,38	0,030
	<i>Stipa retorta</i>	7	5,11	0,7	0,40	0,032
	<i>Phalaris minor</i>	5	3,65	0,5	0,13	0,010
	<i>Cynodon dactylon</i>	3	2,19	0,3	0,03	0,002
	<i>Schismus barbatus</i>	2	1,46	0,2	0,02	0,002
	<i>Hordeum vulgare</i>	1	0,73	0,1	0,02	0,001
	<i>Avena fatua</i>	1	0,73	0,1	0,02	0,002
	<i>Dactylis glomerata</i>	1	0,73	0,1	0,03	0,002
Asteraceae (17,52 %)	<i>Calendula arvensis</i>	15	10,95	1,5	0,45	0,036
	sp. 1 indét.	2	1,46	0,2	0,03	0,003
	sp. 2 indét.	2	1,46	0,2	0,06	0,005
	<i>Scorzonera</i> sp	2	1,46	0,2	0,09	0,007
	<i>Artemisia herba-alba</i>	1	0,73	0,1	0,03	0,003
	<i>Artemisia alba</i>	1	0,73	0,1	0,04	0,003
	Sp. 3. indét.	1	0,73	0,1	0,01	0,001
Fabaceae (12,41 %)	<i>Medicago truncatula</i>	12	8,76	1,2	0,45	0,036
	<i>Medicago littoralis</i>	2	1,46	0,2	0,10	0,008
	<i>Astragalus sinaicus</i>	1	0,73	0,1	0,06	0,005
	<i>Astragalus cruciatus</i>	1	0,73	0,1	0,05	0,004
	<i>Pisum sativum</i>	1	0,73	0,1	0,02	0,001
Caryophyllaceae	<i>Paronychia argentea</i>	18	13,14	1,8	0,21	0,017

Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	3	2,19	0,3	0,03	0,002
Lamiaceae	sp. 2 indét.	1	0,73	0,1	0,01	0,001
Apiaceae	<i>Eryngium</i> sp.	1	0,73	0,1	0,09	0,007
	<i>Ammosperma</i> sp.	1	0,73	0,1	0,02	0,002
Famille ind. 1	sp. indét. 1	2	1,46	0,2	0,16	0,012
Famille ind. 3	sp. indét. 3	1	0,73	0,1	0,01	0,001
<b>9</b>	<b>28</b>	<b>134</b>	<b>100</b>	<b>13,4</b>	<b>4,09</b>	<b>0,325</b>

Ni : Nombre de chaque espèce végétale ; Nj : Nombre moyen par jet de 0,25 m<sup>2</sup> ; Sm (m<sup>2</sup>): Surface moyenne occupée par espèce (m<sup>2</sup>) ; TO (%): Taux d'occupation du sol par l'espèce végétale

L'inventaire effectué sur le terrain fait ressortir 28 espèces végétales appartenant à 7 familles différentes (Poaceae, Fabaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae et Apiaceae) dont celle des Poaceae est dominante avec 50,4 % suivie par les Asteraceae (17,5 %) et les Fabaceae (12,4 %) (Tab. 62).

Les espèces qui occupent les surface du sol les plus importantes sont *Hordeum murinum* (0,04 %), *Calendula arvensis* (0,04 %) et *Medicago truncatula* (0,04 %). De faibles recouvrements sont notés pour les autres espèces allant de 0,001 % à 0,02 %. D'après ces résultats, et selon l'échelle proposée par Duranton *et al.* (1982), la station d'Oum Laadam se trouve donc caractérisée par une végétation herbeuse claire.

#### 4.1.4.2. – Exploitation par l'indice d'Ivlev des graines recueillies par *Messor*

##### *medioruber medioruber*

Les fréquences centésimales des graines récoltées par *M. medioruber medioruber* et celles des espèces végétales disponibles dans la zone d'activité de cette fourmi interviennent pour le calcul de l'indice d'Ivlev. Cet indice permet de déterminer la sélectivité

de chaque espèce récoltée ou non par rapport à la végétation disponible sur le terrain. Les différentes valeurs sont enregistrées dans le tableau 63.

**Tableau 63** – Abondances relatives des espèces de plantes présentes d'une part dans les 3 nids de *M. medioruber medioruber* sis dans 3 stations dans la Réserve naturelle de Mergueb en avril 2008 et d'autre part sur le terrain autour des trois nids et valeurs de l'indice d'Ivlev

Espèces botaniques	Stations et nids								
	Oum Laâdam (Nid n° 3)			Litima (Nid n° 2)			Oum Mrazem (Nid n° 1)		
	Ii	n %	r %	Ii	n %	r %	Ii	n %	r %
<i>Hordeum murinum</i>	+ 0,65	15,03	69,80	+0,50	18,96	57,63	+0,59	21,79	84,86
<i>Bromus rubens</i>	- 0,63	11,66	2,68	-	-	-	-	-	-
<i>Phalaris minor</i>	-	-	-	-	-	-	+1,00	0,00	0,13
<i>Astragalus sinaicus</i>	+ 0,52	1,91	6,04	+1,00	0,00	27,58	+0,51	2,54	7,76
<i>Medicago littoralis</i>	- 0,23	3,18	2,01	-	-	-	+1,00	0,00	0,52
<i>Medicago truncatula</i>	- 0,44	13,8	5,37	-	-	-	-	-	-
<i>Medicago laciniata</i>	+ 1,00	0,00	0,22	-	-	-	-	-	-
<i>Calendula arvensis</i>	- 0,17	13,8	9,84	+0,01	8,65	8,80	+0,03	5,32	5,69
<i>Evax pygmaea</i>	+ 1,00	0,00	2,68	-	-	-	-	-	-
<i>Nolletia chrysocomoides</i>	+ 1,00	0,00	0,22	-	-	-	-	-	-
<i>Malva aegyptiaca</i>	+ 1,00	0,00	0,22	+1,00	0,00	5,99	-0,91	19,23	0,91
<i>Erodium sp.</i>	+ 1,00	0,00	0,89	-	-	-	+1,00	0,00	0,13

$r_i$  : Fréquences centésimales de l'espèce de graine présente dans le régime alimentaire

$n_i$  : Fréquences centésimales de la même espèce de graine dans le cercle de 20 m de rayon

Ii : Indice d'Ivlev

À Oum Mrazem (nid 1), la sélectivité de *Messor medioruber medioruber* pour les espèces végétales montre des valeurs de  $I_i$  qui varient entre - 0,91 et + 1. Il est à noter une valeur maximale de l'indice d'Ivlev  $I_i$  égale à + 1 pour *Medicago littoralis*, *Phalaris minor* et *Erodium* sp. (Tab. 63). Les graines de ces dernières sont récoltées par *Messor medioruber medioruber*. Mais elles ne sont pas échantillonnées à l'intérieur du cercle de 20 m de rayon ayant le nid 1 comme centre. *Hordeum murinum* présente une valeur de  $I_i$  qui est égale à + 0,59. Elle est fortement représentée sur le terrain ainsi que dans le régime alimentaire de cette fourmi.

À Litima (nid 2), quatre espèces végétales sont ramassées par *Messor medioruber medioruber*, avec une sélectivité positive. *Hordeum murinum* présente une valeur de  $I_i$  égale à + 0,50. Elle est fortement représentée sur le terrain ainsi que dans le régime alimentaire de cette fourmi. *Astragalus sinaicus* et *Malva aegyptiaca* sont apparemment absentes dans les parages immédiats du Nid 2. Mais les graines de ces dernières sont récoltées par la fourmi, elles correspondent donc à une valeur maximale de  $I_i$  égale à +1.

À Oum Laadam pour le nid 3, l'indice d'Ivlev présente quatre valeurs négatives pour les espèces *Calendula arvensis*, *Medicago littoralis*, *Medicago truncatula* et *Bromus rubens*. Une sélectivité élevée ( $I_i = + 1$ ) est notée pour des espèces absentes dans la zone d'activité de la fourmi. Il s'agit de *Evax pygmaea*, *Nolletia chrysocomoïdes*, *Malva aegyptiaca* et *Erodium* sp. Une sélectivité égale à + 0,65 est notée pour les graines de *Hordeum murinum* qui est prédominant dans la station d'étude.

#### **4.2. - Discussion des résultats de l'étude du régime trophique de *Messor medioruber***

##### ***medioruber* dans la R.N.M.**

La discussion des résultats concerne les fréquences centésimales des parties végétales et des graines ramassées par *Messor medioruber medioruber* au niveau des trois nids analysés. Il en est de même pour la comparaison entre les espèces de graines ramassées par cette fourmi et les disponibilités en espèces végétales aux alentours des nids étudiés. La discussion porte sur la richesse totale des graines et des fragments végétaux ramassés par *M. medioruber medioruber* et sur leur interprétation par les indices de diversité de Shannon-Weaver, de l'équitabilité et d'Ivlev.

#### 4.2.1. - Fréquences centésimales des différentes parties végétales et des graines ramassées par *M. medioruber medioruber* au niveau de trois nids

Les espèces du genre *Messor* récoltent des graines variées provenant de toutes les plantes locales, même des graines vénéneuses pour l'homme comme celles des euphorbes, des aristoloches et des ombellifères (Bernard, 1968). Peu de données sont disponibles traitant du régime trophique de certaines sous-espèces de *Messor medioruber* mais sans aucune citation de valeurs ou de taux de graines trouvées dans les nids de cette espèce tel est le cas des observations notées par Cagniant (1973) en Algérie. Dans le cadre du présent travail, *M. medioruber medioruber* récolte des graines appartenant à quatre familles botaniques notamment les Poaceae, les Fabaceae, les Malvaceae et les Geraniaceae. Selon Cagniant (1973), il existe dans les greniers, des graines, des fruits et des calices de plantes très variées notamment la lavande, le ciste, les hélianthèmes, le romarin, les Poacées, les Astéracées, les crucifères (Brassicacées) et les Fabacées. Dans le présent travail, les graines de ces plantes sont transportées par cette fourmi avec des fréquences variables. Cependant, une abondance élevée des graines de Poaceae, représentés par l'espèce *Hordeum murinum*, est notée à l'extérieur des nids analysés ( $50,8 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 85,0 \%$ ) et à l'intérieur de ces mêmes nids ( $76,6 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 84,4 \%$ ). Comme il n'y a pas de travaux effectués sur le régime trophique de cette espèce, les comparaisons ne peuvent être faites. Tout au plus, Cagniant (1973) signale seulement la présence de graines variées autour de l'entrée de la fourmilière. Les graines de Fabaceae, représentées essentiellement par *Astragalus sinaicus*, viennent en seconde position pour le nid 2 et 3 et celles des Asteraceae (*Calendula arvensis*) pour le nid 1. Ces résultats sont en désaccord avec ceux de Santschi (1929) et de Bernard (1971), lesquels signalent la préférence des *Messor* pour les légumineuses au Sahara central en Algérie, à Saint-Raphaël en France et à Rabat au Maroc. Ce n'est pas le cas dans la présente étude, car il est à noter à la fois la présence des Poaceae et des Fabaceae avec des proportions variables. D'une manière générale, les Fabaceae sont faiblement à moyennement abondantes (de 7,84 % à 33,87 %). Les mêmes résultats sont notés par Barech (1999; 2005) en étudiant le régime alimentaire de la fourmi *M. barbarus* dans la station expérimentale de l'Ecole nationale supérieure agronomique à El Harrach. Le dernier auteur cité mentionne une abondance relative beaucoup plus élevée pour les Poaceae ( $30,3 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 75,3 \%$ ) que pour celle des Fabaceae ( $0,3 \% \leq \text{A.R.} \% \leq 1,8 \%$ ). Dans le Bassin aquitain en France, Delage (1967), signale la prédominance des Poaceae sur le site d'étude, dont les graines forment d'importants monticules à l'entrée des nids des *Messor*. A l'intérieur des nids, ce sont surtout les graines de

Cistaceae (*Helianthemum vulgare*) et de Fumariceae (*Fumana* sp.) qui emplissent surtout les greniers. Les résultats de la présente étude confirment ceux de Gillon *et al.* (1983) à propos de la fourmi granivore *Messor galla*, en milieu sahélo-soudanien au Sénégal. En effet, ces auteurs expliquent que cette espèce ramasse des graines de Poaceae correspondant à des fréquences élevées, lesquelles sont répandues dans le milieu avec un pourcentage de 66 %, représentées par *Dactyloctenium aegyptium*, *Echinochloa colona*, *Eragrostis tremula* et par *Cenchrus biflorus*. Une étude réalisée par Detrain et Pasteels (2000) sur les préférences des graines de la fourmi moissonneuse *Messor barbarus* dans une prairie méditerranéenne, révèle une fréquence de 50 % pour des graines de Plantaginaceae (*Plantago bellardii* et *Plantago coronopus*) ainsi que celles de Brassicaceae (*Hornungia petraea*). Les graines de *Silene gallica*, de *Sanguisorba minor* et d'*Avena fatua* sont récoltées en faibles quantités comptant en tout à une fréquence de 10 %. Ces mêmes auteurs signalent la faible récolte des graines de Poaceae par la fourmi *Messor barbarus*. Gómez et Espadaler (1998) enregistrent des taux de 51,3 % pour les graines d'*Euphorbia characias* qui sont transportées par la même espèce de fourmi. Le travail de ces auteurs porte sur l'étude de l'influence de la taille des fourmis et la distance aux nids sur la dispersion des graines dans le pourtour méditerranéen. En effet, 80 % des graines récoltées par *M. barbarus* sont jetées en dehors du nid mais dépourvues de l'élaïosome. Cette dernière est une substance dans la plante qui attire les fourmis et qui est en réalité riche en matières nutritives. Elle incite donc, les ouvrières à les transporter jusqu'au nid où elles serviront à nourrir les adultes et les larves (Kenne *et al.*, 1999). Selon Jan Zoen (1971) cité par Gillon *et al.* (1983), la forte attaque des graines de Poaceae riches en amidon mais pauvres en lipides et en protéides et qui ne contiennent pas de substances toxiques contraste avec la faible déprédation en général des Fabaceae herbacées ou ligneuses qui sont pourtant riches en matières azotées mais connues pour posséder des défenses chimiques. En comparant le régime alimentaire de *M. medioruber medioruber* à celui de *Pogonomyrmex californicus* il est à constater que cette dernière espèce, selon les travaux de De Vita (1979) dans le désert de Mojave, récolte une quantité importante de graines d'*Erodium cicutarium* et de *Malacothrix californica* qui correspondent à une fréquence de 76 %. Elles sont suivies par celles de *Lepidium flavum* soit avec une fréquence de 14 %. Trois autres espèces sont présentes avec de faibles pourcentages comme *Chaenactis fremontii*, *Sisymbrium altissimum* et *Descurainia* sp. D'après Kelrick *et al.* (1986), les espèces appartenant au genre *Pogonomyrmex* récoltent surtout des graines d'*Oryzopsis hymenoides* et de *Panicum miliaceum*. Enfin, Baroni-Urbani (1991) remarque que les espèces appartenant aux genres *Messor*, *Myrmica* et *Pogonomyrmex* ont un régime alimentaire granivore à large extension.

Mais d'une manière générale, il apparaît dans la présente étude que la fourmi moissonneuse *M. medioruber medioruber* récolte des graines de Poaceae beaucoup plus que celles des autres familles.

#### **4.2.2. - Richesse totale des graines et des fragments végétaux au niveau des trois nids de *Messor medioruber medioruber***

Un peuplement peut être défini par différents paramètres. L'un de ces derniers est la richesse qui est le nombre des espèces que le biotope abrite ou qui composent le peuplement (Du Merle et Luquet, 1978 ; Corbara *et al.*, 1999). Le dénombrement des espèces végétales trouvées après l'analyse des contenus des nids de *M. medioruber medioruber* diffère d'un nid à un autre, de 4 à 11 espèces. La richesse totale enregistrée est égale à 12 espèces. Cette variation de la richesse constatée dans les trois nids traduit la préférence de *M. medioruber medioruber* pour des espèces végétales déterminées. Elles sont parfois limitées à 4 espèces seulement montrant la tendance à la spécialisation de la fourmi. Il faut ajouter que la richesse totale calculée pour les graines ramassées par cette fourmi dépend aussi du milieu où se trouve fondé son nid. En effet, la richesse et la diversité spécifique d'un peuplement croissent avec la complexité du milieu (Barbault, 1981). La valeur la plus importante qui est de 11 espèces reflète la grande diversité des espèces végétales présentes dans le milieu concerné, soit 28 espèces aux alentours du nid 3 à Oum Mrazem). Et comme les fourmis sont essentiellement des espèces sédentaires, elles sont alors soumises aux disponibilités offertes par les zones qu'elles peuvent prospector. Cependant, la composition des greniers varie en fonction des plantes environnantes (Delage, 1967). Ce fait est remarqué par Detrain *et al.* (1996) qui constatent que sur 78 espèces phanérogames, 38 se retrouvent au moins une fois dans la récolte de *M. barbarus*. Barech (1999) enregistre dans la station de l'ENSA (El Harrach), qui abrite une flore diversifiée, une richesse totale de 7 espèces à l'entrée du nid 1, 11 pour un deuxième et un troisième nid et 14 espèces près de l'ouverture d'un quatrième. Une faible richesse est notée par Cagniant (1973) pour la sous-espèce *Messor medioruber montanus*, soit 6 espèces végétales. Dans un milieu Sahélo-Soudanien, Gillon *et al.* (1983) ont dénombré 23 à 24 espèces végétales dont les graines sont récoltées par *Messor galla* durant la période 1978 – 1980. Detrain et Pasteels (2000) mentionnent une richesse totale de 9 espèces dont *M. barbarus* ramasse les graines dans une prairie méditerranéenne, tandis que le milieu où se trouve le nid compte 78 espèces végétales. Dans le Bassin aquitain en France, Delage (1967) enregistre une richesse moins importante que celle trouvée dans le présent travail soit

de 3 à 4 espèces seulement. Pour ce qui concerne les espèces appartenant à d'autres genres granivores, De Vita (1979) signale que *Pogonomyrmex californicus* récolte les graines de 7 espèces. Quand à Jolivet (1986) il précise que 36.480 graines sont dénombrées dans les greniers de *Formica rufa*. Ce nombre élevé est représenté par une richesse qui est égale seulement à 5 espèces. Il faut rappeler que la richesse totale des graines récoltées par *M. medioruber medioruber* dans le présent travail est importante et appartiennent à 12 espèces végétales. La valeur la plus élevée concerne le troisième nid de *M. medioruber medioruber* avec une richesse de 11 espèces.

#### **4.2.3. – Exploitation par les indices de diversité de Shannon et de l'équitabilité, des graines et des fragments végétaux ramassés par *Messor medioruber medioruber***

La diversité d'un peuplement rend compte de l'inégale répartition des individus entre les espèces. Divers indices sont utilisables dont le plus performant est celui de Shannon-Weaver. Cet indice présente l'avantage d'être calculé à partir des seules fréquences relatives et d'être, par suite, indépendant de la taille de l'échantillon (Du Merle et Luquet, 1978). Il permet donc la comparaison globale de différents peuplements (Barbault, 1981).

Il apparaît que les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver varient largement d'un nid à un autre soit entre 0,85 et 1,68 bits (Tab. 33). La valeur 1,68 bits reflète la diversité du milieu dans lequel se trouve le nid 3 situé à Oum Laadam. Mais c'est à Oum Mrazem que se situe le nid 1. Ces valeurs se rapprochent de celles obtenues par Barech (1999) pour trois nids de *M. barbarus* et qui varient entre 0,99 et 2,87 bits. Les faibles valeurs de l'indice de diversité peuvent être expliquées par le comportement de cette fourmi vis à vis des plantes dont elle récolte les graines. Ces espèces de Formicidae sont sédentaires et ne peuvent profiter que des plantes du couvert végétal du voisinage immédiat, et en conséquence, leurs ressources sont limitées (Gillon *et al.*, 1983). Etant fonction en partie de la richesse, paramètre qui varie largement d'un peuplement à l'autre, l'indice de diversité ne permet pas, en effet, de comparer les structures de ces peuplements. Il faut faire appel pour cela à un indice pondéré, soit l'équirépartition ou l'équitabilité (Du Merle et Luquet, 1978). Ce dernier est un rapport entre la diversité observée et la diversité maximale (Odum, 1971). Les valeurs de l'équitabilité fluctuent, dans la présente étude, entre 0,30 et 0,76. La valeur 0,76 la plus élevée, est notée pour le nid 2 dans la station de Litima. Elle traduit donc une tendance pour les effectifs des espèces de graines récoltées par *M. medioruber medioruber* à être en équilibre entre eux. Dans ce cas cette espèce montre un régime alimentaire généraliste. Il est à rappeler d'après

Orth et Girard (1996) que les valeurs de l'équitabilité sont limitées par 0 et 1; celle-ci tend vers 0 quand une espèce est fortement consommée dominant les autres espèces. Par contre elle se rapproche de 1 lorsque toutes les espèces ont la même fréquence. Detrain *et al.* (1996) signalent le même résultat en disant que *M. barbarus* est généraliste et exploite presque toutes les plantes. Elle est loin d'être spécialisée dans la récolte des Poaceae, selon ces auteurs. Les valeurs enregistrées dans le présent travail pour le nid 1 ( $E = 0,30$ ) et le nid 3 ( $E = 0,49$ ) traduisent une inégalité entre les effectifs des différentes espèces de graines récoltées par *M. medioruber medioruber*. Les graines d'une seule espèce végétale sont donc fortement transportées par la fourmi jusqu'au nid. C'est le cas des graines de Poaceae représentées par *Hordeum murinum*. Pour l'espèce *M. barbarus*, Barech (1999) note des valeurs de l'équitabilité variant entre 0,26 et 0,8. Des résultats différents sont obtenus par Barech (2005) pour ce qui est des valeurs de l'équitabilité enregistrées pour quatre nids et qui fluctuent entre 0,06 et 0,58. Ces variations sont dues à la dominance des graines de Poaceae représentées par *Avena sterilis* et *Triticum durum* dans les nids de cette espèce qui se comporte comme spécialiste dans la plupart des cas étudiés. Dans la présente étude, *M. medioruber medioruber* montre un régime alimentaire spécialisé pour le nid 1 et généraliste pour les nids 2 et 3. Selon Hensen (2002) en accord avec Gordon (1980) et Detrain et Pasteels (2000), les espèces du genre *Messor* peuvent être considérées comme des granivores généralistes avec certaines préférences.

#### **4.2.4. – Traitement par l'indice d'Ivlev des graines et des fragments végétaux ramassés par *Messor medioruber medioruber*:**

Les recherches écologiques modernes impliquent souvent la comparaison entre l'utilisation des ressources alimentaires et leurs disponibilités pour l'animal (Johnson, 1980). Les fourmis moissonneuses montrent habituellement des régimes trophiques sélectifs et des préférences marquées pour certains types de graines dans les différents écosystèmes (Pirk et Lopez de Casenave, 2010). *Messor medioruber medioruber* s'attaque aux Graminées (Poaceae) entourant le nid afin d'en exploiter les graines. De plus, les fourmis semblent sélectionner certaines graines dont l'importance dans leur récolte est nettement plus grande que dans le milieu environnant. C'est le cas observé par Gillon *et al.* (1983) pour *Messor galla* qui récolte des graines d'espèces rares dans le milieu (*Trianthema* sp. et *Blainvillea* sp.) malgré la dominance de certaines espèces de Rubiacées (*Mitracarpus* sp. et *Borreria* sp.) qui sont délaissées par cette fourmi. Par contre, les fourmis tributaires d'une zone limitée autour

de leur nid, adaptent leur récolte en fonction des disponibilités du milieu. Dans le but de savoir si la fourmi granivore *M. medioruber medioruber* est opportuniste ou sélective pour les graines qu'elle récolte sur le terrain il est utilisé l'indice de sélection ou indice d'Ivlev. Il est à constater que parmi les espèces de plantes présentes sur le site d'étude, les graines de quelques unes d'entre elles seulement sont ramassées par les ouvrières de *M. medioruber medioruber* au niveau des trois nids analysés (Tab. 50). En effet, pour le nid 1 dans la station d'Oum Mrazem, 11 espèces végétales sont inventoriées sur le terrain dont 7 parmi elles seulement sont récoltées par la fourmi. Comme il est dit précédemment, en l'absence bibliographique de travaux sur la sélection des espèces de graines par *M. medioruber medioruber*, aucune comparaison ne peut être développée. Le même cas est constaté pour le deuxième et troisième nid où les ouvrières de cette fourmi prélèvent les graines de 4 et de 11 espèces de plantes alors que le nombre des espèces végétales présentes sur le terrain est beaucoup plus élevé (22 espèces aux alentours du nid 2 dans la station de Litima et 26 espèces aux alentours du nid 3 dans la station d'Oum Laadam). Une sélection d'espèces est donc notée dans le comportement de récolte de *M. medioruber medioruber* dans les trois stations d'étude. Le terme préférence ou sélection est utilisé par plusieurs auteurs qui ont étudié le comportement de *M. barbarus* pour la récolte de graines. Les travaux de Bernard (1971, 1976), de Gillon *et al.* (1983), de Mulli et MacMahon (1997), de Baroni-Urbani (1987), de Milton et Dean (1993), de Kenne *et al.* (1999), de Detrain et Tasse (2000) et de Detrain et Pasteels (2000) sont à citer. Certaines fourmis granivores montrent une sélectivité pour certains types de graines et d'autres collectent les graines les plus abondantes ou de grande masse (Milton et Dean, 1993). Les présents résultats sont en accord avec ceux notés par Detrain et Pasteels (2000) qui ont travaillé sur la préférence des graines par *Messor barbarus* dans une prairie mosaïque méditerranéenne. Les derniers auteurs mentionnés affirment que parmi 78 espèces végétales naturellement présentes sur le site d'étude, 9 d'entre elles dominent la récolte de la fourmi au printemps et au début de l'été. Ces mêmes auteurs signalent le non utilisation des graines de Poaceae par la fourmi. Ils notent, cependant, la présence de quatre espèces qui sont préférées temporairement. Ce sont *Vulpia myuros*, *Briza maxima*, *Avena fatua* et *Gaudinia fragilis*. Dans le présent travail, les valeurs de l'indice d'Ivlev appliqué pour les graines ramassées par *M. medioruber medioruber* pour les trois nids, fluctuent entre - 0,17 et + 1. Une sélectivité négative est enregistrée pour le nid 1 dans la station d'Oum Mrazem, concernant les Malvaceae représentées par *Malva aegyptiaca*, soit une valeur de  $I_i$  égale à - 0,91 car leurs graines sont complètement inutilisables par la fourmi *M. medioruber medioruber*. Une sélectivité négative également, concerne les deux espèces de

Fabaceae *Medicago truncatula* et *Medicago littoralis* pour le nid 3 dans la station d'Oum Laadam. Des valeurs allant de + 0,50 à + 0,65 indiquant une sélection positive sont notées pour des Poaceae fortement récoltées comme *Hordeum murinum*. Par ailleurs, Detrain et Pasteels (2000) mentionnent plusieurs graines nettement préférées par *M. barbarus* et montrent toujours des valeurs de l'abondance relative plus fortes à l'entrée des nids des fourmis qu'aux alentours sur le terrain. Au total, 9 espèces de graines, selon ces mêmes auteurs, sont moissonnées par les fourmis quoi qu'en faibles nombres par rapport à leurs disponibilités relatives sur le terrain. Ces graines correspondent dans ce cas à des valeurs négatives. Il s'agit de *Cerastium* sp., *Crepis* sp., *Chrysanthemum myconis*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium arvense*, *Aira caryophylla*, *Agrostis pallida*, *Holcus lanatus* et *Brachypodium distachyon*. Dans cette étude, nous distinguons que des valeurs comprises entre + 0,51 et + 1 concernent des Fabaceae avec *Astragalus sinaicus* et des valeurs minimales allant de + 0,01 à + 0,03 se rapportent aux Asteraceae (*Calendula arvensis*). La valeur maximale de  $I_i$  qui est égale à + 1 est enregistrée pour 7 espèces (*Malva aegyptiaca*, *Medicago laciniata*, *Medicago littoralis*, *Evax pygmaea*, *Nolletia chrysocomoïdes*, *Erodium* sp et *Phalaris minor*) dont les graines sont identifiées uniquement dans les nids de *M. medioruber medioruber* mais qui ne sont pas échantillonnées sur le terrain. Parmi les 11 espèces qui ne sont pas utilisées par *M. barbarus*, 5 sont des Poaceae. Les causes de préférences marquées pour certaines graines sont extrêmement difficiles à justifier (Hensen, 2002). Le processus de sélection est donc, complexe et multifactoriel (Reyes-López et Fernández-Haeger (2002). L'attractivité d'une graine peut s'accroître par certaines caractéristiques tels que le contenu énergétique, le temps de transport, la dureté de la graine et /ou la présence d'élaisome (MacMahon *et al.*, 2000). D'autres caractères attribués aux graines sont signalés, comme la qualité nutritionnelle et la composition chimique (Crist et MacMahon, 1992), la concentration en composés secondaires (Whitford, 1978 ; Buckley, 1982), la morphologie (Azcárate *et al.*, 2005), la taille (Kelrick *et al.*, 1986 ; Willott *et al.*, 2000) et le poids (Detrain et Pasteels, 2000 ; Reyes-López et Fernández-Haeger, 2002). Les espèces de plantes qui produisent un grand nombre de graines tendent à dominer dans les greniers (Milton et Dean, 1993). Dans certains cas, la fixation des graines au sol est un moyen qui empêche l'enlèvement de ces derniers par les fourmis surtout pour les caryopses de *Stipa tenacissima* (Schöning *et al.*, 2004) et *Lygeum spartum*. Cependant, dans le cas où la terre couvre ces caryopses, ils sont protégés de la prédation puisque les fourmis ne collectent pas les graines enfouies à plus de 1,5 cm sous la surface du sol (Hensen, 2002). Selon Reyes-López et Fernández-Haeger (2002) les niveaux des réserves dans les greniers ont une

influence sur le critère de sélection. En effet, si les besoins de la colonie ne sont pas couverts, en particulier si le nombre de larves augmente, les fourmis sélectionnent les plus grosses graines disponibles, permettant ainsi à l'optimisation des stratégies de récolte. Ce critère de sélection est modifié par l'abondance relative des différentes espèces de graines disponibles. Il apparaît que la préférence de *M. medioruber medioruber* pour les espèces de graines n'est donc pas liée seulement à leur palatabilité mais aussi à leur disponibilité. Cependant, la composition des greniers de cette espèce varie, donc, en fonction des plantes environnantes. Bien que le nombre de nids est faible (n = 3) un comportement tantôt de spécialiste et tantôt de généraliste est notée pour cette fourmi dans la Réserve naturelle de Mergueb.

# *Conclusions générales*

## Conclusions générales

La présente étude est une contribution à la taxonomie et à la bioécologie de la myrmécofaune du Nord de l'Algérie avec étude du régime trophique de *Messor medioruber medioruber* dans une région steppique, soit la Réserve naturelle de Mergueb. Un échantillonnage de la myrmécofaune est pratiqué dans trois régions et plusieurs localités dans le Nord de l'Algérie, soit le Littoral algérois, la région du Hodna et la Kabylie. Deux méthodes sont utilisées, celles des pots barber et de l'échantillonnage à la main. La richesse totale des fourmis collectées atteint 78 espèces réparties entre quatre sous-familles (Myrmicinae, Formicinae, Dorylinae et Dolichoderinae). Les Myrmicinae sont les plus répandues dans les relevés suivies par les Formicinae et les Dolichoderinae qui contribuent avec trois espèces, *Tapinoma simrothi*, *Tapinoma nigerrimum* et *Linepithema humile*. Quant aux Dorylinae, elles ne sont représentées que par une seule espèce, *Dorylus fulvus*. Pour ce qui concerne *Linepithema humile* (fourmi d'Argentine), une seule localité Melbou, sise près de Bejaïa est signalée dans la présente étude. Cette dernière est une espèce invasive notée pour la deuxième fois en Algérie après une longue période de sa première découverte. Dans l'Ecole nationale supérieure agronomique d'El Harrach, l'échantillonnage a permis de recenser 20 espèces de fourmis réparties entre 12 genres dont 2 sont nouvelles pour l'Algérie, soit *Tetramorium lanuginosum* et *Camponotus serotinus*. 19 espèces et 11 genres sont recensés dans un verger d'abricotiers à M'sila. 25 espèces et 11 genres sont inventoriés dans la Réserve naturelle de Mergueb où il est à noter la redécouverte d'une espèce très rare *Monomorium major*, signalée une seule fois au Tassili en Algérie par Bernard en 1949. 21 espèces et 14 genres sont notés dans le Chott du Hodna, 17 espèces et 10 genres dans la forêt El Haourane et 24 espèces et 10 genres en Kabylie. Chaque région présente un microclimat particulier engendrant ainsi des groupements constitués de fourmis ayant les mêmes exigences climatiques, présence des formes des zones arides et semi-arides ou forestières, des zones humides ou encore invasives. La Réserve naturelle de Mergueb présente des formes similaires avec le verger de Nouara (M'sila), milieu anthropisé et à diversité des fourmis pas assez élevée. Dans le Chott du Hodna, une espèce serait, fort possible, nouvelle pour la science. En termes d'abondance, le peuplement de fourmis dans la plupart des sites d'études est dominé par l'espèce hélio-xérophile *Monomorium salomonis* qui se montre constante dans les pots Barber. Cette fourmi est suivie par *Messor medioruber* dans la réserve de Mergueb où elle est

constante, par *Tetramorium biskrense* dans le Chott El Hodna et par *Messor grandinidus* et *Lepisiota frauenfeldi* dans la forêt El Haourane.

Dans les jardins de l'Ecole nationale supérieure agronomique à El-Harrach une abondance remarquable de *Tapinoma nigerrimum* et de *Solenopsis* sp. est notée en mars pour la première et en juin pour la seconde.

Les valeurs de l'indice de Shannon varient suivant les stations, les sous-stations et les années. La diversité des fourmis la plus élevée (2,76 bits) est remarquée pour le verger d'abricotiers à Nouara (M'sila) suivie par celles d'Oum Laadam (2,27 bits) et de Birkraa (2,24 bits). A la lumière de ces résultats, il semble que la diversité des fourmis est plus importante dans les milieux ouverts et semi-ouverts que dans les milieux fermés.

Pour ce qui concerne l'estimation de la richesse et la complétude des relevés, les courbes d'accumulation des espèces montrent un manque variant entre 10 et 20 %. C'est-à-dire que l'échantillonnage a permis de recenser 80 à 90 % des espèces présentes réellement sur le terrain. De ce fait, l'effort de l'échantillonnage devrait être plus soutenu pour atteindre le nombre réel des espèces.

Les estimateurs de la richesse choisis sont le "ICE", le Jacknife 1, le Jacknife 2 et le Jacknife 3. Le "ICE" donne un taux de complétude qui est égale à 90,3 % pour l'ENSA, 87,3 % pour le verger de Nouara, 91,1 % pour Litima et 93,4 % pour la forêt El Haourane. Quant à l'estimateur Jacknife 1, il apporte un taux de 83,4 % pour le Chott du Hodna. Le Jacknife 2 couvre 71,9 % de la richesse en fourmis à Oum Laadam. Enfin, pour Oum Mrazem, un taux de 61,3 % de la richesse est atteint par l'estimateur Jacknife 3.

Sur la base des résultats obtenus par la méthode des pots Barber, il en ressort que la bonne période de l'échantillonnage des fourmis est le mois d'avril. C'est la période représentative de la diversité des fourmis car elle coïncide avec la reprise de l'activité de ces dernières sur le terrain.

L'analyse de la variance qui traite des données par rapport aux captures des fourmis dans les pots Barber et à la main montre qu'il n'y a pas de différence statistique entre les nombres des espèces recensées par les deux méthodes conjointement dans les huit localités étudiées.

L'efficacité des méthodes d'échantillonnage, emploi des pots Barber et récolte manuelle, a été appréciée par le paired t-test et montre que les pots Barber apportent plus de résultats quant à la richesse que la chasse à la main dans les milieux ouverts comme la steppe. Par contre, dans les milieux ombragés notamment forestiers, davantage d'espèces sont recueillies manuellement que dans les pièges-fosses.

La composition des communautés de fourmis dans les différentes localités échantillonnées montre une similarité de 45 % selon la représentation NMDS basée sur l'indice de Bray-Curtis appliqué sur les données de présence/absence des espèces capturées avec les deux méthodes d'échantillonnage, celles des pots Barber et de la chasse à la main.

L'effet de l'altitude sur l'abondance des fourmis est testé pour l'ensemble des sites échantillonnés. Il en résulte que le nombre d'espèces augmente relativement avec l'altitude jusqu'à atteindre un seuil au-delà duquel la richesse en fourmis régresse.

Les communautés de fourmis sont étudiées dans une région steppique en Algérie, soit la Réserve naturelle de Mergueb. Un total de 30 carrés de 100 m<sup>2</sup> chacun sont relevés dans 3 sous-stations (Oum Mrazem, Oum Laadam et Litima). Ils ont permis de compter un ensemble de 133 nids appartenant à 14 espèces, surtout de *Messor medioruber*, de *Monomorium salomonis* et de *Cataglyphis bicolor* qui apparaissent les plus abondants. A Litima 62 nids sont comptés, nombre le plus élevé par rapport aux 44 nids à Oum Mrazem et 27 à Oum Laadam. Les nids des trois stations exploités par le coefficient de similarité de Sørensen présentent une similitude de 30,8 %, ce qui indique une composition différente en espèces dans les trois sous-stations étudiées. Pour ce qui concerne la répartition des richesses selon les sous-stations, un total de 10 espèces est noté à Litima, 7 à Oum Laadam et 9 à Oum Mrazem.

Un aperçu sur le régime trophique de la fourmi moissonneuse *Messor medioruber medioruber* dans la Réserve naturelle de Mergueb en avril 2008 est donné pour la première fois dans le monde. Une analyse des graines stockées et de celles rejetées à l'extérieur de trois nids de cette fourmi souligne que cette espèce est exclusivement granivore. En effet, elle apporte vers son nid des graines appartenant à 12 espèces végétales réparties entre cinq familles botaniques, celles des Fabaceae, des Poaceae, des Asteraceae, des Malvaceae et des Geraniaceae. La richesse totale des graines fluctue entre 4 et 11 espèces. Le nombre total des graines rejetées par cette fourmi varie entre 330 et 638 graines, et celles emmagasinées entre 130 et 226 graines. Il est à constater au niveau de ces graines une abondance remarquable des Poaceae qui sont représentées essentiellement par les épillets de *Hordeum murinum* aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des nids.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon les plus élevées sont enregistrées au niveau des troisième (1,68 bits) et deuxième nid (1,52 bits). Par contre la valeur la plus faible est remarquée pour le premier nid (0,85 bits).

Il est à noter que l'équitabilité, fluctue entre 0,3 et 0,76 pour les trois nids étudiés exprimant ainsi un régime trophique tantôt généraliste et tantôt spécialiste. Cette constatation implique

que cette fourmi qualifiée de moissonneuse est plastique dans son degré de spécialisation trophique.

La sélectivité des espèces végétales récoltées par *Messor medioruber medioruber* dans la réserve de Mergueb est exprimée par l'indice d'Ivlev. Les valeurs de  $I_i$  varient entre - 0,17 et + 1. La valeur maximale + 1 est observée pour les espèces de plantes dont les graines sont récoltées par la fourmi alors qu'elles sont absentes aux alentours immédiats du nid. Ce sont *Medicago littoralis*, *Phalaris minor*, *Erodium* sp., *Astragalus sinaicus*, *Malva aegyptiaca*, *Medicago laciniata*, *Evax pygmaea* et *Nolletia chrysomoïdes*. La sélectivité positive est surtout marquée pour les graines de Poaceae comme *Hordeum murinum* et de Fabaceae telle que *Astragalus sinaicus*. Par contre, une sélectivité négative est enregistrée pour les graines de *Medicago trunculata*, *Calendula arvensis* et *Bromus rubens*.

En perspectives, il serait utile d'approfondir la répartition des Formicidae en fonction des paramètres d'altitude, de latitude, de types de sols, des étages bioclimatiques et de types de milieux qu'ils soient agricoles, de types maquis, taillis, futaies ou steppiques. Il faut valoriser les résultats déjà obtenus dans le Chott du Hodna afin de décrire les espèces déterminées au niveau du genre et qui sont probablement nouvelles, tel est le cas de *Bajcaridris* sp. et d'*Aphaenogaster* sp. et de décrire les reines et les mâles des deux *Goniomma*. Pour ce qui concerne les espèces de *Messor* trouvées en Kabylie notamment *Messor* sp.1, *Messor* sp.2, *Messor* sp.3 et *Messor lobicornis*, le travail se poursuit pour arriver à l'identification spécifique. Il faut admettre que cette tâche nécessite encore beaucoup plus d'efforts et de moyens car des questions taxonomiques restent encore posées surtout pour les genres *Monomorium*, *Solenopsis* et *Messor*.

Enfin, pour ce qui concerne *Messor medioruber medioruber*, il serait intéressant d'élargir géographiquement l'étude de son régime trophique et de voir si la plasticité remarquée dans le Mergueb se montre variable suivant des différents facteurs écologiques d'altitude, de pluviosité, de densité de plantes et de nids et de coexistence avec d'autres *Messor*. Cette espèce granivore mérite des observations supplémentaires sur le terrain, faites dans la perspective d'explorer son degré de spécialisation trophique.



*Références  
Bibliographiques*

## Références bibliographiques

- 1 – Abrougui M., 2008 - *Biostatistique – 1* : Cours et Activités. Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue (ISEFC), Département Biologie – Géologie, Tunis, 96 p.
- 2 - Acosta F.J. y Martinez M.D., 1982 – Consideraciones sobre la dulosis en el género *Strongylognathus* Mayr, 1853 (Hym. Formicidae). *Bol. Asoc. esp. entomol.*, (6): 121 – 124.
- 3 - Acosta F.J., Martinez M.D. y Serrano J.M., 1983 – Contribucion al conocimiento de la mirmecofauna del encinar peninsular. II : Principales pautas autoecologicas. *Bol. Asoc. esp. entomol.*, (7): 297-306.
- 4 - Adler F.R., Lebrun E.G. et Feener Jr. D.H., 2007- Mainting diversity in an ant community: modeling, extending, and testing the dominance-discovery trade-off. *The American naturalist*, 169 (3): 323 - 333.
- 5 - Agosti D. and Alonso L.E., 2000 – *The All protocol: A standard protocol for the collection of ground – dwelling ants*, pp 204 – 206. In Agosti D., Majer J., Alonso L.E. et Schultz (Eds), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Biological Diversity Handbook series*. Smithsonian Institution Press. Washington D.C.
- 6 - Agosti D., Majer J.D., Alonso L.E. and Schultz T.R., 2000 – *Ants : Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- 7 - Agrane S., 2001 – *Insectivorie du Hérisson d'Algérie Atelerix algirus* (Lereboullet, 1842) (*Mammalia, Insectivora*) en Mitidja orientale (Alger) et près du lac Ichkeul (Tunisie). Thèse Magister, Institut nati. agro., El Harrach, 200 p.
- 8 - Aidoud, A., 1996 - *Fonctionnement des Ecosystèmes méditerranéens*. Conférences 3. Laboratoire d'Ecologie Végétale, Univ. Rennes1, 50 p.
- 9 - Andersen A.N., 1989 – How important is seed predation to recruitment in stable populations of long-lived perennials?. *Oecologia*, (81): 310-315.
- 10 - Andersen A.N., 1991 – Sampling communities of ground-foraging ants: Pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Aust. J. Ecol.*, (16): 273 – 279.

- 11 - Andersen A. N., 1993 – Ant communities in the gulf region of Australia's semi-arid tropics: species composition, patterns of organization, and biogeography. *Aust. J. Zool.*, (41): 399 - 414.
- 12 - Andersen A.N. and Morrison S.C., 1998 – Myrmecochory in Australia's seasonal tropics : effects of disturbance on distance dispersal. *Aust. J. Ecol.*, 23: 483 – 491.
- 13 - André, E., 1883 – *Species des Hyménoptères d'Europe et d'Algérie*. T.2, Ed. Beaune, Edmond André, Côte-d'Or, 919 + 48 p.
- 14 - Athias Henriot C., 1946 – Notes sur les caractères de la faune des fourmis aux environs de Béni-Ounif de Figuig (Sud Oranais). *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 37: 60 – 63.
- 15 - Aulagnier S., Haffner P., Mitchell-Jones A.J., Moutou F. et Zima J., 2008 – *Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Ed. Delachaux et Niestlé S.A., Paris, 271p.
- 16 - Azcarate F. M., Kovacs E. and Peco B., 2007 – Microclimatic conditions regulate surface activity in harvester ants *Messor barbarus*. *Journal Insect Behavior*, 20 (3): 315 - 329.
- 17 - Azcarate F.M., Arqueros L., Sánchez A.M. and Peco B., 2005 – Seed and fruit selection by harvester ants *Messor barbarus*, in Mediterranean grassland and scrubland. *Funct. Ecol.*, (19): 273 - 283.
- 18 - Bagnouls F. et Gaussen H., 1953 – Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. hist. natu. Toulouse*, (88) : 193 – 240.
- 19 – Baha-Sekhara M., 2011 - Etude de la Pédofaune des sols forestiers du Nord-Ouest Algérien. 3<sup>ème</sup> Séminaire International de Biologie Animale SIBA, Univ. Mentouri, Constantine 9, 10 et 11 Mai 2011, p. 13.
- 20 - Baize D., 1997 – L'évolution globale des sols est- elle possible ?. *Ecologie*, T. 28, fasc. (3) : 265 – 269.
- 21 - Bakiri A., 2001 – *Relations entre les disponibilités trophiques et le régime alimentaire du torcol fourmilier *Jynx torquilla mauritanica* Rothschild, 1909 (Aves, Picidae) en milieu suburbain près d'Alger*. Thèse Magister, Institut nati. agro., El Harrach, 166 p.
- 22 - Baouane M., 2005 – *Nouvelles techniques d'étude du régime alimentaire du Hérisson d'Algérie *Atelerix algirus* (Erinaceidae, Mammalia) aux abords du marais de Reghaïa*. Thèse Magister, Institut nati. agro., El Harrach, 208 p.

- 23 - Barbault R., 1981 – *Ecologie des populations et des peuplements – des théories aux faits*. Ed. Masson, Paris, 200 p.
- 24 - Barech G., 1999 – *Régime alimentaire des Formicidae en milieu agricole suburbain près d'El Harrach*. Mémoire Ingénieur, Institut nati. agro., El- Harrach, 251 p.
- 25 - Barech G., 2005 – Place de *Messor Barbara* Linné, 1767 en milieu agricole et de *Cataglyphis bicolor* (Fabricius, 1793) dans différents milieux. Thèse Magister, Institut nati. Agro., El Harrach, 233 p.
- 26 - Baroni-Urbani C., 1987 – Comparative feeding strategies in tow harvesting ants. *Proceedings of the 10th congress of the international union for the study of social insects, München* : 509 – 510.
- 27 - Baroni-Urbani C., 1991 – Evolutionary aspects of foraging efficiency and niche shift in two sympatric seed-harvesting ants (*Messor*) (Hymenoptera Formicidae). *Ethology, Ecology, Evolution, special issue*, (1): 75 – 79.
- 28 - Baroni-Urbani C. and Actack N., 1981 – The competition for food and circadian succession in the ant fauna of a representative Anatolian semi-steppic environment. *Bull. Soc. entomol. Suisse*, Vol. 54 : 33 - 56.
- 29 - Beattie A.J., 1985 – *The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms*. Cambridge University Press, New York, 182 p.
- 30 - Benchetrit M., 1956 - Les sols d'Algérie. *Rev. Géographie alpine*, T. 44, (4) : 749 - 761.
- 31 - Bendifallah L., Louadi K. et Doumandji S., 2010 - Apoidea et leur Diversité au Nord d'Algérie. *Silva Lusitana*, 18(1): 85 – 102.
- 32 - Benkheira A., 2005 – Aperçu sur l'état de la diversité biologique au niveau de la Reserve de Mergueb. *Bull. Information*, 1, Dgf, Pnud, Fem, *Projet Alg/00/G35*, : 1 - 15.
- 33 - Bensefia N., 1998 – *Utilisation de l'espace et des ressources trophiques par la gazelle de Cuvier (Gazella cuvieri) dans la réserve naturelle de Mergueb (W. M'sila)*. Thèse Magister, Institut nati. agro., El Harrach, 150 p.
- 34 - Benzaoui Y. et Mihoub M., 2005 – *Inventaire floristique et aperçu sur l'entomofaune d'El-Haourane (M'sila)*. Mémoire Ingénieur Biol., Univ. M'sila, 63 p.
- 35 - Bernadou A., Latil G., Fourcassié V. et Espadaler X., 2006- Etude des communautés de fourmis d'une vallée andorrane. *Union Internati. Etude Insectes Sociaux, Colloque*

- annuel section française, Univ. Avignon et pays Vaucluse, Avignon, 24-27 Avril 2006, 4 p.*
- 36 - Bernard A. et Ficheur E., 1902 - Les régions naturelles de l'Algérie. *Ann. Géographie*, 57 (11) : 221 - 246.
- 37 - Bernard F., 1940 – *Formicidés (Fourmis)*, 155-169 In Perrier R., *La Faune de France, Hyménoptères*. Ed. Delagrave, Paris, T. VIII, 211 p.
- 38 - Bernard F., 1944- Notes sur l'écologie des fourmis en forêt de Mamora (Maroc). *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord.*, (35) : 125 - 140.
- 39 - Bernard F., 1953 – *Mission scientifique au Tassili des Ajjer. I. Recherches zoologiques et médicales*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, "Institut Rech. Sahar. Univ. Alger", 302 p.
- 40 - Bernard, F. 1960 - *Notes écologiques sur diverses fourmis sahariennes*. Travaux Institut de Recherches Sahariennes, 19: 51- 63.
- 41 - Bernard F., 1962 – *Peuplement des terrains rocheux par les fourmis sahariennes*. Trav. Institut Rech. Sahar., Univ. Alger, 2 :. 81 – 97.
- 42 - Bernard F., 1964 – Recherches écologiques sur les fourmis des sables sahariens. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 1 (4): 615-638.
- 43 - Bernard F. 1968 - *Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen. 3. Les fourmis (Hymenoptera Formicidae) d'Europe occidentale et septentrionale*. Ed. Masson, Paris, 411 p.
- 44 - Bernard F., 1971 – Comportement de la fourmi *Messor barbarus* (L.) pour la récolte des graines de *Trifolium<sup>2</sup> stellatum* L. *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 62 : 15 - 19.
- 45 - Bernard F., 1972 – Premiers résultats de dénombrement de la faune par carrés en Afrique du Nord. *Bull. Soc. hist. natu., Afr. Nord*, T. 63, fasc. (1 – 2) : 3 – 13.
- 46 - Bernard F., 1976 – Contribution à la connaissance de *Tapinoma simrothi* Krausse, fourmi la plus nuisible aux cultures du Maghreb. *Bull. soc. hist. natu., Afri. Nord*, T. 67, (3-4) : 88 – 100.
- 47 - Bernard F. et Cagniant H., 1962 – Capture au Hoggar de trois *Acantholepis* nouveaux pour ce massif avec observation sur leurs modes de vie (Hym. Formicidae). *Bull. Soc. Ent. France*, Vol. 67, 161 – 164.

- 48 - Bestelmeyer B.T., 1997 – Stress-tolerance in some chacoan dolechoderine ants : implications for community organization and distribution. *Journal Arid Environments*, 35: 297 – 310.
- 49 - Bestelmeyer B.T. and Wiens T.A., 1996 – The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine chaco. *Ecological Applications*, 6: 1225 – 1240.
- 50 - Bestelmeyer B.T., Agosti D., Alonso L.E., Brandao C.R.F., Brown J.R., Delabie J.H.C. and Silvestre R., 2000 – *Field techniques for the study of ground-Dwelling ants*, pp. 122-144. In: Agosti D., Majer J.D., Alonso L.E. and Schultz T.R., *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Ed. Smithsonian Institution, Washington and London, 280 p.
- 51 - Biche M., 2003 – *Ecologie du Hérisson du désert Hemiechinus aethiopicus (Ehrenberg, 1883) (Insectivora – Erinaceidae) dans la réserve naturelle de Mergueb (M'sila – Algérie)*. Thèse Doctorat. Sci., Univ. Liège, 140 p.
- 52 - Biche M., Sellami M., Libois R. et Yahiaoui N., 2001 – Régime alimentaire du Grand-duc du désert *Bubo ascalaphus* dans la réserve naturelle de Mergueb (M'Sila, Algérie). *Alauda*, 69 (4) : 554 – 557.
- 53 - Blondel J., 1979 – *Biogéographie et écologie*. Ed. Masson, Paris, 173 p.
- 54 - Bolton B. 1976 - The ant tribe *Tetramoriini* (Hymenoptera: Formicidae). Constituent genera, review of smaller genera and revision of *Triglyphothrix* Forel. *Bull. British Museum (Natu. history) entomol.*, 34: 281 - 379.
- 55 - Bolton B., 1995 – A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hym. Form.). *Journal Natural History*, 29: 1037-1056.
- 56 - Bolton B., 2003 – *Synopsis and classification of Formicidae*. Memoirs of the American Entomological Institute, 71: 370 p.
- 57 - Bolton B., 2007 – *How to conduct large-scale taxonomic revisions in formicidae*. pp. 52 – 71, In Snelling R.R., Fisher B.L. et Ward P.S. (Eds). *Advances in ant systematic (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. Wilson – 50 years of contributions*. Publ. Memoirs of the American Entomological Institute, Gainesville, FL, Vol. 80, 690 p.

- 58 - Bolton B., 2012 – *New general catalogue (NGC) of the Formicidae*. Accessible à: <http://gap.entclub.org/contact.html>
- 59 - Bolton B., Alpert G., Ward P.S. and Naskrecki P., 2006 – *Bolton's Catalogue of ants of the world*. 1758 – 2005. (CD-Rom).
- 60 - Borges P.A.V. and Brown V.K., 2003 – Estimating species richness of arthropods in Azorean pastures: the adequacy of suction sampling and pitfall trapping. *Graellsia*, 59 (2-3): 7 - 24.
- 61 - Bottner P., 1982 – Evolutions des sols et conditions bioclimatiques méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea*, T. 8, (Fasc. 1 / 2) : 115 – 134.
- 62 - Boudru M., 1989 – *Forêt et sylviculture : Traitement des forêts*. Presse Agro. Gembloux. A.S.B.L., 210 p.
- 63 - Boudyko M., 1980 – *Ecologie globale*. Ed. Du progrès, Moscou, 335 p.
- 64 - Boumezbeur A., 2002 – *Atlas des 26 zones humides algériennes d'importance internationale*. Ed. Direction Générale des Forêts, Alger, 89 p.
- 65 – Bouseksou S. et Kherbouche-Abrous O., 2011 – Ecologie et Biodiversité des peuplements d'Aranéides épigés (Arthropodes, Arachnides) dans deux champs de cultures. 3<sup>ème</sup> Séminaire International de Biologie Animale SIBA, Univ. Mentouri, Constantine 9, 10 et 11 Mai 2011, p. 23.
- 66 - Brahimi R., 2001 – *Régime alimentaire et comportement du Faucon crécerelle Falco tinnunculus Linné, 1758 (Aves, Falconidae) dans un milieu sub-urbain à El Harrach*. Mémoire Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 161 p.
- 67 - Brose U., 2002 - Estimating species richness of pitfall catches by non-parametric estimators. *Pedobiologia*, (46): 101 – 107.
- 68 - Brose U. and Martinez N.D., 2004 – Estimating the richness of species with variable mobility. *Oikos*, 105: 292 – 300.
- 69 - Brose U., Martinez N.D. and Williams R.J., 2003 - Estimating species richness: Sensitivity to sample coverage and insensitivity to spatial patterns. *Ecology*, 84 (9): 2364 - 2377.
- 70 - Brown W.L. Jr., 1973 – *A comparison of the Hylean and Congo-West African rain forest ant fauna in* Meggers E.J., Ayensu A.S. and W.D. Duckworth (Eds), *Tropical Forest*

*Ecosystems in Africa and South America : A comparative Review.* Washington D.C. : Smithsonian Institut Press, pp. 161 – 185.

- 71 - Buckley R.C., 1982 – *Ant-plant interactions : a world review* in Buckley R.C. (Ed.) *Ant-plant interactions in Australia*. Junk, The Hague, pp. 111 – 141.
- 72 - Burnham K.P. et Overton W.S., 1979 - Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology* , 60 (5): 927 – 936.
- 73 - Cagniant H., 1966 – Note sur le peuplement en fourmis d'une montagne de la région d'Alger, l'Atlas de Blida. *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, T.102, (1): 1 - 7.
- 74 - Cagniant H., 1970 - Deuxième liste de fourmis d'Algérie, récoltées principalement en forêt (Deuxième partie). *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, T.106: 28 - 40.
- 75 - Cagniant H., 1972 - Note sur les peuplements de fourmis en forêt d'Algérie. *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, T.108:386 - 390.
- 76 - Cagniant H., 1973 – *Les peuplements de fourmis des forêts algériennes. Ecologie, biocénétique, essai biologique.* Thèse Doctorat es-sci., Univ. Paul Sabatier Toulouse, 464 p.
- 77 - Cagniant H., 1988 – Contribution à la connaissance des fourmis marocaines. Description des trois castes d'*Aphaenogaster torossiani* n.sp. et notes biologiques (Hym. Formicoidea Myrmicidae). *Bull. Soc. entomol. Fr.*, 92 (7-8): 241 - 250.
- 78 - Cagniant H., 1996 – Les *Camponotus* du Maroc (Hymenoptera : Formicidae) : Clé et catalogue des espèces. *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N.S.)*, 32 (1): 87 - 100.
- 79 - Cagniant H., 1997 – Le genre *Tetramorium* au Maroc (Hymenoptera: Formicidae): Clé et Catalogue des espèces. *Ann. Soc. entomol. Fr. (N.S.)*, 33 (1) : 89 - 100.
- 80 - Cagniant H., 2006 – Liste actualisée des fourmis du Maroc (Hymenoptera : Formicidae). *Myrmecologische Nachrichten*, 8 : 193 - 200.
- 81 - Cagniant H. et Espadaler X., 1993 – Liste des espèces de fourmis du Maroc. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, (8): 89 - 93.
- 82 - Cagniant H. et Espadaler X., 1997 – Le genre *Messor* au Maroc (Hymenoptera : Formicidae). *Ann. Soc. Entomol., Fr.*, 33 (n° sp.) (4) : 419 - 434.
- 83 - Carpintero S., Retana J., Cerdá X., Reyes-López J. and Arias De Reyna L., 2007 - Exploitative strategies of the invasive Argentine Ant (*Linepithema humile*) and native

- ant species in a southern Spanish pine forest. *Environmental Entomology*, 36: 1100 - 1111.
- 84 - Cerdá X. and Retana J., 1994 – Food exploitation patterns of two sympatric seed-harvesting ants *Messor bouvieri* (Bond.) and *Messor capitatus* (Latr.) (Hym., Formicidae) from Spain. *J. Appl. Ent.*, 117: 268 – 277.
- 85 - Cerdá X. and Retana J., 1997 – Links between worker polymorphism and thermal biology in a thermophilic ant species. *Oikos*, 78: 467 - 474.
- 86 - Cerdá X., Palacios R. and Retana J., 2007 – Ant community structure in *Citrus* orchards in the Mediterranean Basin: Impoverishment as a consequence of habitat homogeneity. *Environ. Entomol.*, 36 (6): 1 - 8 .
- 87 - Cerdá X., Retana J. and Cros S., 1997 - Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. *Journal Animal Ecology*, 66: 363 - 374.
- 88 - Cerdá X., Retana J. and Manzaneda A., 1998 - The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities. *Oecologia*, 117: 404 - 412.
- 89 - Cerdan P., 1989 – *Etude de la biologie, de l'écologie et du comportement des fourmis du genre Messor (Hymenoptera, Formicidae) en Crau*. Thèse Doctorat, Univ. Provence (Aix-Marseille I), 257 p.
- 90 - Chebouti–Meziou N., 2002 – *Bioécologie des Orthoptera dans trois stations dans la réserve naturelle du Mergueb (W. M'sila)*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 105 p.
- 91 – CheboutiMeziou N., Doumandji S. et Chebouti Y., 2011 - L'Entomofaune Saisonnière du Pistachier de L'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la Steppe Centrale de l'Algérie. *Silva Lusitana*, n° Spécial: 1 – 9.
- 92 - Chao A., 1984 - Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal Statistics*, 11: 265 – 270.
- 93 - Chao A. 2005 - Species richness estimation, pp. 7909 - 7916 in N. Balakrishnan, C. B. Read, and B. Vidakovic (Eds). *Encyclopedia Statistical Sciences*, New York, Wiley.
- 94 - Chao A., Chazdon R. L., Colwell R. K. and Shen T.J., 2005 - A new statistical approach for assessing compositional similarity based on incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8: 148 - 159.

- 95 - Chazdon R. L., Colwell R.K., Denslow J.S. and M. R. Guariguata, 1998 – *Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of northeast Costa Rica* in Dallmeier F. and Comiskey J.A. (Eds), *Forest biodiversity research, monitoring and modeling*. The Unesco and Parthenon Publishing Group, pp. 285 - 309.
- 96 - Chazeau J., Jourdan H., Bonnet de Larbogne L., Konghouleux J. et Potiaroa T., 2003 - *Etude floristique et faunistique de la forêt sèche de Nekoro, 2<sup>ème</sup> partie. Evaluation de l'intégrité de la faune par l'étude de la myrmécofaune*. Rapport de recherche. Univ. Toulouse III et Ird, 35 p.
- 97 - Chesson J., 1978 – Measuring preference in selective predation. *Ecology*, 59 (2): 211 – 215.
- 98 - Chopard L. 1919 – Description d'une espèce nouvelle du genre *Myrmecophila* (Orth. Gryllidae) et remarques sur la sexualité chez les espèces de ce genre. *Bull. Société entomol. Fr.*, 24: 339 - 346.
- 99 - Colwell R.K., 2004 – *Estimates, Version 7: statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.*
- 100 - Colwell R.K., 2009 – *EstimateS, Version 8.2: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. User's guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.*
- 101- Colwell R.K. and Coddington J.A., 1994 - Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation, in Hawksworth, D. L. (Ed) *Biodiversity: measurement and estimation. The Royal Society, London, pp. 101 – 118.*
- 102 - Colwell R.K., Mao C.X. and Chang J., 2004 - Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717 – 2727.
- 103 - Colwell R.K., Chao A., Gotelli N.J., Lin S., Mao C., Chazdon R. L. and Longino J.T., 2012 - Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal Plant Ecology*, 5 (1): 3 - 21.
- 104 - Cook L. M., 1971 – *Coefficients of natural selection*. Hutchinson Educ., London, 207 p.
- 105 - Corbara B., Dejean A. et Orivel J., 1999 – Les jardins de fourmis, une association plantes - fourmis originale. *Année biologique*, 38 (2) : 73 - 89.

- 106 - Crist T.O. and MacMahon J.A., 1992 – Harvester ant foraging and shrub steppe seeds. *Ecology*, 73: 1768 - 1779.
- 107 – Cros S., Cerdá X. and Retana J., 1997- Spatial and temporal variations in the activity patterns of Mediterranean ant communities. *Ecoscience*, 4 (3) : 269 – 278.
- 108 - Daget P., Adhali L., David P. et Taillole F., 1988 – Le bioclimat méditerranéen et ses modalités dans les pays arabes. *Biocénoses*, (3) : 73 – 93, in P. Gaget (Eds.), 1993: *Caractériser les bioclimats méditerranéens. Repères*, n° 5. Ed. CNRS, Institut Botanique, Montpellier, 62 p.
- 109 - Dahbi A., Hefetz A. and Lenoir A., 2008 - Chemotaxonomy of some *Cataglyphis* ants from Morocco and Burkina Faso. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36: 564 - 572.
- 110 - Dajoz R., 1971 – *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 433 p.
- 111 - Dajoz R., 1996 – *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 551 p.
- 112 - Daoudi-Hacini S., 2004 – *Bioécologie de deux espèces d'Hirondelles, l'Hirondelle de cheminée *Hirundo rustica* Linné, 1758 et de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* Linné, 1758 (Aves, Hirundinidae) dans différents biotopes d'Algérie*. Thèse Doctorat Etat, Institut nati. agro., El Harrach, 348 p.
- 113 - Dartigues D. et Benkeddache D., 1984 – Comportement de recherche de nourriture chez *Tapinoma simrothi* Krausse (Hym., Formicidae). *Bull. Zool. agri., Institut nati. agro., El Harrach*, (9) : 4 - 9.
- 114 - Davidson D.W., Samson D.A. and Inouye R.S., 1985 – Granivory in the Chihuahuan desert : interactions within and between trophic levels. *Ecology*, 66: 486 – 502.
- 115 - Delage B., 1968 - Recherche sur les fourmis moissonneuses du Bassin aquitain : écologie et biologie. *Bull. Biol. fr. belg.*, 102 : 315 - 367.
- 116 - Délye G., 1965 - Anatomie et fonctionnement des stigmates de quelques fourmis (Hyménoptères : Formicidae). *Insectes Sociaux*, 12 (3) : 285 - 290.
- 117 - Délye G., 1967 - Physiologie et comportement de quelques fourmis (Hym. Formicidae) du Sahara en rapport avec les principaux facteurs du climat. *Insectes Sociaux*, 14 (4): 323 - 338.
- 118 - Délye G., 1968 – *Recherches sur l'écologie, la physiologie et l'éthologie des fourmis du Sahara*. Thèse Doctorat, Univ. Aix-Marseille, 155 p.

- 119 - Délye G., 1971- Observations sur le nid et le comportement constructeur de *Messor arenarius* (Hymenoptères, Formicidae). *Insectes Sociaux*, 18 (1): 15 - 20.
- 120 - Dehina N., 2009 – *Systématique et essaimage de quelques espèces de fourmis dans deux stations de l'Algérois*. Thèse Magister. Institut nati. agro. El Harrach, 137 p.
- 121 – De Martonne E., 1926 – L'indice d'aridité. *Bulletin de l'Association de géographes Français*, (9) : 3 – 5.
- 122 - Detrain C. and Pasteels J.M., 2000 – Seed preferences of the harvester ant *Messor barbarus* in a mediterranean Mosaic Grassland (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 35 (1): 35 – 48.
- 123 - Detrain C. and Tasse O., 2000 - Seed drops and caches by the harvester ant *Messor barbarus*: do they contribute to seed dispersal in Mediterranean grasslands?. *Naturwissenschaften*, 87: 373 - 376.
- 124 - Detrain C., Versaen M. et Pasteels J.M., 1996 – Récolte de graines et dynamique du réseau de pistes chez la fourmi moissonneuse *Messor barbarus*. *Actes Coll. Insectes Sociaux*, 10: 157 – 160.
- 125 - De Vita J., 1979 – Mechanisms of interference and foraging among colonies of the harvester ant *Pogonomyrmex californicus* in the Mojave desert. *Ecology*, 60 (4): 729 – 737.
- 126 - Djioua O., 2011 – *Inventaire des Formicidae dans quelques milieux forestiers et agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou*. Mémoire Magister Sci. Biol., Univ. Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 113 p.
- 127 - Dobson, A.P. and May, R.M. 1986 - *Patterns of invasions by pathogens and parasites in: Mooney, H.A. and Drake, J.A. (Eds.): Ecology of biological invasions in America and Hawaii*. Ecological Studies 58, Springer-Verlag, New York,: 68 - 76.
- 128 - Doumandji S. et Doumandji A., 1988 – Note sur l'écologie de *Crabro quinquenotatus* Jurine (Hymenoptera, Sphegidae) prédateur de la fourmi des agrumes *Tapinoma simrothi* Krausse (Hymenoptera, Formicidae) près d'Alger. *Ann. Institut nati. agro., El Harrach, Vol. 12, (n° spéc.)* : 101 - 118.
- 129 - Doumandji S., Doumandji – Mitiche B. et Meziou N., 1993 – Les Orthoptéroïdes de la réserve naturelle de Mergueb (M'sila, Algérie). *Bull. Soc. Entomol. France*, 98 (5) : 458 – 459.

- 130 - Dresch J., 1956 - Une carte des sols de l'Algérie. *Annales de Géographie*, 65 (348) : 151p.
- 131 - Dreux P., 1980 – *Précis d'écologie*. Ed. Presses Univ. Fr., Paris, 231 p.
- 132 - Du Merle P. et Luquet G., 1978 – Les peuplements de fourmis et les peuplements d'acridiens du Mont Ventoux. Remarques préliminaires et définition des milieux étudiés. *Rev. écol. (Terre et la vie)*, T. 32, (4) sup. (1): 147 – 160.
- 133 - Duranton J.-F., Launois M., Launois-Luong M.H. et Lecoq M., 1982- *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche* (2 vols). Groupement d'Étude et des Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (G.e.r.d.a.t.), Paris, 1496 p.
- 134 - Emberger L., 1955 – Une classification bioécologique des climats. *Rev. Tra. Géol. Bot. Zool. Fac. sci. Montpellier*; 1 – 43.
- 135 - Emery C., 1884 - Materiali per lo studio della fauna Tunisina raccolti da G. e L. Doria. III. Rassegna delle formiche della Tunisia. *Ann. Museo Civico Storia Natu. Genova*, (series 2)1[21], 373 - 386.
- 136 - Emery C., 1922 – *Hymenoptera, Fam. Formicidae. Subfam. Myrmicine*. In. Wytsman P., *Genera Insectorum*. Ed. Louis Desmet-Verteneuil, Fasc. 174, Bruxelles, pp. 207 – 397.
- 137 - Ettershank G., 1966 - A generic revision of the world Myrmicinae related to *Solenopsis* and *Pheidologeton* (Hymenoptera: Formicidae). *Australian Journal of Zoology*, 14:73 - 171.
- 138 - Espadaler X. y Roda F., 1984 – *Formigues (Hymenoptera, Formicidae) de la Meda Gran in* : Ros J., Olivella I. et Gili J.m. (Eds.). Els sistemes naturals de les illes Medes. *Arxius Secció Ciències*, 73, I.e.c., Barcelona, 245 – 254.
- 139 - Fadda S., 2007 - *Organisation des communautés de coléoptères terricoles en écosystème multi-perturbé: le cas des écosystèmes de pelouses sèches*. Thèse Doctorat, Univ. Paul Cézanne Aix-Marseille III, 155 p.
- 140 - Fangliang H.E. and Legendre P., 2002 - Species diversity patterns derived from species – area models. *Ecology*, 83 (5) : 1185 – 1198.
- 141 - Faurie C., Ferra C. et Medori P., 1980 - *Ecologie*. Ed. Baillière, Paris, 168 p.

- 142 - Folgarait P.J., 1998 – Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity Conserv.*, 7: 1221 – 1244.
- 143 - Forel A., 1890a – Un parasite de la *Myrmecia forficata* Fabr. *Ann. Soc. Entomol. Belg.*, 34 : 8 - 10.
- 144 - Forel A., 1890b – Fourmis de Tunisie et d'Algérie orientale. *Bull. Soc. Entomol. Belg.*, 34 : 61 – 77.
- 145 - Forel A., 1894 – Les Formicides de la Province d'Oran (Algérie). *Bull. Soc. vaudoise sci. nat.*, 30 : 1 – 45.
- 146 - Forel A., 1902 – Les fourmis du Sahara algérien. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 46 : 147 – 158.
- 147 - Forel A., 1905 – Miscellanea myrmécologiques II. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 49 : 155 - 185.
- 148 - Forel A., 1906 – Mœurs des fourmis parasites des genres *Wheeleria* et *Bothriomyrmex*. *Rev. Suisse Zool.*, 14 : 51 - 69.
- 149 - Forel A., 1907 – Fourmis nouvelles de Kairouan et d'Orient. *Ann. Soc. Ent. Belg.*, 51 : 201 - 208.
- 150 - Forel A., 1911 – Fourmis nouvelles ou intéressantes. *Bull. Soc. vaudoise sci. nat.* 47: 331 – 400.
- 151 - Francoeur A., 2001 - Les fourmis de la forêt boréale du Québec (Formicidae, Hymenoptera). Numéro spécial sur la forêt boréale du Québec. *Le Naturaliste Canadien*, 125 (3) : 108 - 114.
- 152 - Frisque K., 1935 - La Fourmi d'Argentine *Iridomyrmex humilis* Mayr dans les serres en Belgique. – *Ann. Société Entomol. Belg.*, 75: 148 - 153.
- 153 - Garcia-Salmeron J., 1980 – Les diagrammes bioclimatiques et leur utilisation forestière. *Forêt Méditerranéenne*, T.1, (2): 105 – 133.
- 154 - Gerald J. W., 1966 – Food habits of the longnose dace, *Rhinichthys cataractae*. *Copeia*, (3): 478 – 485.
- 155 - Gillon D., Adam F., Hubert B. et Khalem G., 1983 – Production et consommation de graines en milieu sahélo-soudanien au Sénégal. Bilan général. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, 38 (1): 3 – 35.**

- 156 - Ginzburg O., Whitford W.G. and Steinberger Y., 2008 – Effects of harvester ant (*Messor spp.*) activity on soil properties and microbial communities in a Negev Desert ecosystem. *Biology and Fertility of Soils*, 45: 165 – 173.
- 157 - Gómez C. and Espadaler X., 1998 – Seed dispersal curve of a mediterranean myrmecochore : influence of ant size and the distance to nests. *Ecological Research* (13) : 347 – 354.
- 158 - Gómez K. and Espadaler X. 2004 - Exotic ants (Hymenoptera: Formicidae) in the Balearic Islands. *Myrmecologische Nachrichten*, (8): 225 - 233.
- 159 - Gordon S.A., 1980 – Analysis of twelve Sonoran desert seed species preferred by the harvester ant. *Madroño*, 27: 68 – 78.
- 160 - Gotelli, N.J. and Chao A., 2013 - *Measuring and estimating species richness, species diversity, and biotic similarity from sampling data*, pp. 195 - 211 in Levin S.A. (Ed.). Encyclopedia of Biodiversity, Vol. 5. Academic Press, Waltham, MA.
- 161 - Gotelli N. and Colwell R.K., 2001 - Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, (4): 379 – 391.
- 162 - Gotelli N.J. and Colwell R.K., 2010 - *Estimating species richness*, pp. 39-54 in *Biological Diversity: Frontiers in* Magurran A.E. and McGill B.J. (Eds), *Measurement And Assessment*. Ed. Oxford University Press, Oxford, 345 pp.
- 163 - Gotelli N.J., Ellison A.M., Dunn R.R. and Sanders N.J., 2011 – Counting ants (Hymenoptera: Formicidae): biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. *Myrmecological News*, 15: 13 - 19.
- 164 - Good I. J., 1953 - On the Population Frequency of Species and the Estimation of Population Parameters. *Biometrika*, 40 (3/4): 237 - 264.
- 165 - Grall J. et Hily C., 2003 – Traitement des données stationnelles (Faune). *Rebent*, 1 - 10.
- 166 - Grangier J., 2008 - *Stabilité évolutive d'un mutualisme plante-fourmis obligatoire et spécifique*. Thèse Doctorat, Univ. Paul Sabatier, Toulouse III, 186 p.
- 167 – Guettouche M.S. et Guendouz M. , 2007 - Modélisation et évaluation de l'érosion éolienne potentielle des sols cultivables dans le Hodna (Nord-Est algérien). *Sécheresse*, 18 (4) : 254 – 263.

- 168 - Guiraud R., 1970 - Morphogenèse quaternaire de la région du Hodna (Algérie du Nord). *Annales de Géographie*, T. 79, (433): 367 - 374.
- 169 - Harris R.J., 2002- *Potential impact of the Argentine ant (*Linepithema humile*) in New Zealand and options for its control*. Ed. Department of Conservation, Wellington, New Zealand. 36 p.
- 170 - Hayashida K., 1960 – Studies on the ecological distribution of ants in Sapporo and its vicinity. *Insectes Sociaux*, 7 (2): 125 – 162.
- 171 - Hengeveld R., 1989 - *Dynamics of biological invasions*. Ed. Chapman and Hall, London, 180 p.
- 172 - Hensen I., 2002 – Seed predation by ants in south-eastern Spain (Desierto de Tabernas, Almeria). *Ann. Biologia*, 24: 89 - 96.
- 173 - Hernández-Ruiz P. and Castano-Meneses G., 2006 – Ants (Hymenoptera : Formicidae) diversity in agricultural ecosystems at Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. *European Journal Soil Biology*, 42: 208 – 212.
- 174 - Hernández-Ruiz P., Castano-Meneses G. and Cano-Santana Z., 2009 – Composition and functional groups of epiedaphic ants (Hymenoptera : Formicidae) in irrigated agroecosystem and nonagricultural areas. *Pesq. Agropec. Bras., Brasilia*, 44 (8): 904 – 910.
- 175 - Hölldobler B. and Wilson, E.O. 1990 - *The ants*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 732 p.
- 176 - Human K.G. and Gordon D.M., 1997 – Exploitation and interference competition between the invasive Argentine ant, *Linepithema humile*, and native ant species. *Oecologia (Berl.)* 105: 405 - 412.
- 177 - Hunting E.R., s.d. – *Biodiversity analysis*. Environmetrics – self tuition module, 1-9.
- 178 - Huxley C.R. and Cutler D.F., 1991 – *Ant-plant interactions*. Oxford University Press, 18 + 601 p.
- 179 - Ivlev V. S., 1961 – *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale Univ. Press, New Haven, 302 p.
- 180 - Johnson D.H., 1980 – The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, 61 (1): 65 – 71.

- 181 - Jolivet P., 1986 – *Les fourmis et les plantes. Un exemple de coévolution*. Ed. Boubée, Paris, 254 p.
- 182 - Kaabeche M., 1990 – *Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie). Contribution à la systématique des groupements steppiques de Mergueb*. Thèse Doctorat, Univ. Paris Sud, Centre d'Orsay, France, 104 p.
- 183 – Kaabeche M., 1995 – Flore et végétation dans le Chott El-Hodna (Algérie). In Géhu J.-M. et Pedrotti F. (Eds), *Documents Phytosociologiques*, Nouvelle Série, Vol. XV, pp. 393 -402, Univ. Degli Studi, Camerino.
- 184 - Kaabeche M., 1996 – La végétation steppique du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Essai de synthèse phytosociologique par application des techniques numériques d'analyse. In Géhu J.-M. et Pedrotti F. (Eds), *Documents Phytosociologiques*, Nouvelle Série, Vol. XVI, pp. 45 – 58, Univ. Degli Studi, Camerino.
- 185 - Kaabeche M., 1998 – Les pelouses steppiques à dominante thérophytique du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Essai de synthèse phytosociologique par application des techniques numériques d'analyse. In Géhu J.-M. et Pedrotti F. (Eds), *Documents Phytosociologiques*, Nouvelle Série, Vol. XXVI, Univ. Degli Studi, Camerino.
- 186 - Kaabeche M., 2003 – *Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles. Etude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve d'El Mergueb (Wilaya de M'sila, Algérie)*. Rapport de projet du programme des Nations Unies pour le développement Alg/00/G35/A/IG/99. 45 p.
- 187 - Karaman C., Aktaç N. and Kiran K., 2011 – Ants of the genus *Camponotus* Mayr, 1861 (Hymenoptera: Formicidae) in the Kaz Mountains, Turkey, with descriptions of sexuals of *Camponotus candiotes* Emery, 1894 and *Camponotus ionius* Emery, 1920. *Turk J. Zool.*; 35(2): 183 – 197.
- 188 - Karawajew W., 1912 - Ameisen aus Tunesien und Algerien, nebst einigen unterwegs in Italien gesammelten Arten. *Rev. Russe Entom.*, 12 (1): 1 – 22.
- 189 - Keller L. and Gordon E., 2009 - *The lives of ants*. Oxford University Press, Oxford, 252 p.
- 190 - Kelrick M.I., MacMahon J.A., Parmenter R.R. and Sisson D.V., 1986 – Native seed preferences of shrub-steppe rodents, birds and ants: the relationships of seed attributes and seed use. *Oecologia*, 68: 327 - 337.

- 191 - Kenne M., Corbara B. et Dejean A., 1999 – Impact des fourmis sur les plantes cultivées en milieu tropical. *Année biologique*, T. 38, (3 – 4) : 195 - 212.
- 192 - Khaldi M., Torres J., Samsó B., Miquel J., Biche M., Benyettou M., Barech G., Benelkadi H. A. and Ribas A. 2012 – Endoparasites (Helminths and Coccidians) in the hedgehogs *Atelerix algirus* and *Paraechinus aethiopicus* from Algeria. *African Zoology*, 47 (1): 48 – 54.
- 193 - Killian C., 1961 – Amélioration naturelle et artificielle d'un pâturage dans une réserve algérienne (le Mergueb). *Mém. Hist. natu. Afr. Nord*, (6) : 62 p.
- 194 - Kowalski K. and Rzebik-Kowalska B. 1991 – *Mammals of Algeria*. Ossolineum Publishing House, Wroclaw, 370 p.
- 195 - Ladgham-Chicouche A., 1999 – *Projet de classement de la réserve naturelle de Mergueb , Wilaya de M'sila*. Ed. Conserv. Forêts M'Sila, Ministère agri., 31 p.
- 196 - Ladgham-Chicouche A., et Zerguine D., 2000 - *Projet d'étude classement de la zone humide (Chott El Hodna), Wilaya de M'sila en zone humide d'importance internationale (Ramsar)*. Conservation des forêts, M'sila, 32 p.
- 197 - Lameere A., 1902 – Note sur les mœurs des fourmis du Sahara. *Ann. Soc. ent. Belg.*, 46 : 160 – 169.
- 198 - Lamy M., 1997 – *Les insectes et les hommes*. Ed. Albin Michel, S. A., Paris, 114 p.
- 199 - Larnaude M., 1954 - Le Hodna (Algérie). *Ann. Géographie*, 63 (335) : 62 - 64.
- 200 - Le Houérou H.N., 1995 – Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique – Diversité biologique, développement durable et désertification. *Options Méditerranéennes*, 10, Série B, Ciheam, Montpellier, 396 p.
- 201 - Le Houérou H.N., 2004 – An agro-bioclimatic classification of arid and semi-arid lands in the isoclimatic Mediterranean zones. *Arid Land Research and Management*, 18 : 301 – 346.
- 202 - Le Houérou H.N., Claudin J. et Pouget M., 1979 – Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 68 (3-4): 33 – 74 + 1.
- 203 - Letendre M. et Pilon J.G., 1973 – La faune myrmécologique de différents peuplements forestiers caractérisant la zone des basses Laurentides, Québec (Hymenoptera : Formicidae). *Le Naturaliste Canadien*, 100 (3) : 196 - 235.

- 204 - Levêque C. et Mounolou J.C. 2008 – *Biodiversité: Dynamique biologique et conservation*. Ed. Dunod, Paris, 259 p.
- 205 - Lévieux J. et Diomande T., 1978 - La nutrition des fourmis granivores :1. Cycle d'activité et régime alimentaire de *Messor galla* et de *Messor* (= *Cratomyrmex*) *regalis* (Hymenoptera, formicidae). *Insectes Sociaux*, 25 (2): 127 - 139.
- 206 - Lindsey P.A. and Skinner J.D., 2001 – Ant composition and activity patterns as determined by pitfall trapping and other methods in three habitats in the semi-arid Karoo. *Journal Arid Environments*, 48: 551 - 568.
- 207 - Longino J. et Colwell R.K., 1997 – Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecol. Applications*, 7: 1263 – 1277.
- 208 - Lucas H., 1849 – *Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. Sciences physiques. Zoologie. III. Histoire naturelle des animaux articulés, troisième partie, Insectes (Suite)*. Ed. A. Bertrand, Paris, pp. 299 – 307.
- 209 - MacKay W.P., 1990 – *The biology and economic impact of Pogonomyrmex harvester ants in Applied Myrmecology. A world perspective*, R.K. Vander Meer, K. Jaffe and A. Cedeno (Eds.). Boudler (Colorado), Westview Press, pp. 533 – 543.
- 210 - MacMahon J.A, Mull J.F. and Crist T.O., 2000 – Harvester ants (*Pogonomyrmex* spp.): their community and ecosystem influences. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 31: 265 – 291.
- 211 - Magurran A.E., 1988 - *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 172 p.
- 212 - Magurran A.E., 2004 - *Measuring biological diversity*. Blackwell Science Ltd, Oxford, 215 p.
- 213 - Majer J.D., 1983- Ants: bio-Indicators of mine site rehabilitation, land-use and land conservation. *Environ. Manage*, 7: 357 – 383.
- 214 - Majer J.D., 1997 – The use of pitfall traps for sampling ants – a critique. *Mem. Mus. Victoria*, 56: 323 – 329.
- 215 - Manly B. F. J., Miller P. and Cook L. M., 1972 – Analysis of a selective predation experiment. *American Naturalist*, 106 : 719 – 736.
- 216 - Marcon E., 2013 – *Mesures de la biodiversité. Ecologie des Forêts de Guyane*. Unité Mixte de Recherche, 79 p.

- 217 - Mao C.X., Colwell R.K. and Chang J., 2005 – Estimating the species accumulation curve using mixtures. *Biometrics*, 61: 433 – 441.
- 218 - Mayr G., 1862 - Myrmecologische studien. Verh. K-K. Zool. Bot. Ges. Wien, 12: 649 – 776.
- 219 - McCoy E.D., 1990 - The distribution of insects along elevational gradients. *Oikos*, 58: 313 - 332.
- 220 - McDonald C., Smith R., Scott M. et Dick J., 2010 – Using indices to measure biodiversity change through time. *Metmav International Workshoop on Spatio-Temporal Modelling*. 5p.
- 221 - McGlynn T.P., 1999 – The Worldwide transfer of ants: geographical distribution and ecological invasions. *Journal Biogeography*, 26: 535 - 548.
- 222 - Meddour R., 1993 – Analyse phytosociologique de la chênaie caducifoliée mixte de Tala Kitane (Akfadou, Algérie). *Ecologia Mediterranea*, 19 (3-4), 43 – 51.
- 223 - Meddour R., 2010 – *Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurienne*. Thèse Doctorat Sci. agro. Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 398 p.
- 224 - Menozzi O., 1922 – Miscellanea mirmecologica. *Ann. Mus. Ciu. stor. nat.*, (3) 10 : 347 - 358.
- 225 – Meziane H., Harfouche A., Bellatrech M. et Abdelkrim H., 2005 – Protection des sites sensibles naturels. Rapport de 3<sup>ème</sup> phase. Eléments de plan de gestion pour la zone littorale. Centre d'Activités Régionales (CAR) – Aires spécialement protégées (ASP), Alger, 72 p.
- 226 - Milla A. et Doumandji S. et Voisin J.-F., 2005 - Comportement journalier du Bulbul des jardins (*Pycnonotus barbatus*) dans deux milieux suburbains du Sahel algérois (Algérie). *Aves*, 42 (1/2) : 156 - 162.
- 227 - Milton S.J. and Dean W.R.J., 1993 – Selection of seeds by harvester ants (*Messor capensis*) in relation to condition in arid rangeland. *Journal Arid Environments*, 24: 63 - 74.
- 228 - Mimoune S., 1995 – *Gestion des sols sablés et désertification dans une cuvette enddoreique d'Algérie (Sud du Chott El Hodna)*. Thèse Doctorat, Univ. Aix- Marseille I, 209 p.

- 229 - Morse D.H., 1997 – Distribution, movement, and activity patterns of an intertidal wolf spider *Pardosa Lapidicina* population (Araneae: Lycosidae). *Journal of Arachnology*, 25: 1 – 10.
- 230 - Moulai R., Maouche A. et Madouri K., 2006 – Données sur le régime alimentaire de *Cataglyphis bicolor* (Hymenoptera Formicidae) dans la région de Bejaia (Algérie). *L'Entomologiste*, T.62, n° 1-2 : 37 – 44.
- 231 - Muller Y., 1985 – L 'avifaune forestière nicheuse des Vosges du nord – sa place dans le contexte médio – européen. Thèse Doctorat Sci., Univ. Dijon, 318 p.
- 232 - Mulli J.F. and MacMahon J.A., 1997 – Spatial variation in rates of seed removal by harvester ants (*Pogonomyrmex occidentalis*) in a shrub-steppe ecosystem. *The American midl. natur.*, 138 (1) : 1 – 13
- 233 - Mutin L., 1977 – *La Mitidja. Décolonisation et espace géographique*. Ed. Office presses univ., Alger, 607 p.
- 234 - Newell W. and Barber T.C., 1913 – *The Argentine ant*. U.S. Dep. Agric., Bur. Entomol. Washington, D.C., Bull. 122, 98 p.
- 235 - Nicolis S.C., 2003 - *Dynamique du recrutement alimentaire et de l'agrégation chez les insectes sociaux*. Thèse Doctorat. Sci., Univ. Libre Bruxelles, 105 p.
- 236 - Nylander W., 1856 – Synopsis des Formicides de France et d'Algérie. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 4 (5) : 51 – 109.
- 237 - Odum E. G., 1971 – *Fundamentals of ecology*. Ed. Press of W. B. Saunders Company, Philadelphia, 574 p.
- 238 - Orabi G.M., Semida F.M., Abdel-Dayem M.S., Sharaf M.R. and Zalat S.M., 2011 – Diversity patterns of ants along an elevation gradient at St. Catherine Protectorate, South Sinai, Egypt. *Zoology in the Middle East*, 54: 101 – 112.
- 239 - Orth D. et Girard C. M., 1996 – Espèces dominantes et biodiversité : relation avec les conditions édaphiques et les pratiques agricoles pour des prairies des marais du Cotentin. *Ecologie*, T. 27 (3) : 171 – 189.
- 240 - Ouarab S., Barech G., Ziada M. et Doumandji S., 2010 - Prédation de la fourmi *Cataglyphis bicolor* (Hymenoptera, Formicidae) aux abords du marais de Réghaïa. In Himmi (Ed.) *Actes de la VIème Conférence Internationale Francophone*

- d'Entomologie (CIFE VI), Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, N° 47, T. 1, pp. 163-168*
- 241 - Oulette G.D., Drummond F. A., Choate B. and Groden E., 2010 – Ant diversity and distribution in Acadia national park, Maine. *Environmental Entomology*, 39 (5): 1447 – 1456.
- 242 - Parr C.L. and Chown S.L., 2001- Inventory, and bioindicator sampling: testing pitfall and winker methods with ants in a south African savanna. *Journal Insect Conservation*, 5: 27-36.
- 243 - Passera L. et Aron S., 2005 – *Les fourmis : Comportement, organisation sociale et évolution*. Nrc Research Press, 480 p.
- 244 – Peillon P., 1978 – Problèmes d'habitat en Basse Kabylie. In : CNRS éd., « Recherches sur l'Algérie ». *Mémoires et Documents*, N.S., 17 : 165 – 291.
- 245 - Peters R.H., 1983 – *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press, Cambridge, 329 p.
- 246 - Pirk G.I. and Lopez de Casenave J., 2010 – Influence of seed size on feeding preferences and diet composition of three sympatric harvester ants in the central Monte Desert, Argentina. *Ecol. Res.*, 25: 439 - 445.
- 247 - *Quezel P. et Santa S., 1962 – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Centre nati. rech. sci., Paris, T. 1, 565 p.*
- 248 - *Quezel P. et Santa S., 1963 – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Centre nati. rech. sci., Paris, T. 2, pp. 571 - 1170.*
- 249 - Ramade F., 1984 – *Eléments d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Mc. Graw- Hill, Paris, 397 p.
- 250 - Ramade F., 2003 – *Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, 3ème édition, Paris, 690 p.
- 251 - Ramade F., 2008 – *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Ed. Dunod, Paris, 726 p.
- 252 – Rebbas K. et Bounar R., 2012 - Approche phytosociologique d'une zone steppique : El Haourane (Hammam Dalaa, M'Sila-Algérie). *Afrique SCIENCE*, 08 (3) : 102 – 106.

- 253 - Retana J. and Cerdá X., 2000 – Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia (Berl.)*, 123: 436 - 444.
- 254 - Retana J., Cerdá X. and Espadaler X., 1992 – Coexistence of two sympatric ant species, *Pheidole pallidula* and *Tetramorium semilaeve* (Hymenoptera : Formicidae). *Entomol. Gener.*, 17 (1): 29 – 40.
- 255 - Reyes-Lopez J.L. and Fernandez-Haeger J., 2001- Some factors determining size-matching in the harvester ant *Messor barbarus*: food type, transfer activity, recruitment rate and size-range. *Insectes sociaux*, 48: 118 – 124.
- 256 - Reyes-López J.L. and Fernandez-Haeger J., 2002- Composition- dependent and density –dependent seed removal rates in the harvester ant *Messor barbarus*. *Sociobiology*, 39 (3): 1 - 10.
- 257 - Romero H. and Jaffe K., 1989 – A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in Savannas. *Biotropica*, 21(4): 348 - 352.
- 258 - Sabu T. K. and Shiju R. T., 2010 - Efficacy of pitfall trapping, Winkler and Berlese extraction methods for measuring ground-dwelling arthropods in moistdeciduous forests in the Western Ghats. *Journal Insect Science*, 10 (98): 17p.
- 259 - Sacchi C.F. et Testard P., 1971 – *Ecologie animale. Organisme et milieu*. Ed. Doin, Paris, 480 p.
- 260 - Samson D.A., Rickart E.A. and Gonzales P.C., 1997 – Ant diversity and abundance along an elevational gradient in the Philippines. *Biotropica*, 29 (3): 349 - 363.
- 261 - Sanetra M. and Güsten R., 2001 - The socially parasitic ant genus *Strongylognathus* Mayr in North Africa (Insecta: Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*, 20: 1 - 20.
- 262 - Sanetra M., Güsten R. and Schulz A., 1999 – On the taxonomy and distribution of Italian *Tetramorium* species and their social parasites (Hymenoptera Formicidae). *Mem. Soc. Entomol. Ital.*, 77 : 317 – 357.
- 263 - Santschi F., 1910 – Nouvelles fourmis de Tunisie (suite). *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 1: 70 – 72.
- 264 - Santschi F., 1913 – Une nouvelle fourmi parasite (*Wheeleriella adulatrix* n. sp.). *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, 9 : 229 - 230.

- 265 - Santschi F., 1924 – Révision des Myrmecaria d’Afrique. *Ann. Soc. entomol. Belg.*, 64 : 133 – 176.
- 266 - Santschi F., 1929 – Fourmis du Sahara central récoltées par la mission du Hoggar. *Bull. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, (20): 97 – 108.
- 267 - Santschi F., 1931 – La reine de *Dorylus fulvus*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N.*, 22, pp 401 – 408.
- 268 - Santschi F., 1934 – Fourmis du Sahara central. *Mém. Soc. hist. natu. Afr. Nord*, T. 4 : 165 – 177.
- 269 - Santschi F., 1939 – Notes sur des *Camponotus* et autres fourmis de l’Afrique mineure. *Bull. Soc. sci. natu. Maroc*, T. 19 : 66 – 87.
- 270 - Sauvage C., 1962 – *Le quotient pluviothermique d’Emberger, son utilisation et la représentation géographique de ses variations au Maroc*. Ed. Service de Physique du globe et de météorologie, annales T. 20, pp 11 – 23.
- 271 - Sekour M., 2005 – *Insectes, oiseaux et rongeurs, proies des rapaces nocturnes dans la réserve naturelle de Mergueb (M’sila)*. Thèse Magister, Institut nati. agro., El Harrach, 236 p.
- 272 - Sellami M. et Belkacemi H., 1989 – Le Régime alimentaire du Hibou grand duc *Bubo bubo* dans une réserve naturelle d’Algérie : le Mergueb. *L’Oiseau et R.F.O.*, Vol. 59, (4) : 329 – 332.
- 273 - Sellami M., Bazi A. et Klaa K., 1992 - Le peuplement avien de la réserve naturelle de Mergueb (M’Sila). *L’oiseau et R.F.O.*, Vol. 62, (3) : 279 – 286.
- 274 - Sellami M., Belkacemi H. et Sellami S., 1989 – Premier inventaire de mammifères de la réserve naturelle de Mergueb (M’Sila, Algérie). *Mammalia*, T. 52, (1) : 116 – 119.
- 275 - Seltzer P., 1946 – *Climat de l’Algérie*. Ed. Imp. Typo. Lith., Alger. 219 p.
- 276 - Seninet M.L., 1996 – *Données préliminaires sur l’alimentation du Hérisson du désert *Paraechinus aethiopicus* en milieu steppique*. Thèse Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 70 p.
- 277 - Schöning, C., Espadaler, X., Hensen, I. and Roces, F. 2004 - Seed predation of the tussock grass *Stipa tenacissima* L. by ants (*Messor* sp.) in south-eastern Spain: the adaptive value of tripanocarpy. *Journal Arid Environments*, 56: 43 - 61.

- 278 - Shigesada N. and Kawasaki K. 1997 - *Biological invasions: theory and practice*. Ed. Oxford Univ. Press, Oxford, 205 p.
- 279 - Smai A., 1995 – *Contribution à l'étude du régime alimentaire du Merle noir Turdus merula algira Madarasz, 1903, du Rossignol philomèle Luscinia megarhynchos Brehm, 1831 et du Rouge gorge Erithaceus rubecula Linné, 1758 ( Aves, Turdidae ) dans un parc à El- Harrach*. Mémoire Ingénieur, Inst. nati. agro., El Harrach, 111 p.
- 280 - Sobero'n, J.M. and Llorente, J. B., 1993 - The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480 – 488.
- 281 - Solomon S.E. and Mikheyev A.S., 2005- The ant (Hymenoptera: Formicidae) fauna of Cocos Island, Costa Rica. *Florida Entomologist*, 88 (4): 415 - 423.
- 282 - Sommer F. et Cagniant H., 1988 – Peuplements de fourmis des Alberes Orientales (Pyrenées – Orientales, France) (Première partie). *Vie Milieu*, 38 (2): 189 - 200.
- 283 - Southwood T.R.E., 1988 – Tactics, strategies and templets. *Oikos*, 52: 3 – 18.
- 284 - Steinberger Y., Leschner H. and Shmida A., 1991 – Chaff piles of harvester ant (*Messor* spp.) nests in a desert ecosystem. *Insectes Sociaux*, 38: 241 – 250.
- 285 - Stitz H., 1917 – Ameisen aus dem westlichen Mittelmeergebiet und von den Kanarischen Inseln. *Mitteil. Zool. Mus.Berlin*, 8: 334 – 353.
- 286 – Sturges H. A., 1926 - The Choice of a Class Interval. *Journal of the American Statistical Association*, 21 (153): 65 – 66.
- 287 - Thomas A.W., 2001 - *Diversité des papillons nocturnes dans une forêt d'épinettes rouges du nord-est de l'Amérique du nord*. Rapport d'information M-X-210F. Réseau sur la biodiversité des forêts, Ressources naturelles Canada, Cat. n°F.046 – 19/20F., 45 p.
- 288 - Thomé G., 1972 – Le nid et le comportement constructif de la fourmi *Messor ebeninus* Forel. *Insectes Sociaux*, 19: 95 – 103.
- 289 - Tingle C.C.D., 2002 - *Les invertébrés terrestres* pp. 159 – 181, in Grant I.F. et Tingle C.C.D. (Eds), *Méthodes de suivi écologique pour évaluer les effets des pesticides dans les Tropiques*. Chatham, R-U: Natural Resources Institute, 266 p.
- 290 - Vandermeer J. and Perfecto I., 1997 – The agroecosystem: a need for the conservation biologist's lerns. *Conservation Biology*, 11: 1 – 3.

- 291 - Véla E. et Benhouhou S., 2007 - Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C. R. Biologies*, T. 330, Fasc. 8, pp. 589–605.
- 292 - Walther B. A. and Morand S., 1998 – Comparative performance of species richness estimation methods. *Parasitology*, 116: 395 – 405.
- 293 - Wang C., Strazanac J. and Butler L., 2000 – Abundance, diversity, and activity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in oak-dominated mixed Appalachian forest treated with microbial pesticides. *Environ. Entomol.*, 29: 597 – 586.
- 294 - Wang C., Strazanac J. and Butler L., 2001 – A comparison of pitfall traps with bait traps for studying leaf litter ant communities. *Journal Economic Entomol.*, 94 (3): 761 – 765.
- 295 - Ward P.S., 2007 – *Phylogeny, classification, and species-level taxonomy of ants (Hymenoptera: Formicidae)* in Zhang, Z.-Q. and Shear, W.A. (Eds), Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. *Zootaxa*, 1668: 1 – 766.
- 296 - Ward P.S., 2010 – *Taxonomy, Phylogenetics, and Evolution in* Lach L., Parr C.L. and Abbott K.L. (Eds): *Ant ecology*, Oxford University Press, Oxford, 402 p.
- 297 - Ward D.F., Beggs J.R., Clout M.N., Harris R.J. and O'conor, S. 2006 - The diversity and origin of exotic ants arriving in New Zealand via human-mediated dispersal. *Diversity and Distributions*, 12: 601 - 609.
- 298 - Weesie P. et Belemsobgo U., 1997 – Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso) : Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. *Alauda*, 65 (3): 263 - 278.
- 299 - Wetterer J.K., 2009a - Worldwide spread of the destroyer ant, *Monomorium destructor* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 12: 97 - 108.
- 300 - Wetterer J.K., 2009b - Worldwide spread of the penny ant, *Tetramorium bicarinatum* (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology*, 54: 811 - 830.
- 301 - Wetterer J. K., 2009c - Worldwide spread of the flower ant, *Monomorium floricola* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 13: 19 - 27.
- 302 - Wetterer J.K. 2010a - Worldwide spread of the pharaoh ant, *Monomorium pharaonis* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 13: 115 - 129.

- 303 - Wetterer J.K., 2010b - Worldwide spread of the woolly ant, *Tetramorium lanuginosum* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 13: 81 - 88.
- 304 - Wetterer J. K. et Wetterer A.L., 2006 - A disjunct Argentine ant metacolony in Macaronesia and southwestern Europe. *Biological Invasions*, 8: 1123 – 1129.
- 305 - Wetterer J.K., Wetterer A.L. and Hebard E., 2001 – Impact of the Argentine ant, *Linepithema humile* on the native ants of Santa Cruz island, California. *Sociobiology*, 38: 709 – 721.
- 306 - Wetterer J.K., Espadaler X., Wetterer A.L., Aguin-Pombo D. et Franquinho-Aguiar A.M.F. 2006 - Long-term impact of exotic ants on the native ants of Madeira. *Ecological Entomology*, 31: 358 - 368.
- 307 - Wetterer J.K., Wild A.L., Suarez A.V., Roura-Pascual N. and Espadaler X., 2009 - Worldwide spread of the Argentine ant, *Linepithema humile* (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 12: 187 - 194.
- 308 - Wheeler W. M., 1909 - Observations on Some European Ants. *J. New York Entom. Society*, 17 (4): 172 – 187.
- 309 - Whitford W.G., 1978 – Foraging in seed harvester ants *Pogonomyrmex* spp. *Ecology*, 59: 185 - 189.
- 310 - Wild A., 2004 – Taxonomy and distribution of the argentine ant (*Linepithema humile*) (Hymenoptera: Formicidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97: 1204 – 1215.
- 311 - Williams D.F., 1994 - *Exotic ants. Biology, impact, and control of introduced species.* Westview Press, Boulder, CO, 332 p.
- 312 - Williamson M. and Fitter, A., 1996 - The varying success of in-vaders. *Ecology*, 77: 1661 - 1666.
- 314 - Willott S.J., Compton S.J. and Incoll L.D., 2000 – Foraging, food selection and worker size in the seed harvesting ant *Messor bovieri*. *Oecologia*, 125: 35 - 44.
- 315 - Wilson E.O., 1992 – *The diversity of life.* Ed. W.W. Norton et Co., New York, NK., 424 p.
- 316 - Zerouak S., Meddah N. et Deloum F., 2000 – *Caractéristique écologique de la zone humide de Chott El Hodna et leur impact sur l'avifaune aquatique.* Thèse Ingénieur Biol., Univ. M'sila, 72 p.

317 - Ziada M., 2006 – *Régime alimentaire de la fourmi prédatrice Cataglyphis bicolor (Fabricius, 1793) (Hymenoptera, Formicidae) dans la région de Guelma*. Mém. Ingénieur Institut nati. agro., El Harrach, 136 p.

### **Autres références**

CPCS, 1967 – *Classification des sols. Travaux de la Commission de Pédologie et de Cartographie des sols*. France, 100 p.

FAO, 1975 - *Etude des ressources naturelles, expérimentale et démonstration agricoles dans la Région du Hodna, Algérie*. Etudes Hydrogéologiques dans le Bassin du Chott El Hodna. Vol. I. 90 p.

OEPP, 2001 – *Résumés de l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes – Réglementation phytosanitaire*. Paris, 22 p.

ONM, 2009 – *Bulletin mensuel d'informations climatologiques*. Ed. Office national de la météorologie, Dar El- Beida.

ONM, 2010a – *Bulletin mensuel d'informations climatologiques*. Ed. Office national de la météorologie, Dar El- Beida.

ONM, 2010b - *Bulletin mensuel d'informations climatologiques*. Ed. Office national de la météorologie, Bousâada.

ONM, 2010c - *Bulletin mensuel d'informations climatologiques*. Ed. Office national de la météorologie, M'Sila.

SISG, 1996a - *Social Insects Specialist Group - Monomorium santschii*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. Accessible à <http://www.iucnredlist.org/details/13715/0>

SISG, 1996b - *Social Insects Specialist Group - Strongylognathus afer*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. Accessible à: <http://www.iucnredlist.org/details/13715/0>



# *Annexes*

## Annexe 1 - Températures et Précipitations des stations d'étude

### 1 – Ecole Nationale supérieure agronomique d'El Harrach

#### A – Température

Les données des températures mensuelles pour l'année 2009 et 2010 sont rassemblées dans le tableau 1.

**Tableau 1 - :** Températures mensuelles moyennes des maxima et des minima en 2009 et en 2010 du Littoral algérois

<b>Année 2009</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
<b>TM (°C)</b>	17	19	18,8	19,8	22,7	24,8	28,1	28,1	26,6	24,4	19,7	18,6
<b>Tm (°C)</b>	11,9	12,6	13,1	15	16,6	19,9	22,5	22,4	21,8	18,1	14,3	12,4
<b>T(°C)</b>	14,5	15,8	16,0	17,4	19,7	22,4	25,3	25,3	24,2	21,3	17,0	15,5
<b>Année 2010</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
<b>TM (°C)</b>	16,3	16,5	17,3	19,4	24,4	27,3	30,7	29,1	26,4	25,2	23,1	20,3
<b>Tm (°C)</b>	11,3	10,7	11,8	13,3	17,9	21	24,8	24,3	21,3	19,2	16,7	13,2
<b>T(°C)</b>	13,8	13,2	15,0	16,4	21,2	24,2	27,8	26,7	23,9	22,2	19,9	16,8

(O.N.M., 2009-2010a)

Les chiffres romains représentent les mois; TM : températures moyennes des maxima; Tm : températures moyennes des minima; T : températures moyennes, c'est le rapport (TM+Tm) / 2.

#### B - Précipitations

Le tableau 2 regroupe les valeurs des précipitations enregistrées en 2009 et en 2010 à Dar El Beida (Alger).

**Tableau 2 -** Précipitations (total mensuel en mm) en 2009 et en 2010 au littoral algérois

<b>Mois</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>	<b>IX</b>	<b>X</b>	<b>XI</b>	<b>XII</b>
<b>2009</b>	52,32	80,26	89,15	47,25	27,92	7,12	0,51	40,13	13,46	149,09	171,45	108,47
<b>2010</b>	94,47	56,4	55,62	88,4	27,18	0	4,07	0	77,98	31,99	47,24	79,25

(O.N.M., 2009a-2010a)

## 2- Chott du Hodna

#### A - Températures

Les valeurs moyennes des températures mensuelles minimales et maximales de la région de Boussaâda sont regroupées dans le tableau 3.

**Tableau 3 – Valeurs des températures mensuelles moyennes minimales et maximales de la région de Boussaâda de l'année 2010 :**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy.
<b>Tm</b> (°C)	3,7	4,8	8,5	11,6	16,3	21,2	24,9	24	19,3	14,5	8,9	5,1	13,5
<b>TM</b> (°C)	14,4	16,9	21,5	24,6	30,1	36,3	40,2	39	32,1	26,8	19,8	15,1	33,5
<b>T(°C)</b>	9,05	10,8	15	18,1	23,2	28,8	32,6	31,5	25,7	20,7	14,4	10,1	23,5

(O.N.M., 2010b)

TM est la moyenne mensuelle des températures maxima exprimée en °C.

Tm est la moyenne mensuelle des températures minima exprimée en °C.

T est la température moyenne mensuelle exprimée en °C [ $T = (TM+Tm) / 2$ ].

Moy. est la moyenne annuelle en °C..

## B - Précipitations

Les valeurs moyennes des précipitations mensuelles sont regroupées dans le tableau 4.

**Tableau 4 – Valeurs des précipitations mensuelles notées en 2010 de la région de Boussaâda**

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
<b>P (mm)</b>	9,5	11,5	7,9	27,1	22,2	6,9	4,9	11,7	32,1	21,5	9,11	12,1	176,51

(O.N.M., 2010b)

P (mm) : Précipitations moyennes mensuelles.

## 3 – Réserve naturelle de Mergueb

### A– Températures

Seltzer (1946) note pour une élévation de 100 m un abaissement de 0.4 °C pour les températures minima (m) et 0.7 °C, pour les températures maxima (M).

La température moyenne des stations d'étude (Oum Laadam, Oum Mrazem et Litima) est estimée à partir de celle de la station de référence M'Sila centre qui se trouve à une altitude de 441 m. Le tableau 5 regroupe les corrections apportées pour les différentes stations pour des données de vingt-deux ans allant de 1988 jusqu'à 2009.

**Tableau 5** - Valeurs de températures à soustraire des minima et maxima par rapport à la station de référence de M'Sila centre

Stations	Altitude (m)	Différence altitudinale (m)	Température à soustraire des minima (°C)	Température à soustraire des maxima (°C)
<b>Oum Mrazem</b>	702	261	1,04	1,83
<b>Oum Laadam</b>	727	286	1,14	2
<b>Litima</b>	649	208	0,83	1,46

Chaque valeur de la température minimale mensuelle et annuelle de la station de M'sila se situant à une altitude de 441 m est diminuée de 1,04 °C, 1,14 °C et 0,83 °C respectivement pour les stations d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima.

Pour chaque valeur de la température maximale mensuelle et annuelle de la station de M'sila, il y a une diminution de 1,83 °C, 2 °C et 1,46 °C respectivement pour les stations d'Oum Mrazem, d'Oum Laadam et de Litima.

Le tableau 6 suivant représente les températures moyennes mensuelles de M'sila, d'Oum Laadam, d'Oum Mrazem et de Litima après corrections selon les recommandations de Seltzer (1946).

**Tableau 6** - Températures moyennes mensuelles de M'sila, d'Oum Laadam, d'Oum Mrazem et de Litima (1988-2009) (O.N.M., 2010c)

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>M'sila</b>	T° max	13,41	15,40	19,24	22,26	27,47	34,42	38,45	37,59	30,92	24,83	17,97	13,61
	T° min	3,53	4,27	7,54	10,35	16,06	20,94	24,50	24,12	19,21	14,51	8,29	4,64
	T° moy	8,47	9,84	13,39	16,31	21,77	27,68	31,48	30,86	25,07	19,67	13,13	9,13
<b>Oum Laadam</b>	T° max	11,41	13,40	17,24	20,26	25,47	32,42	36,45	35,59	28,92	22,83	15,97	11,61
	T° min	2,39	3,13	6,40	9,21	14,92	19,80	23,36	22,98	18,07	13,37	7,15	3,50
	T° moy	6,90	8,27	11,82	14,74	20,20	26,11	29,91	29,29	23,50	18,10	11,56	7,56
<b>Oum Mrazem</b>	T° max	11,58	13,57	17,41	20,43	25,64	32,59	36,62	35,76	29,09	23,00	16,14	11,78
	T° min	2,49	3,23	6,50	9,31	15,02	19,90	23,46	23,08	18,17	13,47	7,25	3,60
	T° moy	7,04	8,40	11,96	14,87	20,33	26,25	30,04	29,42	23,63	18,24	11,70	7,69
<b>Litima</b>	T° max	11,95	13,94	17,78	20,80	26,01	32,96	36,99	36,13	29,46	23,37	16,51	12,15
	T° min	2,70	3,44	6,71	9,52	15,23	20,11	23,67	23,29	18,38	13,68	7,46	3,81
	T° moy	7,33	8,69	12,25	15,16	20,62	26,54	30,33	29,71	23,92	18,53	11,99	7,98

T° min : Température minima exprimée en degré Celsius

T° max : Température maxima exprimée en degré Celsius

T° moy. (T° max + T° min) / 2): Température moyenne exprimée en degré Celsius

## B – Précipitations

Seltzer (1946) a mis en évidence une relation entre la pluviométrie (P) et l'altitude (h). Cet auteur note que les précipitations augmentent de 20 mm, tous les 100 mètres d'altitude. De ce fait le coefficient de correction (K) multiplie toutes les valeurs des précipitations de la station de référence de M'Sila. Le coefficient K est calculé de la manière suivante :  $K = P.$  moyenne annuelle à la station recherchée / P. moyenne annuelle à la station de référence (441m)

La valeur des précipitations moyennes annuelles de la station de M'sila est égale à 208,6 mm. Les valeurs de k sont mises dans le tableau 7.

**Tableau 7** - Valeurs du coefficient de correction K calculé pour trois stations d'étude

Stations	Différence altitudinale (m)	Moyenne des précipitations	coefficient de correction K
Oum Mrazem	261	260,8	1,25
Oum Laadam	286	265,8	1,27
Litima	208	250,2	1,2

Le tableau 8 mentionne les moyennes mensuelles des précipitations dans la région d'étude.

**Tableau 8** - Précipitations moyennes mensuelles (mm) de M'sila, d'Oum Laadam (O.L.), d'Oum Mrazem (O.M.) et de Litima (Lit.) (1988-2009) (ONM, 2010c)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Totaux
M'sila	19,40	12,91	14,51	21,39	26,28	9,20	4,02	7,95	27,55	25,29	19,68	20,42	<b>208,60</b>
O. L	24,63	16,40	18,43	27,16	33,38	11,69	5,11	10,1	34,98	32,12	25,00	25,93	<b>264,93</b>
O. M	24,24	16,14	18,14	26,73	32,85	11,51	5,03	9,94	34,43	31,61	24,60	25,52	<b>260,76</b>
Lit.	23,27	15,50	17,42	25,66	31,54	11,05	4,83	9,54	33,05	30,35	23,62	24,50	<b>250,33</b>

### A- Quotient pluviométrique

Les valeurs du quotient pluviométrique calculées pour les quatre stations sont rassemblées dans le tableau 9.

**Tableau 9** - Valeurs du quotient pluviométrique ( $Q_2$ ) de la station de M'sila, d'Oum Laadam, d'Oum Mrazem et de Litima de 1988 à 2009

Station	M (°C)	m (°C)	P (mm)	$Q_2$	Etage bioclimatique
M'sila	38,45	3,53	208,6	20,49	Aride supérieur à hiver tempéré
O. Laadam	36,45	2,39	264,9	26,68	Aride supérieur à hiver frais
O. Mrazem	36,62	2,49	260,76	26,21	Aride supérieur à hiver frais
Litima	36,99	2,7	250,33	25,04	Aride supérieur à hiver frais

P : Précipitations moyenne annuelle (mm) ; M : Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (°C) ; m : Températures moyennes des minima du mois le plus froid (°C).

#### 4- Forêt d'El Haourane

##### A- Températures

Le tableau 10 suivant représente les températures moyennes mensuelles de M`Sila et d'El-Haourane pendant l'année 2010.

**Tableau 10** – Températures moyennes mensuelles de M`sila,El-Haourane, l'année 2010.

Station	Temp.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moyenne
M`sila	Tm	5,2	6,5	9,8	12	14,1	20,4	24,8	24,7	19,4	13,5	8,9	4,3	13,63
	TM	15,5	16,8	20,1	24,6	26,9	35,3	40,4	39,6	32,6	27,6	18,7	15,3	26,09
	T	10,6	12,2	15,4	19,5	22,1	29,6	35,5	33,5	27,3	20,3	14,3	10,3	20,88
EL-Haourane	Tm	3,18	4,48	7,78	9,98	12,08	18,38	22,78	22,68	17,38	11,48	6,88	2,28	11,61
	TM	11,97	13,27	16,57	21,07	23,37	31,77	36,87	36,07	29,07	24,07	15,17	11,77	22,58
	T	4,41	4,39	14,42	15,52	17,72	25,07	29,82	29,37	23,22	17,77	11,02	7,02	16,64

(O.N.M., 2010c)

TM est la moyenne mensuelle des températures maxima exprimée en °C ; Tm est la moyenne mensuelle des températures minima exprimée en °C ; T est la température moyenne mensuelle ( $T = (TM + Tm)/2$ ).

##### B- Précipitations

**Tableau 11** - Précipitations moyenne mensuelles (mm) de M`sila et El-Haourane (2010)

mois région	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Totaux
M`sila	7,12	35,5	22,1	20,31	3,56	3,3	3,05	6,1	6,11	9,4	11,43	3,31	131,28
EL-Haourane	9,61	47,92	29,83	27,41	4,8	4,45	4,11	8,23	8,24	12,69	15,43	4,46	177,12

(O.N.M.,2010c)

P :

précipitation (mm)

#### Annexe 2 - Aperçu sur la flore de la partie orientale de la Mitidja et du littoral algérois

**Sous Embranchement - Gymnospermes**

F1 - Pinaceae

*Pinus halepensis* Mill.  
*Pinus pinaster* Soland.

F2 - Cupressaceae

*Cupressus sempervirens* L  
*Cupressus lambertiana* Corr.

Sous-Embranchement - Angiospermes

**F1 - Fagaceae**

*Quercus aegilops*  
*Quercus pedunculata* Ehrh.

***Quercus faginea***

***Quercus coccifera* L.**

***Quercus ilex* L.**

*Quercus suber* L.

**F2 - Salicaceae**

***Populus alba* L.**

*Populus nigra* L.

F3 - Iridaceae

*Iris pseudocarpus* Linné  
*Iris germanica* L.

F4 - Liliaceae

*Asparagus sprengeri* Regel

*Asparagus falcatus* Linné  
*Allium paniculatum* L.  
*Allium ampeloprasum* L.

F5 - Palmaceae

*Phoenix canariensis* Hortorum.  
*Washingtonia filifera* Wendland.  
*Washingtonia robusta* Wendland.

F6 - Poaceae

*Avena sativa* L.  
*Avena sterilis* L. ssp.  
*Bromus madritensis* Linné  
*Cynodon dactylon* (L.) Pers.  
*Hordeum murinum* L.  
*Hordeum vulgare* Linné  
*Lolium rigidum* Gaud.  
*Oryzopsis miliacea* (L.) Asch-Schw.

*Phalaris bulbosa*

*Poa annua* L.

*Triticum durum* Desf.

*Triticum turgidum* Linné

F7 - Brassicaceae

*Sinapis alba* L.  
*Sinapis arvensis* Linné  
*Brassica rapa* (L.) Metzger  
*Raphanus raphanistrum* L.

F8 - Cistaceae

*Cistus monspeliensis* Linné  
*Cistus salviifolius* Linné  
*Cistus villosus* Linné

F9 - Pittosporaceae

*Pittosporum tobira* Aiton.  
*Pittosporum undulatum* Venterrat

F10 - Caryophyllaceae

*Paronychia argentea* Lamk.  
*Silene cucubatus* Widel.  
*Silene fuscata* Link.  
*Silene rubella* Linné

F11 - Rutaceae

*Citrus sinensis* Gall.  
*Citrus limon* Bevevan  
*Citrus clementina*  
*Citrus aurantium* Linné

F12 - Meliaceae

*Melia azedarach* Linné

F13 - Rhamnaceae

*Rhamnus alaternus* Linné  
*Zizyphus jujuba* Miller

F14 - Ampelidaceae

*Vitis vinifera* L.

F15 - Anacardiaceae

*Pistacia lentiscus* Linné  
*Schinus molle* Linné  
*Schinus terebenthifolius* Raddi.

F16 - Fabaceae

*Ceratonia siliqua* Linné  
*Acacia arabica* Bertero  
*Acacia farnesiana* Willd.  
*Acacia cavenica* Bertero  
*Medicago arborea* L.  
*Medicago ciliaris* (L.) Willd.  
*Melilotus alba* Medik.  
*Melilotus indica* (L.) All.  
*Melilotus infesta* Guss.  
*Melilotus segetalis* Brot.

F17 - Rosaceae

- Cotoneaster racimosa* Lindl.  
*Raphiolepis indica* Lindl.  
*Raphiolepis ovata* Schneid.  
*Eriobotrya japonica* (Thunb.)  
*Prunus amygdalus* Stocker  
*Prunus pisardi* Carrière  
*Rosa gallica* Linné  
F18 - Myrtaceae  
*Eucalyptus camaldulensis* Dechn. hardt.  
*Eucalyptus citriodora* Hooker  
*Eucalyptus globulus* Labill  
*Eugenia jambolana* Lamk.  
*Eugenia uniflora* Berg. Th.  
F19 - Asteraceae  
*Artemisia arborescens* Linné  
*Calendula arvensis* L.  
*Cichorium intybus* Linné  
*Galactites tomentosa* Moench.  
*Inula viscosa* (L.) Ait.  
*Ormenis africana* (Jord. Et F.)  
*Ormenis praecox* (Link) Bric.  
*Scolymus grandiflorus* Desf.  
F20 - Oleaceae  
*Olea europaea* L.  
*Fraxinus excelsior* Linné  
*Jasminum fruticans* Linné  
*Ligustrum japonicum* Thunb.  
F21 - Convolvulaceae  
*Convolvulus arvensis* Linné  
*Convolvulus humilis* Jaq.  
F22 - Solanaceae  
*Ichroma* sp. Bent.  
*Lycopersicum esculentum*  
F23 - Labiatae  
*Mentha pulegium* Linné  
*Rosmarinus officinalis* Linné  
F24 - Plantaginaceae  
*Plantago psyllium* Linné  
*Plantago major* Linné  
F25 - Nyctaginaceae  
*Bougainvillea glabra* Chois.  
*Bougainvillea spectabilis* Willd.  
F26 - Amarantaceae  
*Amarantus albus* Linné  
*Amarantus angustifolius* Lonk.  
*Amarantus hybridus* Linné  
F27 - Chenopodiaceae  
*Chenopodium album* Linné  
*Beta vulgaris* L.  
F28 - Malvaceae  
*Lavatera trimestris* L.  
F29 - Papaveraceae  
*Fumaria capreolata* L.  
F30 - Renonculaceae  
*Ranunculus* sp.  
*Ranunculus sardous* Crantz.  
F31 - Synantheraceae  
*Senecio vulgaris* L.  
F32 - Oxalidaceae  
*Oxalis cernua* Thunb.  
*Picris echioides* L.  
F33 - Boraginaceae  
*Borago officinalis* L.  
F34 - Verbenaceae  
*Veronica cymbalaria* Bodard.  
F35 - Scrofulariaceae  
*Linaria reflexa* (L.) Desf.  
F36 - Cicoraceae  
*Sonchus oleraceus* L.  
F37 - Araceae  
*Arisarum vulgare* Targ.-Tozz.  
F38 - Geraniaceae  
*Erodium moschatum* (Burm.F.)  
*Erodium malachoides* (L.) Willd.  
*Geranium dissectum* L.  
F39 - Euphorbiaceae  
*Euphorbia helioscopia* L.  
*Euphorbia splendens* Bojer  
F40 - Moraceae  
*Morus alba* Linné  
*Morus nigra* Linné  
*Ficus carica* Linné  
*Ficus retusa* Linné  
F41 - Casuarinaceae  
*Casuarina torulosa* Dryand

**Annexe 3 - Aperçu sur la faune de la partie orientale de la Mitidja et du Littoral algérois**  
Embranchement 1 – Invertébrés

**Classe 1 – Mollusques**

**O1 - Gastropoda**

F1 – Limacidae

*Milax gagates* Draparnaud , 1801

*Milax nigricans*

F2 – Helicidae

S/F1 – Helicinae

*Helix aspersa* Muller , 1774

*Helix aperta* Born,1778

*Eobania vermiculata* Muller , 1774

*Euparypha pisana* Muller , 1774

S/F2 – Helicellinae

*Helicella variabilis* Born , 1774

*Otala* sp.

*Cochlicella barbara* Linné

*Cochlicella acuta* Born , 1774

*Cochlicella ventricosa* Draparnaud ,  
1881

F3 – Leucochroïdae

*Leucochroa candidissima*

Draparnaud , 1801

F4 – Enidae

*Chondrula tridens* Muller , 1774

**Classe 2 – Arachnida**

**O1 - Acari**

F1 - Oribatidae

*Demetorina* sp.

*Humerobates sotrolamellatus*

*Scapheremacus* sp.

F2 – Acaridae

*Tyrophagus putrescentiae*

*Tyrolichus cascii*

*Rhizoglyphus obia*

*Calvolia* sp.

F3 – Tetranychidae

**Classe 5 – Insecta**

**O<sub>1</sub>- Odonatoptera**

F1 – Lestidae

*Lestes viridis*

F2 – Libellulidae

*Panonychus ulmi* (Koch)

*Tetranychus urticae* (Koch)

*Tetranychus cinnabarinus*

F4 – Eriophyidae

*Eriophyes vitis*

*Eriophyes stefanii* Nal

*Eriophyes lycoper*

*Aceria sheldoni* Ewing

F5 – Phytoseidae

*Phytoseiulus persimilis*

*Typhlodromus rhenanus* Dosse,1958

*Typhlodromus pectinatus*

*Typhlodromus rhenanoides*

F6 – Tydeidae

*Lorrya formosa* Carreman

**O2 - Araneïdes**

F1 - Dysderidae

*Dysdera* sp.

**Classe 3 – Myriapoda**

**O1 : Chilopoda**

F1 - Lithobiidae

*Lithobius* sp.

**O2 : Diplopoda**

F1 - Iulidae

*Iulus aequinoetiolis*

F2 - Polydesmidae

*Polydesmus* sp.

**O3 - Pseudoscorpionida**

**Classe 4 - Crustacea**

*Isopoda* sp. ind.

*Sympetrum sanguineum* Newman,  
1833

F3 – Aeschnidae

*Anax imperator* Leach, 1815  
*Aeshna mixta* Latreille, 1805  
*Aeshna affinis* Van Der  
Linden, 1825

O2 – Blattoptera

*Blattella germanica* (Linné, 1767)  
*Periplaneta americana* (Linné, 1758)  
*Ectobius* sp Stephens, 1835

O3 – Mantoptera

*Iris oratoria* (Linné, 1758)  
*Mantis religiosa* (Linné, 1758)  
*Sphodromantis viridis* (Forskal,  
1775)  
*Empusa pennata* (Thunberg, 1775)  
*Geomantis larvoides* Pantel, 1896  
*Ameles africana* (Bolivar, 1924)

*Ameles abjecta* (Cyrillo, 1787)

O4 – Orthoptera

S/ O1 – Ensifera

*Ephippigerida* sp.  
*Gryllulus* sp.  
*Gryllus bimaculatus* De Geer, 1773  
*Odontura algerica*

S/ O2 – Caelifera

*Aiolopus strepens* (Latreille, 1804)  
*Aiolopus thalassinus* (Fabricius,  
1781)  
*Pamphagus elephas* (Linné, 1758)  
*Oedipoda caerulescens* Linné, 1758  
*Oedipoda caerulescens sulfurescens*  
Saussure, 1884  
*Oedipoda miniata* (Pallas, 1771)

*Calliptamus wattenwylanus*  
(Pantel,

1896)  
*Anacridium aegyptium* (Linné, 1764)  
*Pezotettix giornai* (Rossi, 1794)  
*Eyprepocnemis plorans* (Charpentier,  
1825)  
*Acrida turrita* (Linné, 1758)  
*Locusta migratoria* (Linné, 1767)

*Pyrgomorpha miniata* Bolivar,  
1914

*Pyrgomorpha conica* (Olivier, 1791)  
*Sphingonotus azureus* (Rambur,  
1838)  
*Sphingonotus rubescens* (Walker,  
1870)  
*Ochrilidae tibialis* (Fisher, 1853)  
*Dociostaurus maroccanus* (Thunberg,  
1815)  
*Omocestus lucasii* (Brisout, 1850)

O5 – Dermaptera

*Forficula auricularia* Linné, 1758  
*Anisolabis mauritanica* (Lucas,  
1846)  
*Labidura riparia* (Pallas, 1773)

O6 – Thysanoptera

*Phloeothrips ficorum*

O7 – Heteroptera

F1 – Gerridae

F2 – Pentatomidae  
F3 – Scutelleridae  
F4 – Lygaeidae  
F5 – Nabidae  
F6 – Pyrrhocoridae  
F7 – Coreidae  
F8 – Nepidae

O8 – Homoptera

F1 – Cicadidae  
*Cicadetta montana* Scopoli  
F2 – Jassidae  
F3 – Aphidae  
*Toxoptera aurantii*  
F4 – Aleurodidae  
*Dialeurodes citri* Riley et  
Howard, 1893  
*Aleurothrixus floccosus* Maskell  
, 1896  
F5 – Coccidae

*Planococcus citri* Risso, 1813

*Pseudococcus citri* Risso  
*Pseudococcus maritimus*  
*Pseudococcus adonidum* L.

*Icerya purchasi* Maskell, 1879

*Mytilaspis citricola*  
*Lepidosaphes gloveri* Plack.

- Aonidiella aurantii* Maskell, 1879  
**Aspidiotus hederae** Vallot, 1829
- Chrysomphalus aonidum* Linné, 1758  
*Chrysomphalus dictyospermi* Morgan, 1889  
*Parlatoria ziziphi* Lucas, 1853  
*Parlatoria oleae* Bernard, 1872  
*Parlatoria pergandei*  
*Ceroplastes sinensis* Del Guercio, 1900  
*Ceroplastes rusci* Linné  
*Coccus hesperidum* Linné, 1758  
*Eucalymnatus tessellatus*  
*Eulecanium corni* Sign.  
*Saissetia olea* (Bern.)  
*Aspidiotus hederae* Vallot.  
*Aspidiotus lataniae*  
*Aspidiotus camelliae* Sign.
- O9 – Embioptera**  
**O10 – Coleoptera**  
 F1 – Carabidae  
*Licinus silphoides* F.  
*Carabus morbillosus* Latreille
- Chlaenius* sp. Bonelli.**  
*Harpalus smaragdinus* Duft.  
 F2 - Scarabeidae  
*Copris hispanus* Linné, 1768
- Amphimallon scutellare***  
*Polyphylla fullo* Linné  
*Phyllognathus silenus* Finot
- Rhizotrogus* sp.**  
 F3 - Staphylinidae
- Ocyopus olens* Müller**  
 F4 - Tenebrionidae  
*Alphitobius piceus*  
*Tribolium castaneum* Herbst
- Tribolium confusum***  
 F5 - Coccinellidae  
*Nephus peyerimhoffi* Pey.  
*Scymnus subvillosus* Goeze  
*Coccinella algerica* Kovar  
*Platynaspis luteorubra* Goeze  
*Adalia bipunctata*  
*Hippodamia variegata*  
*Thea vigintiduopunctata* Linné  
*Clitostethus arcuatus* Rossi
- Chilocorus bipustulatus* Linné  
*Rhizobius chrysoloides* herbst  
*Oenopia doublieri* Muslsaud  
*Hyperaspis* sp. Redtenb.
- F6 – Cetonidae  
*Potosia cuprea* F.  
*Cetonia aurata funeraria* L.  
*Aethiessa floralis barbara*  
*Oxythyria squalida*
- F7 – Buprestidae  
*Trachys pygmaeus* F.
- Capnodis tenebrionis* L.**  
*Anthaxia* sp. Eschscholtz.  
*Lampra* sp. Fabricius
- F8 – Bostrychidae  
 F9 – Cerambycidae  
 F10 – Chrysomelidae  
*Psylliodes cyanoptera*  
*Podagrica fuscipes* Linné  
*Chrysomela americana* Linné  
*Chrysomela banksi* F.  
*Chrysomela menthastri* Suffr.
- Haltica ampelophaga* Guérin.**  
*Cassida nobilis* L.
- F11 – Curculionidae  
*Lixus algerus*  
*Plagiographus* sp.
- F12 - Silphidae  
*Silpha opaca* L.  
*Silpha granulata* Ol.
- F13 - Scolytidae**
- Coccotrypes dactyliperda***  
 O11 – Hymenoptera  
 F1 – Sphecidae
- F2 – Pompilidae**
- F3 – Vespidae**  
*Vespa germanica*
- F4 – Formicidae**  
*Messor barbara* Linné, 1767

*Camponotus barbaricus*

*xanthomelas* Emery

*Aphaenogaster testaceo-pilosa*

(Lucas, 1846)

*Tapinoma simrothi* Krausse ,  
1909

*Crematogaster scutellaris* Olivier,  
1791

*Pheidole pallidula* Nylander ,  
1848

***Monomorium salomonis***

(Santschi)

*Plagiolepis barbara* (Santschi)

*Tetramorium biskrensis* Forel ,  
1904

*Cardiocondyla batesi* Forel

*Cataglyphis bicolor* (Fabricius,  
1793)

***Smithistruma* sp.**

*Aphaenogaster sardoa* Mayr.

F5 – Apidae

*Xylocopa violacea* Latreille

*Bombus ruderatus siculus* Linné

*Apis mellifera* Linné

**O12 – Lepidoptera**

F1 – Noctuidae

*Mamestra* sp. Hübner

***Spodoptera exigua***

*Autographa gamma* Linné

*Spodoptera littoralis* Linné

*Acontia lucida* Hufnagel

***Noctua pronuba***

*Noctua comes*

*Plusia gamma* Linné

*Agrotis segetum* Schiff.

***Agrotis puta***

*Lacanobia oleracea* Linné

***Sesamia nonagrioides***

***Aletia vetellina***

*Chrysodeixis chalcites* Esper

F2 – Pieridae

*Pieris rapae* Linné , 1758

*Pieris brassicae* Linné , 1758

F3 – Papilionidae

*Papilio machaon* Linné , 1758

*Iphiclides feisthamelii*

F4 – Satyridae

F5 – Nymphalidae

*Vanessa cardui* Linné , 1758

*Vanessa atalanta* Linné

*Charaxes jasius* Linné

F6 – Lycaenidae

F7 – Danaidae

O14 – Diptera

F1 – Culicidae

*Culex pipiens* Linné

F2 – Syrphidae

*Syrphus corollae* Fabricius

***Epistrophe balteatus***

F3 – Asilidae

*Asilus barbarus* Linné

F4 – Muscidae

*Musca domestica*

F5 – Calliphoridae

***Calliphora erythrocephala***

*Lucilia* sp.

F6 - Trypetidae

*Ceratitis capitata*

## 2-Embranchement des vertébrés

### Classe 1 – Batrachia

- F1 - Ranidae
- F2 - Bufonidae

### Classe 2 – Reptilia

- O1 - Chelonia
  - F- Testudidae
- O2 - Sauria
  - F1- Geckonidae
  - F2 - Lacertidae
  - F3 - Colubridae
  - F4 - Viperidae

### Classe 3 – Aves

- O1 – Falconiformes
  - F1 - Falconidae
- O2 - Passeriformes
  - F1 - Paridae
  - F2 - Sylviidae
  - F3 - Fringillidae
  - F4- Troglodytidae
  - F5 - Cettiidae
  - F6 - Corviidae

*F7 - Turdidae*

- F8 - Pycnonotidae
- F9 – Laniidae
- F10 - Ploceidae
- F11 - Motacillidae
- F12 - Sturnidae
- F13 - Muscicapidae
- F14 - Oriolidae
- F15 - Hirundinidae
- F16 - Apodidae
- F17 - Meropidae
- O3 - Strigiformes
  - F1 - Strigidae
  - F2 - Tytonidae
- O4 - Piciformes
  - F- Picidae
- O 5 - Columbiformes
  - F1 - Columbidae
- O 6 - Cuculiformes
  - F1 - Upupidae
  - F2 - Coraciidae

### Classe 4 - Mammalia

- O2 - Chiroptera
- O3 - Lagomorpha
- O4 - Rodentia
- O5 - Carnivora

*O1 - Insectivora*

**Annexe 4** - Liste des Reptilia (Tab.12) et des mammifères (Tab.13) notés dans la région du Chott El Hodna

**Tableau 12-** Espèces de Reptilia recensées dans la région du Chott El Hodna

Noms scientifiques	Noms communs
<i>Agama bibronii</i> Duméril, 1851*	Agame de biberon
<i>Agama mutabilis</i> Merrem, 1820*	Agame variable
<i>Chamaeleo chamaeleon</i> (Linné, 1758)*	Caméléon commun
<i>Malpolon monspessulanus</i> Hermann, 1804	Couleuvre de Montpellier
<i>Uromastix acanthinura</i> Bell, 1825 *	Fouette-queue
<i>Testudo graeca</i> Linné, 1758*	Tortue grecque
<i>Clemmys caspica leprosa</i> (Schweigger, 1812) *	L'émyde lépreuse
<i>Lacerta</i> sp. Linné, 1758	Lezard
<i>Varanus griseus</i> (Daudin, 1803) *	Varan du désert
<i>Cerastes cerastes</i> (Linné, 1758)	Vipère à cornes

\* : espèce protégée

**Tableau 13-** Espèces de Mammalia de la région du Chott El Hodna

Noms scientifiques	Noms communs
<i>Gazella cuvieri</i> (Ogilby, 1841)**	Gazelle de Cuvier
<i>Felis silvestris libyca</i> Forster, 1780*	Chat sauvage d'Afrique
<i>Vulpes vulpes</i> Linné, 1758	Renard roux
<i>Vulpes rueppelli</i> (Schinz, 1825)*	Renard famélique
<i>Canis aureus</i> Linné, 1758	Chacal commun
<i>Sus scrofa</i> Linné, 1758	Sanglier
<i>Lepus capensis</i> Linné, 1758	Lièvre brun
<i>Atelerix algirus</i> (Lereboullet, 1842) *	Hérisson d'Algérie
<i>Hystrix cristata</i> Linné, 1758*	Porc-épic
<i>Hyaena hyaena</i> Linné, 1758*	Hyène rayée
<i>Rattus rattus</i> (Linné, 1758)	Rat noir
<i>Psammomys obesus</i> Cretzschmar, 1828*	Rat des sables
<i>Gerbillus campestris</i> Levaillant, 1857	Gerbille champêtre
<i>Gerbillus henleyi</i> (De Winton, 1903)	Gerbille pygmée
<i>Jaculus orientalis</i> Erxleben, 1777	Grande gerboise
<i>Dipodillus simoni</i> (Lataste, 1881)	Petit gerbille à queue courte
<i>Meriones shawii</i> (Duvernoy, 1842)	Mérione de Shaw
<i>Plecotus austriacus</i> (Fischer, 1829)	Oreillard gris
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kühl, 1817)	Pipistrelle de Kuhl
<i>Mus musculus</i> Linné, 1758	Souris grise

\* : espèce protégée

\*\* : espèce menacée

المساهمة في معرفة النمل في شمال الجزائر والسهوب: تصنيف، البيئة الحيوية و السلوك الغذائي (حالة *Messor medioruber*)

تركز هذه الدراسة على المخزون، و تقدير ثراء و بيويكولوجية النمل في شمال الجزائر و السهوب مع لمحة عامة عن النظام الغذائي للنملة *Messor medioruber*. أخذ العينات في عدة مواقع (المدرسة العليا للفلاحة بالحراش، القبائل، بستان نوارا، غابة الحوران، شط الحضنة و المحمية الطبيعية للمرقب) أسفر عن وجود نوعا تنتمي إلى 19 جنسا. *Tetramorium lanuginosum* و *Camponotus serotinus* جديدتين للجزائر. مجموع 20 نوعا تنتمي ل 12 جنسا موجودة في ENSA الحراش. تم تسجيل 19 نوعا و 11 جنسا في بستان المشمش بالمسيلة. 11 جنسا و 25 نوعا جردت في المحمية الطبيعية للمرقب. بينما 21 نوعا و 14 جنسا سجلت في شط الحضنة. 17 نوعا و 10 جنسا في المحمية الطبيعية للمرقب. وأخيرا، تم تحديد 24 نوعا و 10 جنسا في منطقة القبائل مع اكتشاف *Linepithema humile*. تم تقييم جهد أخذ العينات عن طريق استخدام مقدرات ثراء المختلفة من (ACE، ICE، MME، Chao1، Chao2، Jackknife1، Jackknife2). تم دراسة النظام الغذائي ل *Messor medioruber medioruber* في المحمية الطبيعية للمرقب. غالبية البذور المحصودة من قبل هذه النملة تنتمي إلى النجيليات. تشير إلى وجود درجة من المرونة في تخصص التغذية.

الكلمات المفتاح: النمل – تقدير الثراء – شمال الجزائر – الحضنة - *Messor medioruber* - النظام الغذائي

**Résumé :**

**Contribution à la connaissance des fourmis du Nord de l'Algérie et de la steppe : Taxonomie, Bio-écologie et Comportement trophique (Cas de *Messor medioruber*).**

Cette étude porte sur l'inventaire, l'estimation de la richesse et la bio-écologie des fourmis du Nord de l'Algérie et de la steppe avec un aperçu sur le régime trophique de la fourmi *Messor medioruber*. L'échantillonnage myrmécologique dans plusieurs localités (ENSA, El-Harrach; Kabylie; Verger Nouara; Fôret El Haourane; Chott du Hodna; Réserve Naturelle de Mergueb) a permis de recenser 78 espèces réparties entre 19 genres. *Tetramorium lanuginosum* et *Camponotus serotinus* sont nouvelles pour l'Algérie. Un total de 20 espèces réparties sur 12 genres est noté à l'ENSA d'El Harrach. 19 espèces et 11 genres sont recensés dans un verger d'abricotiers à M'sila. 25 espèces et 11 genres sont inventoriés dans la Réserve naturelle de Mergueb et 21 espèces et 14 genres dans le Chott du Hodna. 17 espèces et 10 genres sont observés dans la forêt d'El Haourane. Enfin, 24 espèces et 10 genres sont recensés en Kabylie avec la découverte de *Linepithema humile*. L'effort de l'échantillonnage est évalué par l'utilisation de différents estimateurs de la richesse (ACE, ICE, MME, Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife2). Le régime trophique de *Messor medioruber medioruber* est étudié dans la Réserve naturelle de Mergueb. La majorité des graines récoltées par cette espèce appartiennent aux Poacées. Nous suggérons alors, une plasticité dans son degré de spécialisation trophique.

**Mots-clés :** Fourmis – Estimation de la richesse – Nord de l'Algérie – Hodna – *Messor medioruber* – Régime trophique.

Summary:

Contribution to the knowledge of ants in northern Algeria and the steppe: Taxonomy, Bio-ecology and trophic behavior (case of *Messor medioruber*).

This study focuses on the inventory, estimating the richness and bio-ecology of ants in northern Algeria and steppe with an overview on the diet of the ant *Messor medioruber*. The myrmecological sampling was conducted in several localities (ENSA (El-Harrach), Kabylie, Orchard Nouara, Forest Haourane Chott of Hodna and Natural Reserve of Mergueb) has allowed the identification of 78 species belonging to 19 genera. *Tetramorium lanuginosum* and *Camponotus serotinus* are new to Algeria. A total of 20 species distributed on 12 genera is noted in ENSA El-Harrach. 19 species and 11 genera are recorded in an orchard of apricot at M'sila. 11 genera and 25 species inventoried in the Natural Reserve of Mergueb. 21 species and 14 genera in the Chott Hodna. 17 species and 10 genera in the El Haourane forest. Finally, 24 species and 10 genera were identified in the region of Kabylia with the discovery of *Linepithema humile*. The sampling effort was evaluated by the use of different estimators of richness (ACE, ICE, MS, Chao1, Chao2, Jackknife1, Jackknife2). The diet of *Messor medioruber medioruber* is studied in the Natural Reserve of Mergueb. The majority of seeds collected by this species belong to the Poaceae. We then suggest a plasticity in its degree of trophic specialization.

Key words: Ants – Richness estimation – North of Algeria – Hodna – *Messor medioruber* – Diet.