

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش - الجزائر

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE – EL HARRACH - ALGER

Thèse

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques

Département : Zoologie agricole et forestière

Ecole Doctorale : Biologie et Ecologie en Zoologie agro-forestière

Thème

Variations saisonnières de la biologie de l'abeille *Lasioglossum (Evyllaeus) malachurum* Kirby, 1802 (Hymenoptera : Apiformes : Halictidae) dans la plaine du Chélif.

Réalisé par :

ROUABHI Abdeldjabar.

Soutenu le 19 /12 / 2013

Devant le jury :

Présidente :	Mme. DOUMANDJI-MITICHE B.	Professeur (E.N.S.A) El Harrach
Directeur de thèse:	M. KOUDJIL M.	Maître/ conf. A Univ.Chlef
Examineurs :	M. DOUMANDJI S.	Professeur (E.N.S.A) El Harrach
	Mme. BENDIFALLAH L.	Maître/ conf. A Univ. Boumerdes
	Mme. AOUAR-SADLI M.	Maître/ conf. A Univ.Tizi-Ouzou

**Variations saisonnières de la biologie de l'abeille
Lasioglossum (Evylaeus) malachurum Kirby, 1802
(Hymenoptera : Apiformes : Halictidae) dans la plaine du
Chélif.**

Résumé

L'étude de la biologie de l'abeille terricole *Lasioglossum malachurum* Kirby, 1802 (*Hymenoptera: Halictidae*) dans la plaine du Chélif révèle une variation très marquée durant son cycle de survie. Elle pond trois couvains par an, les deux premiers sont composés d'ouvrières, alors que le dernier est constitué de castes sexuées. La durée du cycle de survie des nids de cette abeille est en moyenne 144 jours. Ce cycle est caractérisé par l'alternance de quatre phases d'activité et trois phases de pause.

Au début de la fondation du nid, la colonie présente une vie solitaire. Par la suite, elle devient eusociale après l'émergence du premier couvain. De plus, le nombre de femelles par nid augmente progressivement dans le temps, tout en approfondissant leurs nids durant les derniers couvains.

Le régime alimentaire de l'abeille *Lasioglossum malachurum* varie en fonction des castes produites à chaque couvain. La grande proportion de boules de pollens destinées à l'alimentation du Premier et du deuxième couvain sont composées essentiellement de pollens de *Brassicaceae* et d'*Asteraceae* respectivement. La nourriture du troisième couvain est constituée principalement de pollens d'*Asteraceae* et d'*Apiaceae*.

Mots clés : *Lasioglossum (Evylaeus) malachurum* ; *Halictidae* ; biologie ; plaine du Chélif ; régime alimentaire.

دراسة التغيرات البيولوجية لنحلة الأرض *Lasioglossum (Evylaeus) malachurum*. Kirby, 1802 (Hymenoptera : Apiformes : Halictidae) بسهل الشلف.

ملخص

الدراسة البيولوجية للنحلة الأرضية "*Lasioglossum malachurum*" Kirby 1802 (Hymenoptera) في سهل الشلف تظهر إختلاف ملحوظ أثناء دورة حياتها . فهي تتميز بوضع ثلاثة أحضان سنويا، بحيث تتكون أولى الحضنتين من النحلات العاملات فقط ، بينما تتكون الحضنة الأخيرة بالأساس من الذكور و الملكات. متوسط دورة عش النحل 144 يوما. و تتميز بتناوب أربعة فترات نشطة و ثلاث فترات للراحة.

في أثناء المرحلة الاولى من تكوين العش ، تكون الملكة وحيدة . لكن بعد ظهور أولى الأفراد الناضجة من الحضنة يصبح هناك نوع من العلاقة الإجتماعية داخل العش . بالإضافة إلى ذلك، عدد الإناث في العش يزيد تدريجيا مع مرور الوقت، و هي تشارك بشكل ملحوظ في تعميق العش.

النظام الغذائي للنحلة *Lasioglossum malachurum* يختلف على حسب الطبقات الإجتماعية المنتجة خلال كل حضنة . كريات خبز النحل المخصصة لتغذية اليرقات العاملات في الحضنة الأولى و الثانية مكون أساسا من حبوب الطلع للعائلات النباتية *Brassicaceae* و *Asteraceae* على التوالي . في حين يتكون غذاء اليرقات الملكات و الذكور من حبوب طلع *Asteraceae* و *Apiaceae*.

كلمات السر: *Lasioglossum (Evylaeus) malachurum*, Halictidae , الدراسة البيولوجية, سهل الشلف, النظام الغذائي.

Study of variation biology of terricole bee *Lasioglossum (Evylaeus) malachurum* Kirby, 1802 (Hymenoptera : Apiformes : Halictidae) in the plain of Chélif.

Abstract

The study of terricole bee biology *Lasioglossum malachurum* Kirby, 1802 (*Hymenoptera: Halictidae*) in the plain of Chélif shows a very marked variation in cycle of survival. She lay three broods per year, the first two are composed of workers, while the last one is composed mainly by the sexual castes. The cycle of survival of the bee nest averages 144 days. She characterized by alternating of four actives phases and three phases break.

In early foundation phase, the colony has solitary. Thereafter, it becomes eusocial after the emergence of the first brood. In addition, the number of females per nest increases gradually over time, involved in deepening the nest during the last brood.

The diet of the bee *Lasioglossum malachurum* varies depending on the castes produced in each brood. The high proportion of pollen balls destined for feeding the first and the second brood are composed by pollens of *Asteraceae* and *Brassicaceae* plants successively. While the third brood food consists mainly of pollens of *Asteraceae* and *Apiaceae*.

Keys words : *Lasioglossum (Evylaeus) malachurum* ; *Halictidae* ; biology ; plain of Chélif; The diet.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier le directeur de thèse monsieur KOUDJIL M. maitre de conférences « A » à l'université de Chlef pour ces aides inconditionnelles à tous les moments, malgré sa blessure au début de cette étude.

Mes remerciements vont également à monsieur le Professeur DOUMANDJI S.E. Directeur de l'école doctorale, pour tous les conseils et la proposition de ce sujet, et pour m'avoir fait l'honneur d'examiner cette thèse.

Je remercie Madame le professeur DOUMANDJI-MITICHE B. Chef de département de zoologie agricole et foresterie de l'ENSA d'El-Harrach, pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant de présider le Jury de soutenance.

Je remercie madame BENDIFALLAH L. maitre de conférences classe « A » à l'université de Boumerdes et madame AOUAR-SADLI M. maitre de conférences classe « A » à l'université de Tizi-Ouzou , qui m'ont fait l'honneur de participer au Jury de soutenance; je les en remercie profondément.

Je remercie ma mère et mon père pour vos soutiens, qui a toujours encouragé et soutenu toutes mes idées et mes projets, et pour l'intérêt qu'ils ont toujours porté à ce que je réalise.

Je remercie messieurs le directeur BOUTIBA A. et le directeur adjoint des études AMZERT A. de l'institut des sciences agronomiques a l'université de Chlef, pour m'avoir accueilli au sein de cet établissement.

Je tiens à remercier monsieur PAULY collaborateur scientifique de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique pour l'identification de l'abeille *Lasioglossum malachurum*, et messieurs NADJI et MOKHTARI pour l'identification de nombreuses plantes à fleurs durant cette étude.

Je remercie le responsable de l'exploitation agricole collectif monsieur BOUCHAKOUR et les responsables de la subdivision de l'agriculture de la Daira d'El-Attaf, pour m'avoir autorisé le libre accès à la station d'étude.

Je tiens à remercier madame BOUDOUR, ingénieur du laboratoire de zoologie à l'université de Chlef, pour m'avoir permis de travailler librement même pendant les vacances.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I-ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1.1-Etude bibliographique sur l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i>	3
1.1.1-Description de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i>	3
1.1.2-Classification	5
1.1.3-Synonyme	6
1.1.4-Cycle biologique	6
1.1.5-Préférences alimentaires	7
1.1.6-Répartition géographique	8
1.2-Présentation de la zone d'étude « La plaine d'El-Attaf »	9
1.2.1-Situation géographique	9
1.2.2-Données pédo-climatiques	10
1.2.2.1-Facteurs édaphiques de la zone d'étude	10
1.2.2.1.1-La géologie de la plaine d'El-Attaf et ses bordures	10
1.2.2.1.2-Les sols de la plaine d'El-Attaf	11
1.2.2.2-Facteurs climatiques de la zone d'étude.....	12
1.2.2.2.1-La température	12
1.2.2.2.2-La pluviométrie	13
1.2.2.2.3-l'humidité relative de l'air	14
1.2.2.3-Diagramme ombrothermique de Gaussen	15
1.2.2.4-Climagramme d'Emberger	15
CHAPITRE II - MATERIELS ET METHODES	17
2.1. - Choix et description de la station d'étude	17
2.1. 1. - Description de la station	18
2.1.2. – étude de la végétation de la station.	18
2.2. - Méthodologie adoptée	22
2.2.1- Méthode adoptée pour le suivi de la phénologie de l'activité des nids :	22
2.2.1.1- Identification des nids de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i> sur le terrain	23
2.2.1.2- Méthode de mesure des phases d'activité des nids de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i>	24
2.2.2- Etude de l'évolution du couvain	26
2.2.2.1- Techniques d'excavation des nids :	28
2.2.2.2- Echantillonnage des nids creusés	29
2.2.2.3- Technique utilisée pour le calcul du sex-ratio :	30
- Détermination du sexe des adultes	33
2.2.3 - Etude de l'arrangement de l'intérieur du nid	33

2.2.4- Technique utilisée pour l'étude du régime alimentaire de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i>	34
2.2.4.1- Préparation des échantillons des boules de pain d'abeille :	35
2.2.4.2- Prélèvement et identification des plantes dans le site d'études.....	35
2.2.4.3- Préparation des grains de pollens de références.....	35
2.2.4.4- Caractérisation et comparaison des grains de pollens de références.....	35
2.3. - Méthodes d'exploitation des résultats	38
2.3.1. - Utilisation des indices écologiques de composition	38
2.3.1.1. – Richesse totale	38
2.3.1.2- Abondance relative:	38
2.3.1.3. – Fréquence d'occurrence.....	39
2.2.3. - Méthodes statistiques	39
2.4.3.1-Analyse de la variance (ANOVA)	39
2.4.3.2. - Test de Khi-2 (X^2).....	39
2.4.3.3. – Analyse de la corrélation	40
CHAPITRE III- RESULTATS.....	41
3.1-Résultats de suivi de la phénologie de l'activité des nids	41
3.1.1-Evolution des états d'activité des nids	41
3.1.2-Phénologie des nids dans les 3 quadrats	43
3.1.3-Durée des phases de survie des nids de <i>Lasioglossum malachurum</i>	44
3.1.4- Taux de réussite des nids à passer à la prochaine phase active	45
3.1.5-Suivi de la phénologie de l'activité des nids par les tests statistiques	45
3.1.5.1-Exploitation des résultats de survie des nids par l'ANOVA.....	46
3.1.5.1.1-Comparaison entre les durées des phases de survie des nids	46
3.1.5.1.2-Comparaison entre la somme des durées des phases actives et inactives des nids	47
3.1.5.1.3- Effet de la période de fondation des nids sur la durée des différentes phases de survie	47
3.1.5.2-Exploitation des résultats de survie des nids par le test de corrélation	48
3.1.5.2.1-Relation entre la somme des durées des phases actives et inactives ...	48
3.1.5.2.2-Relation entre la somme des durées des phases actives et la durée du cycle de survie des nids	49
3.1.5.2.3-Relation entre la somme des durées des phases inactives et la durée du cycle de survie des nids	50
3.1.5.2.4-Relation entre la durée de la phase active et la phase inactive prochaine	50
3.1.5.3-Exploitation des résultats de survie des nids par le test de Khi-deux	51
3.1.5.3.1-Effet de la période de fondation des nids sur la réussite de passage à la phase active suivante	51
3.2-Résultats de l'étude de l'évolution du couvain :	52

3.2.1-Exploitation des résultats d'étude de l'évolution du couvain par les test statistiques.....	54
3.2.1.1-Exploitation des résultats de l'évolution du couvain par l'ANOVA	54
3.2.1.1.1-Comparaison entre la taille des trois couvains	54
3.2.1.1.2- Comparaison du nombre de femelles par nid entre les trois couvains	55
3.2.1.2-Exploitation des résultats de l'évolution du couvain par le test de corrélation.....	55
- Relation entre le nombre de femelles et la taille du couvain.....	55
3.3-Résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid :	56
3.3.1-Exploitation des résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid par les tests statistiques	60
3.3.1.1-Exploitation des résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid par l'ANOVA	60
3.3.1.2-Exploitation des résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid par le test de corrélation.....	63
3.4-Résultats de l'étude du régime alimentaire.....	64
3.4.1-Description et photos des pollens trouvés dans les boules de pain d'abeille... 70	
3.4.1.1- Famille des Apiaceae - Pollen type de <i>Daucus</i>	70
3.4.1.2- Famille des Asteraceae –Pollen type de <i>Traxacum</i>	71
3.4.1.3- Famille des Asteraceae–Pollen type de <i>Calendula</i>	73
3.4.1.4- Famille des Asteraceae–Pollen type d' <i>Anthemis</i>	74
3.4.1.5- Famille des Asteraceae–Pollen type de <i>Centaurea</i>	75
3.4.1.6- Famille des Boraginaceae –Pollen type d' <i>Heliotropium</i>	76
3.4.1.7- Famille des Brassicaceae –Pollen type de <i>Raphanus</i>	77
3.4.1.8- Famille des Brassicaceae –Pollen type de <i>Sinapis</i>	78
3.4.1.9- Famille des Chenopodiaceae –Pollen type de <i>Chenopodium</i>	79
3.4.1.10- Famille des Lamiaceae –Pollen type de <i>Marrubium</i>	80
3.4.1.11- Famille des Convolvulaceae –Pollen type de <i>Convolvulus</i>	81
3.4.1.12- Famille des Euphorbiaceae –Pollen type d' <i>Euphorbia</i>	82
3.4.1.13- Famille des Geraniaceae –Pollen type d' <i>Erodium</i>	83
3.4.1.14- Famille des Oxalidaceae –Pollen type d' <i>Oxalis</i>	84
3.4.1.15- Famille des Plantaginaceae –Pollen type de <i>Plantago</i>	85
3.4.1.16- Famille des Rhamnaceae –Pollen type de <i>Ziziphus</i>	86
CHAPITRE IV- DISCUSSION	87
4.1-Suivi de la phénologie de l'activité des nids	87
4.2-Evolution du couvain	91
4.3-Etude d'arrangement de l'intérieur du nid	94
4.4-Etude du régime alimentaire	97
CONCLUSION	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	101

LISTE DE FIGURES

Figure 1: Photos illustratives du Male et de la femelle de <i>Lasioglossum malachurum</i>	3
Figure 2: Thorax d'une femelle de <i>L.malachurum</i>	4
Figure 3: Abdomen d'une femelle de <i>L. malachurum</i>	4
Figure 4: Tête d'une femelle de <i>L. malachurum</i> , avec des ponctuations dense sur la partie supérieure du clypéus.....	5
Figure 5: Carte de la région d'étude (Boulaine, 1957).....	9
Figure 6 : Diagramme ombrothermique de gaussen (2000-2012) de la plaine d'El Attaf....	15
Figure 7 : Position de la plaine d'El Attaf dans le Climagramme d'Emberger (2000-2012).....	16
Figure 8:Photo aérienne du site d'étude (Google earth, 2013) (photo satellitaire prise le : 4/5/2011).....	17
Figure 9: Partie nord de l'exploitation (originale).....	18
Figure 10: Quadrat réalisé pour l'étude de la végétation dans le site d'étude.....	19
Figure 11-a: Cartographie de la végétation et la répartition des nids de <i>L.malachurum</i> dans le quadrat 01	21
Figure 11-b: Cartographie de la végétation et la répartition des nids de <i>L.malachurum</i> dans le quadrat 02	21
Figure 11-c: Cartographie de la végétation et la répartition des nids de <i>L.malachurum</i> dans le quadrat 02	21
Figure 12: Nid d'un coléoptère similaire à celui de l'abeille <i>L. malachurum</i> , marqué par la coloration jaune.....	23
Figure 9:Les trois exemples des états d'activité des nids d'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i> (Originale).....	25
Figure 14: Photos du couvain de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i>	27
Figure 15: Creusement d'un nid de l'abeille <i>L.malachurum</i> dans le site d'étude.....	28
Figure 16: Schéma de la méthode de creusement des nids sur le terrain (originale).....	29
Figure 17:Méthode de sexage des nymphes du premier couvain de l'abeille <i>L. malachurum</i> dans les boites.....	31
Figure 18 : Méthode de sexage des nymphes du deuxieme et troisieme couvain de l'abeille <i>L. malachurum</i> dans les boites.....	32

Figure 19: Dispositif de mesure des profondeurs lors du creusement des nids.....	33
Figure 20: Mesures de la cellule réalisée dans notre étude	34
Figure 21: Etude de régime alimentaire de <i>Lasioglossum malachurum</i> de la collecte des boules de pain d'abeille a l'indentification des graines de pollens.....	37
Figure 22: Evolution du nombre de nids de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i> dans la station.....	41
Figure 23: Evolution du nombre de nids fondés et les conditions climatiques durant l'étude.	43
Figure 24: Phénologie d'activité des nids de l'abeille <i>Lasioglossum malachurum</i> dans la plaine d'El-Attaf.....	43
Figure 25: Durées moyennes des phases de survie des nids en jour	46
Figure 26 : Durées moyennes des phases actives et inactives des nids en jour	47
Figure 27: Durée moyenne des phases de survie des nids dans les trois périodes de fondation des nids.....	48
Figure 28: Relation entre la somme des durées des phases actives et inactives.....	49
Figure 29 : Relation entre la somme des durées des phases actives et la durée du cycle de survie des nids.....	50
Figure 30: Relation entre la durée de la phase active et la phase inactive prochaine.....	51
Figure 31: Evolution du couvain et des adultes durant le cycle de l'abeille <i>L. malachurum</i>	52
Figure 32: Taille moyenne des trois couvains de l'abeille <i>L. malachurum</i>	54
Figure 33: Nombre moyen de femelles par nid dans les 3 couvains.....	55
Figure 34: Relation entre le nombre de femelles par nid et la taille du couvain chez l'abeille <i>L. malachurum</i>	56
Figure 35: Début du creusement du nid par une fondatrice hibernée (originale).....	57
Figure 36: Représentation graphique de quelques paramètres du nid d'abeille <i>L. malachurum</i> dans les trois couvains.....	61
Figure 37: Longueur, grand et petit diamètres des cellules dans les trois couvains de l'abeille <i>L. malachurum</i>	62
Figure 38: Abondance relative (%) des pollens types de C1	66
Figure 39: Abondance relative (%) des pollens types de C2.....	67
Figure 40: Abondance relative (%) des pollens types du couvain C3.....	68
Figure 41: Grains de pollens de <i>Daucus carota</i> (Apiaceae) ; <i>Daucus</i> . (T).....	70

Figure 42:Grain de pollen de <i>Scandix pecten-veneris</i> (Apiaceae) ; <i>Daucus</i> . (T).....	70
Figure 43:Grain de pollen d' <i>Andryala rothia</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	71
Figure 44:Grain de pollen de <i>Cichorium intybus</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	71
Figure 45:Grain de pollen de <i>Lactuca serriola</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	72
Figure 46:Grains de pollens de <i>Reichardia picroides</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	72
Figure 47:Grains de pollens de <i>Scolymus hispanicus</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	72
Figure 48:Grains de pollens de <i>Sonchus arvensis</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	72
Figure 49:Grains de pollens de <i>Traxacum dens-lionis</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	72
Figure 50:Grain de pollen d' <i>Urospermum picroides</i> (Asteraceae) ; <i>Traxacum</i> (T).....	72
Figure 51:Grain de pollen de <i>Calendula arvensis</i> (Asteraceae) ; <i>Calendula</i> (T).....	73
Figure 52:Grains de pollens de <i>Carduus pycnocephalus</i> (Asteraceae) ; <i>Calendula</i> (T).....	73
Figure 53:Grains de pollens d' <i>Onopordon macracanthum</i> (Asteraceae) ; <i>Calendula</i> (T).....	73
Figure 54:Grain de pollen de <i>Silybum marianum</i> (Asteraceae) ; <i>Calendula</i> (T).....	73
Figure 55:Grains de pollens d' <i>Anthemis Cotula</i> (Asteraceae) ; <i>Anthemis</i> (T).....	74
Figure 56:Grains de pollens de <i>Chrysanthemum coronarium</i> (Asteraceae) ; <i>Anthemis</i> (T)....	74
Figure 57:Grains de pollens de <i>Centaurea calcitrapa</i> (Asteraceae).....	75
Figure 58:Grains de pollens de <i>Centaurea calcitrapa</i> (Asteraceae).....	75
Figure 59:Grain de pollen d' <i>Heliotropium europaeum</i> (Boraginaceae).....	76
Figure 60:Grains de pollens d' <i>Heliotropium europaeum</i> (Boraginaceae).....	76
Figure 61:Grains de pollens de <i>Raphanus raphanistrum</i> (Brassicaceae).....	77
Figure 62:Grain de pollen de <i>Raphanus raphanistrum</i> (Brassicaceae).....	77
Figure 63:Grain de pollen de <i>Sinapis arvensis</i> (Brassicaceae).....	78
Figure 64:Grains de pollens de <i>Sinapis arvensis</i> (Brassicaceae).....	78
Figure 65:Grain de pollen de <i>Chenopodium album</i> (Chenopodeaceae).....	79
Figure 66: Grain de pollen de <i>Chenopodium album</i> (Chenopodeaceae).....	79
Figure 67:grains de pollens de <i>Marrubium vulgare</i> (Lamiaceae).....	80
Figure 68:grains de pollens de <i>Marrubium vulgare</i> (Lamiaceae).....	80

Figure 69:Grain de pollen de <i>Convolvulus althaeoides</i> (<i>Convolvulaceae</i>).....	81
Figure 70:Grain de pollen de <i>Convolvulus althaeoides</i> (<i>Convolvulaceae</i>).....	81
Figure 71:Grain de pollen de <i>Convolvulus arvensis</i> (<i>Convolvulaceae</i>).....	81
Figure 72:Grains de pollens de <i>Convolvulus arvensis</i> (<i>Convolvulaceae</i>).....	81
Figure 73:Grains de pollens d' <i>Euphorbia chamaesyce</i> (<i>Euphorbiaceae</i>).....	82
Figure 74:Grains de pollens d' <i>Euphorbia chamaesyce</i> (<i>Euphorbiaceae</i>).....	82
Figure 75:Grain de pollen d' <i>Erodium moschatum</i> (<i>Geraniaceae</i>).....	83
Figure 76:Grain de pollen d' <i>Erodium moschatum</i> (<i>Geraniaceae</i>).....	83
Figure 77:Grain de pollen d' <i>Oxalis pes-caprae</i> (<i>Oxalidaceae</i>).....	84
Figure 78:Grain de pollen d' <i>Oxalis pes-caprae</i> (<i>Oxalidaceae</i>).....	84
Figure 79:Grains de pollens de <i>Plantago lanceolata</i> (<i>Plantaginaceae</i>).....	85
Figure 80:Grains de pollen de <i>Plantago lanceolata</i> (<i>Plantaginaceae</i>).....	85
Figure 81:Grains de pollens de <i>Ziziphus lotus</i> (<i>Rhamnaceae</i>).....	86
Figure 82:Grain de pollen de <i>Ziziphus lotus</i> (<i>Rhamnaceae</i>).....	86

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1:Les températures mensuelles moyennes de la plaine d'El Attaf en degrés Celsius (2000-2012).....	13
Tableau 2 Pluviométries moyennes mensuelles au niveau de la plaine d'El-Attaf (2000-2012).....	13
Tableau 3: L'humidité moyenne mensuelle au niveau de la plaine d'El-Attaf (2000-2012).....	14
Tableau 4 : taux de recouvrement dans les 3 quadrats.....	20
Tableau 5:Durée des phases de survie des nids de <i>L. malachurum</i> dans la plaine d'El-Attaf en jour.....	44
Tableau 6:Taux et proportions de réussite des nids à passer à la prochaine phase active.....	45
Tableau 7:Effectif et pourcentage total de réussite et d'échec des nids dans le passage de la phase P1 à la phase P3 à chaque période de fondation des nids.....	52
Tableau 8:Résultats du teste ANOVA du différents paramètres des nids d'abeille <i>L.malachurum</i>	58
Tableau 9:Résultats d'ANOVA sur les paramètres des cellules des couvains	61
Tableau 10:Résultats de corrélation entre les paramètres de la cellule du couvain de l'abeille <i>L. malachurum</i>	63
Tableau 11: résultats d'analyse florale et pollinique chez les trois couvains de <i>L. malachurum</i>	65

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les abeilles (Apoidea) contribuent à la pollinisation de nombreuses espèces végétales sauvages et cultivées (Polidori et al., 2010). En Europe, 80% des espèces végétales dépendent de la pollinisation par les insectes dont la plupart sont des abeilles (Williams, 1994). Morse et Calderone (2000) notent un gain de 5 à 14 billions de dollars par année aux États Unis.

La baisse de la population de l'abeille domestique (Stokstad, 2007) et des abeilles sauvages (Biesmeijer et al., 2006) a été signalée dans de nombreux pays à cause du changement climatique, des compétitions biotiques et d'autres facteurs anthropozoïques telles que la pratique de la monoculture, l'utilisation des pesticides, la destruction des zones de nidification et d'alimentation nécessaire pour ces abeilles (Westrich, 1996 ; Steffan-Dewenter et al., 2002 ; Winfree et al., 2007). De nombreuses études sont lancées par les chercheurs pour augmenter la richesse et l'abondance des abeilles dans les agrosystèmes. Ces études sont basées sur la connaissance des cycles biologiques, la recherche et le développement des méthodes de culture idéale, l'identification des plantes alimentaires convenables et des sites de nidification pour créer des programmes de conservation (Delaplane et Mayer, 2000). L'abeille *Lasioglossum malachurum* (Kirby, 1802) a été largement étudiée en Europe notamment la particularité du mode de socialité (Knerer, 1992). Cette abeille ne dépassant pas les 8 mm de long, appartient à la famille des *Halictidae*. Elle se trouve à l'ouest paléarctique de l'Europe septentrionale au nord d'Afrique et de l'Ibérie à la Caucase (Knerer, 1992).

En Algérie, les principales études faites sur la faune d'apoides sont basées sur la bioécologie (Louadi et Doumandji, 1998a ; Louadi et Doumandji, 1998b ; Bendifallah et al., 2010 ; Bendifallah et al., 2012) et l'estimation de leur rôle dans l'amélioration qualitative et quantitative du rendement des cultures (Benachour et al., 2007 ; Aouar-sadli et al., 2008 ; Benachour et Louadi, 2011) ainsi que la préservation des plantes médicinales (Bendifallah et al., 2010).

Les autres aspects de la biologie des abeilles sauvages n'ont pas été étudiés. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes intéressés à l'étude des variations saisonnières de la biologie de l'abeille terricole *Lasioglossum malachurum* (Kirby, 1802).

Cette étude est basée sur quatre aspects biologiques dans un milieu semi-urbain de la plaine d'El-Attaf.

- Evolution du cycle d'activité des nids.
- Evolution du couvain.
- Architecture des nids.
- Régime alimentaire.

Le plan de travail est divisé en quatre chapitres, le premier concerne l'étude bibliographique. Le deuxième chapitre englobe les techniques et les méthodes utilisées pour l'étude des différents aspects. Le troisième chapitre représente les résultats obtenus, terminés par la discussion en quatrième chapitre.

CHAPITRE I

CHAPITRE I-ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

La première partie du document est consacrée à l'étude bibliographique de l'abeille *Lasioglossum malachurum* et de la région d'étude sous ses divers aspects.

1.1-Etude bibliographique sur l'abeille *Lasioglossum malachurum*

1.1.1-Description de l'abeille *Lasioglossum malachurum*



Figure 1: Photos illustratives du Male et de la femelle de *Lasioglossum malachurum* (Dvořák , 2009)

Les antennes du male sont très longues, atteignant l'abdomen et présentent des flagellums pâles (brun-jaune à jaune ocre) sur les cotés inférieurs. La tête du male est courte et transversalement elliptique. La partie inférieure du clypéus est jaune (Fig.1) (Pesenko et *al.*, 2000) .

L'abeille *L. malachurum* est caractérisée par une taille très grande par rapport aux autres individus du genre *Evyllaesus*, avec une longueur de 7 à 9 mm; tête moins longue que large; metapostnotum rugulate n'atteint pas son bord postérieur (Fig.2).

Le 1^{er} et le 2^{ème} tergite abdominale avec de grandes taches antéro-latérales du tomentum et la zone postérieure du tergite est translucide et un peu jaunâtre à blanchâtre. La tomenteuse antéro-latérale recouvre le 5^{ème} tergite abdominal (Fig.3) (Pesenko et *al.*, 2000 ; Legewie ,1925).

Le premier tergite abdominal de la femelle de *L. malachurum* est plus large avec un rapport longueur / largeur de 0,6. Ce tergite porte des ponctuations très fines et des contours latéraux convexes (Fig. 3) (Pesenko et al., 2000).



Figure 2:Thorax d'une femelle de *L.malachurum*; metapostnotum rugulate (flèche rouge) (originale).



Figure 3:Abdomen d'une femelle de *L. malachurum* (originale).

Les épaulettes du pronotum sont à angle droit (Pesenko et *al.*, 2000 ; Pauly, 2009 ; Pelletier, 2012). Ainsi, la surface postérieure verticale du propodeum est latéralement carénée. De plus, le clypeus est ponctué densément sur la moitié supérieure (Fig.4). L'éperon intérieur metatarsien n'est pas grossièrement pectiné (finement et densément denté) (Pesenko et *al.*, 2000).



Figure 4: Tête d'une femelle de *L. malachurum* avec des ponctuations denses sur la partie supérieure du clypeus (originale).

1.1.2- Classification

Le genre *Lasioglossum* comprend une centaine d'espèces en France. Il s'agit d'un vaste groupe d'abeilles de petite et moyenne taille, dont le degré de socialisation est supérieur aux *Halictus*. Le genre est subdivisé en 2 Sous-genres : *Lasioglossum* et *Evylaeus* (Pelletier, 2012).

La position systématique de *Lasioglossum malachurum* fut établie en 1802 par Kibry. Ainsi, cette espèce appartient selon Pesenko et *al.* (2000) à:

L'embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Hymenoptera

Super-famille : Apoidea

Famille : Halictidae

Sous famille : Halictinae

Genre : Lasioglossum

Sous-genre : Epylaeus

Espèce : *Lasioglossum (Epylaeus) malachurum* (Kirby, 1802).

1.1.3- Synonyme

Halictus longulus Smith, 1848 ; *Epylaeus malachurus* Kirby, 1802 ; *Hylaeus apicalis* Schenck, 1853 ; *H. coriarius* Schenck, 1853 ; *Halictus Malachuroides* Strand, 1909 ; *H. malachurus ssp. Sharifichus* Cockerell, 1937.

1.1.4- Cycle biologique

L'abeille *L. malachurum* est une espèce terricole (Pesenko et *al.*, 2000 ; Pelletier, 2012). Cette espèce forme des agrégations avec une forte densité de nids dans les sols généralement compactes. Ces agrégations peuvent compter plusieurs milliers de nids et persistent pendant plusieurs décennies aux mêmes endroits (Pesenko et *al.*, 2000).

Le cycle de nidification de *L. malachurum* comporte des phases d'activité durant lesquelles les entrées des nids sont ouvertes et les abeilles construisent les cellules du couvain et approvisionnent en pollens leur progéniture. Les phases d'inactivité alternent celles d'activité ; les entrées des nids sont fermées par le sol et aucune abeille ne se trouve en dehors du nid (Strohm et Bordon, 2003 ; Mitesser et *al.*, 2006).

Au début du printemps, Chaque nid est fondé par une femelle hibernée qui s'appelle « La fondatrice ou la reine » (Pesenko et *al.*, 2000 ; Paxton et *al.*, 2002 ; Mitesser et *al.*, 2006), qui construit la galerie principale de 5 mm de diamètre et de 20 à 25 cm de profondeur. Cette galerie se raccorde par un groupe de cellules sessiles à une profondeur de 10 à 15 cm (Pesenko et *al.*, 2000).

Les cellules sont disposées horizontalement. Elles sont ellipsoïdes, et leur extrémité postérieure est un peu plus basse (Pesenko et *al.*, 2000). Les parois des cellules sont lisses et garnies d'une substance huileuse sécrétée par la femelle (Pesenko et *al.*, 2000 ; Trabalon, 1996; Pelletier, 2012). L'abeille stock le pollen sec au fond de la cellule. Par la suite, le pollen est humidifié avec le nectar pour former une boule sur laquelle la fondatrice pond un seul œuf (Pesenko et *al.*, 2000).

La première couvée est constituée entièrement d'ouvrières (Wymans et Richards, 2003 ; Strohm et Bordon-hausser, 2003) qui sont beaucoup plus petites que la reine (Pesenko et *al.*, 2000; Wymans et Richards, 2003) et ne sont pas fécondées en raison de l'absence des mâles (Pesenko et *al.*, 2000). Ces ouvrières préparent 20 à 25 cellules d'une taille légèrement supérieure à celle des cellules construites par la femelle fondatrice (Kamm, 1974 ; Pesenko et *al.*, 2000). C'est à partir de ces cellules que le deuxième couvain d'ouvrières a émergé (Pesenko et *al.*, 2000). Le développement de l'abeille *L. malachurum* du stade œuf au stade adulte dure 22 jours à 25°C (Weissel et *al.*, 2006).

Les ouvrières de la première couvée, ne vivant que de 3 à 4 semaines, meurent progressivement, bien que certaines d'entre elles, restent en vie jusqu'à l'émergence du deuxième couvain d'ouvrières (Pesenko et *al.*, 2000). Les ouvrières de la deuxième couvée, plus nombreuses que la première (Plateaux-Quenu, 1972 ; Pesenko et *al.*, 2000 ; Wymans et Richards, 2003), construisent de 60 à 65 cellules, dans lesquelles le couvain de sexués est élevé. Les cellules de ce dernier couvain sont encore plus longues (11 à 12 mm) et plus larges (5 à 6 mm de diamètre) (Pesenko et *al.*, 2000). Noll (1931) suppose que la plupart des mâles de l'espèce proviennent des ouvrières non fécondées. Après la copulation, les mâles meurent en quelques jours. Les jeunes reines fécondées hivernent soit dans leur nid maternel, ou à une petite galerie construite dans son voisinage (Pesenko et *al.*, 2000).

Tant que la famille s'agrandit, le nid devient plus profond (Pesenko et *al.*, 2000). Selon les observations de Legewie (1925), la première couvée d'ouvrières se développe à une profondeur de 10 à 15 cm, la deuxième est établie vers 40 à 50 cm, et la troisième de 60 à 70 cm.

Pendant la période de vol des ouvrières, le diamètre de la partie supérieure de la galerie principale est un peu réduit (2,5 à 3,0 mm) et ses murs sont lissés, et parfois garni d'une substance sécrétoire et coalescente. Ce rétrécissement a pour but d'augmenter la protection du nid (Pesenko et *al.*, 2000).

Il existe une division du travail entre les ouvrières, quelques individus réalisent la protection du nid, d'autres cherchent la nourriture, et les ouvrières de l'intérieur du nids inspectent et nettoient les cellules (Pesenko et *al.*, 2000). Habituellement, les ouvrières ne vivent que 3 à 4 semaines, alors que la reine peut vivre plus d'une année (Pesenko et *al.*, 2000 ; Mitesser et *al.*, 2006).

1.1.5- Préférences alimentaires

Toutes les abeilles à langue courte ont une préférence marquée pour les fleurs à pétales libres où pollen et nectar étant directement accessibles. Leur couleur est très souvent blanche ou jaune (Pelletier, 2012).

Les Astéracées (Composées) sont les plus fréquemment visitées, puis les Rosacées et les Apiacées (Ombellifères). Parmi les Astéracées bien connues on trouve le pissenlit, la chicorée, l'aster, le tournesol et les centaurees (Pelletier, 2012).

1.1.6- Répartition géographique

L'abeille *L. malachurum* est largement distribuée en Europe. Elle se trouve communément en Afrique du nord et en Sud-ouest d'Asie, en Iran et au Sud du Turkménistan. Elle est courante dans les steppes et les déserts (Pesenko et *al.*, 2000).

En Algérie, cette espèce a été signalée à Alger, Média, Constantine, Taraf et à Annaba par Saunders (1908), à Tébessa par Benarfa (2005) et à Khenchla par Maghni (2006).

1.2-Présentation de la zone d'étude

1.2.1-Situation géographique

La plaine du Chélif constitue une vaste dépression s'étendant d'est en ouest dans la partie orientale sublittorale de l'Algérie (Fig.5) sur une superficie totale de 44,630 km², le long d'oued Cheliff (Pomel et Pouyanne ,1897 ;Baulaine ,1957 ;Saidi et al. ,1999 ;Walter et al. ,2001 ;Benkrid ,2008) , elle est situé entre 34° et 36° 30' de latitude Nord et 0° et 3° 30' de longitude Est (Baulaine ,1957). Elle fait partie du grand bassin versant « Chélif-Zahrez » qui occupe plus de 22 % de la superficie de nord Algérie (Benkrid , 2008). Elle est limitée par les monts de (Tetteri) media à l'Est, le périmètre de la Mina à l'Ouest, le massif du Dahra au Nord et le massif d'Ouarsenis au Sud (Pomel et Pouyanne , 1897 ; baulaine ,1957 ; Walter et al. ,2001 Benkrid ,2008).

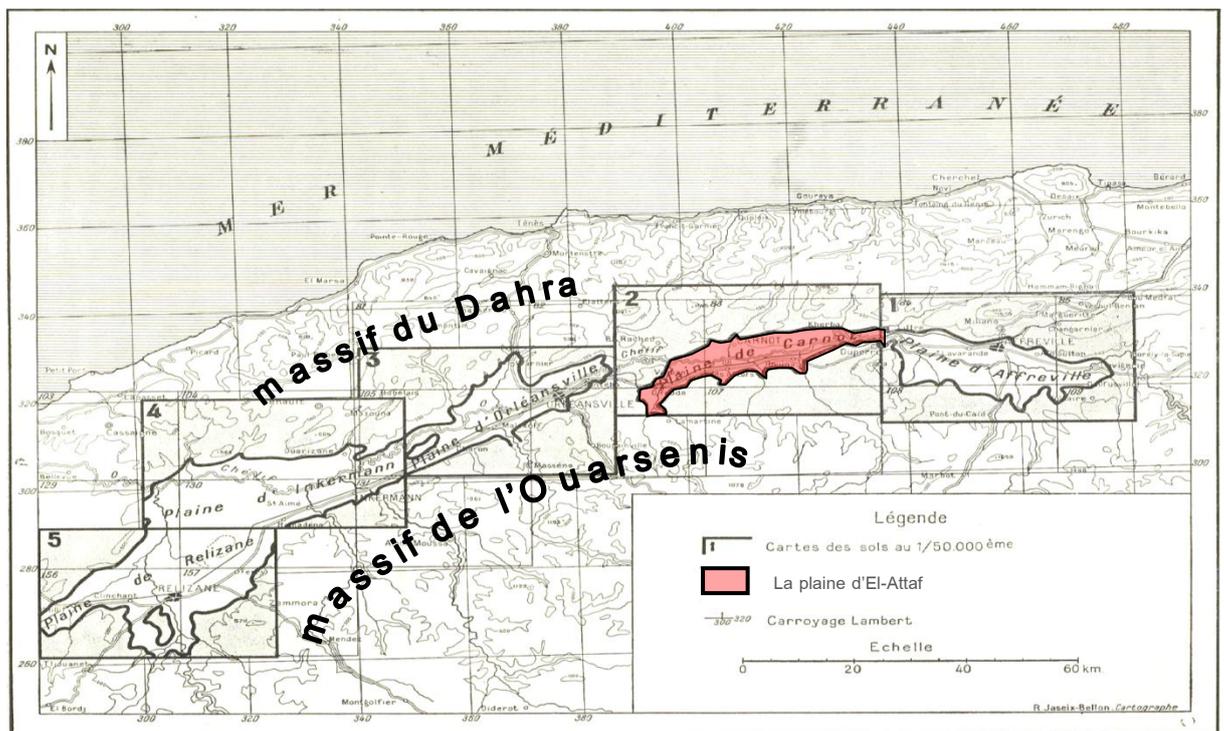


Figure 5: Carte de la région d'étude (Boulaine, 1957).

Cette plaine se trouve naturellement divisée en trois parties bien distinctes : les haut, moyen et bas-Chélif, avec des altitudes moyennes respectives de 300, 160 et 70 mètres (Pomel et Pouyanne , 1897 ; Baulaine , 1957 ;Saidi et al. ,1999).

La présente étude se déroule dans la plaine d'Attaf (Fig.5), comprise entre Ain-Defla et Oued El- Fodda, moins large (8kilometre en moyenne) et plus accidentée par rapport aux autres plaines du Chélif (Pomel et Pouyanne ,1897 et Boulaine ,1957).

1.2.2-Données pédo-climatiques

Au sein des facteurs abiotiques, les paramètres édaphiques et climatiques sont traités.

1.2.2.1-Facteurs édaphiques de la zone d'étude

Les facteurs édaphiques qui retiennent l'attention sont d'ordre géologique et pédologique pour la plaine d'El-Attaf.

1.2.2.1.1-La géologie de la plaine d'El-Attaf et ses bordures

La plaine d'El-Attaf est une formation alluvionnaire quaternaire bordée au nord et au sud par des formations pliocène et miocène (Boulaine, 1957).

Le bassin versant des affluents de la rive gauche du Chélif est souvent beaucoup plus étendu que celui des affluents de la rive droite. En effet, l'arrière-pays des plaines du Chélif est constitué au Sud du cours par l'Atlas Tellien qui est plus élevé et pourtant moins récemment tectonisé que l'Atlas Littoral. Les formations miocènes ne forment qu'une bordure à relèvement Monoclinal. Tandis que les schistes et les calcschistes crétacés affleurent sur de vastes espaces au milieu desquels les affleurements jurassiques sont l'exception : ils constituent des massifs isolés, comme le massif culminant de l'Ouarsenis, de Djebel Temoulga à l'ouest d'Oued-Fodda, le Doui, les Zaccars.

Toute la partie Sud de la plaine, jusqu'au massif du Temoulga est bordée par des carapaces calcaires qui recouvrent des formations gréseuses du pliocène marin et des marnes plus ou moins sableuses attribuées au Miocène. En bordure de la plaine, jaillissent des eaux thermales qui sont parfois salées.

Plus à l'ouest, au Sud de Rouina, le Djebel jurassiques de Doui est formé de permo-trias, schistes et surtout quartzites ainsi que de roches éruptives parmi lesquelles on trouve surtout des roches intrusives holocristallines, des roches d'épanchement vitreuses et des tufs volcaniques connu pour son minerai de fer.

En rive gauche, la vallée de l'oued Fodda est bordée par des falaises de grès qui sont très érodés et un glacis de colluvions les borde. Au nord-ouest le bassin miocène est flexuré en bordure de la plaine et les formations continentales attribuées au pliocène supérieur qui le surmontent ont elles-mêmes un pendage élevé et plongent sous la plaine.

Dans la plaine de El-Attaf le bassin Miocène s'ouvre vers l'Ouest et le Pliocène marin et continental apparaît à la bordure immédiate de la plaine ; les couches sont très redressées en rive droite et les facies gréseux dominant. Dans l'arrière-pays les schistes et les marnes sont très répandus. De sidi-lakhdar à l'Abadia l'érosion a raviné les schistes et les formations tendres, et les produits de cette érosion forment dans les plaines de grands glacis d'accumulation dont les sols ont des caractères liés à ceux des roches dont les matériaux sont issus.

A partir d'El-Abadia, le bassin versant des plaines du Chélif est presque exclusivement situé sur des formations néogènes. Celles-ci sont largement plissées ou affectées de flexures et de failles en particulier de part et d'autre d'Ouel-Farès.

1.2.2.1.2-Les sols de la plaine d'El-Attaf

Les sols de cette plaine sont formés dans des alluvions quaternaires (Boulaine, 1956, 1957 ; Kayser ,1959).

Dans le lit majeur de Chélif et les bourrelets de ces affluents, il ya la formation des sols alluviaux non évolués, très souvent des sols sablonneux perméables.

Des sols hydromorphes bien localisés surtout au nord de Bir Saf-Saf, Ce sont des sols argileux, où les eaux de ruissellement s'accumulent temporairement en hiver. Elles y disparaissent assez vite et les sols sont desséchés en été.

Des sols calciques se trouvent répartie un peu par tous en bordure des ravins, et sur le rebord des glacis anciens, Ce sont des sols peu épais, rarement argileux toujours riches en sables et en cailloux, le plus souvent calcaires.

Le piémont Nord de la zone, situé entre la ville de Ruina et El-Attaf est constitué de terrasse récente et surtout recouverte de sols alluviaux complexes à texture argileuse ,alors que Le piémont Sud est constitué de formations anciennes et les sols qui les recouvrent sont des sols évolués, lessivés, rubéfiés et décalcifiés à texture limoneuse bien pourvus d'éléments grossiers et de couleur rouge ,très pauvre en calcaire.

Au nord de la partie centrale de la plaine d'El-Attaf , de est d'El-Abadia à Oued-Fodda, on trouve surtout des sols présentant un début de décalcification et des

horizons d'accumulation tantôt nettement différenciés tantôt plus profonds, à texture limoneuse riche et perméable .

Dans la partie de la plaine située entre le Djebel Temoulga et le confluent de l'Oued-Fodda avec le Chélif, les lits majeurs de ces deux oueds délimitent une vaste portion de la terrasse récente qui a pris le nom de plaine de Bir Saf-Saf, elle est formée essentiellement par des sols lourds limoneux et limoneux-argileux .

Autour du village d'Oued-Fodda, Les sols alluviaux complexes de la terrasse récente forment une bande relativement étroite de part et d'autre du lit et ils sont parcourus par des chenaux d'écoulement des eaux de crue et par d'anciens lits d'oueds.

La dépression d'Ain-Defla est occupée par des sols hydromorphes à encroûtement calcaire et par des sols colluviaux.

Au sud d'El-Amra, la terrasse récente est partout recouverte de sols alluviaux complexes dont la texture est relativement grossière pour une formation de ce genre. Des lambeaux de terrasses plus anciennes recouvertes de sols évolués, décalcifiés, rubéfiés et lessivés.

Au nord, la vallée du Chélif est bordée par un vaste glacis d'accumulation provenant des massifs gréseux et des formations quaternaires anciennes, ce sont des sols légers, limoneux sablonneux, parfois un peu caillouteux (Boulaine, 1956, 1957).

1.2.2.2-Facteurs climatiques de la zone d'étude

Les facteurs climatiques pris en considération dans notre étude sont les températures, les précipitations, et l'humidité relative.

1.2.2.2.1-La température

La température est le facteur le plus important qui influe directement sur les êtres vivants et leur environnement (Campbell et *al.*, 2008 ; Dreux, 1980 ; Dajoz, 1982). Les températures mensuelles moyennes pour la plaine d'El-Attaf sont regroupées dans le tableau 1

Tableau 4: Les températures mensuelles moyennes de la plaine d'El Attaf en degrés Celsius (2000-2012).

Années	2000-2012												
Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moyenne
T (°C)	11,0	12,0	14,9	16,9	21,9	27,4	30,5	30,3	26,0	21,5	15,5	12,2	20,0

(ONM, 2013)

D'après les températures mensuelles moyennes enregistrées dans le tableau 01, nous constatons que le mois le plus froid est janvier avec une valeur de 11°C, tandis que le mois le plus chaud est Juillet avec une température mensuelle moyenne de 30,5°C. Cet écart considérable entre les températures de l'été et l'hiver (20°C) nous indique une continentalité très nette du climat de cette plaine (Belayew, 2004) causé par la présence des massifs d'Atlas littoral au nord qui empêchent le passage des vents humides littoral est crée les conditions d'aridité dans la plaine (Schowalter, 2011).

Le risque de gelé est étalé du mois de Novembre au mois de mars (T°C mensuelle moyenne <15°C) alors que le mois d'avril est à risque de gelé moyen (15 °C < T > 20°C) (Tassin, 2012).

1.2.2.2-La pluviométrie

D'après Faurie et *al.* (1984), la température avec les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat. Elles englobent toutes les chutes d'eau arrivant au sol telle que la pluie, la neige, les rosées, le brouillard et la grêle, mais les chutes de pluie restent un important moyen de contribution à l'apport d'eau (PREVOST, 1999).

Les quantités de pluies mensuelles enregistrées dans la plaine d'El-Attaf sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 5 Pluviométries moyennes mensuelles au niveau de la plaine d'El-Attaf (2000-2012)

Années	2000-2012												
Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Totaux
P (mm)	31,3	46,6	36,0	45,2	24,0	5,4	2,9	6,1	7,6	35,7	67,1	48,6	356,4

(ONM, 2013)

Durant les années de 2000 à 2012, la pluviométrie annuelle dépasse les 350 mm dans la région d'étude, tandis que le mois de Novembre est le plus pluvieux avec 67,1mm tandis que le mois le moins pluvieux est juillet (2,9 mm).

1.2.2.2.3-l'humidité relative de l'air

Selon Bonnemaïson (1950) l'humidité relative de l'air peut faciliter ou inhiber le vol des ailés. Les vols sont fréquents pour une humidité inférieure à 75% et une température comprise entre 20 et 30 C°. Ces vols sont par contre rares lorsque l'humidité est supérieure à 75% et la température est inférieure à 13 C°.

Le tableau suivant indique l'évolution de l'humidité de l'air dans la plaine d'El Attaf durant les années 2000-2012.

Tableau 6: L'humidité moyenne mensuelle au niveau de la plaine d'El-Attaf (2000-2012).

Années	2000-2012											
Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hr (%)	77,0	71,3	64,2	62,5	52,0	39,7	36,2	39,0	49,5	58,3	71,2	75,6

(ONM, 2013)

D'après le tableau 03 nous constatons que les valeurs moyennes de l'humidité relative de l'air de l'année 2000 à 2012 dépassent les 70% du mois de novembre au mois de février. Les valeurs maximales d'humidité sont enregistrées durant le mois de janvier (77%) alors que les valeurs minimales sont enregistrées durant le mois de juillet (36,2%).

1.2.2.3-Diagramme ombrothermique de Gaussen

D'après Dalage et Metaille (2000), le diagramme ombrothermique est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la superposition des figures exprimant d'une part les précipitations et d'autre part les températures.

Bagnouls et Gaussen (1953), définissent la saison sèche comme étant l'ensemble des mois où les précipitations totales mensuelles est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle ($P=2T$).

Ces auteurs préconisent ensuite pour la détermination de la période sèche de tracer le diagramme ombrothermique.

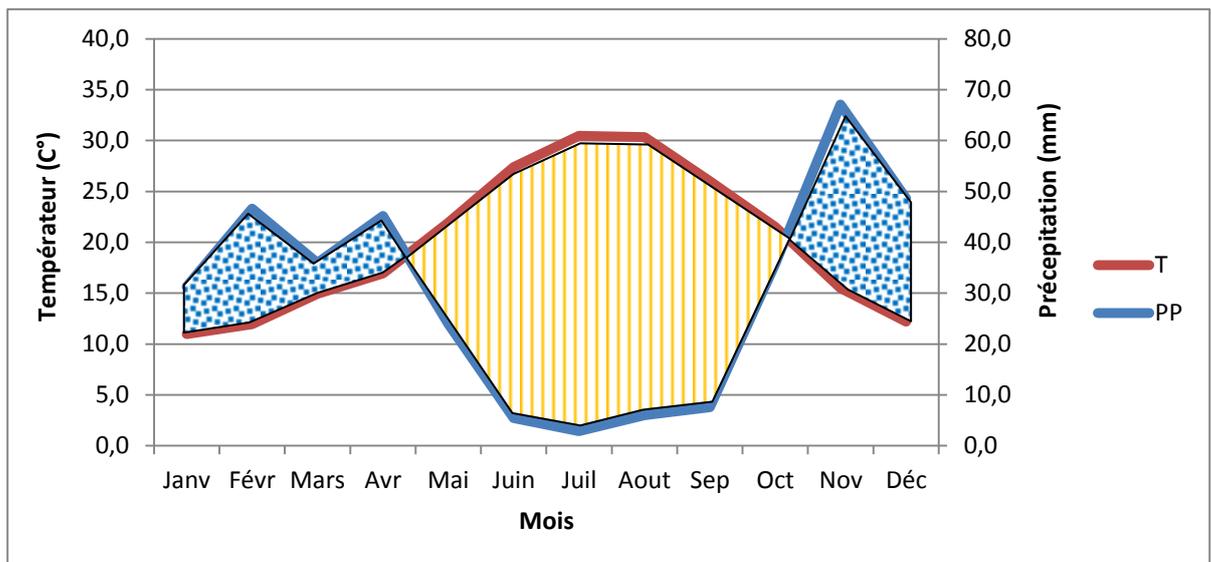


Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Gausson (2000-2012) de la plaine d'El Attaf.

Le diagramme Ombro–thermique de Gausson de la plaine d'El Attaf révèle l'existence de deux périodes, l'une sèche et l'autre humide (Fig.6). La période sèche s'étale depuis la fin avril jusqu'au début d'octobre. La période humide s'étend de novembre jusqu'au mars.

1.2.2.4-Climagramme d'Emberger

D'après Tassin (2012), le Climagramme d'Emberger est plus précis pour la caractérisation du climat d'une région, où il fait intervenir en plus de total de précipitations (P) la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et celle des minima du mois le plus froid(m) :

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, et en ordonnées par le quotient pluviométrique Q3 d'Emberger, nous avons utilisé la formule de STEWART adaptée pour l'Algérie qui se présente comme suit :

$$Q_3 = \frac{3,43 \cdot P}{(M - m)}$$

Q3 : Quotient pluvio-thermique d'Emberger.

P : moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : moyenne des maximums du mois le plus chaud.

m : moyenne des minimums du mois le plus froid.

Entre 2000 et 2012 la valeur de Q3 dans la plaine d'El Attaf est égale à 32,18. Ce qui montre que la plaine d'El Attaf appartient à l'étage bioclimatique -aride à hiver chaud.

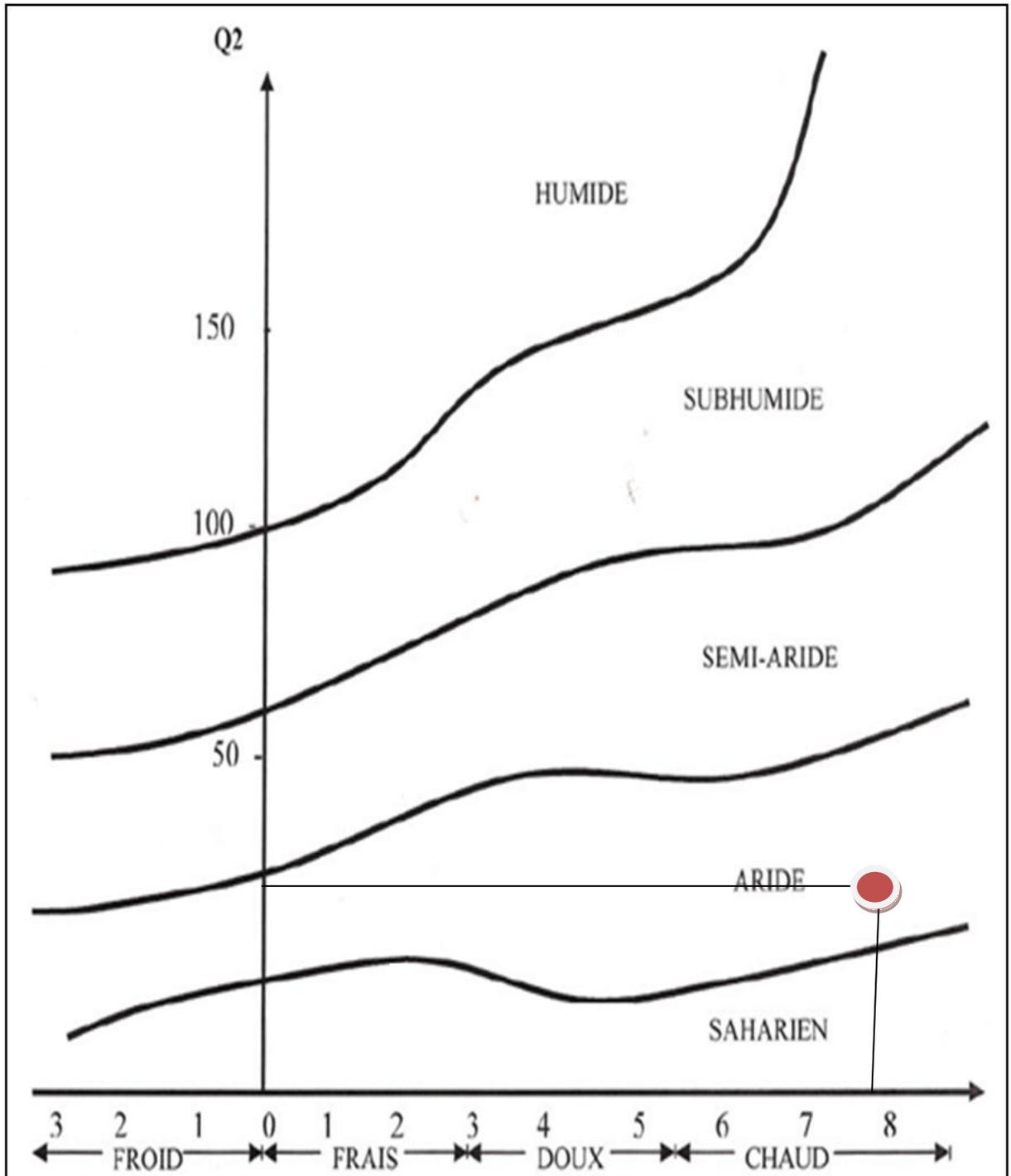


Figure 7 : Position de la plaine d'El Attaf dans le Climagramme d'Emberger (2000-2012).

CHAPITRE II

CHAPITRE II - MATERIELS ET METHODES

Dans ce chapitre, trois axes sont tracés. Le premier traite le choix et la description de la station d'étude. Le deuxième axe concerne les méthodologies adoptées. Le troisième axe regroupe les techniques utilisées pour l'exploitation des résultats.

2.1. - Choix et description de la station d'étude

Notre travail est réalisé à l'exploitation agricole collective N° 34 (Ex-DAS Bouchakour avant le découpage des terres agricoles en 1987). Elle est située à El-Attaf, avec une superficie de 10ha (D.S.A., 2013) et elle est entourée par une masse urbaine. En mars 2013, l'exploitation est orientée vers le secteur de l'urbanisme de la commune d'El-Attaf après la chute successive de rendement des céréalicultures pratiquées pendant plusieurs années.

Le choix de cette station est fait à la suite de l'observation de nombreuses agrégations de nids de l'abeille *Lasioglossum malachurum* au cours d'un recensement de l'entomofaune pollinisateur durant l'été 2012. La partie nord de cette exploitation dans la quelle notre travail de suivi des nids de cette abeille terricole a été fait est séparée du reste de l'exploitation par un drain (Fig.8).

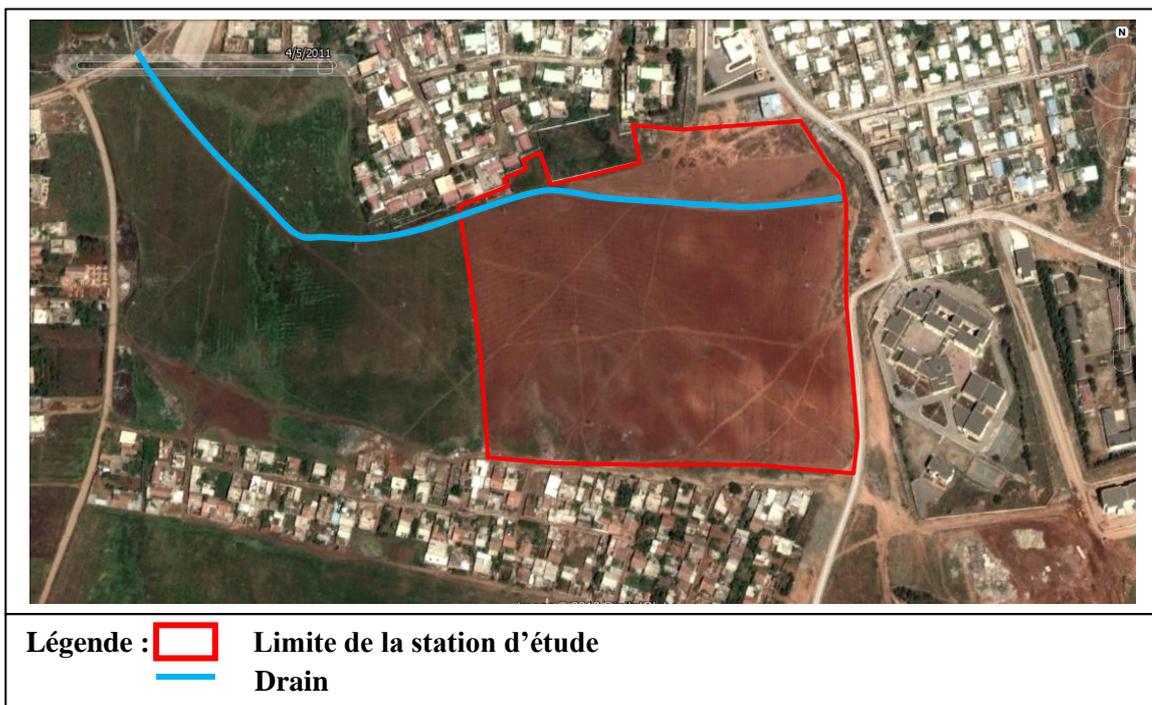


Figure 8:Photo aérienne du site d'étude (Google earth, 2013) (photo satellitaire prise le : 4/5/2011).

2.1. 1. - Description de la station

L'exploitation agricole collective N° 34 (Ex-DAS Bouchakour) appartient à la plaine d'El-Attaf, située à 2 Km au sud de la ville d'El-Attaf, à côté d'une zone urbaine (36° 12' 36.00"N et 1° 40' 48.00" E) située à 185 m d'altitude, avec une pente de 12% et une exposition sud. Elle est en jachère non travaillée depuis 2006. Elle est devenue avec le temps une zone de propagation de la flore herbacée spontanée très diversifiée qui favorise aussi la présence d'une faune bien spécifique à ce type de végétation. Alors que le rapprochement par rapport à la masse urbaine l'expose à des altérations anthropozoïques suite à des activités humaines dans cette zone surtout dans la période sèche.



Figure 9: Partie nord de l'exploitation (originale).

2.1.2. – étude de la végétation de la station.

Trois quadrats de 5×5m² sont réalisés en Mars 2013 pour étudier la végétation de la station d'étude (Fig.10). Ces quadrats sont alignés suivant l'axe Est-Ouest et espacés de 20 mètres entre eux. Les positions de ces quadrats sont les mêmes pour les zones d'étude des nids de l'abeille *L. malachurum*.

Le taux de recouvrement du couvert végétal est calculé par la formule mise par Duranton *et al.* (1982)

$$T = \frac{\pi(d/2)^2 \cdot N}{S} \cdot 100$$

T est le taux de recouvrement d'une espèce végétale donnée exprimé en pourcentage (%).

d est le diamètre moyen de la plante en projection orthogonale exprimé en mètre (m).

S est la surface totale, égale à 25 m².

N est le nombre de pieds d'une espèce végétale donnée.



Figure 10: Quadrat réalisé pour l'étude de la végétation dans le site d'étude (originale).

Les espèces végétales récoltées dans les 3 quadrats sont présentées dans le tableau 4.

L'étude de la végétation par la méthode de quadrat montre un taux de recouvrement moyen de 42,2 %. Il varie de 34,4 %, 40,4 % et 51,7 % dans les quadrats Q1, Q2 et Q3 respectivement.

Tableau 4 : taux de recouvrement dans les 3 quadrats

Famille	Espèces végétales	Taux de recouvrement du Quadrat 01 (%)	Taux de recouvrement du Quadrat 02 (%)	Taux de recouvrement du Quadrat 03 (%)
<i>Araceae</i>	<i>Arisarum vulgare</i>	1,26	1,86	0,84
<i>Asteraceae</i>	<i>Anthemis sp1</i>	-	-	0,82
	<i>Calendula arvensis</i>	-	-	1,03
	<i>Centaurea calcitrapa</i>	1,07	-	-
	<i>Hedypnois cretica.</i>	-	-	1,79
	<i>Onopordon</i>	2,73	4,66	1,94
	<i>Reichardia picroides</i>	0,84	1,16	0,31
	<i>Scolymus hispanicus</i>	4,94	7,86	4,52
	<i>Sonchus arvensis</i>	-	0,29	-
	<i>Taraxacum dens-leonis</i>	6,62	6,62	3,98
	<i>Urospermum picroides</i>		0,52	0,72
<i>Boraginaceae</i>	<i>Nonea vesicaria</i>	0,43	0,58	0,40
<i>Brassicaceae</i>	<i>Matthiola parviflora</i>	0,30	-	-
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	-	-	0,59
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia Chamaesyce</i>	0,30	0,37	0,44
<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium tomentosum</i>	0,67	-	-
<i>Gentianaceae</i>	<i>Centaurium spicatum</i>	-	1,15	1,49
<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium moschatum</i>	3,83	5,07	3,29
<i>Lamiaceae</i>	<i>Marrubium vulgare</i>	1,20	1,49	1,58
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis pes-caprae</i>	-	-	-
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	0,38	0,79	-
<i>Poaceae</i>	<i>Bromus rubens</i>	1,31	2,23	2,69
	<i>Dactylis glomerata</i>	5,28	3,13	20,14
	<i>Hordeum murinum</i>	3,28	2,66	2,12
<i>Polygonaceae</i>	<i>Emex spinosa</i>	-	-	1,37
-	Totaux	34,43	40,44	51,76

La famille des *Asteraceae* (10 espèces) est la plus dominante avec un taux de recouvrement de 17,5 % en moyenne, suivi par les *Poaceae* (3 espèces) avec 14,3 % et les *Geraniaceae* (1 espèce) avec 4,1% en moyenne dans les 3 quadrats. Le taux de recouvrement du reste des familles ne dépasse pas les 1,5% chacune.

Pour ce qui concerne la physionomie du paysage, il s'agit d'un milieu ouvert (Fig.11).

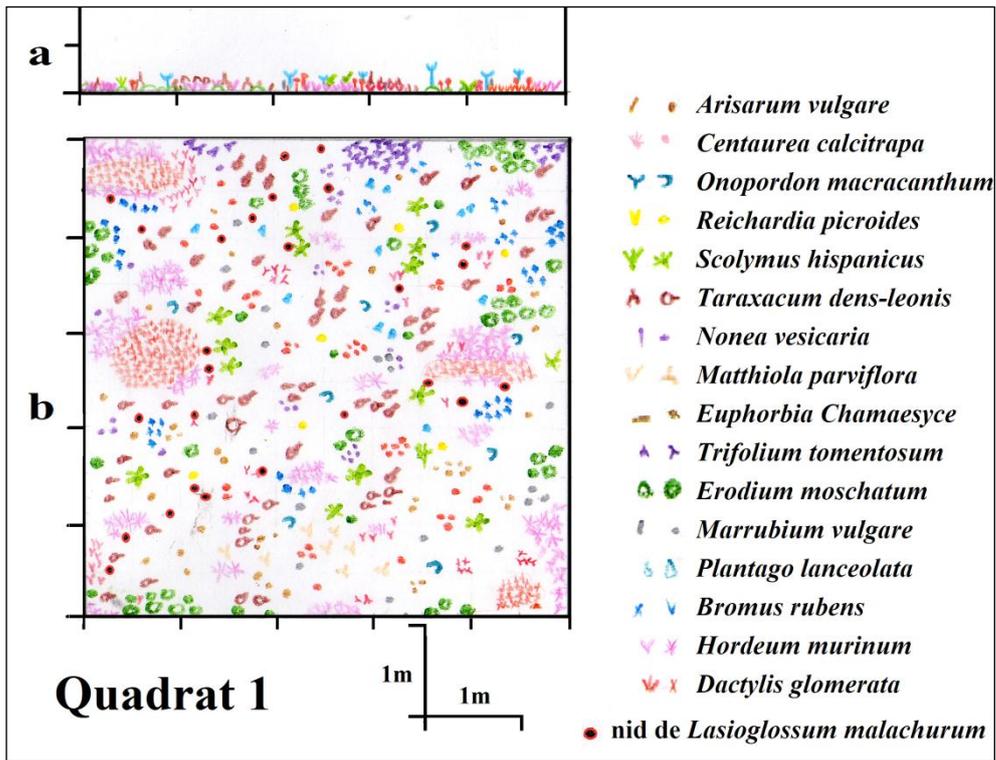


Figure 11-a: Cartographie de la végétation et la répartition des nids de *L.malachurum* dans le quadrat 01 (a : physiognomie ; b : recouvrement végétal).

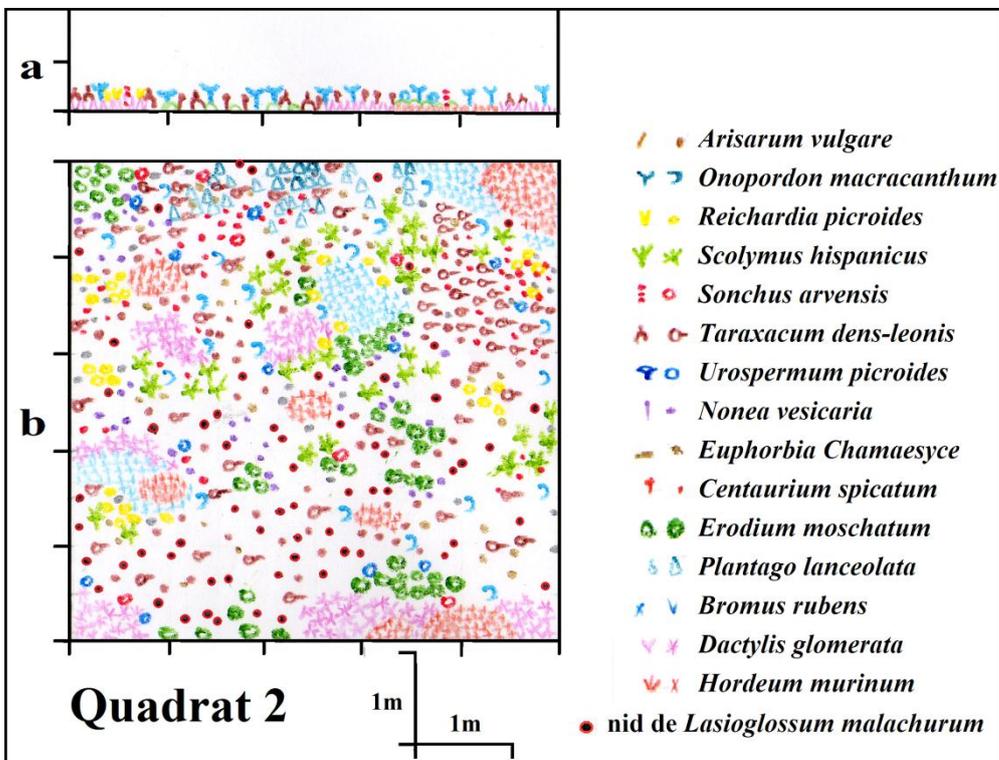


Figure 11-b: Cartographie de la végétation et la répartition des nids de *L.malachurum* dans le quadrat 02 (a : physiognomie ; b : recouvrement végétal).

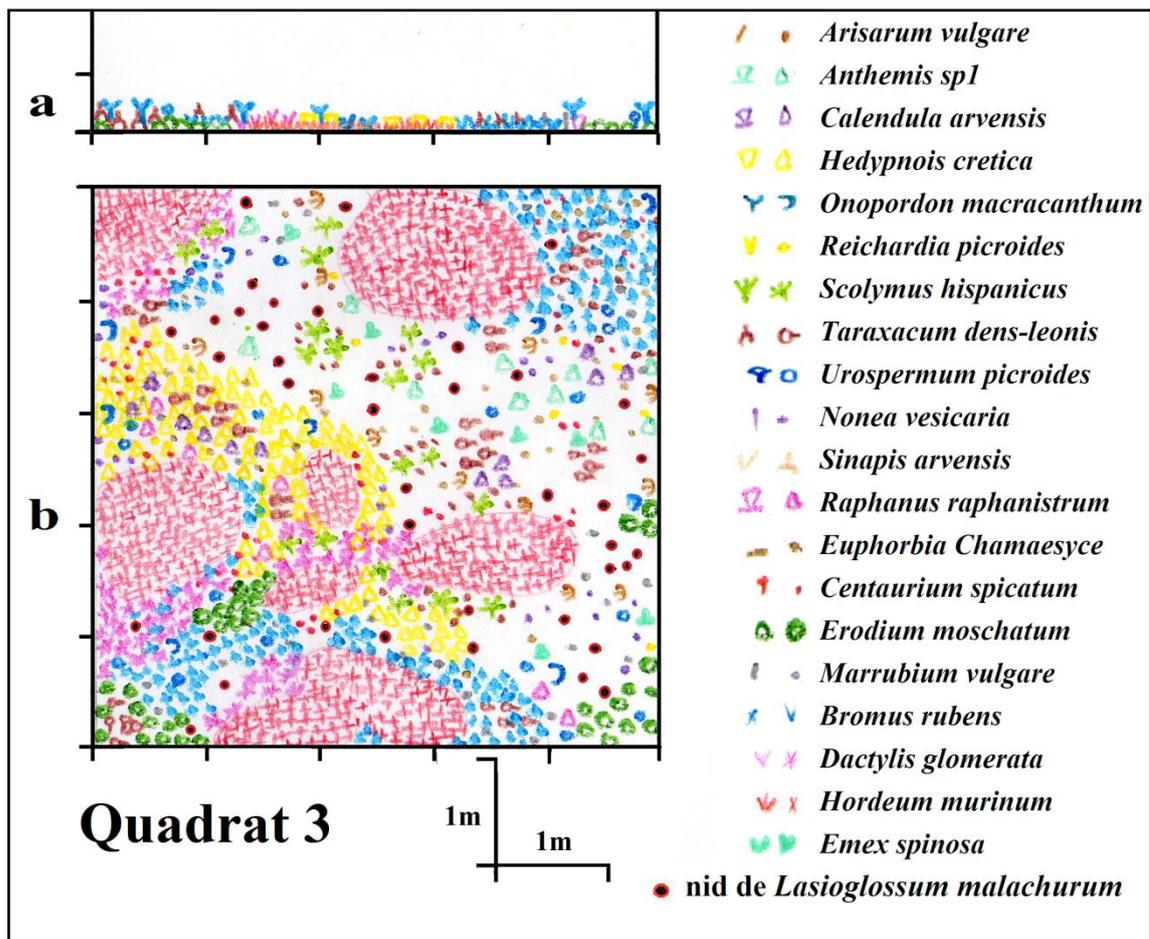


Figure 11-c: Cartographie de la végétation et la répartition des nids de *L. malachurum* dans le quadrat 02 (a : physionomie ; b : recouvrement végétal).

2.2. - Méthodologie adoptée

Notre travail comporte 4 volets qui étudient les différents aspects de la biologie de l'abeille sauvage terricole *Lasioglossum malachurum*. En première partie le suivi de la phénologie de l'activité des nids de l'abeille *L. malachurum* est fait. En suite l'observation de l'évolution du couvain dans chaque phase d'activité est établie. La troisième partie comporte les caractéristiques des nids et leur arrangement intérieur dans chaque phase d'activité. A la fin, le régime alimentaire de l'abeille durant les phases d'activités est étudié.

2.2.1- Méthode adoptée pour le suivi de la phénologie de l'activité des nids :

Le cycle de nidification de la plus part des *Halictidae* eusociales se caractérise par plusieurs couvains qui sont séparés par des pauses d'activité (Poursin et

Plateaux-Quenu, 1982 ; Mitsser et *al.*, 2006). Il n'y a aucune activité en dehors des nids. Pendant ces interruptions les entrées des nids sont généralement fermées (Choe et Crespi ,1997; Strohm et Bordon, 2003 ; Mitesser et *al.* , 2006).

L'objectif est la connaissance de ces phases d'activité et de pause d'activité des nids de l'abeille *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf, et le comptage de la durée de chaque phase.

2.2.1.1- Identification des nids de l'abeille *Lasioglossum malachurum* sur le terrain

Il est très difficile d'identifier les nids de l'abeille *L. malachurum* par l'observation visuelle de la morphologie de leurs tumulus. C'est pour cette raison qu'on a repéré et marqué à l'aide d'une peinture vinylique tous les nids existants au niveau du sol qui présentent une activité. La confirmation des nids de l'abeille *L. malachurum* se fait plus tard, lors des vols des adultes autour de l'entrée des nids repérés précédemment. Le reste des nids qui appartiennent à d'autres espèces sont éliminés par la suite au cours de notre analyse des données (Fig.12).

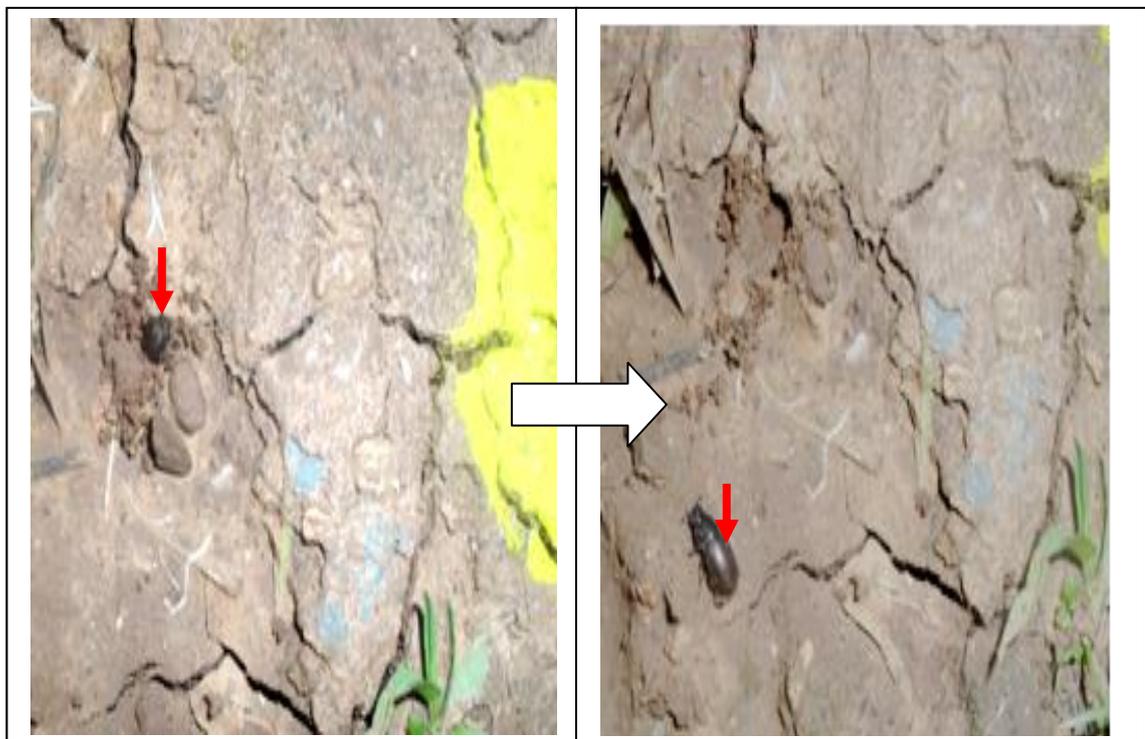


Figure 12: Nid d'un coléoptère similaire à celui de l'abeille *L. malachurum*, marqué par la coloration jaune (a (↓): un coléoptère en train de creuser son nid ; b (↓): le coléoptère après la sortie de son nid).

2.2.1.2- Méthode de mesure des phases d'activité des nids de l'abeille *Lasioglossum malachurum*

La méthode utilisée pour l'estimation de la durée de chaque phase d'activité, phase d'inactivité et la durée de survie des nids d'abeille *L. malachurum* est celle qui a été utilisée par Sakagami et Fukuda (1989) pour l'étude de la phénologie des nids de l'abeille *Lasioglossum duplex*.

Pour cela, le 20 Janvier 2013, avant la reprise et le début de nidification, trois quadrats de 5×5 m² sont établis. Elles sont sur les mêmes positions que les trois quadrats réalisés pour l'étude de la végétation de la station.

Les quadrats sont visités 2 à 3 fois par semaine de 20 janvier jusqu'au 29 juillet 2013. Les nouveaux nids découverts sont marqués chacun par un numéro de couleur bleu sur fond jaune par une peinture vinylique sur le sol, à côté de l'entrée du nid. Sakagami et Fukuda(1989) utilisent une étiquette numérotée fixée avec un clou pour le marquage des nids de *Lasioglossum duplex*.

Pendant chaque sortie, les nids précédemment marqués sont vérifiés et classés en trois catégories:

A : Tumulus frais et massif (**Fig.13-a**), indique une création récente ou réactivation de nid, ou creusement intranidal.

B : présence de tumulus mais plus sec (**Fig.13-b**). Si le tumulus est absent, l'activité du nid a été indiquée par la présence d'un gardien ou des vols d'abeilles, ou l'entrée était fermée avec le sol humide récemment poussé, ou une entrée parfaitement circulaire.

C : l'entrée du nid était complètement fermée ou ouverte mais avec un contour irrégulier (**Fig.13-c**), ou avec tous autres signes d'inactivité (Sakagami et Fukuda, 1989).

Les nids des catégories A ou B sont constatés êtres actifs et ceux de la catégorie C sont inactifs. Si un nid inactif n'est pas réactivé dans la phase active prochaine, la fin de cycle de survie de ce nid est enregistrée le dernier jour d'observation dans la catégorie A ou B (Sakagami et Fukuda, 1989).



13-a)

Nid avec un tumulus
frais



13-b)

Nid avec entrée
nettement circulaire



13-c)

Nid à l'état inactif

Figure 13: Les trois exemples des états d'activité des nids d'abeille *Lasioglossum malachurum* (Originale).

Si un nid a été classé dans la catégorie A ou B , change son état a la catégorie C après N jours sans être contrôlé, le changement de A ou de B à C est supposé avoir lieu près de point médian de N jours (si N est un nombre pair , par exemple 4, on a supposé que A ou B ont continué à la deuxième journée et remplacé par C jusqu'à la troisième journée. Si N est un nombre impair, par exemple 5, A ou B ont continué à la troisième journée et changé à C jusqu'à la quatrième journée) (Sakagami et Fukuda, 1989).

Cette classification a été utilisée dans le calcul de la durée de chaque phase du nid. Le début de chaque phase a été donné par la première journée active pour les phases actives et le premier jour inactif pour les phases inactives (Sakagami et Fukuda, 1989).

2.2.2- Etude de l'évolution du couvain

L'étude de l'évolution du couvain donne des informations très importantes sur le déroulement du cycle biologique des insectes. Pour cette raison, le dénombrement des œufs, des larves et des nymphes (Fig.14) d'abeille *L. malachurum* est réalisé lors du creusement de chaque nid.

L'abeille *Lasioglossum malachurum* est parmi les espèces terricoles qui creusent leurs nids dans le sol (Everaars ,2012). Le couvain de cette abeille se développe dans des cellules en profondeur du sol (Wyman et Richards, 2003 ;Weissel et al .,2006). Donc, il est nécessaire de faire l'excavation périodique des nids pour l'étude de l'évolution du couvain dans le temps.

L'identification de l'abeille *Lasioglossum malachurum* a été faite par le Professeur Alain Pauly collaborateur scientifique de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Ainsi, l'identification des femelles de *L. malachurum* est facilitée par les épaulettes du pronotum qui sont à angle droit ou aigu et portent une ponctuation très fine du premier tergite (Pelletier, 2012 ; Pauly ,2009).



14-a)

Œuf de *Lasioglossum malachurum* sur la boule du pain d'abeille (originale)



14-b)

Reste de la cellule contenant une larve et un peu de nourriture (originale)



14-c)

Nymphe développée de l'abeille *Lasioglossum malachurum* (originale)

Figure 14: Photos du couvain de l'abeille *Lasioglossum malachurum*(originale).

2.2.2.1- Techniques d'excavation des nids :

L'excavation des nids d'abeille est une étape primordiale pour l'étude de l'évolution du couvain, l'arrangement intérieur du nid et la collecte de boules de pollens pour l'étude du régime alimentaire de l'abeille *L. malachurum*

La technique la plus connue pour étudier l'architecture des nids d'abeilles terricoles est celle de remplissage de la galerie par la cire d'abeille. Mais c'est une méthode assez lourde et prend du temps (Tchuengem Fohouo et *al.*, 2004 ; Michner, 2007).

Nous avons fait des essais des 2 autres méthodes :

-Remplissage de la galerie du nid par le ciment blanc soluble qui diffuse difficilement en profondeur pour une galerie de 4 mm de diamètre au maximum, lorsque le sol est sec.

-Soufflage de poudre à l'intérieur de la galerie est la technique la plus facile et qui a donnée des meilleurs résultats dans notre étude. Les chercheurs utilisent plusieurs poudres pour suivre les chemins des galeries du nid en profondeur du sol (poudre des bébés (Richards et *al.* , 2010), plâtre de Paris (Wcislo et *al.* , 1993). Dans notre étude, nous avons utilisé le ciment blanc soufflé par une bouteille de plastique creusé sur le bouchon.

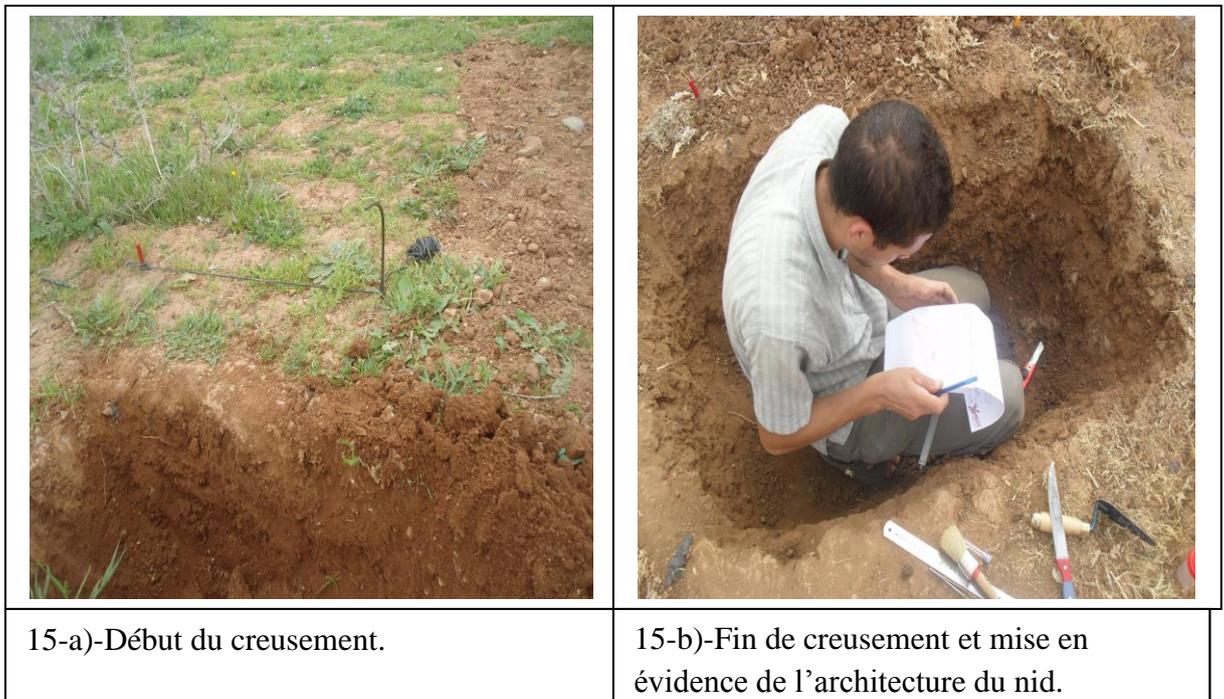


Figure 15: Creusement d'un nid de l'abeille *L. malachurum* dans le site d'étude (originale).

Le jour de creusement, les entrées des nids sont bouchés plus tôt au matin par un morceau de bois cylindrique de diamètre inférieur à celui de l'entrée pour empêcher la sortie des adultes (Hirata et *al.*, 2005).

En suite, le trou de manipulation (50×50cm) est creusé et doit être éloigné de 50 cm par rapport au trou d'entrée (Fig.16).

Le nid est creusé minutieusement par un couteau de cuisine, suivant des couches minces de 1 à 2 cm de profondeur, pour éviter la destruction des cellules rencontrées.

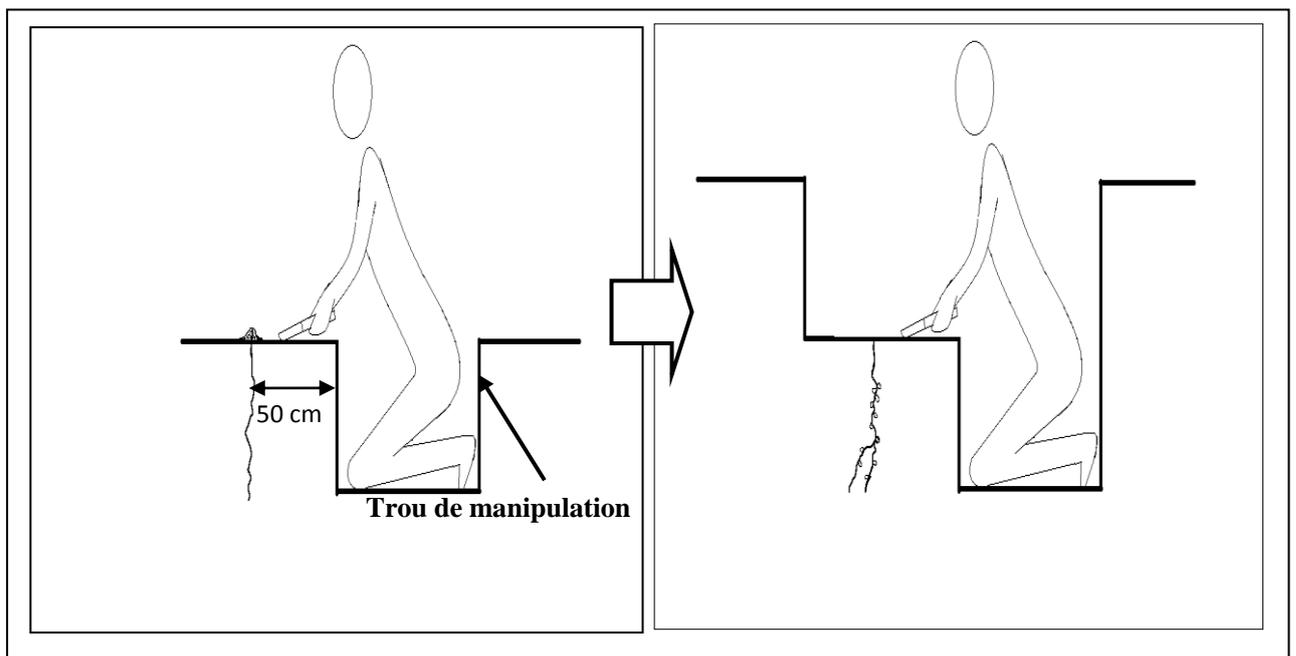


Figure 16: Schéma de la méthode de creusement des nids sur le terrain (originale).

2.2.2.2- Echantillonnage des nids creusés

Les nids choisis pour l'excavation se trouvent un peu loin des 3 quadrats réalisées, et ce, pour ne pas influencer les différentes activités de l'abeille *L. malachurum* à l'intérieur du nid.

Pendant chaque semaine, de nombreux nids sont creusés par la méthode précédemment citée. Ces nids sont choisis au hasard et proche entre eux pour l'excavation de 2 ou 3 nids en même temps (Michener et *al.*, 1955) et par conséquent maximiser le nombre de nids creusés à chaque sortie et minimiser les heures de travail.

Le nombre de nids creusés par sortie varie en fonction des conditions du sol, notamment l'humidité, la profondeur et la ramification du nid.

15 sorties sont réalisées du 9 mars au 22 juin 2013 avec une moyenne de 7 heures de travail fastidieux par sortie pour le creusement de 57 nids d'abeille *L. malachurum*.

2.2.2.3- Technique utilisée pour le calcul du sex-ratio :

C'est la proportion des males dans le couvain. Le principe de la technique utilisée pour le calcul du sex-ratio est basé sur la détermination du sexe des nymphes et des pénymphes après leurs émergences au laboratoire dans des boîtes de 75 cm³.

La procédure de sexage des individus varie selon la disposition des cellules dans le nid dans chaque couvain de *L. malachurum* :

Dans le premier couvain, les cellules se trouvent regroupées dans une chambre en profondeur du sol. Elles sont facilement détachables de la chambre. Dans ce cas, un groupe de cellules (Fig.17-a) est prélevé de 5 nids le 20 Avril 2013 et déposé chacun dans une boîte sur une couche compactée et un peu humide du même sol du nid (Fig.17). Les adultes émergés sont comptés et leur sexe est déterminé.

Au contraire, les cellules du deuxième et du troisième couvain sont dispersées le long des galeries du nid. Dans ce cas, les nymphes prélevées du deuxième couvain sont déposées dans des petits trous réalisés par la tête d'un crayon sur une couche compactée et un peu humide du même sol du nid. Une moyenne de 5 trous par boîte est effectuée pour réaliser cette opération ((Fig.18-a).

Le troisième couvain est caractérisé par une grande étendue de développement entre les individus (le développement des individus est échelonné dans le temps). Pour cela, les larves bien développées, les prénymphe et nymphes sont préparées de la même méthode de deuxième couvain pour calculer le sexage des individus.



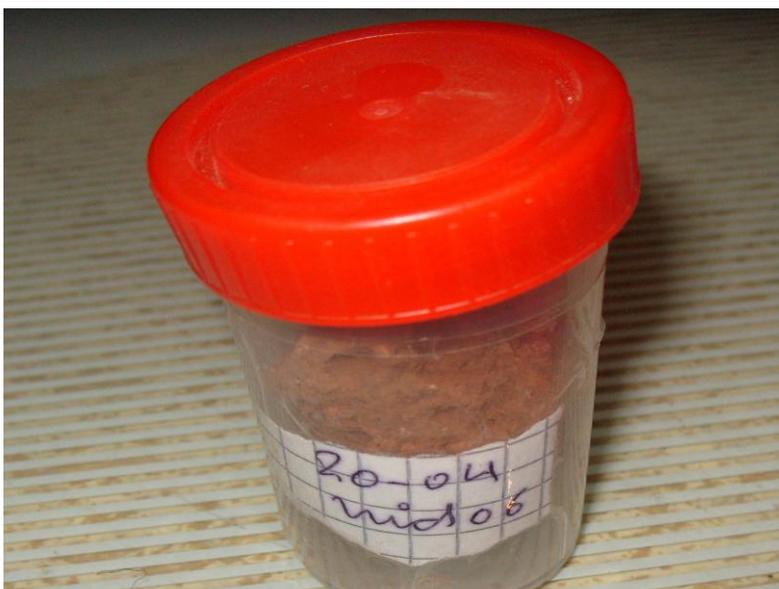
17-a)

Cellules groupées du
1^{er} couvain
(originale).



17-b)

Cellules du 1^{er}
couvain mises dans
une boîte (originale).



17-c)

1^{er} couvain mis en
incubation à l'air
ambient (originale).

Figure 17: Méthode de sexage des nymphes du premier couvain de l'abeille *L. malachurum* dans les boîtes (originale).



18-a)

Trous réalisés pour le dépôt des nymphes (originale).



18-b)

Femelles adultes du 3^{ème} couvain (originale).



18-c)

Mâles adultes du 3^{ème} couvain (originale).

Figure 18 : Méthode de sexage des nymphes du deuxième et troisième couvain de l'abeille *L. malachurum* dans les boîtes (originale).

- Détermination du sexe des adultes

La détermination du sexe des adultes est basée sur le nombre de segments antennaires qui est fixé à 12 segments pour les femelles et 13 segment pour les males chez la plupart des Apoidae (Michener, 2000 ; Michener, 2007 ; Eardley, 2010). De plus, les antennes des males sont plus longue chez le sous-genre *Evylaeus* (Pauly, 1999) et la coloration jaune du Clypeus du male et la présence du dispositif de collecte des pollens dans les tibias postérieurs des femelles.

2.2.3 - Etude de l'arrangement de l'intérieur du nid

L'arrangement de l'intérieur du nid se fait par la mesure de nombreux paramètres du nid au cours du creusement en profondeur dans chaque phase de survie des nids

Les profondeurs sont mesurées par un dispositif comportant une corde orientée d'est-ouest et tendue par deux clous sur ces extrémités, laquelle indique le niveau du sol (Fig.19). Par la suite on mesure la profondeur perpendiculaire par rapport à la corde.

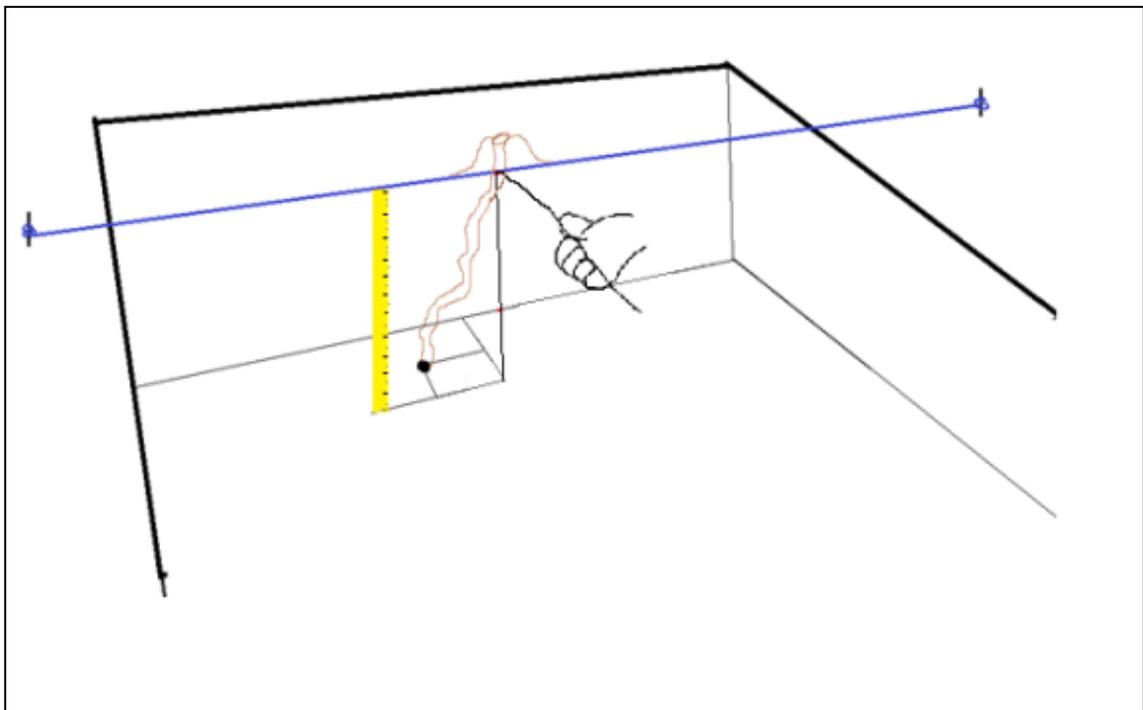


Figure 19: Dispositif de mesure des profondeurs lors du creusement des nids (originale).

De la même façon, on fait la mesure de la profondeur de la première et la dernière cellule, ainsi que la profondeur du nid.

Les diamètres de l'entrée et de la galerie du nid sont mesurés par un pied à coulisse.

L'emplacement de cellules rencontrées lors du creusement est indiqué par rapport aux galeries du nid. La longueur, le grand diamètre et le petit diamètre (Fig.20) sont mesurés par un pied à coulisse.

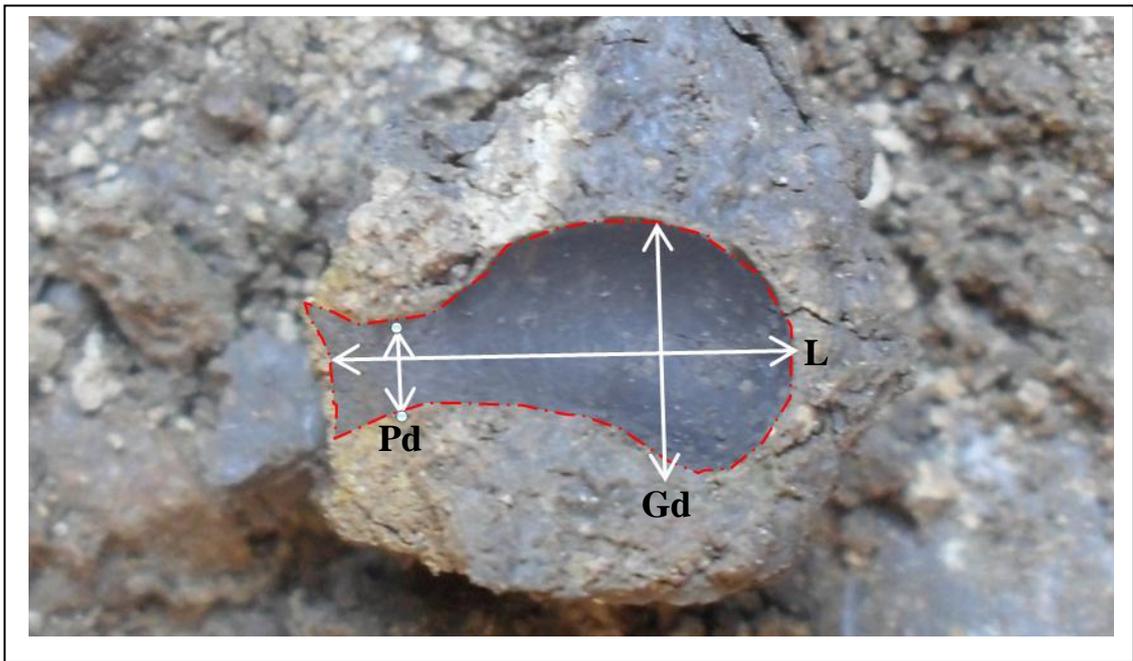


Figure 20: Mesures de la cellule réalisée dans notre étude (originale).

L : la longueur de la cellule

Pd : le petit diamètre de la cellule

Gd : le grand diamètre de la cellule

2.2.4- Technique utilisée pour l'étude du régime alimentaire de l'abeille *Lasioglossum malachurum*

Le principe de la méthode utilisée pour étudier le régime alimentaire de *L. malachurum* consiste à identifier les grains de pollens comportés dans les boules de pain d'abeille. L'identification des grains de pollen se fait par leur comparaison avec les pollens des plantes qui fleurissent dans les mêmes phases d'activité de l'abeille *L. malachurum* (Polidori et al., 2010 ; Beil et al., 2008).

2.2.4.1- Préparation des échantillons des boules de pain d'abeille :

Les boules de pain d'abeille trouvées à l'intérieur des cellules, sont déposées chacune dans un tube à essai pour analyser leur composition en pollens au laboratoire.

Au laboratoire, On ajoute 3ml de l'eau chaude (40°C) et on agite afin d'obtenir une suspension homogène des grains de pollens (Beil et *al.* , 2008).

En suite on prélève 10 µl de la suspension par une micropipette, et on le dépose sur une lame nettoyée. On ajoute une goutte d'alcool 90% pour éliminer les graisses, et on colore les échantillons par la fuchsine pour augmenter le contraste des grains de pollens (Beil et *al.* , 2008 ; Jones, 2012).

Après séchage à l'air libre pendant 5 minutes, on dépose une goutte de liquide de Faure sur les échantillons et on les couvre par une lamelle pour observer sous le microscope optique à un grossissement ×400 (Jones, 2012)

On fait deux répétitions de chaque boule de pollen sur la même lame.

2.2.4.2- Prélèvement et identification des plantes dans le site d'études

Les plantes sont prélevées périodiquement dans une aire de 600 mètres de rayon par rapport au site de creusement des nids. Ce rayon choisi selon les études de Greenleaf et *al.* (2007) et Everaars (2012) qui estiment que la distance maximale de butinage de *L. malachurum* est d'environ 600 mètres.

L'identification des plantes est faite en références des ouvrages de Bonnier et De Layens (1909), Quezel et Santa (1962 ; 1963) et Bayer et *al.* (1990), et à l'aide de messieurs Nadjji et Moukhtari, enseignants à l'université de Chlef.

2.2.4.3- Préparation des grains de pollens de références

Les anthères des fleurs des plantes collectées sont enlevées et disposées sur une lame nettoyée. Une goutte d'alcool 90% est utilisée pour éliminer les graisses à la surface des grains de pollens. En suite, ils sont colorés et montés par la même méthode précédemment décrite.

2.2.4.4- Caractérisation et comparaison des grains de pollens de références

Les grains de pollens de chaque plante sont classés selon leur forme à l'aide des ouvrages qui illustrent les grains de pollen (Traverse, 2007; Hesse et *al.*, 2009). Les

pollens identiques morphologiquement sont classés dans le même taxon (ou pollen type).

Les grains de pollens sont identifiés jusqu'à l'espèce lorsque leur forme est identique au pollen de la plante collectée. L'identification peut se limiter à la famille ou au genre lorsque plusieurs pollens des plantes apparentées ont des pollens morphologiquement identiques (Maurizio et Louveaux ; 1967)

Les résultats obtenus sont représentés par l'abondance relative des grains de pollens de chaque espèce. L'espèce représentée par moins de 1% est éliminée de l'analyse. Elle peut être considérée comme une contamination (Beil et *al.* ; 2008).



1- Creusement du nid



2- Collecte des boules de pollens



3- Préparation de suspension homogène des grains de pollens



4- Prélèvement de 10 µl de suspension de pollen



5- Montage et coloration des préparations



6- Observation microscopique à grossissement $\times 400$



7- Caractérisations des grains de pollens



8- comparaison des grains de pollens

Figure 21: Etude de régime alimentaire de *Lasioglossum malachurum* de la collecte des boules de pain d'abeille à l'identification des grains de pollens (originale).

2.3. - Méthodes d'exploitation des résultats

Les résultats du présent travail sont traités selon les objectifs visés de chaque étude et la typologie des données recueillies.

Les résultats du régime alimentaire de l'abeille *L. malachurum* sont traités par les indices écologiques de composition (richesse totale, abondance relative et la fréquence d'occurrence). Le reste des données qui concernent les autres aspects de la biologie de l'abeille sont traitées statistiquement (ANOVA, test Khi2 et le test de corrélation)

2.3.1. - Utilisation des indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition combinent le nombre des espèces ou richesse totale et leur quantité exprimée en abondance, en fréquence ou en densité d'individus contenus dans le peuplement (Blondel, 1975)

2.3.1.1. – Richesse totale

La richesse totale (S) représente un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. C'est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Dans la présente étude, cet indice est calculé pour les pollens types qui composent le régime alimentaire de l'abeille *Lasioglossum malachurum*.

2.3.1.2- Abondance relative:

Elle correspond au pourcentage des individus d'une espèce (n_i) par rapport au nombre total de l'ensemble des individus de toutes espèces confondues (N) (Dajoz, 1971). Selon Faurie et *al.* (1984), La Fréquence F est exprimée en pourcentage (%) par la formule suivante:

$$Ar\% = \frac{n_i}{N_i} \cdot 100$$

Ar% : La fréquence centésimale

n_i : Nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N_i : Nombre total des individus de toutes les espèces confondues

Les pollens identifiés sont rangés d'après les recommandations de Louveaux et al. (1978) dans les catégories suivantes selon leurs abondances relatives dans chaque couvain : pollen dominant (>45 % du total); pollen accompagnateur (16 - 45 % du total); pollen mineur (3-15% du total); pollen minoritaire (<3% du total) .

2.3.1.3. – Fréquence d'occurrence

Selon Dajoz (1971) et Bachelier (1978) la fréquence d'occurrence est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage du nombre de relevés (p_i) contenant l'espèce i prise en considération au nombre total de relevés (P).

$$F.O \% = \frac{p_i}{P} \cdot 100$$

F.O % : La fréquence d'occurrence.

p_i : le nombre de relevés contenant l'espèce i .

P : le nombre total de relevés analysés.

Dans la présente étude les Fréquences d'occurrences des pollens types qui composent le régime alimentaire de l'abeille *L. malachurum* sont classés selon Feller-Demalsy et Parent (1989) en : «très fréquent» (> 50%), «fréquent»(20-50%), «peu fréquent» (10-20%) et «rare»(< 10%).

2.2.3. - Méthodes statistiques

Pour l'exploitation des résultats par des méthodes d'analyse statistique, ANOVA, le test de corrélation et de Khi-deux sont utilisés.

2.4.3.1-Analyse de la variance (ANOVA)

C'est une analyse très fréquemment utilisée en science dont l'objectif principal est de permettre la comparaison de groupes (Dagnelie, 2006). Cette analyse est utilisée dans la présente étude pour comparer les paramètres liés à la biologie de l'abeille *L. malachurum* dans les 3 couvains.

2.4.3.2. - Test de Khi-2 (X^2)

Selon Snedecor et Cochran (1971), le Khi-2 (X^2) est l'une des distributions théoriques les plus utilisées en statistique. Il représente la somme des rapports entre les

carrés des écarts et les effectifs théoriques. Dans la présente étude le khi-2 est appliqué pour connaître le degré de concordance entre deux paramètres qualitatifs.

2.4.3.3. – Analyse de la corrélation

Le coefficient de corrélation, généralement noté r , est une mesure de relation linéaire entre deux variables quantitatives. La valeur du coefficient de corrélation se situe entre - 1.0 (corrélation maximale négative) et + 1.0 (corrélation maximale positive). Une valeur du coefficient de corrélation près de 0 est une indication de l'absence de liaison linéaire entre les variables (Dagnelie, 1975).

Dans le présent travail, le coefficient de corrélation est calculé pour connaître le degré de liaison entre les paramètres mesurés dans chaque partie de l'étude de la biologie de l'abeille *L. malachurum*.

CHAPITRE III

CHAPITRE III- RESULTATS

3.1-Résultats de suivi de la phénologie de l'activité des nids

Dans cette partie, nous présentons des résultats obtenus par la méthode de quadrat concernant la dispersion des nids et l'estimation des durées des phases de survie des nids d'abeille *L.malachurum*, et nous extrairons les relations et les proportions utiles entre ces paramètres par les méthodes statistiques pour bien exploiter la prochaine partie .

3.1.1-Evolution des états d'activité des nids

Les résultats de l'évolution du nombre de nids actifs et inactifs de *L.malachurum* et le nombre cumulé de nids fondés dans les trois quadrats réalisés et suivis régulièrement du 20 janvier 2013 au 29 juillet 2013 sont présentés dans la (Fig.22).

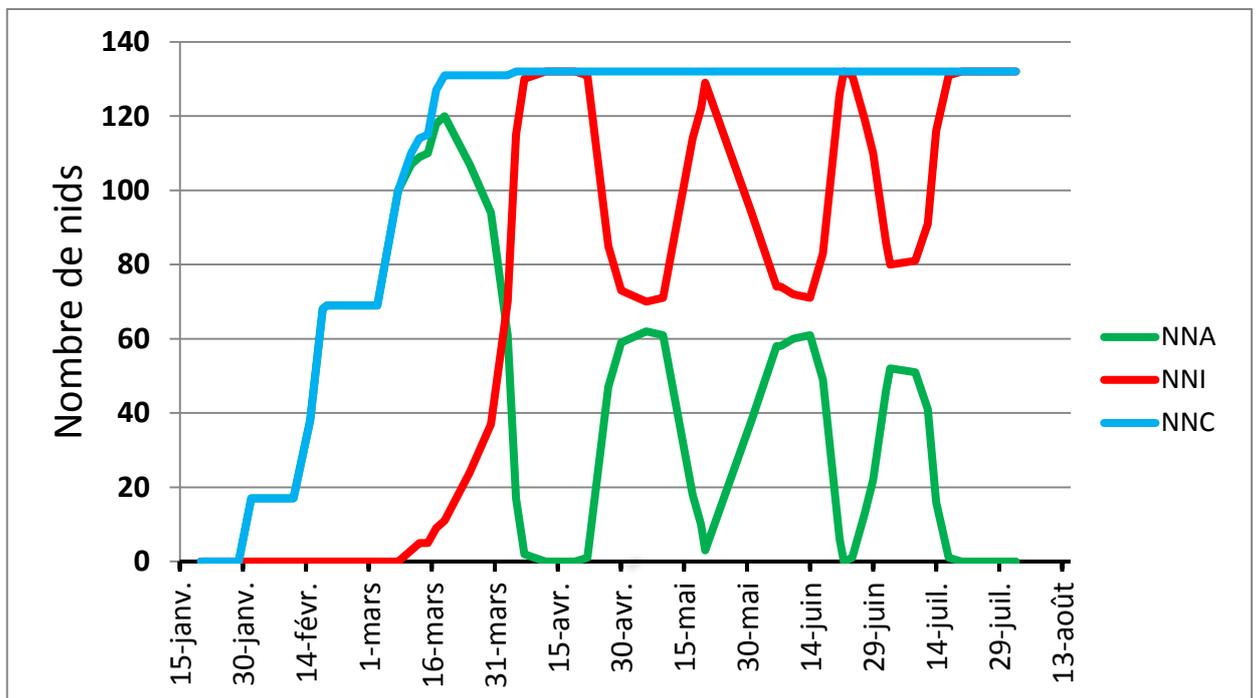


Figure 22: Evolution du nombre de nids de l'abeille *Lasioglossum malachurum* dans la station (NNA (nombre de nids actifs), NNI (nombre de nids inactifs), NNC (nombre de nids cumulés)).

Nous avons constaté que la reprise printanière des reines hibernées d'abeille *L. malachurum* commence au début de Février, en suite le nombre de nids fondés augmente rapidement de manière discontinue en 3 périodes : précoce du 29 Janvier au 11 Février, moyenne du 15 Février au 3 Mars et tardive au delà de 8 Mars. De mi-Mars jusqu'à la fin du cycle des nids à mi-Juillet, le nombre cumulé des nids fondés reste stable (132 nids).

Depuis la fin Mars, le nombre de nids inactifs est toujours supérieur au nombre de nids actifs.

Le début des phases actives est représenté par l'augmentation du nombre de nids actifs, alors que la diminution du nombre de ces derniers représente la fin de phase. Le cycle du nid d'abeille *L. malachurum* comporte 4 phases d'activité alternées avec 3 phases d'inactivité dans la plaine d'El-Attaf. Ces phases se succèdent comme suit :

P1 :la phase d'activité printanière solitaire

*P2 :la phase de pause post-printanière.

*P3 :la 1^{ère} phase d'activité eusociale.

*P4 :la phase de pause pré-estivale.

*P5 :la 2^{ème} phase d'activité eusociale.

*P6 :la phase de pause estivale.

*P7 :la phase d'accouplement des sexués.

La température du milieu est le principal facteur qui influe le nombre de nids fondés au début de la phase d'activité printanière (P1) alors que les précipitations n'ont probablement aucun effet (fig.23).

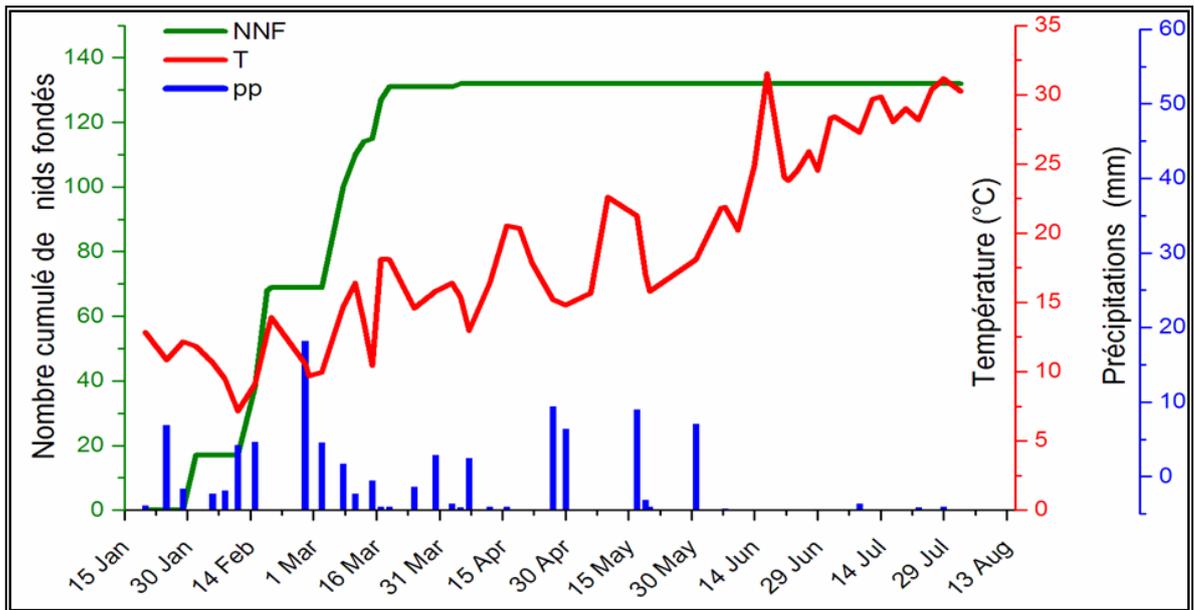


Figure 23: Evolution du nombre de nids fondés et les conditions climatiques durant l'étude (NNF : Nombre de nids fondés ; T : Température ; pp : Précipitations).

3.1.2-Phénologie des nids dans les 3 quadrats

La figure 24 représente la phénologie de 132 nids de l'abeille *L. malachurum* dans les 3 quadrats durant la période d'étude.

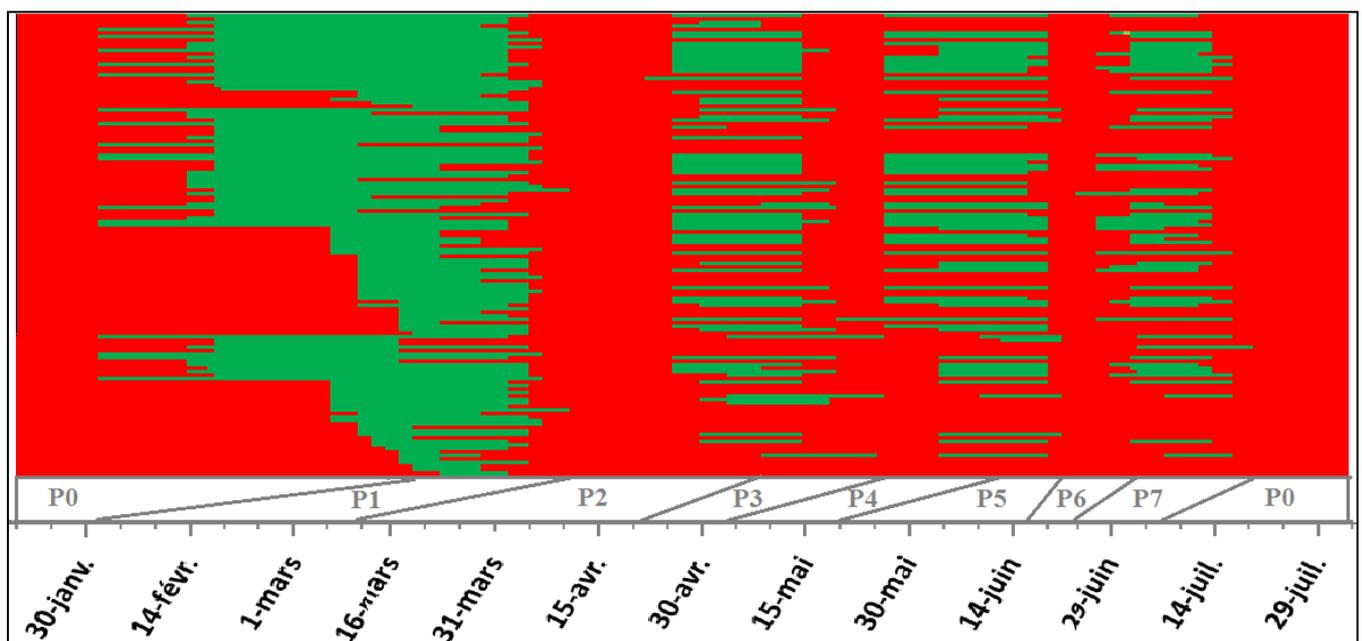


Figure 24: Phénologie d'activité des nids de l'abeille *Lasioglossum malachurum* dans la plaine d'El-Attaf.

Les lignes de couleur verte représentent les phases d'activité des nids, alors que les lignes de couleur rouge représentent les phases d'inactivité des nids d'abeille *Lasioglossum malachurum*.

Chaque phase a été déterminée par une ligne qui relie la première et la dernière date du début de la phase des nids observés. Ces dates du début des phases sont les suivantes :

***P1** : 01 Février-19 Mars 2013.

***P2** :11 Mars-11 Avril 2013.

***P3** :22 Avril-09 Mai 2013.

***P4** :04 Mai-27 Mai 2013.

***P5** :20 Mai- 13 Juin 2013.

***P6** :17 Juin-22 Juin 2013.

***P7** :24 Juin-02 Juillet 2013.

3.1.3-Durée des phases de survie des nids de *Lasioglossum malachurum*

La durée minimale, maximale et moyenne exprimée en jours a été calculée pour chaque phase (tableau 05).

Tableau 05:Durée des phases de survie des nids de *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf en jour.

la phase (N)	Phase P1 (N=132) active	Phase P2 (N=65) inactive	Phase P3 (N=65) active	Phase P4 (N=59) inactive	Phase P5 (N=61) active	Phase P6 (N=53) inactive	Phase P7 (N=54) active	Σ Phases actives (N=52)	Σ Phases inactives (N=52)	cycle de survie (N=52)
moyenne	34,25	25,46	18,55	13,63	20,36	10,87	13,83	93,81	50,23	144,04
Ecart Type	15,87	5,35	3,60	4,55	4,26	2,72	3,60	17,45	7,93	14,74
max	65	41	24	26	31	17	28	123	69	166
min	5	15	8	5	9	7	5	55	33	122

N=nombre de nids

La durée moyenne des phases d'activités diminue vers la fin du cycle des nids et varie de 34,25 jours à la phase P1 à 13,83 jours à la phase P7. De même la durée moyenne des phases inactives varie de 25,46 jours à la phase P2 et 10,67 jours à la phase P6 (Tab.05).

La durée minimale des phases est observée à P1, P4 et P7 avec une valeur de 5 jours, tandis que la durée maximale des phases se trouve dans la phase P1 avec une valeur de 65 jours.

Le cycle de survie de l'abeille *L. malachurum* mesuré à partir de 52 nids qui complètent toutes les phases de la survie précédemment citées, dure en moyenne 144,04 jours dont 93,81 jours d'activité et 50,23 jours de pause. Donc la durée de diapause hivernale est approximativement 181 jours (Tableau 5).

3.1.4- Taux de réussite des nids à passer à la prochaine phase active

Le taux de nids actifs qui réussissent à passer à la prochaine phase active est représenté dans le tableau 06.

Tableau 06:Taux et proportions de réussite des nids à passer à la prochaine phase active.

Les phases de passages	P1-P3			P3-P5			P5-P7		
	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3	Q1	Q2	Q3
N° de quadrat	18/27	34/65	13/40	15/18	33/34	11/13	14/15	29/34	10/12
Proportion des nids dans chaque quadrat	66,67	52,31	32,50	83,33	97,06	84,62	93,33	85,29	83,33
Pourcentage des nids dans chaque quadrat (%)	65/132			59/65			53/59		
Proportion totale de nids	49,24			90,77			89,83		
Pourcentage total de nids (%)									

Le taux de nids qui passent de la phase P1 à la phase P3 est le plus faible avec une moyenne de 49,24%, et varie entre 32,5% et 66,67% correspondant aux quadrats Q3 et Q1. Le taux de réussite des nids se rapproche dans le passage de la phase P3 à la phase P5 et de la phase P5 à la phase P7 avec des moyennes de l'ordre de 90,77% et 89,83% respectivement. Les valeurs fluctuent entre 83,33% et 97,06% dans le passage de la phase P3 à la phase P5 et entre 83,33% et 93,33% pour le passage de la phase P5 à la phase P7 (Tab.06).

Le 3^{ème} quadrat est représenté toujours avec de faible taux de réussite des nids dans le passage aux phases actives suivantes par rapport aux autres quadrats.

3.1.5-Suivi de la phénologie de l'activité des nids par les tests statistiques

Les principaux tests statistiques utilisés pour l'exploitation des résultats sont l'ANOVA, le test de corrélation et le Khi-deux.

3.1.5.1-Exploitation des résultats de survie des nids par l'ANOVA

3.1.5.1.1-Comparaison entre les durées des phases de survie des nids

L'analyse de la variance montre une différence très hautement significative entre la durée des phases de survies des nids d'abeille *L. malachurum* ($F(6;482)=73,75$; $P=0,000$) au seuil 5% (Fig. 25).

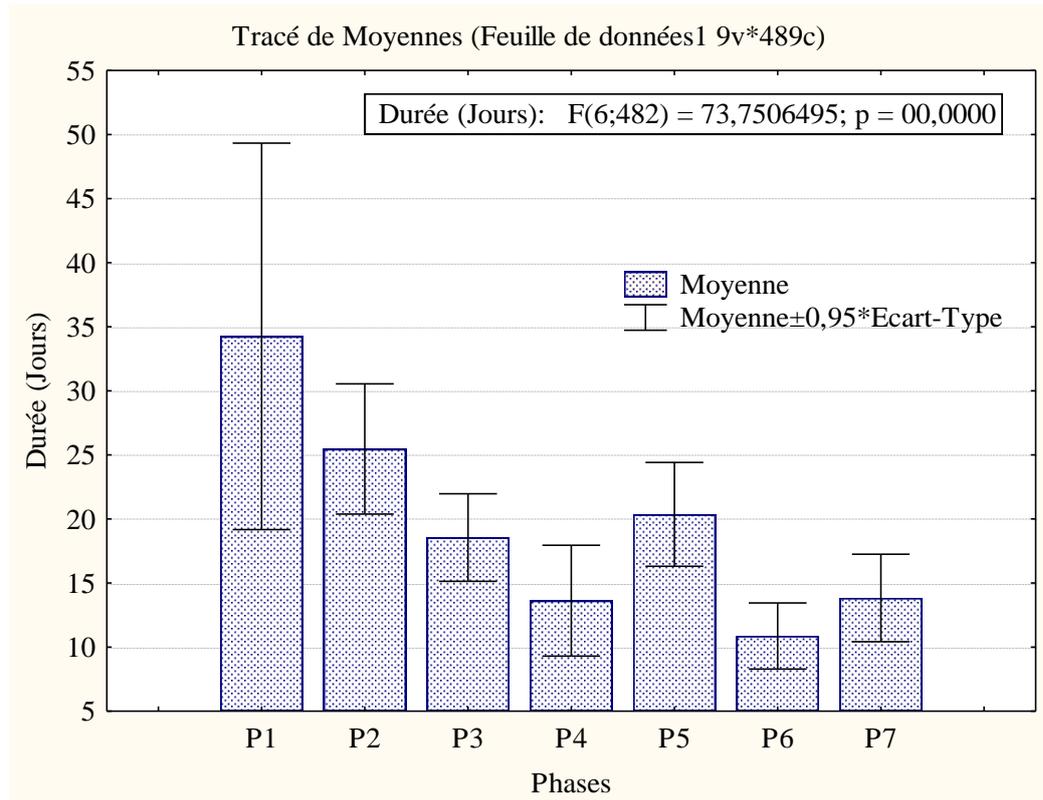


Figure 25: Durées moyennes des phases de survie des nids en jour .

La phase P1 est la plus longue avec une moyenne de $34,25 \pm 15,87$ J ($N=132$) (Durée moyenne de phase en jours \pm Ecart type (N =Nombres de nids)) suivi par la phase P2 $25,46 \pm 5,35$ J ($N=65$), en suite la phase P5 $20,36 \pm 4,26$ J ($N=61$) et la phase P3 $18,55 \pm 3,60$ J ($N=65$) avec des durées moyennement longues, et à la fin la P7 ($13,83 \pm 3,60$ J , $N=54$), P4 ($13,63 \pm 4,55$ J , $N=59$) et P6 ($10,87 \pm 2,72$ J , $N=53$) sont les phases les moins longues dans le cycle de survie de nid d'abeille *L. malachurum* (Fig.25).

3.1.5.1.2-Comparaison entre la somme des durées des phases actives et inactives des nids

La somme des durées des phases d'activités $93,81 \pm 17,45$ J (N=52) (Durée moyenne de phase en jours \pm Ecart type (N=Nombres de nids)), plus longue, est très significative par rapport aux durées des phases intermédiaires inactives ($50,23 \pm 7,93$ J (N=52) $F(1; 102) = 268,88$; $P = 0,000$ sans le comptage de la durée de la phase d'hibernation (Fig.26).

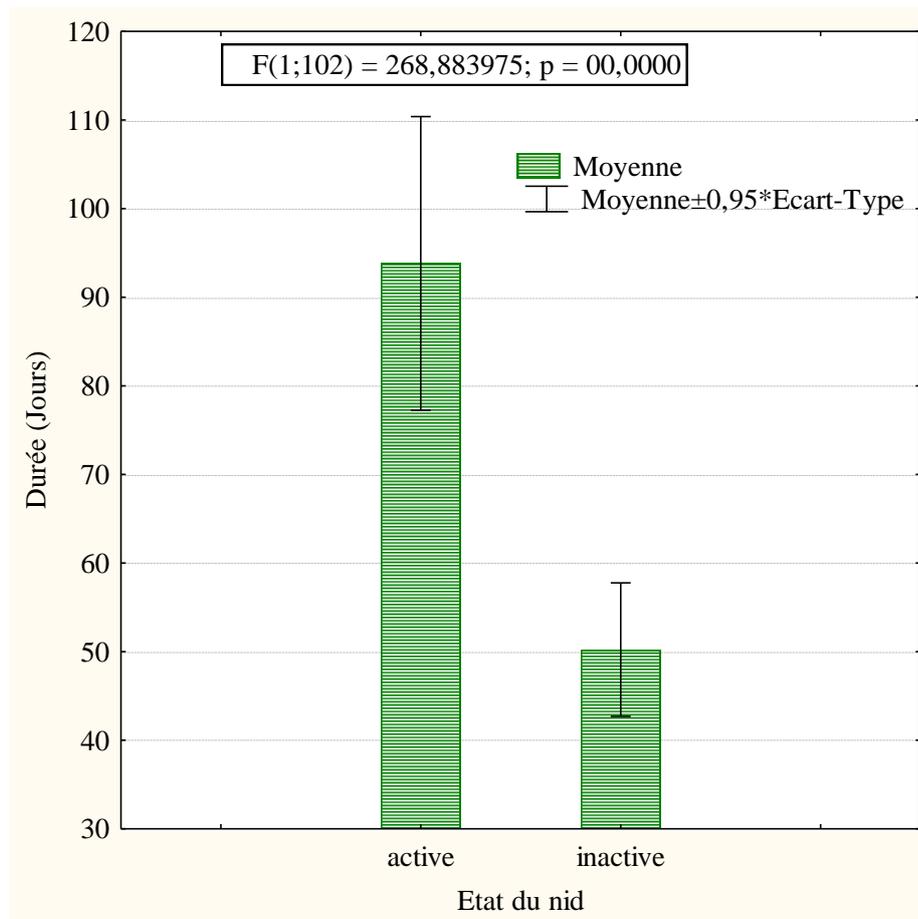


Figure 26 : Durées moyennes des phases actives et inactives des nids en jour .

3.1.5.1.3- Effet de la période de fondation des nids sur la durée des différentes phases de survie

Les 3 périodes de fondations de nids : précoce (p) du 29 Janvier au 11 Février, moyenne(m) du 15 Février au 3 Mars et tardive (t) au delà de 8 Mars sont utilisées dans l'analyse, afin de connaître l'effet de la période de fondation des nids sur la durée des phases de survie des nids d'abeille *L. malachurum*.

L'analyse de la variance au seuil de 5% d'erreur, nous révèle l'existence d'une variation très hautement significative de la période de fondation des nids de l'abeille *L. malachurum* sur la durée de la phase P1 $F(2; 129)=213,57; p=0,0000$, et significative sur la durée de la phase P3 $F(2; 62)=3,59; p=0,033$, et non significative sur la durée des phases restantes (P2, P4, P5, P6 et P7) (Fig.27).

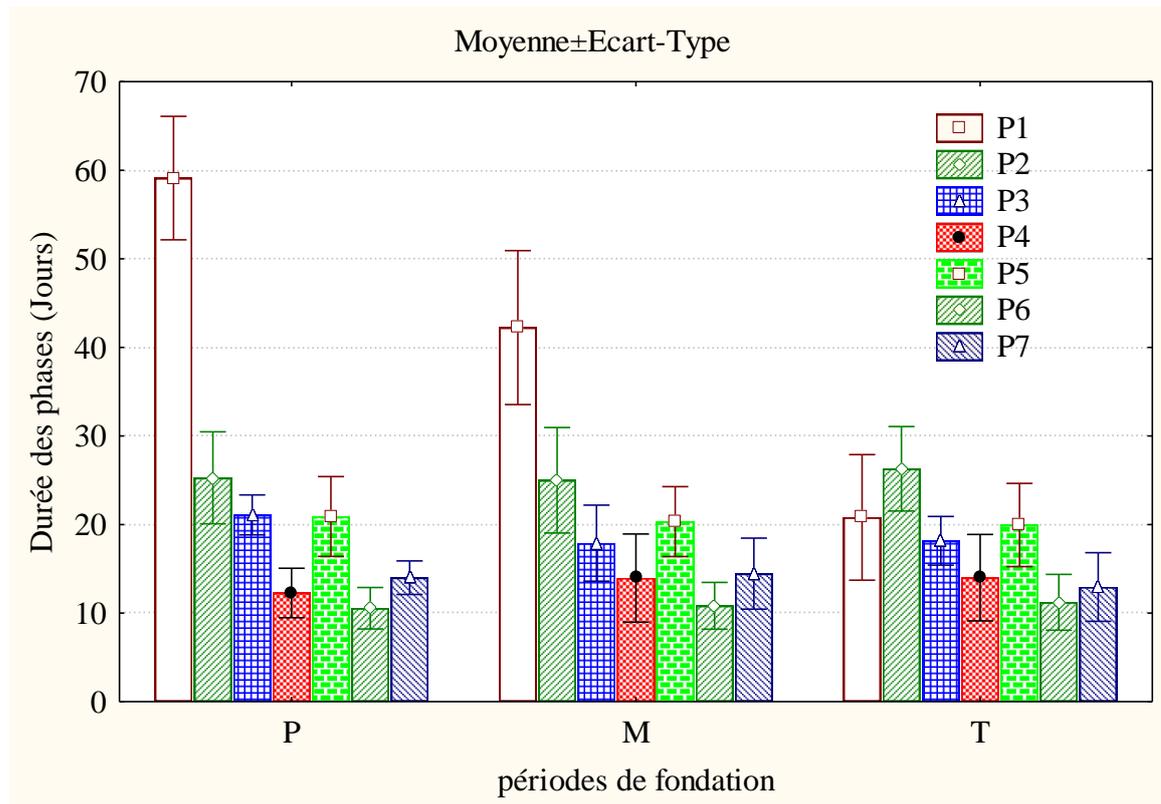


Figure 27:Durée moyenne des phases de survie des nids dans les trois périodes de fondation des nids (P=précocce, M=moyenne et T=Tardive).

3.1.5.2-Exploitation des résultats de survie des nids par le test de corrélation

3.1.5.2.1-Relation entre la somme des durées des phases actives et inactives

Les données utilisées pour effectuer cette analyse sont celle des nids qui complètent leurs cycles de survie seulement.

Le test de corrélation montre l'existence d'une relation inversement proportionnelle entre la somme des durées des phases actives et les durées des phases inactives du nid d'abeille *L. malachurum* ($r=-0,54$. $P=0,000$) (N=52) (Fig.28).

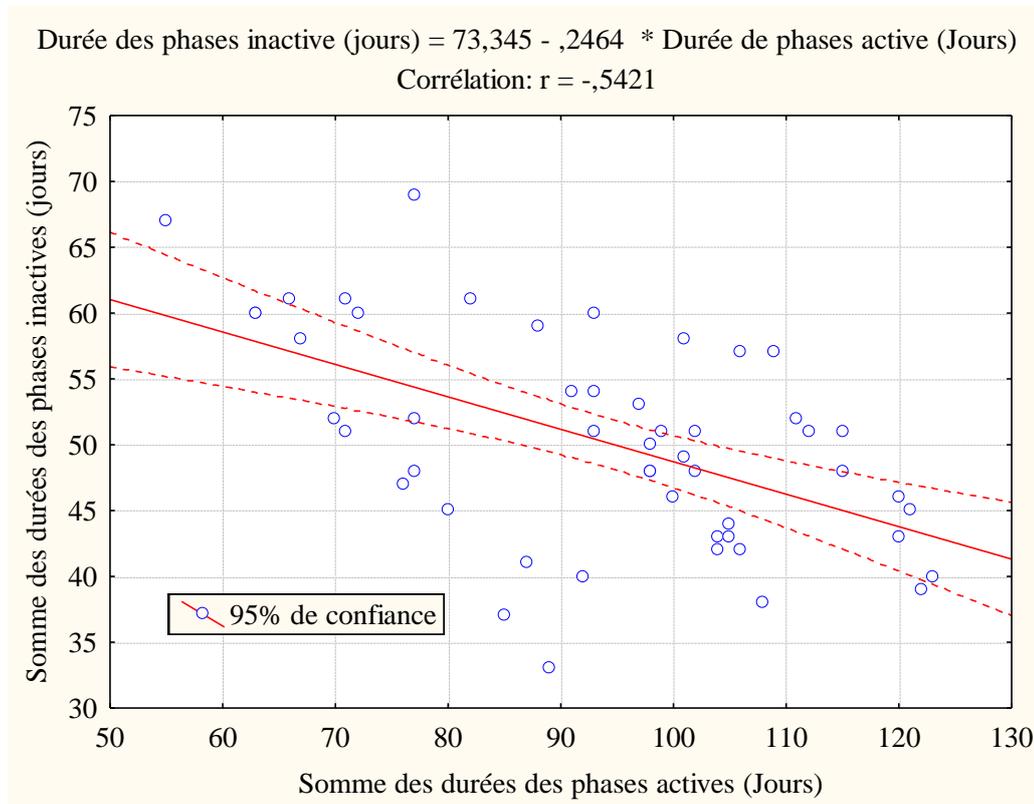


Figure 28: Relation entre la somme des durées des phases actives et inactives.

3.1.5.2.2-Relation entre la somme des durées des phases actives et la durée du cycle de survie des nids

Les mêmes données citées précédemment sont utilisées pour effectuer cette analyse.

D'après le test de corrélation, nous observons une grande corrélation entre la somme des durées des phases actives et la durée du cycle de survie des nids d'abeille *L. malachurum* avec $r=0,89$; $P=0,000$ (N=52) (Fig.29).

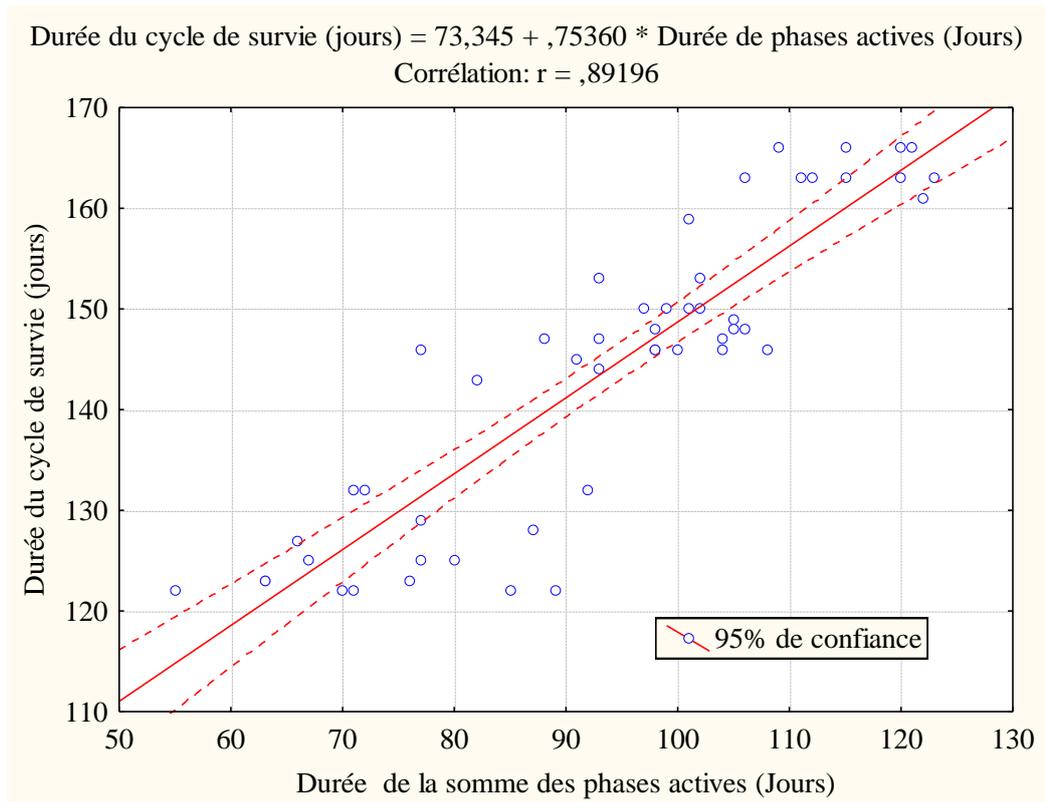


Figure 29 : Relation entre la somme des durées des phases actives et la durée du cycle de survie des nids.

3.1.5.2.3-Relation entre la somme des durées des phases inactives et la durée du cycle de survie des nids

Le test de corrélation révèle que la durée du cycle de survie des nids d'abeille *L. malachurum* varie de manière indépendante de la somme des durées des phases inactives ($r=-0,04$; $P=0,46$) ($N=52$).

3.1.5.2.4-Relation entre la durée de la phase active et la phase inactive prochaine

Le test de corrélation montre une relation hautement significative entre la durée de la phase active et la phase inactive prochaine ($r=0,45$; $P=0,000$) (Fig.30).

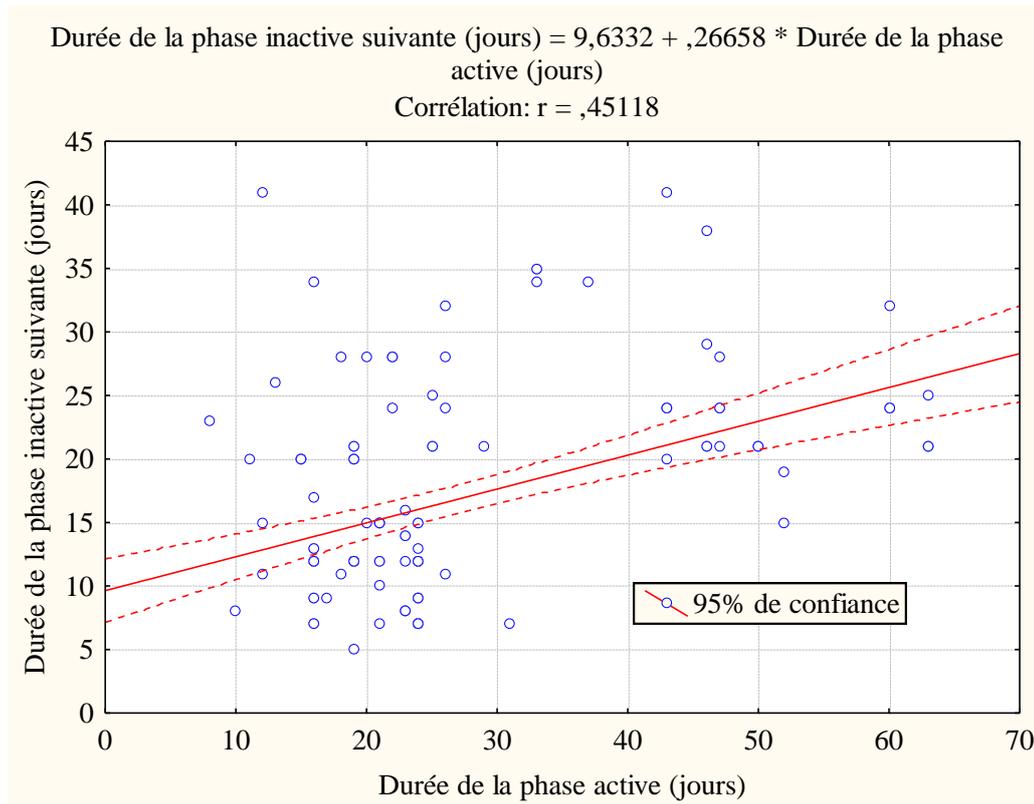


Figure 30:Relation entre la durée de la phase active et la phase inactive prochaine.

3.1.5.3-Exploitation des résultats de survie des nids par le test de Khi-deux

3.1.5.3.1-Effet de la période de fondation des nids sur la réussite de passage à la phase active suivante

le test Khi 2 montre une correspondance significative entre la période de fondation des nids et la réussite des nids à passer de la phase P1 à la phase P3 ($\text{Khi}2=6,24$; $P=0,044$; $N=132$), alors que la réussite des nids à passer de la phase P3 à la phase P5 et de la phase P5 à la phase P7 ne varie pas significativement par rapport à la période de fondation des nids ($\text{Khi}2=1,45$; $P=0,49$; $N=65$) et ($\text{Khi}2=2,53$; $P=0,28$; $N=59$) respectivement.

Tableau 7: Effectif et pourcentage total de réussite et d'échec des nids dans le passage de la phase P1 à la phase P3 à chaque période de fondation des nids.

Période de la fondatic	Tableau de Synthèse : Effectifs Observés Effectifs en surbrillance > 10		
	P1-P3 R	P1-P3 E	Totaux Ligne
Précoce	11	6	17
% Ligne	64,71%	35,29%	
% Total	8,33%	4,55%	12,88%
Moyenne	30	22	52
% Ligne	57,69%	42,31%	
% Total	22,73%	16,67%	39,39%
Tardive	24	39	63
% Ligne	38,10%	61,90%	
% Total	18,18%	29,55%	47,73%
Total	65	67	132
% Total	49,24%	50,76%	100,00%

R=Réussite, E=Echec.

3.2-Résultats de l'étude de l'évolution du couvain :

Les résultats de l'évolution du couvain de l'abeille *L. malachurum* sont représentés dans la Figure 31.

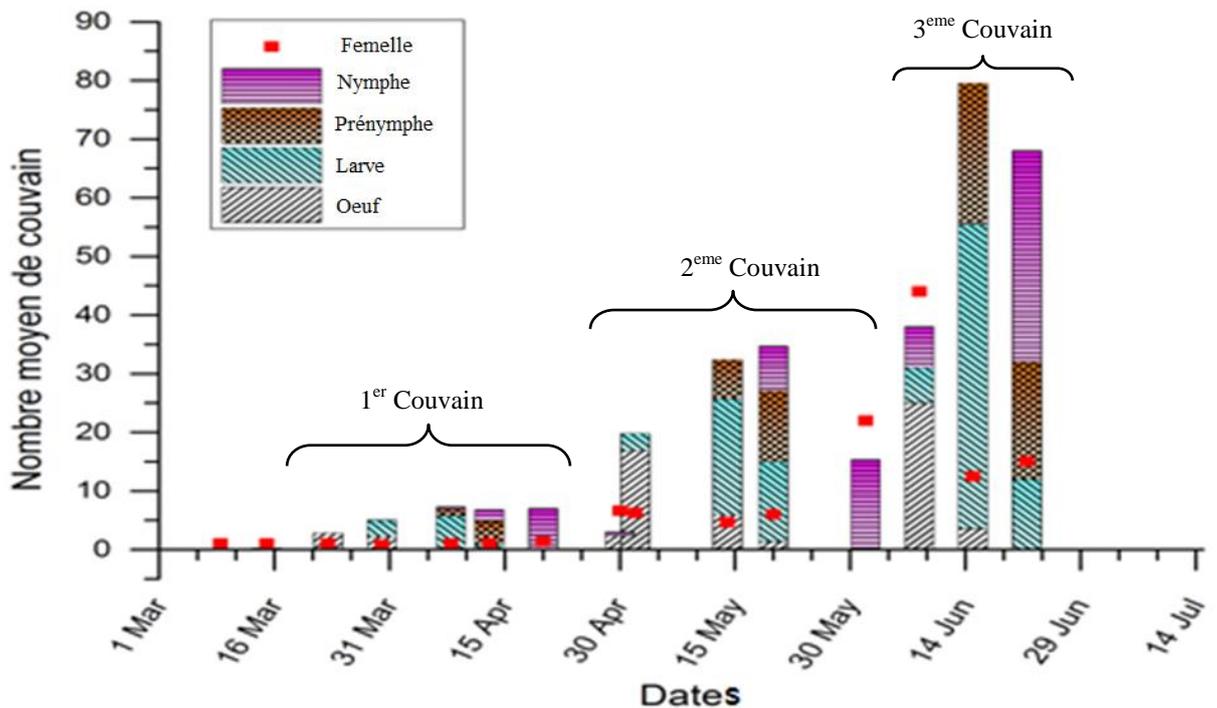


Figure 31: Evolution du couvain et des adultes durant le cycle de l'abeille *L. malachurum*.

L'illustration du nombre moyen de couvains de différents nids creusés du 9 Mars au 22 Juin 2013 révèle une production discontinue de couvains chez l'abeille *L. malachurum* en 3 périodes (Fig.31).

Le 1^{er} couvain (C1) commence par la ponte des premiers œufs dans les cellules du 15 au 30 Mars, et après le développement larvaire, le cycle se termine à la fin d'Avril par formation des nymphes et l'émergence des imagos composés uniquement de femelles.

L'estimation de la durée de développement de l'abeille *L. malachurum* du stade œuf au stade adulte dans le C1 varie approximativement de 21 à 46 jours. Ce résultat est basé sur les données recueillies dans la figure 31 et les 1^{ères} dates d'émergence des adultes au laboratoire se situent du 20 au 29 Avril 2013.

Le 2^{ème} couvain commence le 30 Avril alors que certains Nymphes bien développées du C1 n'arrivent pas à émerger. Le cycle de C2 se termine au début de Juin. A partir des informations du début d'oviposition des œufs du 30 Avril au 14 Mai dans les nids creusés, et l'émergence des adultes femelles au laboratoire du 1 au 8 juin 2013, nous constatons que la durée du développement de l'abeille *L. malachurum* du stade œuf au stade adulte dans le C2 varie approximativement de 17 à 40 jours.

Le 3^{ème} couvain commence au début de Juin et se termine à la fin de juin. Il est composé de males et de grandes femelles probablement des futures reines.

Les trois couvains de l'abeille *L. malachurum* se chevauchent partiellement dans les dates de telle façon que le couvain commence alors que certains individus du couvain précédent sont toujours à l'état nymphal bien développé.

Une seule femelle par nid participe à la formation du couvain C1, alors que le couvain C2 et le couvain C3 sont formés par plusieurs femelles qui partagent les tâches de travail.

Les données de sexage des nymphes au laboratoire révèlent que le C1 et le C2 sont composés essentiellement par des femelles de petite taille alors que certaines nymphes et larves élevées de C3 donnent des males et des femelles de grande taille qui deviennent probablement des futures reines.

La reine est distinguée visuellement des ouvrières par sa taille relativement grande. La reine se trouve en majorité du temps au fond du nid.

Au C3, il ya 2 types d'approvisionnements selon la forme et la taille de la boule du pain d'abeille : L'une est de taille et de forme similaire aux autres boules

trouvées à C1 et à C2, l'autre est bilobé (fusion de deux boules) et de grande taille 5,82×4,23mm.

3.2.1-Exploitation des résultats d'étude de l'évolution du couvain par les tests statistiques

3.2.1.1-Exploitation des résultats de l'évolution du couvain par l'ANOVA :

3.2.1.1.1-Comparaison entre la taille des trois couvains

L'application du test ANOVA sur la taille de trois couvains (le nombre des immatures par couvain) de l'abeille *L. malachurum* montre une différence très hautement significative ($F(2,15)=25,68$, $P=0,000$). La taille de C3 ($78\pm36,05$, $N=3$) (Nombre moyen des immatures par nid \pm Ecart type ; N =Nombre de nids inclus dans l'analyse) est très hautement grande suivi par le C2 ($33,5\pm12,55$, $N=6$) et à la fin c'est le C1 ($7\pm1,32$, $N=9$) qui présente la plus petite taille (Fig.32).

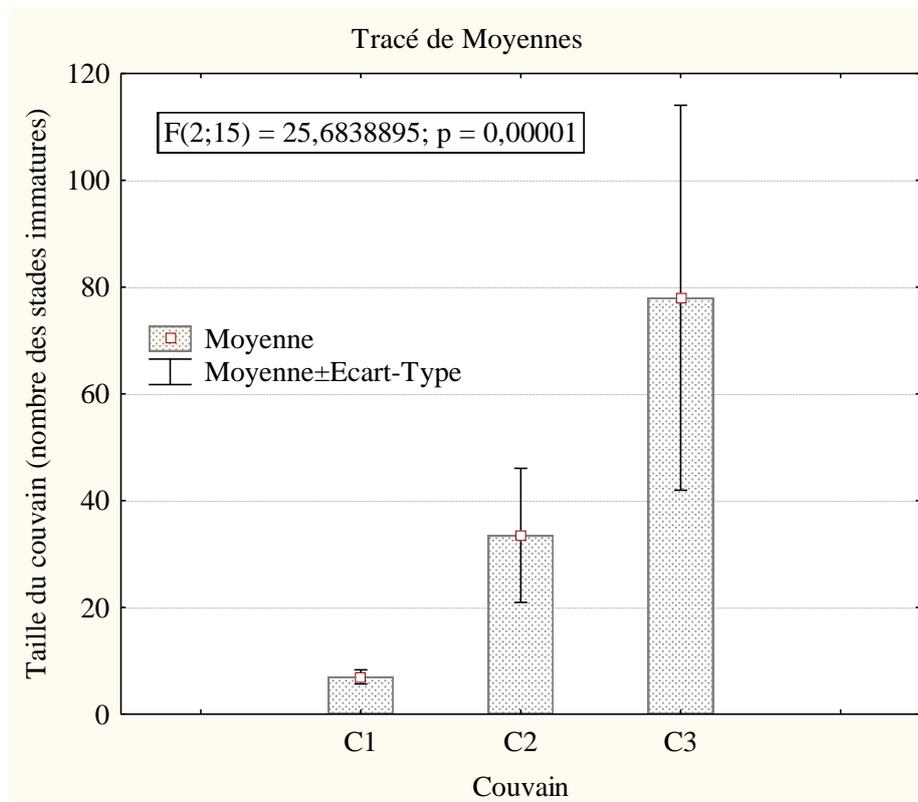


Figure 32:Taille moyenne des trois couvains de l'abeille *L. malachurum*.

3.2.1.1.2- Comparaison du nombre de femelles par nid entre les trois couvains

Le test ANOVA du nombre de femelles par nid entre les 3 couvains nous révèle une différence très hautement significative ($F(2,15)=33,51$; $P=0,000$). Le C3 avec une valeur moyenne de $13,33\pm 5,69$ ($N=3$) (Nombre moyen de femelles par nid \pm Ecart type (N =Nombre de nids) suivi par C2 avec $5,33\pm 1,63$ ($N=6$) femelles par nid et en dernière position le C1 avec 1 ± 0 ($N=9$) femelle par nid (Fig.33).

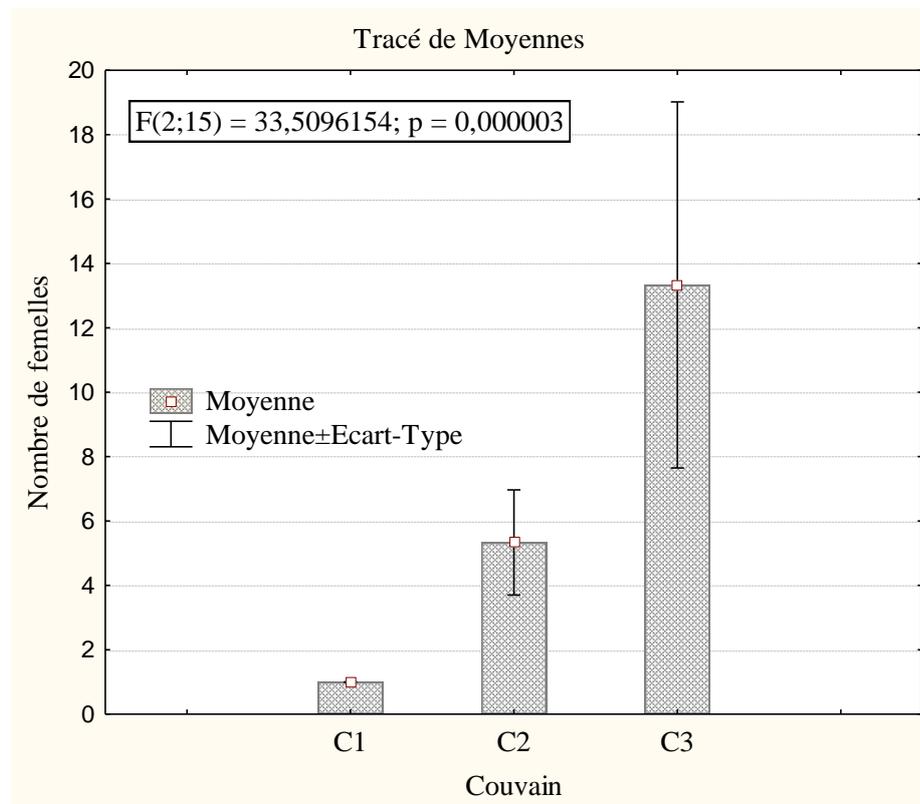


Figure 33: Nombre moyen de femelles par nid dans les 3 couvains.

3.2.1.2-Exploitation des résultats de l'évolution du couvain par le test de corrélation

- Relation entre le nombre de femelles et la taille du couvain

Le test montre une corrélation très hautement proportionnelle entre Le nombre de femelles par nid et la taille du couvain chez *L. malachurum* ($r=0,95$; $P=0,000$, $N=18$) (N =Nombre de nids analysés) (Fig.34).

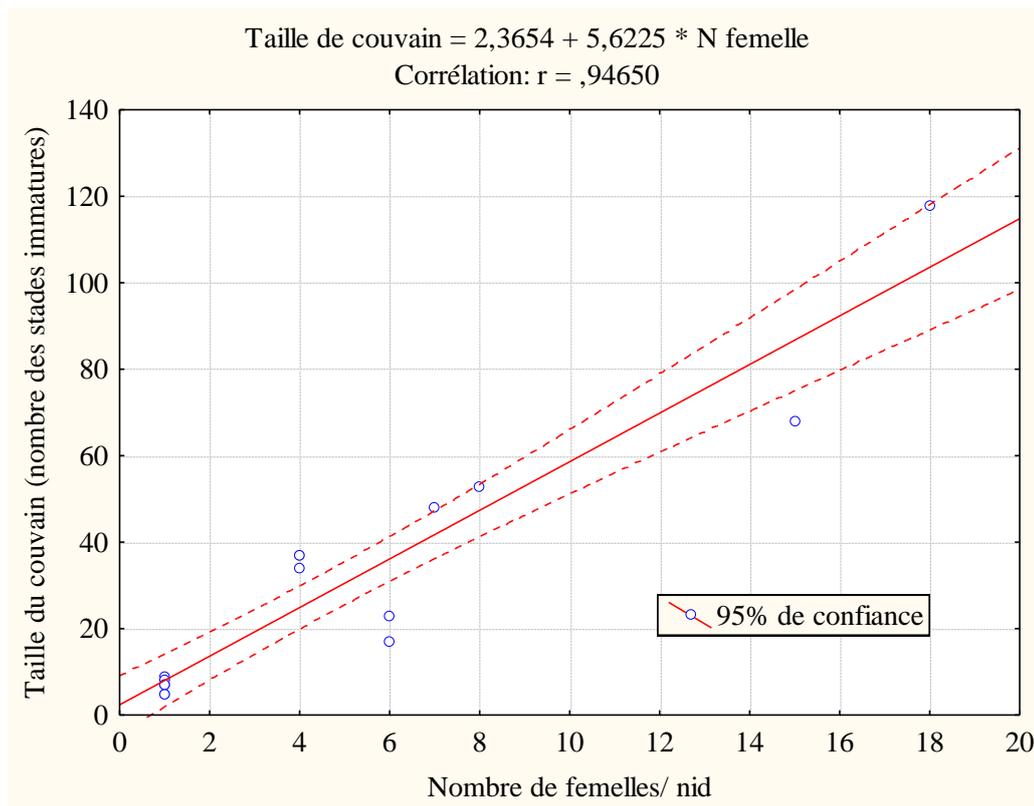


Figure 34: Relation entre le nombre de femelles par nid et la taille du couvain chez l'abeille *L. malachurum*.

3.3-Résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid :

Les observations de l'abeille *L. malachurum* sur le terrain, et les données recueillies à partir du creusement de ses nids pendant la période qui s'étale du 09 Mars jusqu'au 22 Juin 2013 donnent des informations utiles pour comprendre le comportement de creusement et l'arrangement de l'intérieur du nid de cette abeille terricole.

Les premières fondatrices commencent le creusement des nids au début de Février. Dans cette période de reprise, nous avons observé plusieurs abeilles de *L. malachurum* lors du choix de leurs sites de nidification et le début de creusement du nid pendant plusieurs minutes (Fig.35).

Le choix du site de nidification se fait par émission de vibrations des antennes sur le sol suivi par le test du sol par les mandibules plusieurs fois, alterné avec des vols tout autour du site. Si le site est convenable, l'abeille commence à creuser le nid par ses mandibules et expulse le sol de creusement par ces pattes, et nous avons écouté temps en temps des sons de vibration des antennes sur le sol.

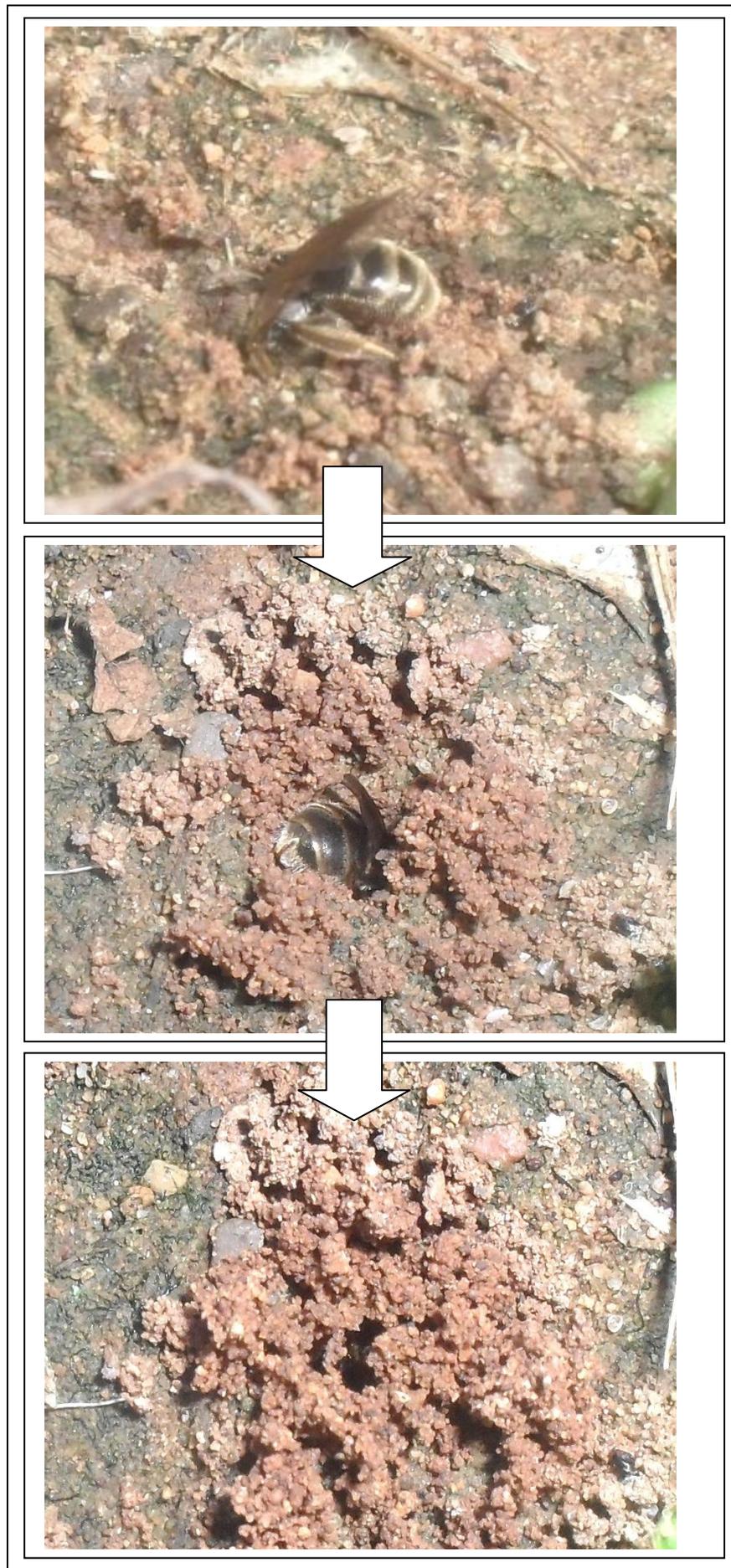


Figure 35: Début du creusement du nid par une fondatrice hibernée (originale)

Tableau 8: Résultats du teste ANOVA du différents paramètres des nids d'abeille *L.malachurum*.

facteur	ddl	F	P	groupe homogène (moyenne± Ecart type)		
				C1	C2	C3
Diamètre de l'entrée du nid (mm)	2;44	12,43	0,000	3,80±1,07; (N=27);a	2,63±0,43; (N=16);b	2,24±0,13; (N=4);b
Hauteur de tumulus (cm)	2;47	21,32	0,000	0,30±0,43; (N=34);a	1,26±0,53; (N=12);b	0,88±0,24; (N=4);b
profondeur de la 1ere cellule (cm)	2;24	155,40	0,000	12,47±1,51; (N=15);a	29±5,34; (N=9);b	59±9,85; (N=3);c
profondeur de la dernière cellule (cm)	2;24	618,19	0,000	15,17±1,28; (N=15);a	39,78±4,99; (N=9);b	92,33±6,43; (N=3);c
profondeur du nid (cm)	2;24	201,16	0,000	28,2±2,4 (N=15);a	54±8,66; (N=9);b	99±9 (N=3);c
diamètre de la galerie principale (mm)	2;89	29,76	0,000	5,65±0,72; (N=73);ab	4,16±1,01 ;(N=16);a	3,87±0,58; (N=3);a
Nombre de cellules par nid	2;24	33,68	0,000	7,73±1,22; (N=15);a	32,44±11,20; (N=9);b	79,33±44,11; (N=3);c

N=Nombre de nids, sauf le diamètre de la galerie principale qui représente le nombre de mesures effectuées à différents niveaux de la galerie de plusieurs nids

Les données recueillies à partir d'excavation des nids d'abeille *L. malachurum* (Tab.8), nous montrent que la galerie principale est la première partie du nid construit, son diamètre est de 5,65±0,72 mm;(N=73) (N=Nombre de mesure) et avec une profondeur de 28,2±2,4 cm (N=15) (N=Nombre de nids). En suite, elle commence la construction de la première cellule à partir du 9 Mars et l'approvisionner et pond un œuf avant de passer à la construction d'une autre cellule. Le nombre total de cellules construit par nid dans C1 est de 7,73±1,22 (N=15) (N=Nombre de nids) à une profondeur de 15,17±1,28 cm (N=15) (N=Nombre de nids). Dans ces cellules le pollen collecté par la fondatrice est mélangé avec le nectar sous forme de boule de 3,85×3,07 mm sur la quelle un seul œuf est pondu.

Les cellules de l'abeille *L. malachurum* sont disposées horizontalement par rapport à la galerie principale. Elles sont caractérisées par une extrémité fermée avec un grand diamètre (5,16±0,27 mm ; N=118) (N=Nombre des cellules mesurées dans le C1), et une extrémité étroite (ou cou) de diamètre 2,90±0,24 mm (N=118) s'ouvre sur la galerie principale. La longueur de la cellule étant de 9,97±0,69 mm (N=117), est un peu inclinée vers la grande extrémité.

Avant l'approvisionnement de la cellule, elle est cimentée à l'intérieur par une couche mince d'argile et une substance huileuse.

Les cellules de C1 sont attachées entre elles dans une chambre disposée unilatéralement par rapport à la galerie principale. Ces cellules sont facilement détachables de la chambre.

Le sol issu du creusement intranidal est expulsé vers l'extérieur et dispersé autour de l'entrée du nid pour former le tumulus. Dans certains cas, l'abeille forme une tourelle lisse à l'intérieur et rugueuse lâche vers l'extérieur. Le Diamètre de l'entrée du nid est de $3,80 \pm 1,06$ mm (N=27) (N=Nombre de nids), et la hauteur de la tourelle est de $0,30 \pm 0,43$ cm (N=34) toujours à C1.

Après une période de pause d'activité, la première couvée se développe en adulte qui fait la reprise d'activité eusociale (P2) dans la quelle la fondatrice et les ouvrières issues de C1 partagent les tâches d'aménagement du nid.

Les cellules du 1^{er} couvain C1 sont remplies partiellement ou complètement par le sol, et elles ne sont pas réutilisées pour le deuxième couvain C2.

Le premier travail après la reprise d'activité est l'approfondissement de la galerie principale pour atteindre une profondeur de $54 \pm 8,66$ cm (N=9) (N=Nombre de nids) en même temps que la construction de cellules ($32,44 \pm 11,20$ cellules/nid (N=9)) qui se trouvent groupées dans des chambres et plus communément séparées toutes au long de la profondeur allant de $29 \pm 5,34$ cm (N=9) jusqu'à $39,78 \pm 4,99$ cm (N=9) de la galerie principale.

Après une 2^{ème} pause, et émergence de la 2ème couvée, les mêmes évènements pour la production de C2 se répètent à C3. Avec une profondeur de nid de 99 ± 9 cm (N=3) (N=Nombre de nids) et un nombre de $79,33 \pm 44,11$ cellules/nid (N=3) qui se répartissent en profondeur allant de $59 \pm 9,85$ cm (N=3) jusqu'à $92,33 \pm 6,43$ cm (N=3).

3.3.1-Exploitation des résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid par les tests statistiques

3.3.1.1-Exploitation des résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid par l'ANOVA

Tous les résultats d'ANOVA sont représentés dans le tableau 08

Les diamètres de l'entrée des nids sont très significativement différents entre les 3 couvains, il est de même pour les hauteurs du tumulus (Tableaux 08). Les nids de C1 ont un grand diamètre de l'entrée ($3,80 \pm 1,07 \text{ mm}$, $N=27$) (N =Nombre de nids) et un tumulus le moins élevé ($0,30 \pm 0,43 \text{ cm}$, $N=34$) (N =Nombre de nids) alors que les nids de C2 et C3 se trouvent dans le même groupe homogène selon le test de comparaison des moyennes de student (PPDS) avec un petit diamètre de l'entrée (C2 ($2,63 \pm 0,43 \text{ mm}$, $N=16$); C3 ($2,24 \pm 0,26 \text{ mm}$, $N=4$) et un tumulus plus élevé (C2 ($1,26 \pm 0,54 \text{ cm}$, $N=12$); C3 ($0,88 \pm 0,24 \text{ cm}$, $N=4$)).

A un seuil de 5%, la profondeur du nid, la profondeur de la 1^{ère} cellule et la profondeur de la dernière cellule sont très significativement différentes entre les 3 couvains avec $P < 0,001$ pour chacune (Tableau 08). Les 3 paramètres sont très profonds dans le C3 et peu profonds à C1. Le nombre de cellules par nid dans le C3 étant égale à $79,33 \pm 44,11$ ($N=3$) (N =Nombre de nids) est très nombreux suivi par C2 ($32,44 \pm 11,20$ cellules/nid ($N=9$)), alors que le C1 a un nombre de cellules réduit ($7,73 \pm 1,22$ cellules/nid ($N=15$)) (Fig.36).

Le diamètre de la galerie principale est très significativement grand chez le couvain C1 ($5,65 \pm 0,72 \text{ mm}$ ($N=73$)) (N =Nombre de mesures effectuées à différents niveaux de la galerie de plusieurs nids) par rapport au C2 ($4,16 \pm 1,01 \text{ mm}$ ($N=16$)) et C3 ($3,87 \pm 0,58 \text{ mm}$ ($N=3$)).

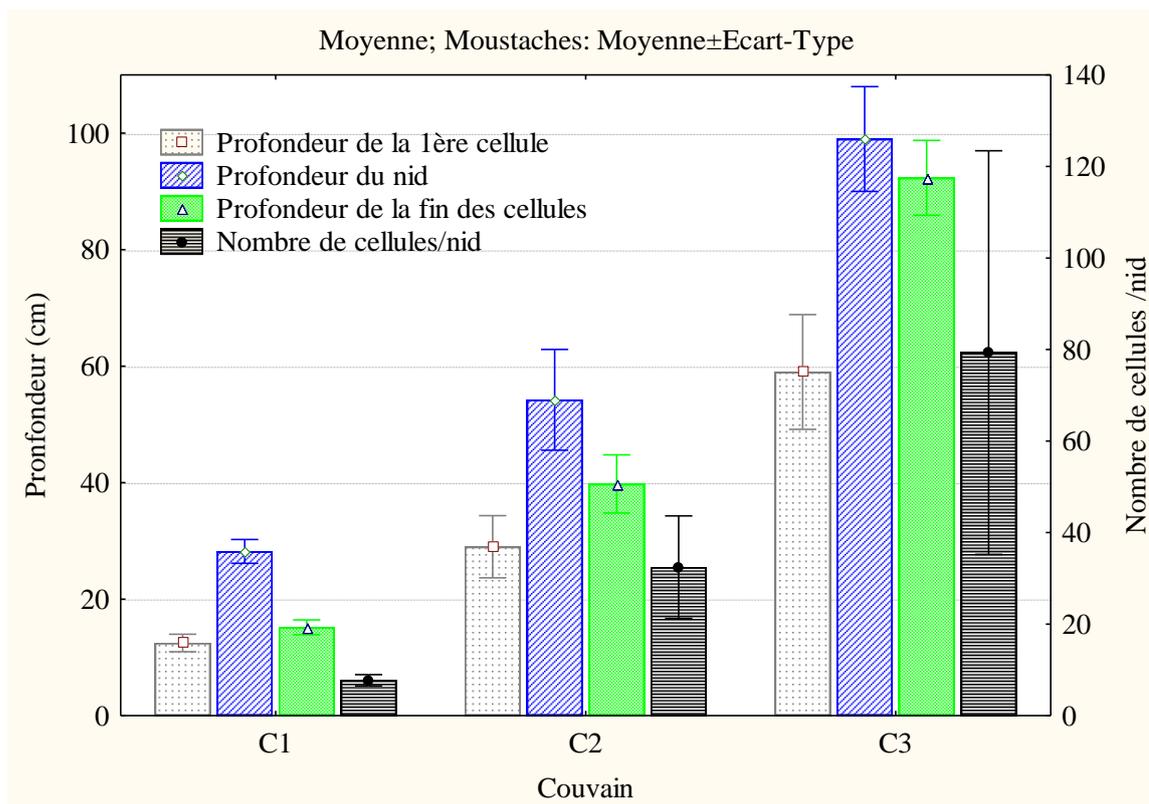


Figure 36: Représentation graphique de quelques paramètres du nid d'abeille *L. malachurum* dans les trois couvains.

Tableau 9: Résultats d'ANOVA sur les paramètres des cellules des couvains (en millimètre).

Facteur	ddl	F	P	groupe homogène		
				C1	C2	C3
Grand diamètre(D) (mm)	2;147	21,98	0,000	5,16±0,27; (N=118);a	4,93±0,17; (N=26);b	5,68±0,24; (N=6);c
Petit diamètre (d) (mm)	2;148	9,87	0,000	2,90±0,24; (N=118);a	2,69±0,20; (N=27);b	2,70±0,39; (N=6);a,b
Longueur (L) (mm)	2;146	8,52	0,000	9,97±0,69; (N=117);a	9,99±0,77; (N=26);a	11,17±0,24; (N=6) ; b

N=Nombre de cellules analysées ; a,b,c :les groupements homogènes sont indiqués par la même lettre.

Le test ANOVA établi sur les différents paramètres métriques des cellules du couvain de l'abeille *L. malachurum* (tableau 9) révèle une différence très hautement significative entre les longueurs, les grands diamètres et les petits diamètres des cellules chez les 3 couvains avec les probabilités $P < 0,001$ pour chacun (Tableau 9).

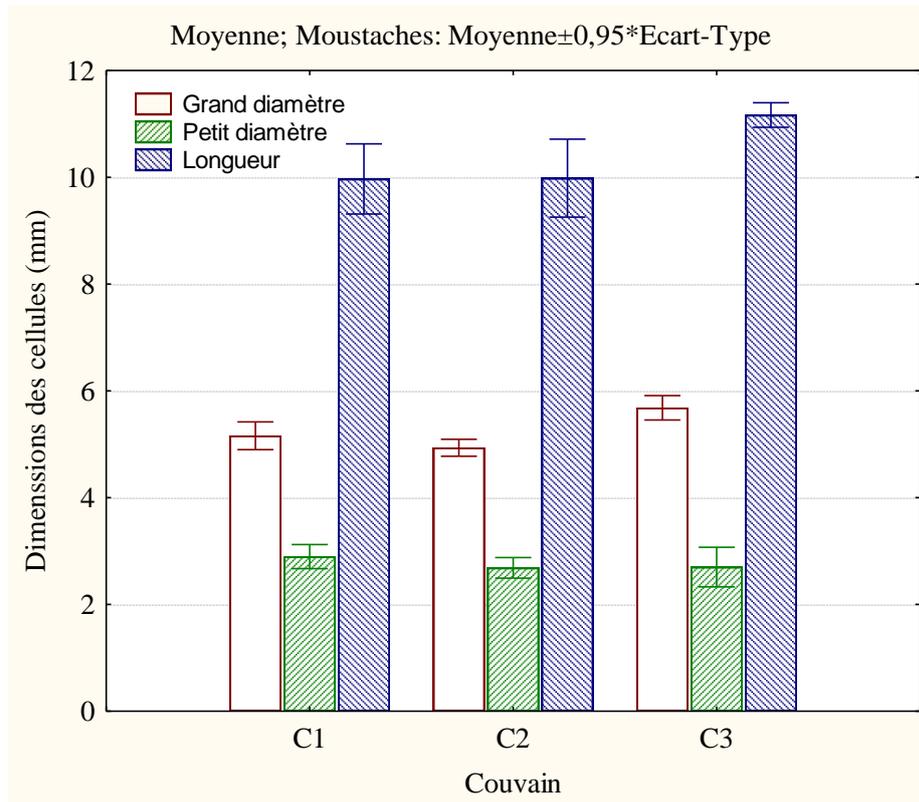


Figure 37: Longueur, grand et petit diamètres des cellules dans les trois couvains de l'abeille *L. malachurum*.

Le test student de comparaison des moyennes, constitue 2 groupements homogènes basés sur les mesures de la longueur de la cellule, le premier groupe comporte le C1 et le C2 avec des longueurs de $9,97 \pm 0,69 \text{mm}$ ($N=117$) (N =Nombre de cellules) et $9,99 \pm 0,77 \text{mm}$ ($N=26$) successivement, alors que le deuxième groupe n'englobe que le C3 avec une longueur de la cellule de $11,17 \pm 0,24 \text{mm}$ ($N=6$) (Fig.37).

Le grand diamètre de la cellule classe chaque couvain dans un groupe appart. Le C3 comporte les cellules qui ont le plus grand diamètre $5,68 \pm 0,24 \text{mm}$ ($N=6$) suivi par le C1 ($5,16 \pm 0,27 \text{mm}$; ($N=118$)) et à la fin le C2 ($4,93 \pm 0,17 \text{mm}$; ($N=26$)) (Fig.37).

Le diamètre du cou du C1 ($2,90 \pm 0,24$ mm (N=118)) et C3 ($2,70 \pm 0,39$ mm (N=6)) sont similaires. En plus, le C3 se trouve aussi dans le même groupe de C2 ($2,69 \pm 0,20$ mm (N=27)) (Fig.37).

3.3.1.2-Exploitation des résultats de l'étude d'arrangement de l'intérieur du nid par le test de corrélation

Le test de corrélation sur les différents paramètres des cellules du couvain révèle que :

La longueur, le diamètre de la grande extrémité et le diamètre du cou de la cellule du couvain de l'abeille terricole *L. malachurum* sont très hautement corrélés entre eux avec des valeurs de coefficient de corrélation ($r > 0,99$) et de la probabilité ($P < 0,001$) pour chaque combinaison.

Tableau 10: Résultats de corrélation entre les paramètres de la cellule du couvain de l'abeille *L. malachurum*.

Variable	Corrélations (Feuille de données 1) Corrélations significatives marquées à $p < ,05000$ N=149 (Observations à VM ignorées)			
	Estimateurs statistiques	Grand diamètre (mm)	Petit diamètre (mm)	Longueur (mm)
Grand diamètre (mm)	r	1,0000	,9990	,9955
	P	p= ---	p=0,00	p=0,00
Petit diamètre (mm)	r	,9990	1,0000	,9952
	P	p=0,00	p= ---	p=0,00
Longueur (mm)	r	,9955	,9952	1,0000
	P	p=0,00	p=0,00	p= ---

3.4-Résultats de l'étude du régime alimentaire

Dans cette partie nous avons entamé le régime alimentaire de chacun des trois couvains de l'abeille *L. malachurum* par la méthode d'analyse de composition pollinique des boules de pain d'abeille trouvées dans les cellules. Un total de 292 boules de pain d'abeille sont prélevés pour effectuer ce travail. 35 , 178 et 79 boules de pain d'abeilles sont analysées chez C1, C2 et C3 respectivement. Le nombre de pollens types identifiés dans chaque couvain est successivement C1=11602 , C2=31257 et C3=41090.

Le tableau 11 récapitule toutes les espèces de plantes dont la floraison est synchronisées avec le développement des trois couvains de l'abeille *L. malachurum*. La ressource trophique de l'abeille est représentée par l'abondance et la fréquence d'occurrence des taxons.

Il y a 43 espèces de plantes appartenant à 22 familles botaniques qui fleurissent pendant le développement des trois couvains de l'abeille *L. malachurum*, laquelle n'utilise que 13 familles pour l'approvisionnement de ces larves (tableau 11).

Tableau 11: résultats d'analyse florale et pollinique chez les trois couvains de *L. malachurum*.

Famille	Espèces végétales	Présence			POLLEN TYPE	abondance relative (%)			Fréquence d'occurrence (%)		
		C1	C2	C3		C1	C2	C3	C1	C2	C3
Amaranthaceae	<i>Amaranthus patulus</i>	-	+	+	<i>Amaranthus (T)</i>						
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	-	+	+	<i>Daucus (T)</i>	8,94	2,98	32,88	60,00	16,85	100
	<i>Scandix pecten-veneris</i>	+	-	-							
Asteraceae	<i>Andryala Rothia</i>	-	+	+	<i>Taraxacum (T)</i>	3,82	36,67	31,40	60,00	98,31	98,73
	<i>Cichorium intybus</i>	-	+	-							
	<i>Lactuca serriola</i>	-	-	+							
	<i>Reichardia picroides</i>	+	+	+							
	<i>Scolymus hispanicus</i>	-	+	+							
	<i>Sonchus arvensis</i>	+	+	+							
	<i>Taraxacum dens-leonis</i>	+	+	+							
	<i>Urospermum picroides</i>	+	+	+							
	<i>Hedypnois cretica.</i>	+	+	-	<i>Calendula (T)</i>	8,01	8,38	3,04	88,57	88,20	77,22
	<i>Calendula arvensis</i>	+	+	-							
	<i>Carduus pycnocephalus</i>	+	+	-							
	<i>Onopordon macracanthum</i>	-	+	+							
	<i>Silybum marianum</i>	-	+	-	<i>Anthemis (T)</i>		9,47	6,52		76,97	73,42
	<i>Anthemis Cotula</i>	+	+	+							
	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	+	+	+							
	<i>Anthemis sp1</i>	+	+	+							
<i>Centaurea calcitrapa</i>	-	+	+	<i>Centaurea (T)</i>		1,74	6,39		29,21	74,68	
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i>	+	-	-	<i>Echium (T)</i>						
	<i>Heliotropium europaeum</i>	-	+	+	<i>Heliotropium (T)</i>		1,15			19,10	
	<i>Nonea vesicaria</i>	+	-	-	<i>Nonea (T)</i>						
Brassicaceae	<i>Matthiola parviflora</i>	+	+	-	<i>Matthiola (T)</i>						
	<i>Raphanus raphanistrum</i>	+	+	-	<i>Raphanus (T)</i>	3,66			74,29		
	<i>Sinapis arvensis</i>	+	+	-	<i>Sinapis (T)</i>	66,34			97,14		
Chenopodeaceae	<i>Chenopodium album</i>	-	+	+	<i>Chenopodium (T)</i>		2,96	2,49		17,42	37,97
Convolvulaceae	<i>Convolvulus althaeoides</i>	-	+	+	<i>Convolvulus (T)</i>		1,07			34,27	
	<i>Convolvulus arvensis</i>	-	+	+							
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia Chamaesyce</i>	-	+	+	<i>Euphorbia (T)</i>			9,48			87,34
	<i>Chrozophora tinctoria</i>	-	-	+	<i>Chrozophora (T)</i>						
Fabaceae	<i>Trifolium tomentosum</i>	+	+	-	<i>Trifolium (T)</i>						
Gentianaceae	<i>Centaurium spicatum</i>	+	+	+	<i>Centaurium (T)</i>						
Geraniaceae	<i>Erodium moschatum</i>	+	+	-	<i>Erodium (T)</i>	2,30			97,14		
Lamiaceae	<i>Marrubium vulgare</i>	+	+	+	<i>Marrubium (T)</i>		21,38			89,33	
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	+	+	-	<i>Malva (T)</i>						
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i>	+	-	-	<i>Oxalis (T)</i>	6,93			48,57		
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	-	<i>Plantago (T)</i>		1,10			14,61	
Polygonaceae	<i>Emex spinosa</i>	+	+	-	<i>Emex (T)</i>						
Primulaceae	<i>Anagallis foemina</i>	+	+	-	<i>Anagallis (T)</i>						
Resedaceae	<i>Reseda alba</i>	+	+	-	<i>Reseda (T)</i>						
Rhamnaceae	<i>Ziziphus lotus</i>	-	+	+	<i>Ziziphus (T)</i>		13,09	7,79		82,02	88,61
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	-	+	+	<i>Tribulus (T)</i>						

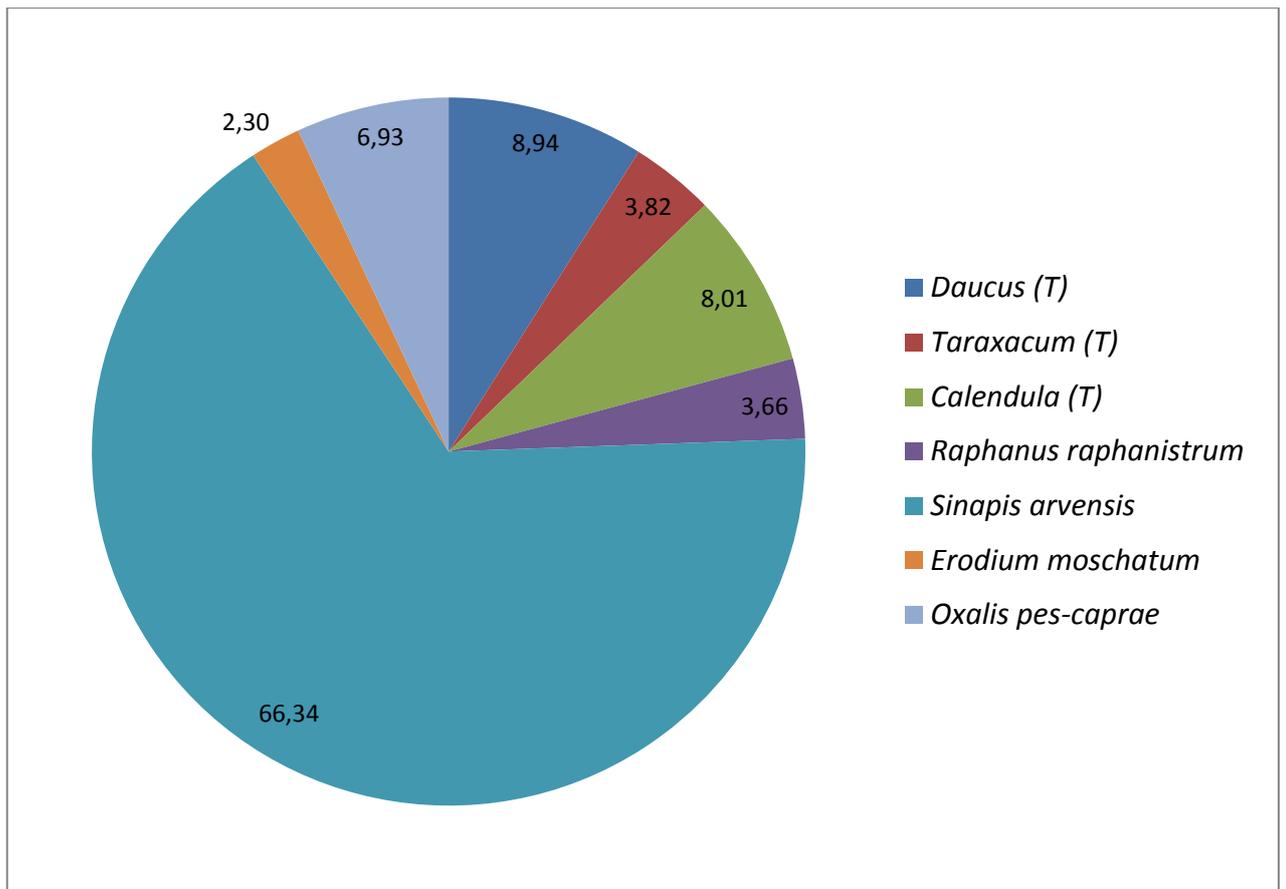


Figure 38: Abondance relative (%) des pollens types de C1

26 espèces de plantes appartenant à 14 familles fleurissent pendant le développement de C1, alors que le pollen type de 5 familles seulement sont trouvés dans les boules de pains d'abeille analysées. Le pollen type de *Sinapis arvensis* est dominant avec 66,34% (Fig.38), et les pollens type de *Daucus*, *Calendula*, *Oxalis Pes-caprae*, *Traxacum* et *Raphanus raphanistrum* sont des pollens mineurs, alors que le pollen type d'*Erodium mochatum* est minoritaire. Les fréquences d'occurrence (35 boules de pain d'abeille) révèlent que tous les pollens types trouvés dans les boules de pain d'abeille sont très fréquentes sauf le pollen type d'*Erodium mochatum* qui est fréquent (Fig .38).

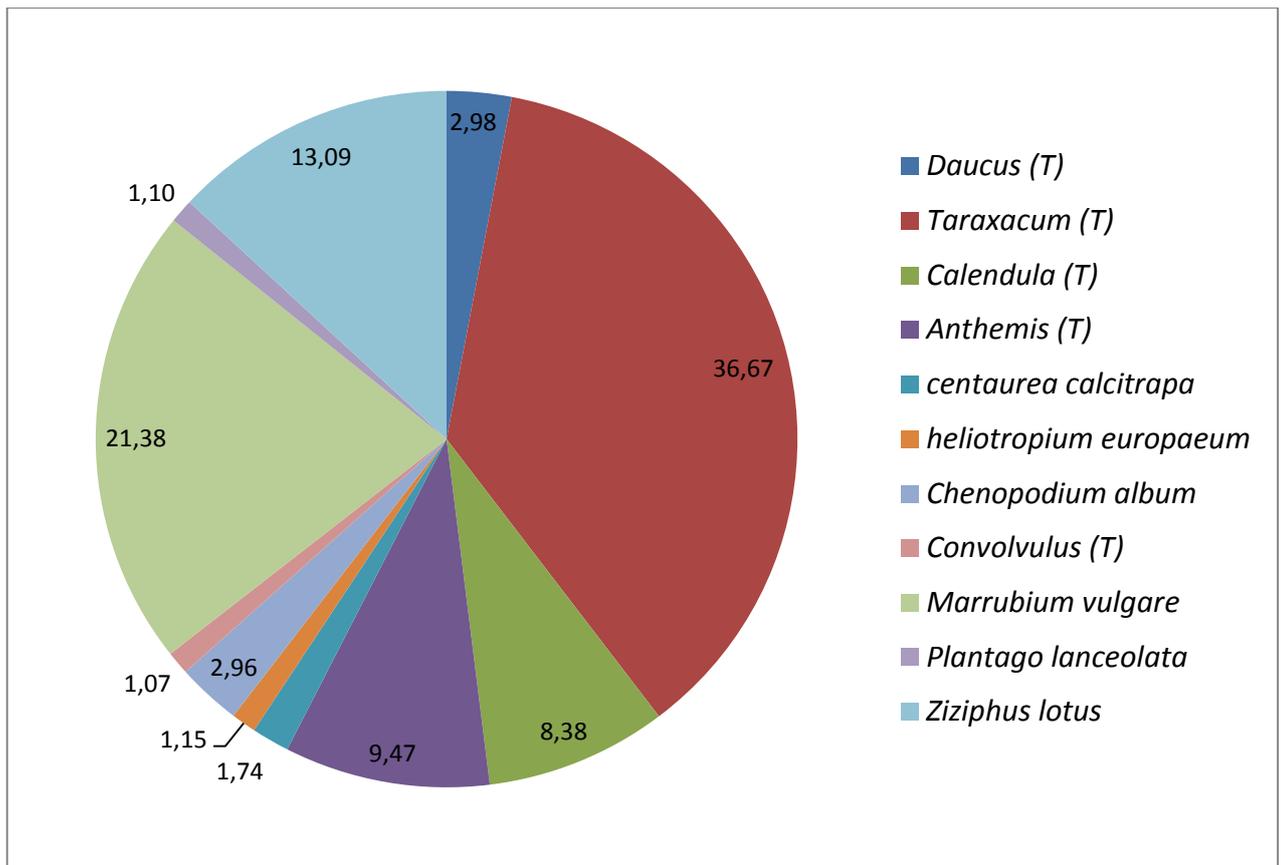


Figure 39: Abondance relative (%) des pollens types de C2

Pour le couvain C2, les fleurs de 37 plantes appartenant à 19 familles sont épanouies. L'abeille *L. malachurum* n'utilise que les pollens de 8 familles pour la nourriture de sa progéniture. Durant cette phase, les pollens types du *Traxacum* et *Marrubium vulgare* sont accompagnateurs (Fig.39). Le pollen type de *Taraxacum* englobe 8 espèces de plantes de la famille d'*Asteraceae* pour une abondance totale de 36,67% soit une abondance relative de 4,58% pour chaque espèce. Les pollens type *Ziziphus lotus*, *Anthemis* (3espèces) et *Calendula* (4 espèces) sont mineurs, alors que les pollens types de *Daucus*, *Centaurea galcitrapa*, *Heliotropium europium*, *Plantago lanceolata* et de *Convolvulus* sont des pollens minoritaires.

La fréquence d'occurrence classe les pollens types utilisés par l'abeille *L. malachurum* pour l'approvisionnement en nourriture du couvain C2 dans la station d'étude en 3 catégories : pollens très fréquent (>50%) englobe les pollens types de *Taraxacum*, *Marrubium vulgare*, *Calendula*, *Ziziphus lotus* et d'*Anthemis* ;pollen

fréquent (20-50%) comporte les pollens types de *Convolvulus* et de *Centaurea galcitraba* ; pollen peu fréquent (10-20%) représenté par les pollens types d'*Heliotropium europaeum* , *Chenopodium album* et *Plantago lanceolata* .

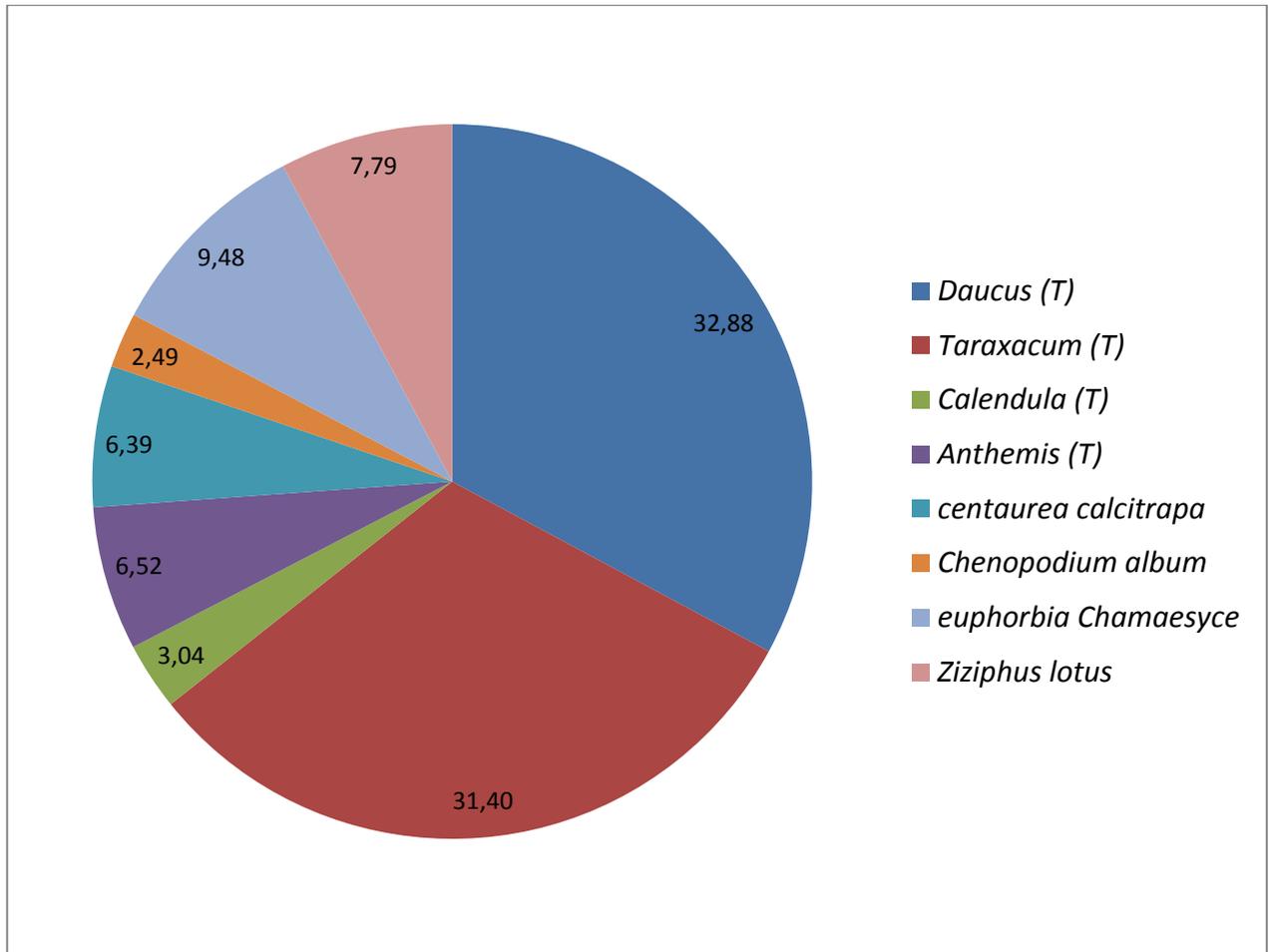


Figure 40:L'abondance relative (%) des pollens types du couvain C3.

Parmi les 24 espèces de plantes appartenant à 11 familles dont la floraison est synchronisée avec le développement du couvain C3, l'abeille *L. malachurum* ne visite que 5 familles pour l'approvisionnement en nourriture de ces larves. L'abondance relative de la composition pollinique des boules de pains d'abeille analysées chez le C3 montre l'existence de :

- 2 pollens accompagnateurs (16 - 45 %) s'agissant de pollens types de *Daucus* et de *Taraxacum*.
- 5 pollens mineurs (3-15%) (*Euphorbia chamaesyce*,

Ziziphus lotus, Anthemis, Centaurea galcitrapa et Calendula).

- 1 pollen type minoritaire (<3%) de *Chenopodium album* (Fig.40).

Tous les pollens types qui composent le régime alimentaires de C3 sont très fréquents (> 50%) sauf le pollen type de *Chenopodium album* qui est fréquente (20-50%).

3.4.1-Description et photos des pollens constituant les boules de pain d'abeille

3.4.1.1- Famille des *Apiaceae* - Pollen type de *Daucus*

Pollen type: *Daucus* type

Forme: Allongé

Dimensions: 20-45 μm

Ornementation: Strié

Aperture: Tricolporate.

Particularités : la forme est semblable à un os long

Sources : Perveen et Qaiser, 2006

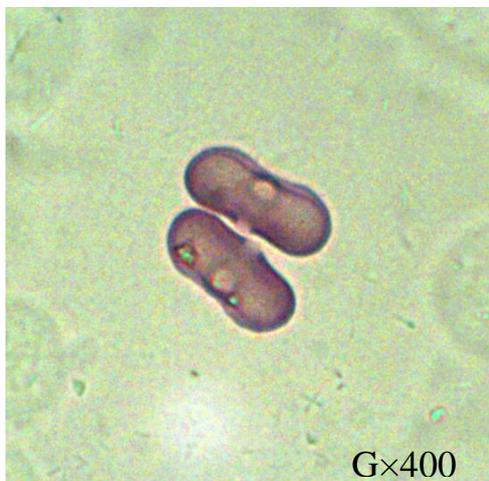


Figure 41: Grains de pollens de *Daucus carota* (Apiaceae) ; *Daucus*. (T).

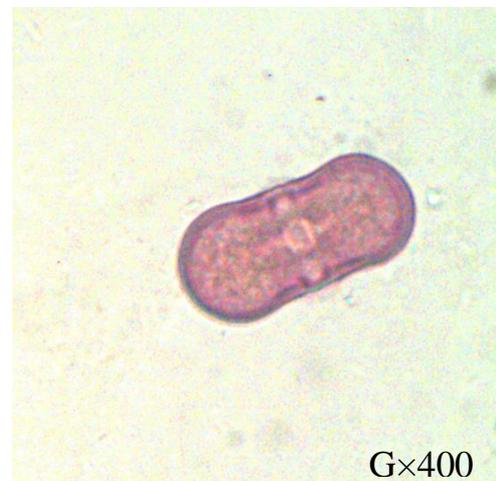


Figure 42: Grain de pollen de *Scandix pecten-veneris* (Apiaceae) ; *Daucus*. (T).

3.4.1.2- Famille des *Asteraceae* –Pollen type de *Traxacum*

Pollen type: *Traxacum* type

Contour: circulaire à semi-angulaire

Dimensions: 18-65 μm

Ornementation: Fenestrate (lophate) et Echinate

Aperture: tricolporate

Particularités :-

Sources : Pascoe MS, 2007 ; Zafar et al, 2007

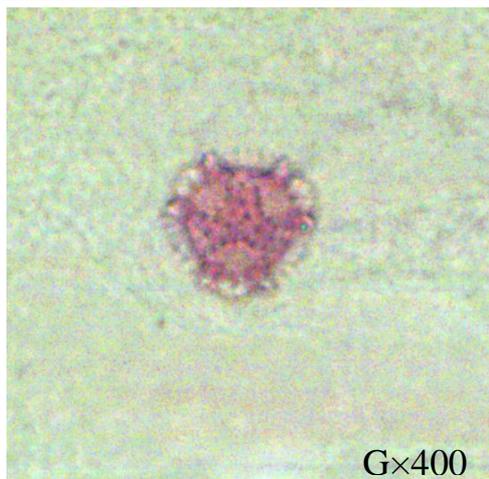


Figure 43: Grain de pollen de *Andryala rothia* (*Asteraceae*) ; *Traxacum* (T)

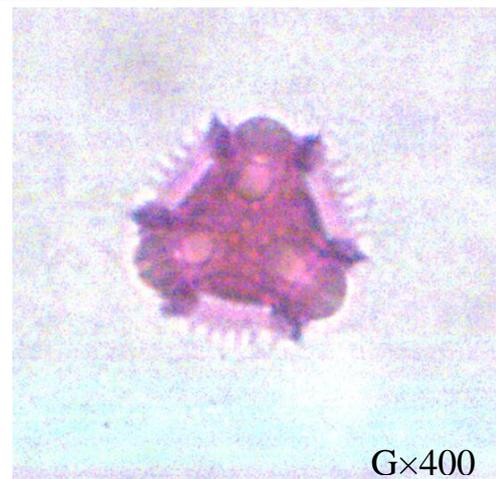


Figure 44: Grain de pollen de *Cichorium intybus* (*Asteraceae*) ; *Traxacum* (T)



Figure 45: Grain de pollen de *Lactuca serriola* (Asteraceae); *Traxacum* (T)

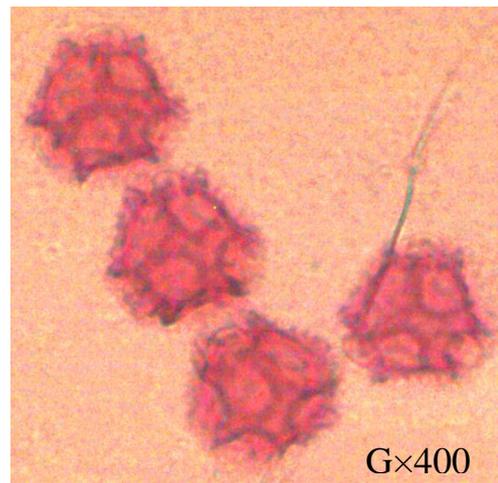


Figure 46: Grains de pollens de *Reichardia picroides* (Asteraceae); *Traxacum* (T)



Figure 47: Grains de pollens de *Scolymus hispanicus* (Asteraceae); *Traxacum* (T)

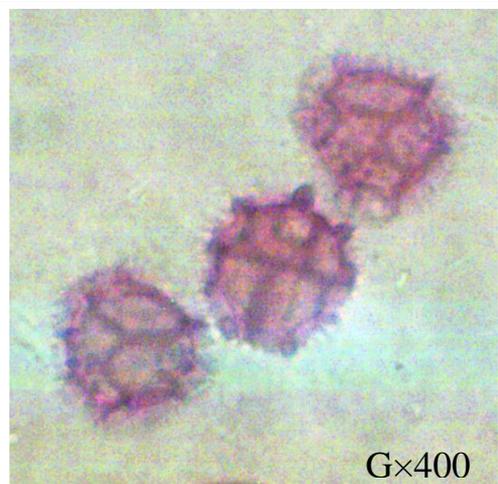


Figure 48: Grains de pollens de *Sonchus arvensis* (Asteraceae); *Traxacum* (T)

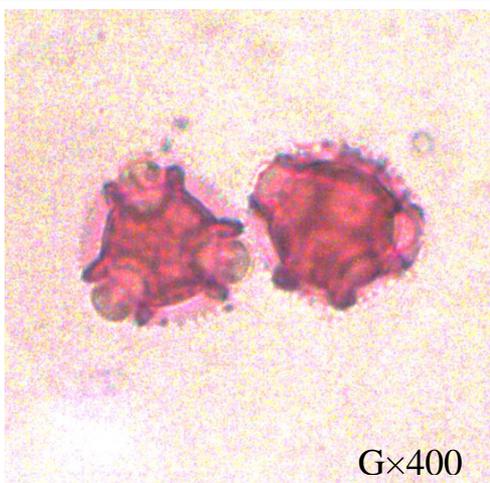


Figure 49: Grains de pollens de *Traxacum dens-lionis* (Asteraceae); *Traxacum* (T)



Figure 50: Grain de pollen d'*Urospermum picroides* (Asteraceae); *Traxacum* (T)

3.4.1.3- Famille des *Asteraceae*–Pollen type de *Calendula*

Pollen type: *Calendula* type

Contour: triangulaire convexe

Dimensions: > 40µm

Ornementation: Echinata

Aperture: Tricolporate

Particularités : grande taille par rapport au pollen d'*Anthemis* type

Sources : Pascoe MS, 2007 ; Zafar et al, 2007

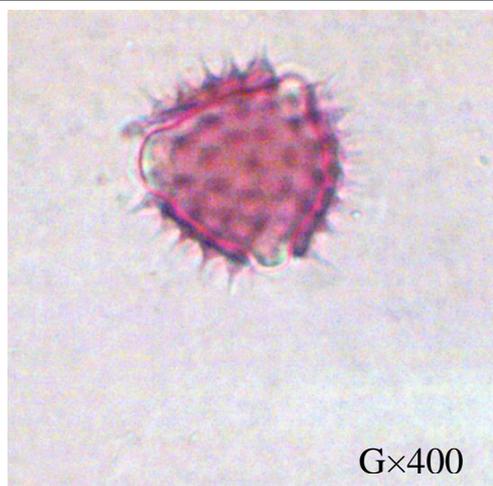


Figure 51: Grain de pollen de *Calendula arvensis* (*Asteraceae*) ; *Calendula* (T)

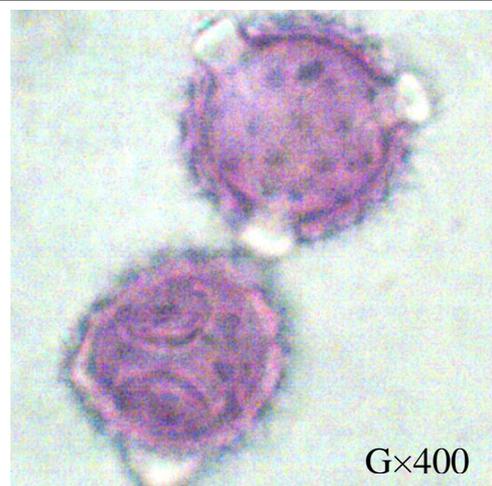


Figure 52: Grains de pollens de *Carduus pycnocephalus* (*Asteraceae*) ; *Calendula* (T)



Figure 53: Grains de pollens d'*Onopordon macracanthum* (*Asteraceae*) ; *Calendula* (T)

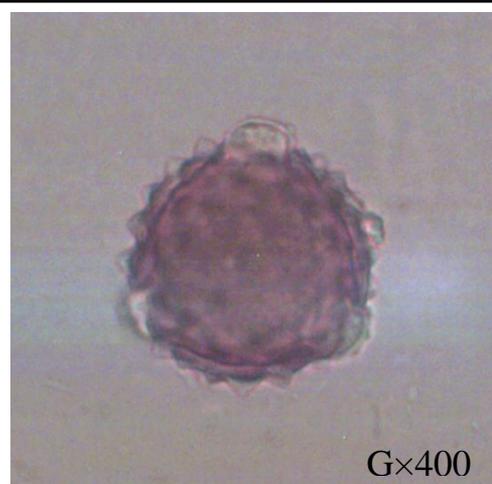


Figure 54: Grain de pollen de *Silybum marianum* (*Asteraceae*) ; *Calendula* (T)

3.4.1.4- Famille des *Asteraceae*–Pollen type d'*Anthemis*

Pollen type: *Anthemis* type

Contour: triangulaire convexe ou sphéroïdale.

Dimensions: <40µm

Ornementation: Echinate

Aperture: Tricolporate

Particularités-

Sources : Pascoe MS, 2007



Figure 55:Grains de pollens d'*Anthemis*
Cotula (*Asteraceae*) ;*Anthemis* (*T*)

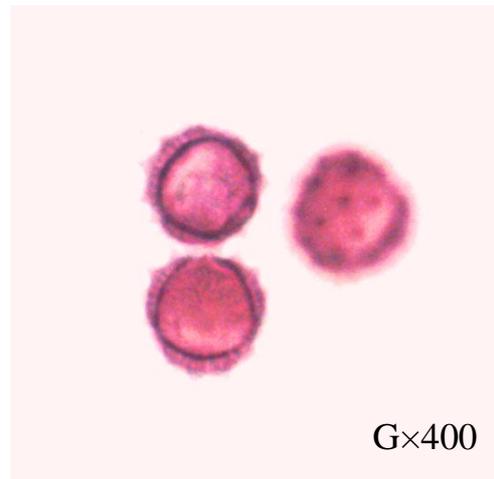


Figure 56:Grains de pollens de
Chrysanthemum coronarium (*Asteraceae*)
; *Anthemis* (*T*)

3.4.1.5- Famille des *Asteraceae*–Pollen type de *Centaurea*

Pollen type: *Centaurea* type

Contour: sphéroïdale

Dimensions: 25-70 μm

Ornementation: Microechinate

Aperture: Tricolporate

Particularités :-

Sources : Pascoe MS, 2007 ; Özler et al, 2009.

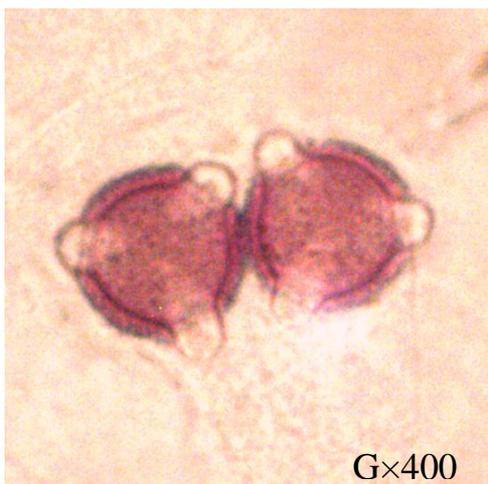


Figure 57: Grains de pollens de *Centaurea calcitrapa* (*Asteraceae*) ; Vue : polaire.

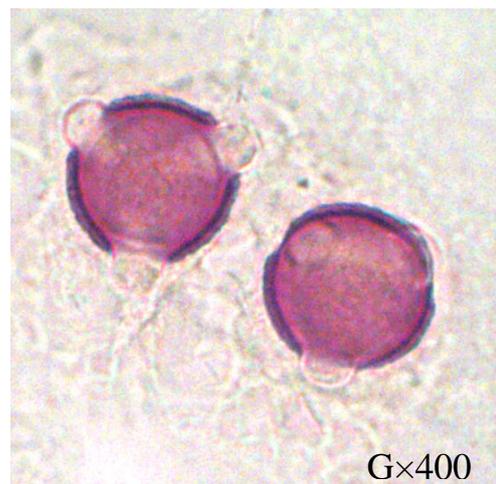


Figure 58: Grains de pollens de *Centaurea calcitrapa* (*Asteraceae*)

3.4.1.6- Famille des *Boraginaceae* –Pollen type d' *Heliotropium*

Pollen type: *Heliotropium* type

Contour: sphéroïdale

Dimensions: 20-48 μm

Ornementation:-

Aperture: 6-10 heterocolpate

Particularités :-

Sources : Qureshi, 1985



Figure 59: Grain de pollen d' *Heliotropium europaeum* (*Boraginaceae*) ;Vue : polaire.

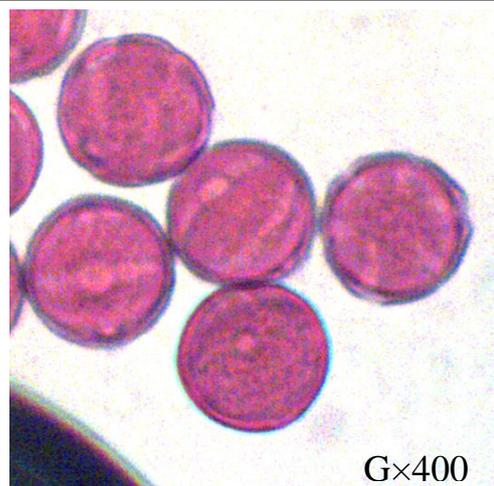


Figure 60: Grains de pollens d' *Heliotropium europaeum* (*Boraginaceae*)

3.4.1.7- Famille des *Brassicaceae* –Pollen type de *Raphanus*

Pollen type: *Raphanus* type

Contour: elliptique à sphérique.

Dimensions: 15-25 μ m

Ornementation: finement reticulat

Aperture: Tricolpate

Particularités :-

Sources : Zafar et al, 2007

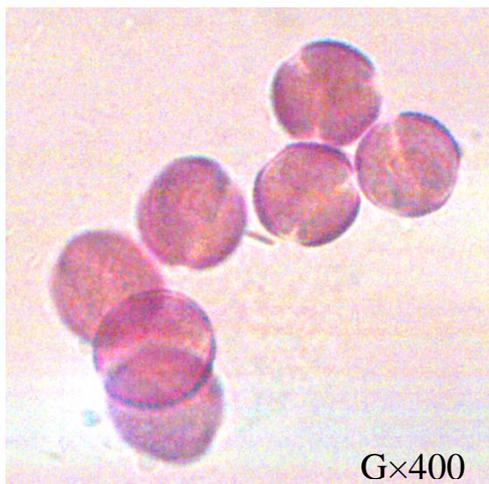


Figure 61:Grains de pollens de *Raphanus raphanistrum* (*Brassicaceae*)



Figure 62:Grain de pollen de *Raphanus raphanistrum* (*Brassicaceae*)

3.4.1.8- Famille des *Brassicaceae* –Pollen type de *Sinapis*

Pollen type: *Sinapis* type

Contour: elliptique a sphérique

Dimensions:20-35 μm

Ornementation: Reticulate

Aperture: Tricolpate

Particularités :-

Sources : Zafar et al, 2007



Figure 63:Grain de pollen de *Sinapis arvensis* (*Brassicaceae*) ;Vue : polaire.

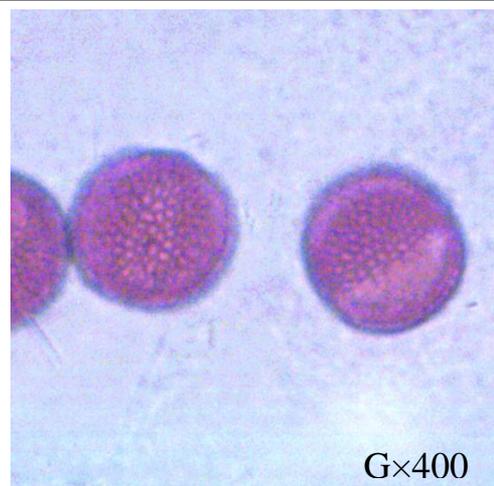


Figure 64:Grains de pollens de *Sinapis arvensis* (*Brassicaceae*)

3.4.1.9- Famille des *Chenopodiaceae* –Pollen type de *Chenopodium*

Pollen type: *Chenopodium* type

Contour: sphéroïdale

Dimensions: 20-35 μm

Ornementation: Scabrate.

Aperture: Pantoporate (periporate)

Particularités : nombreux pores distribués sur toute la paroi du pollen

Sources : Akhani et al, 2003.



Figure 65: Grain de pollen de *Chenopodium album* (*Chenopodiaceae*)

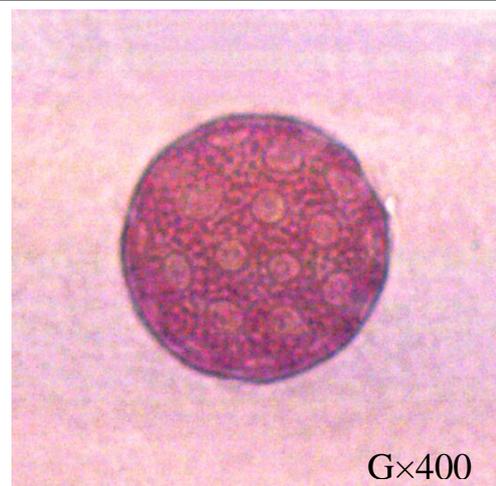


Figure 66: Grain de pollen de *Chenopodium album* (*Chenopodiaceae*)

3.4.1.10- Famille des *Lamiaceae* –Pollen type de *Marrubium*

Pollen type: *Marrubium* type

Contour: sphéroïdale-aplatie

Dimensions: 20 à 30 μm

Ornementation: Psilate

Aperture: Tricolpate

Particularités :-

Sources : Akgül et al, 2008



Figure 67:grains de pollens de *Marrubium vulgare* (*Lamiaceae*)

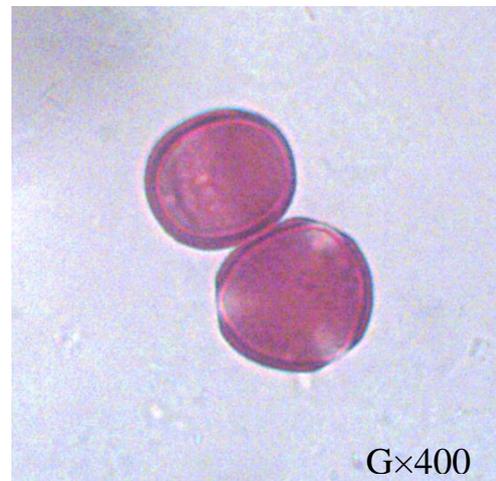


Figure 68:grains de pollens de *Marrubium vulgare* (*Lamiaceae*)

3.4.1.11- Famille des *Convolvulaceae* –Pollen type de *Convolvulus*

Pollen type: *Convolvulus* type

Contour: sphéroïdale-aplatie

Dimensions: 25-75 μ m

Ornementation: Perforate

Aperture: Tricolporate

Particularités :-

Sources : Menemen et Jury, 2002

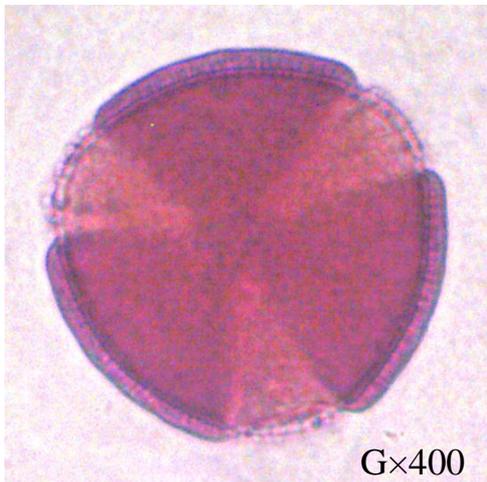


Figure 69: Grain de pollen de *Convolvulus althaeoides* (*Convolvulaceae*) ; Vue : polaire.



Figure 70: Grain de pollen de *Convolvulus althaeoides* (*Convolvulaceae*) ; Vue : polaire.

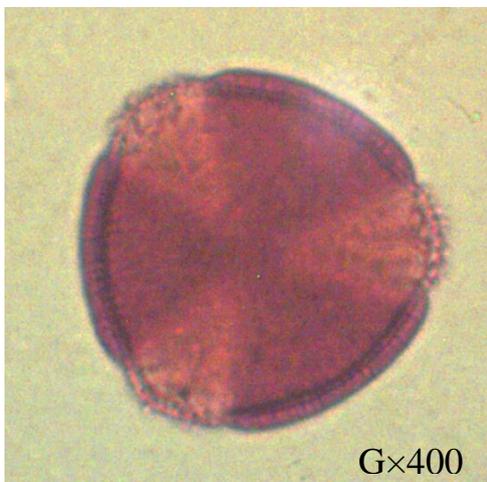


Figure 71: Grain de pollen de *Convolvulus arvensis* (*Convolvulaceae*) ; Vue : polaire.



Figure 72: Grains de pollens de *Convolvulus arvensis* (*Convolvulaceae*) ; Vue : équatoriale

3.4.1.12- Famille des *Euphorbiaceae* –Pollen type d'*Euphorbia*

Pollen type: *Euphorbia* type

Contour: sphérique- aplati

Dimensions: 10-60 μm

Ornementation: finement réticulé

Aperture: Tricolporate

Particularités :-

Sources : Perveen et Qaiser, 2005

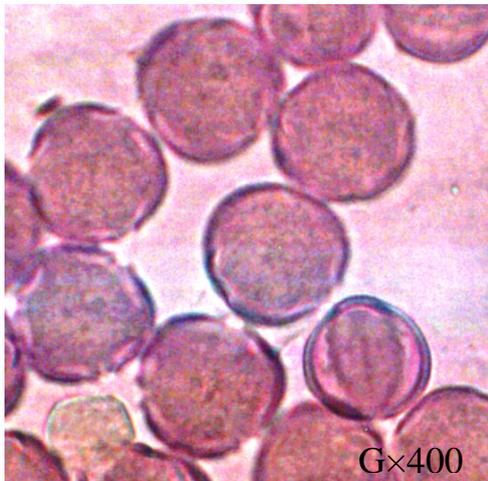


Figure 73:Grains de pollens d'*Euphorbia chamaesyce* (*Euphorbiaceae*)

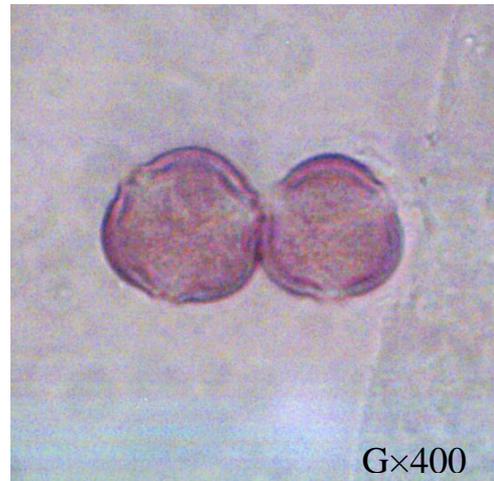


Figure 74:Grains de pollens d'*Euphorbia chamaesyce* (*Euphorbiaceae*) ;Vue : polaire.

3.4.1.13- Famille des *Geraniaceae* –Pollen type d'*Erodium*

Pollen type: *Erodium* type

Contour: sphérique-aplatie

Dimensions:40-60 μm

Ornementation: Striate-retuculate

Aperture: Triporate

Particularités :-

Sources :Shehata, 2008



Figure 75:Grain de pollen d'*Erodium moschatum* (*Geraniaceae*) ;Vue : polaire.

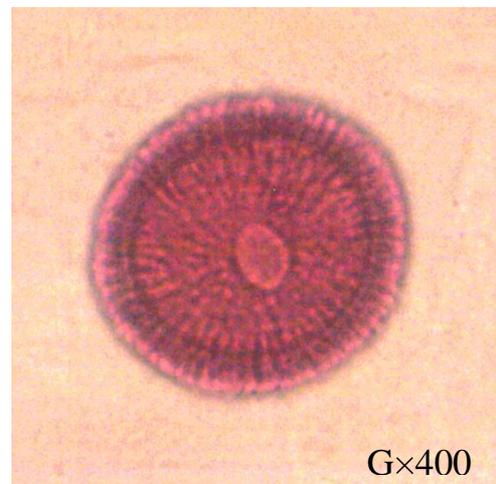


Figure 76:Grain de pollen d'*Erodium moschatum* (*Geraniaceae*) ; Vue : equatoriale

3.4.1.14- Famille des *Oxalidaceae* –Pollen type d'*Oxalis*

Pollen type: *Oxalis* type

Contour: allongés

Dimensions: 30-55 μm

Ornementation: Reticulate

Aperture: Tricolpate

Particularités :-

Sources : Perveen et Qaiser, 2003



Figure 77: Grain de pollen d'*Oxalis pes-caprae* (*Oxalidaceae*) ; Vue : equatoriale



Figure 78: Grain de pollen d'*Oxalis pes-caprae* (*Oxalidaceae*) ; Vue : polaire.

3.4.1.15- Famille des Plantaginaceae –Pollen type de *Plantago*

Pollen type: *Plantago* type

Contour: sphérique

Dimensions: 18 à 30 μm

Ornementation: Verrucate

Aperture: Pantoporate (7-16 pores)

Particularités : les pores sont nettement circulaires

Sources : Klimko et al, 2004 ; Bukhari, 2009



Figure 79:Grains de pollens de *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae)

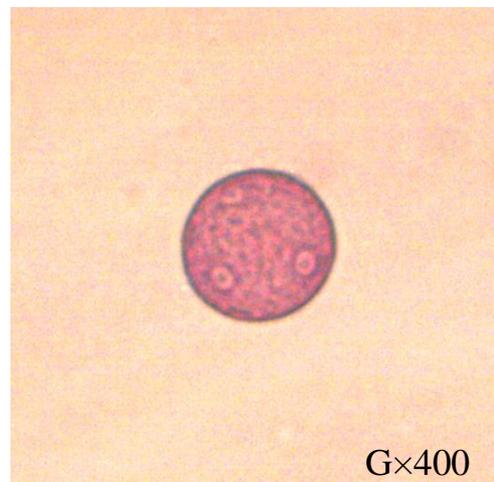


Figure 80:Grains de pollen de *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae)

3.4.1.16- Famille des *Rhamnaceae* –Pollen type de *Ziziphus*

Pollen type: *Ziziphus* type

Contour: triangulaire

Dimensions: 10-30 μm

Ornementation: Strié

Aperture: Tricolporate

Particularités : les deux extrémités reliées à la partie amincie de l'exine, formant une H

Sources : Yu-Long et Yi-ling, 1992 ; Perveen et Qaiser, 2005 ; Naimat et al, 2012

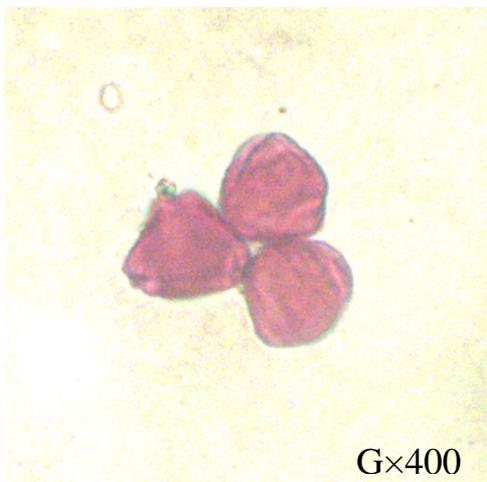


Figure 81:Grains de pollens de *Ziziphus lotus* (*Rhamnaceae*)



Figure 82:Grain de pollen de *Ziziphus lotus* (*Rhamnaceae*) ; Vue : polaire.

CHAPITRE IV

CHAPITRE IV- DISCUSSION

La discussion est structurée en quatre parties. La première est consacrée à l'évolution des états d'activité des nids. Ensuite, dans la deuxième partie, nous discuterons l'évolution du couvain. La troisième partie est réservée à la discussion de l'arrangement intérieur du nid. En fin, nous terminerons ce chapitre par la discussion du régime alimentaire de l'abeille *Lasioglossum malachurum*.

4.1-Suivi de la phénologie de l'activité des nids

Le suivi de l'activité des nids d'abeille *Lasioglossum malachurum* dans la plaine d'El-Attaf montre que la fondation du nid se fait plus tôt (29 janvier 2013), avant le début du printemps. Elle est considérée parmi les abeilles les plus précoces qui fondent leurs nids le plus tôt possible au printemps (Poursin et Plateaux-Quenu, 1982). Cette période de reprise est induite chez les insectes par des facteurs extrinsèques (température et photopériode...etc.) et intrinsèques (Robert, 1978 ; Danks, 1987; Danks, 2004 ; Danks, 2004; Musolin et *al.*, 2004 ;Danks, 2007 ; Dalin et *al.*, 2010). L'abeille *L. malachurum* est considérée parmi les espèces les plus étudiées dans la région Européenne à cause de leur niveau de socialisation qui partage les critères des populations solitaires et sociales en même temps. Parmi ces travaux, les études menées par Richards (2000) et Wyman et Richards (2003) au sud de la Grèce et par Weissel et *al.* (2006) et Zobel et Paxton, (2007) au sud de l'Allemagne révèlent que les premières reines de *L. malachurum* apparaîtraient vers le mi-mars jusqu'au début Avril.

Le nombre de nids fondés par reine de l'abeille *L. malachurum* augmente de manière discontinue en trois périodes dans la plaine d'El-Attaf. Ces périodes sont caractérisées par des conditions climatiques adéquates pour la fondation de nids. Plusieurs auteurs considèrent que la température et les précipitations sont les principaux facteurs pour l'activité des insectes ptérygotes (Drake , 1994 ; Cornelissen, 2011). Il faut alors un seuil de température pour permettre à l'insecte de voler et faire les différentes activités de sa vie (Taylor, 1963). Les précipitations influent négativement sur le nombre de visites des fleurs (Puškadija et *al.*, 2007). Dans notre site, il semble que les précipitations n'affectent pas le moment de fondation des nids pour les fondatrices. A chaque période, la température moyenne journalière est toujours supérieure à 11°C. Elle est proche du Zéro de développement de l'abeille *L.*

malachurum (10,5°C) estimée par Weisell dans une étude non publiée (Mitesser et al., 2007).

La durée du cycle de survie des nids de l'abeille *L. malachurum* varie de 122 à 166 jours dans la plaine d'El-Attaf. La longueur de la période d'activité est influencée par plusieurs facteurs, en particulier la température du sol qui influe sur le taux de développement du couvain (Weisell et al., 2006). De plus, la disponibilité des fleurs pour la récolte du nectar et du pollen peut affecter aussi la durée de vol (Schmid-Hempel et Durrer, 1991). La saison de vol de *L. malachurum* dure environ 100 à 140 jours en Europe centrale (Mitesser et al., 2006) et de 80 à 120 jours au sud de l'Allemagne (Weisell et al., 2006)

Durant le cycle de survie du nid de *L. malachurum* dans la plaine d'El-attaf, nous avons signalé 4 phases d'activités séparées par 3 phases de pauses d'activité des nids. Durant les phases de pauses, les entrées des nids sont fermés par le sol et aucune activité n'a été observée en dehors du développement des larves (Poursin et Plateaux-Quenu, 1982 ; Mitesser et al., 2006). Ce comportement est très commun chez la plupart des Halictidae eusociales (Michener, 1978 ; Poursin et Plateaux-Quenu, 1982; Yanega, 1997 ; Michener, 2000 ; Mitesser et al., 2006 et Michener, 2007). Le nombre de phases actives et inactives chez *L. malachurum* diffère suivant la région géographique. Ce nombre est limité à 3 phases actives au nord d'Europe et peut aller jusqu'à 5 phases actives au sud d'Europe (Knerer, 1992 in Mitesser et al., 2007 ; Richards, 2000 ; Wyman et Richards, 2003). Cette variation du nombre de phases actives se trouve corrélée avec la température du sol à une profondeur de 20cm (Mitesser et al., 2006). Les nids localisés dans les endroits chauds ont une tendance de faire 4 phases actives (Mitesser et al., 2006).

La durée de la phase solitaire printanière (P1) est la plus longue (34 jours) par rapport aux durées des autres phases de la survie des nids de *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf. Ce prolongement est dû à l'activité solitaire de la fondatrice (Rabalon et al., 1996 ; Richards., 2000 ; Pesenko et al., 2000), et au creusement de la galerie qui consomme beaucoup de temps et d'énergie selon Zobel et Paxton (2007). La fondatrice qui sort après l'hibernation présente aussi des ovaires moins développés, lesquels se développent progressivement après deux semaines de nutrition au pollen et au nectar (Pesenko et al., 2000). De plus, les conditions climatiques non prédictibles durant cette période de l'année limitent les voles de butinage nécessaire pour l'approvisionnement du couvain (Richards, 2000).

La durée de la phase P1 est influencée d'autre part par la période de fondation du nid : les premiers nids fondés représentent des durées de la phase P1 supérieures aux durées des nids fondés plus tard. Donc la fondatrice termine cette phase d'activité indépendamment de la date de fondation.

Après l'approvisionnement et la ponte du 1^{er} couvain, la fondatrice entre dans la phase de pause post-printanière (P2). Selon Knerer (1992) in Mitesser *et al.* (2006), le déclenchement des pauses chez les Halictidae est lié aux disponibilités des ressources et de la photopériode. En revanche, l'approche de modélisation pour *L. malachurum* de l'équipe Kaitala *et al.* (1990) suppose que la fermeture du nid chez les halicites est synchronisée à une menace croissante d'usurpation des nids par des parasites intraspécifiques. Autre explication de la date de fermeture du nid chez *L. malachurum* est fournie par Strohm et Bordon-Hauser (2003) suggérant que les reines sont moins capables de contrôler les activités reproductrices de plus de cinq ou six ouvrières. Cela conduit à la prédiction que, quand un nid contient suffisamment de cellules du couvain, la reine doit cesser l'alimentation et fermer son nid de l'intérieur. Le modèle de Mitesser *et al.* (2006) sur l'évolution de l'activité des pauses des nids chez les abeilles eusociales montre que les pauses d'activité ne sont pas nécessairement causées par des influences extrinsèques, telle que la prédation ou la disponibilité des ressources, mais les nids sont fermés, lorsque la perte de productivité peut être compensée par une protection accrue de la couvée durant les phases d'inactivité.

La phase P2 dure 25 jours chez *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf, alors qu'elle est de 43 Jours au sud d'Allemagne. Weissel *et al.* (2006) Trouvent une relation inverse entre la température du sol et la durée de la phase P2. Cette variation de la durée de la phase P2 est liée aux climats. Le climat tempéré froid caractérise la région sud d'Allemande, alors que le climat aride chaud constitue notre région d'étude.

La durée de la 1^{ère} et la 2^{ème} phase d'activité eusocial (P3 et P5) se trouve dans le même groupe selon les tests de comparaison des moyennes de Student avec des valeurs de 18 et 20 jours respectivement. Cette égalité est due probablement aux conditions météorologiques moins prévisibles et plus froids. Ainsi, la température moyenne de la terre pourrait être plus importante que pendant l'été (Weissel *et al.*, 2006). Au sud d'Allemagne Weissel *et al.*, (2006), trouvent que la durée de P3 et de P5 est respectivement 16,2 et 18,2 jours chez les nids de *L. malachurum*. De plus, la durée de la phase P3 est influencée par la période de fondation des nids.

La durée de phase d'accouplement des sexués (P7) est de 13 jours. Elle se trouve dans le même groupe que la durée de la phase de pause pré-estivale (P4) et estivale (P6). Cette égalité entre les durées des deux dernières phases de pause est due selon Kamm (1974) aux températures basses auxquelles l'abeille réagit par la diminution de la productivité. Weissel et *al.* (2006) mesurent des valeurs des durées de P4, P6 et P7 à 19, 13 et 21 jours respectivement.

Les phases inactives chez l'abeille *L. malachurum* après l'apparition du premier couvain sont déclenchées au moment où la mortalité des ouvrières est assez élevée et que l'émergence des individus de la deuxième couvée n'a pas été faite (Mitesser et *al.*, 2006).

La somme des durées des phases actives est significativement supérieure à la somme des durées des phases inactives et inversement corrélées entre elles. Ces résultats montrent que *L. malachurum* passe la plupart de la durée de son cycle de survie dans la plaine d'El-Attaf à l'état active (65%). Cette proportion est très importante pour les insectes qui ont une production discontinue de couvains où chaque pause réduit le potentiel de recherche de nourriture et la productivité de la colonie (Mitesser et *al.*, 2006). Selon Weissel et *al.* (2006) et Mitesser et *al.* (2007), le pourcentage de la phase active se situe à 50% en Europe.

La durée de la phase active et la phase inactive suivante sont significativement corrélées. Ceci s'explique par le fait que lorsque le couvain est composé par un nombre élevé d'immatures, l'approvisionnement de ce couvain par la fondatrice dans P1 ou par les ouvrières de la P3 ou P5 se fait dans des durées relativement longues. De plus la ponte de ce nombre élevé de couvain sera échelonné, ce qui prolonge la durée de la pause pour que la plus part du couvain émerge de sa cellule.

Le taux de passage des nids de la phase P1 à P3 est très faible et ne dépasse pas 50%. Les conditions naturelles extrêmes au début de la saison entraînent un taux de mortalité élevé chez les fondatrices et beaucoup d'entre elles ne parviennent pas à établir une colonie ou à élever sa progéniture (Pesenko et *al.*, 2000). De plus, au cours de la phase de fondation solitaire, la mortalité sera probablement plus élevée que dans la saison tardive lorsque le nid est gardé par une ouvrière (Knerer, 1992 in Mitesser et *al.*, 2006). Le taux de passage des nids de la phase P1 à P3 au sud d'Allemagne est 70% (Weissel et *al.*, 2006), mais les auteurs utilisent deux lots de colonies dans cette

expérimentation : une se trouve dans une zone naturelle et autre se trouve au-dessus d'un tuyau de haute chaleur, et les résultats présentés est la moyenne entre les deux lots.

Ainsi, la réussite de passage de la P1 à P3 se trouve en correspondance avec la période de fondation : les nids fondés au début de la saison correspondent à un taux de réussite de 64,71%, alors que ce taux diminue avec les nids fondés dans la période moyenne et tardive. Cette relation révèle que les premiers nids fondés au début de la saison ont une chance plus élevée d'être établis en colonie que les nids fondés plus tard. Strohm et Bordon-Hauser (2003) montrent que la reine de *L. malachurum* doit produire au moins deux ouvrières à la P1 pour établir sa colonie, alors que la production de quatre à six ouvrières peut augmenter la probabilité de la réussite de la colonie à 100%. Donc, le faible taux de la réussite de passage de la P1 à la P3 dans les nids fondés plus tard peut être expliqué par l'incapacité de la reine de certains nids à produire ce nombre minimal d'ouvrières pendant la durée limitée de la phase P1.

La réussite de passage des nids de la P3 à P5 et de la P5 à P7 est proche de 90%. Ce taux de réussite est provoqué probablement par la phase eusociale de la colonie, durant laquelle les fondatrices restent dans le nid et les ouvrières partagent la tâche de creusement et de l'approvisionnement en nourriture des cellules (Paxton et *al.*, 2002). Selon Field et *al.* (1999) in Zobel et Paxton (2007), La mortalité des guêpes et des abeilles pendant la récolte est considérée comme élevée, par rapport aux activités à l'intérieur des nids tels que la construction du nid et les soins du couvain. De plus, un grand nombre d'ouvrières pourraient être en mesure de réduire le parasitisme, en particulier les parasitoïdes du couvain qui entrent de manière agressive dans les nids pour pondre. Même dans certains cas, la garde du nid peut diminuer le parasitisme (Abrams et Eickwort, 1981; Lin, 1964; Mc Corquodale, 1989). Le taux de passage des nids de la phase P3 à P5 et de la P5 à P7 au sud d'Allemagne est respectivement 84% et 72% (Weissel et *al.*, 2006).

4.2-Evolution du couvain

Durant le travail mené pour l'étude de l'évolution du couvain de l'abeille terricole *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf, nous avons observé une production discontinue de trois couvains. Ce phénomène est très répandue chez les *Halictidae* eusociales (Litte, 1977 ; Poursin et Plateaux-Quenu, 1982 ; Packer, 1986 ; Mueller et *al.*, 1994 ; Dunn et *al.*,1998). *L. malachurum* est une espèce primitivement eusociale obligatoire qui produit au moins deux couvains annuels par an (Poursin et Plateaux-

Quenu, 1982 ; Paxton et *al.*, 2002). Le nombre de couvains est très variable selon la région géographique. Les femelles de *L. malachurum* au nord d'Europe produisent 2 couvains et peuvent aller jusqu'à 4 couvains au sud d'Europe (Knerer, 1992 in Mitesser et *al.*, 2007 ; Richards, 2000 ; Wyman et Richards, 2003).

L'approvisionnement des cellules et la ponte des œufs du C1 est faite par une seule fondatrice. Plusieurs auteurs observent le même comportement chez les colonies de *L. malachurum* en Europe (Michener, 2000; Paxton et *al.*, 2002;Mitesser et *al.*, 2006 ; Michener, 2007), alors que 20% des nids contiennent plus d'une femelle en Grèce (Wyman et Richards, 2003).

La reine pond en moyenne 7 œufs durant le C1 du 15 au 30 mars. Ces œufs arrivent à émerger vers la fin d'Avril. Le C1 est composé 100% de femelles. En Europe les populations du sud de la Grèce étudiées par Wyman et Richards (2003) et du sud d'Allemagne étudiées par Strohm et Bordon-Hauser (2003) du couvain C1 sont composés que par des femelles. Cependant certaines colonies sont composées par un taux faible de males au C1 (Packer et Knerer, 1985 ; Wyman et Richards, 2003). Le taux de males au C1 est considéré comme un caractère de socialisation chez les colonies d'*Halictidae* (Packer et Knerer, 1985 ; Danforth, 2002; Wyman et Richards, 2003)

Wyman et Richards (2003) trouvent que la taille de la première couvée est généralement la même dans toutes les populations d'Europe. Les populations du sud d'Allemagne sont composées de quatre à six œufs par nid (Weissel, 2006), 7 œufs par nid au sud de la Grèce (Wyman et Richards, 2003), et les premières ouvrières du C1 émergent vers le mois de juin (Poursin et Plateaux-Quenu, 1982 ; Strohm et Bordon-Hauser, 2003).

La durée de développement du C1 varie approximativement de 21 à 46 jours dans la plaine d'El-Attaf alors que la durée de développement des femelles de *L. malachurum* au laboratoire est de 22 jours selon les données non publiées de Weissel et Strohm (Weissel et *al.*, 2006). Le temps de développement larvaire peut durer plus longtemps lorsque la température est inférieure au début de la saison (Mitesser et *al.*, 2006). De plus le temps de l'achèvement pour l'émergence des adultes diminue avec l'augmentation de la température (Kamm, 1974).

Le couvain C2 commence le 30 avril, et l'approvisionnement en pollens des cellules est réalisé par de nombreuses ouvrières butineuses. La reine reste au fond du nid. Elle est connue par sa taille relativement grande par rapport aux ouvrières. De

même en Europe, les ouvrières du C1 partagent les tâches de creusement du nid et l'approvisionnement des cellules en pollens du C2, alors que la fondatrice ne fait que la ponte (Strohm et Bordon-Hauser, 2003 ; Wyman et Richards, 2003).

Dans la plaine d'El-Attaf, 33 œufs en moyenne sont pondus par la fondatrice au C2 et les adultes émergents au début de Juin. La taille moyenne du C2 au sud de la Grèce est de 33 individus par nid et émergent en juillet (Wyman et Richards, 2003). Le C2 est composé uniquement de femelles. Les populations du sud d'Angleterre au nord de l'Europe sont caractérisées par la production de deux couvains annuels seulement constitués de castes sexuées et de quelques ouvrières (Packer et Knerer, 1985 ; Wyman et Richards, 2003). La durée de développement du stade œuf au stade adulte varie de 17 à 40 jours au C2.

Le couvain C3 est composé de males et de futures reines (gynes) dans notre site d'étude. Plateaux-Quenu (1972), Kamm (1974) et Pesenko et al. (2000) distinguent facilement les gynes de *L. malachurum* par leur taille relativement grande par rapport aux ouvrières. La différence de taille est liée à la quantité de nourriture administrée au stade larvaire (Richards et Packer, 1994 ; Pesenko et al., 2000). Les gynes consomment une quantité de pain d'abeille plus grande qu'une simple ouvrière, et nous avons observé dans notre étude que le pollen destiné aux gynes est bilobé et en grande quantité que celui destiné aux ouvrières ou aux males. Selon Brand et Chapisat (2012), la taille du corps des gynes est nécessaire pour la réussite de l'hibernation, et la fondation des nids au début du printemps lorsque les ressources trophiques sont limitées.

Le dernier couvain est composé toujours par les males, les gynes et quelques ouvrières (Packer et Knerer, 1985 ; Wyman et Richards, 2003 ; Strohm et Bordon-Hauser, 2003)

La taille du couvain et le nombre de femelles par nid sont significativement variables dans les trois couvains produits par les femelles de *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf. Nous avons trouvé une seule femelle qui produit en moyenne 7 œufs par nid au C1, et 5 femelles au C2 participent à l'aménagement de 33 œufs en moyenne par nid, ainsi que 33 femelles au C3 partageant la tâche de travail de 78 œufs.

La taille du couvain au sud de la Grèce varie de 4 individus immatures au C1, à 7 individus par nid au C2, et 48 au C3. La taille du couvain au sud de la Grèce varie significativement entre le C2 et le C3 (Wyman et Richards, 2003). Les nids de *L. malachurum* sont peuplés dans les phases d'été pouvant atteindre 80 ouvrières selon Knerer (1992) in Polidori et al. (2009).

Le nombre de femelles par nid et la taille du couvain de *L. malachurum* sont positivement corrélées dans la plaine d'El-Attaf. Kukuk et sage (1994) ont obtenu le même résultat chez *Lasioglossum hemichalceum* en Australie. De plus, Mitesser et *al.* (2006) supposent que le taux de ponte de la reine n'est limité que par le nombre d'œufs qui peuvent être approvisionnés par les ouvrières de la colonie. Une ouvrière peut approvisionner 3,2 boule de pollens durant sa vie de 24 jours (Strohm et Bordon-Hauser, 2003 ; Mitesser et *al.*, 2007b). Donc il existe un effet positivement significatif du nombre d'ouvrières sur la productivité de la colonie (Strohm et Bordon-Hauser, 2003). De plus, lorsque les colonies de *L. malachurum* atteignent une grande taille et le nombre de boules de pain d'abeille approvisionnées est supérieur à la capacité de ponte de la reine (6 œufs par jour), les ouvrières peuvent pondre des œufs pour combler cette insuffisance (Knerer, 1992 in Wyman et Richards, 2003).

4.3-Etude d'arrangement de l'intérieur du nid

Les résultats obtenus lors de l'étude de l'arrangement des nids de l'abeille *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf révèlent que leur structure est commune avec les autres *Halictidae*.

La fondatrice commence par la construction de la galerie principale du nid, et par la suite la fondation d'une chambre unilatérale par rapport à cette galerie dans laquelle élabore un groupe des cellules. Beaucoup d'halictines construisent des chambres caractéristiques, à l'intérieur desquelles les cellules sont placées (Pesenko et *al.*, 2000), alors que *L. malachurum* construit la chambre autour des cellules seulement pour l'élevage du premier couvain d'ouvrières. Selon Packer et Knerer (1986), la construction des chambres est peut-être un mode d'adaptation à la nidification dans les sols à séchage lent (adaptation de nidification dans les sols mal drainés). De plus, la femelle ne peut pas surveiller facilement des cellules dispersées durant la phase solitaire (Pesenko et *al.*, 2000).

La perte de la cavité dans les phases eusociales chez *L. malachurum* explique le nombre élevé de cellules de couvain produit pour être groupés (Sakagami et Hayashida, 1960).

Le diamètre de l'entrée du nid est significativement grand du C1 (3,8 mm) par rapport à C2 (2,63mm) et à C3 (2.24mm). Ceci indique que les ouvrières rétrécissent l'entrée du nid pour augmenter la protection contre les agresseurs (Packer et Knerer, 1986 ; Pesenko et *al.*, 2000 ; Ayasse et Paxton, 2008). Le diamètre de l'entrée

du nid de *L. malachurum* est rétréci de 2,5 à 3,0 mm après l'émergence des ouvrières (Pesenko et al., 2000). Le diamètre de l'entrée du nid de *Halictus ligatus* est de 3.65mm avant l'émergence des ouvrières et 3.17mm après l'émergence avec une différence significative (Packer et Knerer , 1986).

Le même cas est observé pour le diamètre de la galerie principale qui mesure 5,65 mm à C1 est rétréci significativement à C2 (4,16 mm) et à C3 (3,87 mm), et ceci pour la même raison que la diminution du diamètre de l'entrée (Pesenko et al., 2000). Le diamètre de la galerie principale de *L. malachurum* durant la phase solitaire mesure 5mm (Pesenko et al., 2000) alors que celui de *Halictus ligatus* mesure 5,66mm durant la même phase (Packer et Knerer, 1986).

Le tumulus du C1 (0.3 cm) est significativement moins haut qu'au C2 (1.26 cm) et au C3 (0.88cm). Ce résultat est lié à la construction de la tourelle de surveillance dans les phases eusociales chez les *Halictidae* (Pesenko, 2000) qui est formée par la cimentation des particules du sol sur les parois de l'entrée en passant par le tumulus conique.

La profondeur du début des cellules, la profondeur de la fin des cellules et la profondeur du nid sont significativement différentes lorsqu'on arrive vers la fin du cycle du nid de *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf. Packer et Knerer (1986), trouvent une relation entre l'usure mandibulaire de la reine et longueur de la galerie durant la phase solitaire de *Halictus ligatus* au Canada. De même, la relation est significative entre l'usure mandibulaire de toutes les ouvrières adultes dans le nid et le nombre de cellules actives, ainsi que la longueur de la galerie du nid durant la phase eusociale. Ceci peut expliquer la relation étroite entre les ouvrières dans l'approfondissement de la galerie durant les phases eusociale du nid. De plus, Jeanson et al. (2005 ; 2008) trouvent qu'une paire d'abeilles creusent des nids deux fois plus profond qu'une seule abeille solitaire de *Lasioglossum NDA-1*.

Les cellules du C1 sont arrangées à des profondeurs de 12,47 à 15,17 cm. Après l'émergence des individus du C1, les ouvrières remplissent les anciennes cellules par la terre et construisent de nouvelles cellules à des profondeurs de 29 à 39,78 cm. Les cellules du C3 se trouvent dispersées à des profondeurs de 59 à 92,33cm.

Legewie (1925) in Pesenko et al. (2000) notent que la profondeur de la dernière cellule chez *L. malachurum* est de 10 à 15 cm durant le C1 , 40 à 50 cm durant le C2 et de 60 à 70 cm durant le C3. *Halictus ligatus* caractérisée par deux couvains par

an au Canada dispose les cellules du 1^{er} couvain à une profondeur de 7.5 à 12.5 cm et celle du 2^{ème} couvain de 15 à 30 cm (Packer et Knerer, 1986).

Il s'agit d'un phénomène général en biologie de la nidification des *Halictinae* (Sakagami et Michener, 1962 in Packer et Knerer, 1986), le sol étant sec près de la surface, les abeilles creusent profondément leurs nids pour retrouver l'humidité.

La profondeur du nid au C1 est 28,2 cm en suite les ouvrières approfondissent la galerie à 54cm au C2 et 99 cm au C3. Ainsi Packer et Knerer (1986) trouvent que la profondeur des nids de *Halictus ligatus* est significativement profonde après l'émergence des ouvrières (16,3 cm) qu'à la phase solitaire (11.3 cm). Les nids de *L.malachurum* en Europe ont des profondeurs de 10 à 15 durant le C1, de 25 à 30 cm durant le C2 et de 50 cm ou plus durant le C3 (Weissel et al., 2006).

Le nombre de cellules est significativement grand vers la fin du cycle du nid chez *L. malachurum*. Il varie de 7,73 cellules/ nid au C1 et augmente à 32,44 cellules/ nid au C2 et 79,33 cellules/nid au C3. Cela est dû principalement à l'augmentation du nombre d'ouvrières vers la fin du cycle. Le nombre de cellules par nid en Pologne varie selon Pesenko et al. (2000) de 6 ou 7, rarement 11 cellules dans le 1^{er} couvain, 20 à 25 cellules dans le 2^{ème} couvain et 60 à 65 cellules par nid dans le 3^{ème} couvain.

Les cellules du couvain C1 (9,97 mm) et C2 (9,99 mm) sont significativement moins longues qu'au C3 (11,17 mm). De même Pesenko et al. (2000) révèlent que les cellules contenant des gynes sont encore plus longues (11-12mm) que celles contenant des ouvrières (10-11 mm).

Le diamètre du cou des cellules du C1 (2,90 mm) est significativement large de celui du C2 (2,69mm), alors que le diamètre du cou des cellules du C3 se trouve dans les deux groupes. Cela peut être dû à la construction des cellules de C1 par la reine qui a une tête 15% plus large que les ouvrières (Wyman et Richards, 2003). En d'autre terme, la reine construit des cellules ayant un cou plus large que les cellules produites par les ouvrières. Le nombre réduit de mesures effectuées sur les cellules du C3 a classé le diamètre du cou de ce couvain (C3) dans les deux autres couvains C1 et C2.

Les cellules du C3 (5,68 mm) sont caractérisées par un diamètre significativement plus large que le diamètre des cellules du C1 (5,16 mm) et du C2 (4,93 mm).

L'étude menée par Kamm (1974) sur les facteurs qui influent la taille des cellules chez *Lasioglossum zephyrum* dans les conditions contrôlées montre que les

cellules à partir desquelles les futures reines (gynes) émergent sont en moyenne plus larges que celles des ouvrières émergentes. En revanche, les cellules d'ouvrières sont plus larges à des températures plus basses.

Ces données confirment nos résultats. En effet, les cellules du C1 qui contiennent les ouvrières durant les températures basses du printemps sont significativement plus larges que les cellules du C2 contenant des ouvrières à des températures relativement élevées. Les cellules productrices de gynes et de males du C3 sont les plus larges.

Pesenko et *al.* (2000) soulignent que la largeur des cellules d'ouvrières chez *L. malachurum* varie de 3 à 4 mm alors que les cellules des gynes mesurent 5 à 6 mm de large.

4.4-Etude du régime alimentaire

Les résultats de l'analyse des ressources florales utilisées par l'abeille *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf, révèlent que cette abeille utilise plusieurs sources de pollens pour la nourriture de sa progéniture. Cette observation est mentionnée par Wyman et Richards (2003). La même tendance polylectique est aussi notée pour d'autres halictides (Lopatin et Tregub, 2004 ; Beil et *al.*, 2008). Toutefois, les butineuses ont des préférences pour certaines plantes en fleurs: plus de 90% de pollens dans la cellule appartiennent à deux ou trois, parfois quatre espèces végétales (Lopatin et Tregub, 2004).

Lasioglossum malachurum utilise 5 familles de plantes pour l'approvisionnement du C1, 19 familles pour le C2 et 11 familles pour le C3. Nous avons remarqué que ce nombre de familles utilisées varie selon le nombre total de familles qui fleurissent durant chaque couvain. Nous pouvons conclure que le cycle de *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf prend fin à cause de la diminution des ressources florales dans le site. De même, Polidori et *al.* (2010) notent que *L. malachurum* utilise de 5 à 7 pollen types durant chaque phase de leur cycle, mais seulement 1 à 1.9 pollens types constitue la pelote transportée dans ses pattes durant chaque visite.

De plus, il y a une déviation remarquable concernant l'utilisation des ressources polliniques dans les 3 couvains de l'abeille *L. malachurum* dans la plaine d'El-Attaf. Elle utilise la famille de *Brassicaceae* comme principale source de pollens (70%) pour l'approvisionnement du C1 et la famille d'*Astercae* (56,26%) pour le C2,

mais durant le C3 l'abeille utilise principalement les grains de pollens d'*Asteraceae* (41,35%) et d'*Apiaceae* (32,88%). Ce changement de ressources est remarqué aussi par Polidori et *al.* (2010) qui proposent que la déviation est créée suivant les castes élevés durant chaque couvain.

Nous avons observé aussi que certaines espèces malgré leur abondance dans le site, elles ne sont pas ou peu utilisées par l'abeille *L. malachurum*. Prenons l'exemple d'*Erodium* qui est très proche et disponible au C1, mais l'abeille n'utilise que 2,3% de pollens. De plus, *Chrozophora* très abondante et pollinifère durant le C3, est très visité par les *Mégachilidae*, mais elle ne l'est pas pour *L. malachurum* (*Halictidae*). Cette préférence de pollens est due à la spécialisation morphologique de l'abeille pour l'exploitation des ressources de plantes bien spécifiques (Ricciardelli D'Albore et Intoppa, 2000). Ainsi, les odeurs et les couleurs de plantes visitées peuvent jouer un rôle dans l'orientation de l'abeille vers les fleurs de telles espèces botaniques durant chaque période du cycle de vie de l'abeille (Dobson, 1987 ; Ricciardelli D'Albore et Intoppa, 2000). De plus, Polidori et *al.* (2010) suggèrent que la variation remarquable de types de pollens prélevés dans les charges d'abeilles à travers le cycle de nidification soutient l'opportunisme de cette espèce. Un autre facteur qui explique probablement les différences observées entre le nombre d'espèces de plantes disponibles et le nombre de pollens types réels enregistrés dans les charges d'abeilles ou dans les nids d'abeilles est l'utilisation de plusieurs ressources de la fleur (le nectar, le pollen ou les huiles). La plupart des espèces de plantes sont visitées souvent seulement pour le nectar (Sipes et Tepedino, 2005).

L. malachurum butine aussi des plantes qui sont connues pour leurs vertus médicinales traditionnelles, comme *Ziziphus* et *Marrubium*.

CONCLUSION

CONCLUSION

L'étude des variations saisonnières de la biologie de l'abeille *Lasioglossum malachurum* dans la plaine d'El-Attaf nous a permis de porter les conclusions suivantes :

La fondation des nids se fait dans le sol au début de février par une seule femelle fondatrice. Elle produit annuellement trois couvains dont le dernier est composé essentiellement de castes sexuées.

Le cycle de la survie des nids dure 122 à 166 jours. Il comporte quatre phases d'activité durant lesquelles les nids sont ouverts et les cellules sont approvisionnées en nourriture. Trois phases de pauses alternent les phases actives nécessaires pour la protection et le développement des larves. Ainsi, la somme des durées des phases actives représente plus de 60%. La dernière phase active est marquée par un nombre important de femelles et de males. Ce qui rend la saison plus longue pour le butinage de nombreuses plantes.

La phase d'activité solitaire est la plus critique dans le cycle de survie du nid, car la moitié des nids sont abandonnés par les abeilles.

Les profondeurs des nids et des cellules du couvain sont significativement profondes vers la fin du cycle de la survie des nids. Ainsi, la profondeur moyenne du nid du premier couvain est de 28 cm, celle du troisième mesure 99 cm.

Les diamètres de la galerie et de l'entrée du nid sont plus larges durant la phase solitaire par rapport aux deux dernières phases eusociales. Les cellules contenant les castes sexuées sont plus larges que les cellules destinées à la production d'ouvrières.

Le régime alimentaire de l'abeille *Lasioglossum malachurum* dans la plaine d'El-Attaf est très variable. Il est constitué essentiellement par les *Brassicaceae* au premier couvain, et les *Astercae* au deuxième couvain, alors que le régime alimentaire du troisième couvain est composé par les *Asteraceae* et les *Apiaceae*.

En fin, nous pouvons dire que la biologie de cette abeille terricole dans la plaine d'El-Attaf est très variable dans le temps. Cela révèle bien l'adaptation de l'abeille *Lasioglossum malachurum* à son biotope.

Perspectives :

- Etendre l'étude de cette abeille à d'autres étages bioclimatiques
- Faire l'élevage de l'abeille *Lasioglossum malachurum* dans un milieu contrôlé pour mieux définir le cycle reproducteur.
- Etudier le régime alimentaire de cette espèce dans l'agrosystème pour connaître sa valeur pollinisatrice.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abrams J. et Eickwort G.C., 1981: Nest switching and guarding by the communal sweat bee *Agapostemon virescens* (Hymenoptera, Halictidae). *Insectes Soc* (28) :105–116.
2. Akgül G., Ketenoglu O., Pinar NM., Kurt L., 2008 : Pollen and seed morphology of the genus *Marrubium* (Lamiaceae) in Turkey. *Annales Botanici Fennici*, 45:1-10.
3. Akhane H., Ghobadnejhad M., et Hashemi S.M.H, 2003 : Ecology, Biogeography and pollen morphology of *Bienertia cycloptera* bung ex Boiss. (*Chenopodiaceae*), an enigmatic C4 plant without kranz anatomy. *Plant.biol.*, 5 :167-178.
4. Aouar-sadli M., Louadi K., Doumandji S.E., 2008 : Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L.var. *major*) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (*Hymenoptera: Apoidea*) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African Journal of Agricultural Research*, 3 (4) :266-272.
5. Ayasse M. et P. axton R.J., 2008 : Chapter 5 : Brood Protection in Social Insects in Hilker M. et Meiners T. Chemoecology of Insect Eggs and Egg Deposition.Ed., *Wiley-Blackwell*. New jersey : 117-148.
6. Ayasse M., Engels W., LuÈbke G., Taghizadeh T. et Francke W., 1999 : Mating expenditures reduced via female sex pheromone modulation in the primitively eusocial halictine bee, *Lasioglossum (Evyllaesus) malachurum* (*Hymenoptera: Halictidae*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, (45) : 95-106.
7. Bagnouls F. et Gaussen H., 1953 : Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse* (88) : 193-240.
8. Bayer E., Buttler K.P., Finkenzerler X. et Grau J., 1990 : Guide de la flore méditerranéenne. Ed., *Delachaux & Niestlé*, Paris, 287P.
9. Beil M., Horn H. et Schwabe A., 2008: Analysis of pollen loads in a wild bee community (*Hymenoptera : Apidae*) a method for elucidating habitat use and foraging distances. *Apidologie* (39) :456-467.
10. Belayew D., Brogniet J.M., Denies G., Guillaume F., Jusseret R., Patart C. et Soutmans P., 2004 : Des hommes et des milieux de vie. Ed., *De Boeck*, France, 320 p.
11. Benachour K. et Louadi K., 2011 : Comportement de butinage des abeilles (*Hymenoptera : Apoidea*) sur les fleurs mâles et femelles du concombre (*Cucumis sativus* L.) (*Cucurbitaceae*) en région de Constantine (Algérie), *Annales Société Entomologique de France*, 47 : 63 – 70.
12. Benachour K., Louadi K., Terzo M., 2007 : Rôle des abeilles sauvages et domestiques (*Hymenoptera : Apoidea*) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. *major*) (*Fabaceae*) en région de Constantine (Algérie). *Ann. soc. entomol. Fr.*, 43 (2) :213-219.
13. Benarfa N., 2005. Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa.thèse magister. Entomologie, univ. Constantine. 130p.
14. Bendifallah L., Louadi K. et Doumandji S.E., 2010 : A study on Wild Bees as Pollinators of Weeds and Herbal Medicinal plants in Matija Region, Algeria. *Arab journal of plant protection*, 28 (2) : 107-113.
15. Bendifallah L., Louadi K., Doumandji S.E., 2010 : Apoidea et leur Diversité au Nord d'Algérie. *Silva Lusitana*, 18(1): 85- 102.

16. Bendifallah L., Louadi K., Doumandji S., Iserbyt S., 2012 : Geographical variation in diversity of pollinator bees at natural ecosystem (Algeria). *International Journal of Science and Advanced Technology*, 11 :26-31.
17. Benkrid E.H., 2008 : Etude de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la plaine du Bas Chélif (Algérie). Thèse Master Spécialité Eau et Environnement, Université Montpellier 2 ,45P.
18. Biesmeijer J.C., Roberts S.P.M., Reemer M., Ohlemuller R., Edwards M., Peeters T., Schaffers A.P., Potts S.G., Kleukers R., Thomas C.D., Settele J., Kunin W.E., 2006 : Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313 :351–354.
19. Bonnier.G et De Layens.G,1909. Flore complète portative de la France et de la Suisse.Ed: *Librairie générale de l'enseignement*.Paris.425P.
20. Boulaine J., 1956 : Carte des sols des plaines du Chélif au 1/50000e, feuille N°2. Inspection générale de l'agriculture du gouvernement général de l'Algérie.
21. Boulaine J., 1957 : Etude des sols des plaines du Chélif. Travaux des sections d'agrobiologie et de pédologie (étude régionale N° 7), *Direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural, service des études scientifiques*, Birmandreïs (Alger).
22. Brand N. et Chapuisat M., 2012 : Born to be bee, fed to be worker? The caste system of a primitively eusocial insect. *Brand and Chapuisat Frontiers in Zoology*, 9 (35):1-9.
23. Bukhari N.A.W., 2009 :Pollen Morphology of some *Plantago* species native to Saudi Arabia and their taxonomic implication. *Biological Diversity and Conservation*, 2(3) :1-6.
24. Campbell N. A ., Reece J.B ., Urry L.A., Cain M.L., Wasserman S.A., Minorsky P.V. et Jackson R.B., 2009: *Biology* . Ed., *Pearson Education*, San Francisco, 1267p.
25. Cornelissen T., 2011 : Climate change and its effects on terrestrial insects and herbivory patterns. *Neotrop. Entomol.*,40 (2) : 155–163.
26. Dajoz, 1982 : Précis d'écologie -Écologie fondamentale et appliquée. Ed., *Gauthier Villars*, Paris, 503 p.
27. Dalage A ., Métaillé G., 2000 : Dictionnaire de biogéographie végétale. Ed., *C.N.R.S.*, Paris, 579p.
28. Dalin P., Bean D.W., Dudley T.L., Carney V.A., Eberts D., Gardner K.T., Hebertson E., Jones E.N., Kazmer D.J., Michels G.J., O'Meara S.A., Thompson D.C., 2010 : Seasonal Adaptations to Day Length in Ecotypes of *Diorhabda* spp. (*Coleoptera: Chrysomelidae*) Inform Selection of Agents Against Saltcedars (*Tamarix* spp.). *Environ. Entomol.*, 39(5): 1666-1675.
29. Danforth B.N., 2002 : Evolution of sociality in a primitively eusocial lineage of bees. *P.N.A.S.*, 99 (01) : 286–290.
30. Danks H.V., 1987 : Insect Dormancy -an ecological perspective . Ed., *Biological Survey of Canada (Terrestrial Arthropods)*, Ottawa, 439 pp
31. Danks H.V., 2002 : The range of insect dormancy responses. *Eur. J. Intomol.*, 99 :127-142.
32. Danks H.V., 2004 : Seasonal Adaptations in Arctic Insects . *INTEGR. COMP. BIOL.*, 44:85–94.
33. Danks H.V., 2007 : The elements of seasonal adaptations in insects .*Can. Entomol.*, 139:1-44.
34. Delaplane K.S. et Mayer D.F., 2000 : Crop pollination by bees. Ed., *CABI Publishing*, New York, 344p.

35. Dobson H.E.M., 1987 : Role of flower and pollen aromas in host-plant recognition by solitary bees . *Oecologia*, 72: 618-623.
36. Drake V.A., 1994 : The influence of weather and climate on agriculturally important insects: an Australian perspective. *Australian Journal of Agricultural Research*, 45(3) :487 - 509.
37. Dreux P., 1980 : Précis d'écologie. Ed., *Presses universitaires de France*, Paris, 231p.
38. Dunn M ., Mitchell P.L. et Packer L., 1998 : Phenology and social biology of two sibling species of *Halictus* in an area of sympatry. *Can. J. Zool.*, 76: 2207–2213.
39. Dvořák J , 2009. *Lasioglossum malachurum* (Kirby, 1802). Lien : <http://www.biolib.cz/en/image/id133687/>.
40. Eardley C ., Kuhlmann M. et Pauly A., 2010. Les genres et sous-genres d'abeilles de l'Afrique subsaharienne. Ed., *A.B.C.TAXA*, Belgique, 143p.
41. Everaars J., 2012 : The response of solitary bees to landscape configuration with focus on body size and nest-site preference. PhD Dissertation, *Helmholtz Centre for Environmental Research*, 146P.
42. Faurie C ., Ferra C ., Medori P., 1984 : Ecologie. Ed., *Baillièrè* , Paris, 168 p.
43. Field J ., Shreeves G. et Sumner S., 1999: Group size, queuing and helping decisions in facultatively eusocial hover wasps. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, (45):378–385.
44. Greenleaf S., Williams N.M., Winfree R. et Kremen C., 2007: Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia.*, 153 :589–596.
45. Hesse M., Halbritter H., Zetter R., Weber M., Buchner R., Frosch-Radivo A. et Ulrich S., 2009: Pollen Terminology -An illustrated handbook. Ed., *Springer-*, Australie, 257p.
46. Hirata M., Cronin A.L. et Kidokora M., 2005 : Spatio-temporal variation of colony structure and eusociality level of the Japanese sweat bee *Lasioglossum (Evylaeus) duplex* (Hymenoptera : Halictidae). *Ecological Research*, 20 (1) : 75-79.
47. Jeanson R.L., Kukuk P.F., Fewell J.H., 2005 : Emergence of division of labour in halictine bees -contributions of social interactions and behavioural variance. *Animal behaviour*, (70) :1183–1193.
48. Jeanson R.L., Clark R.M., Holbrook C.T., Bertram S.M., Fewell J.H., Kukuk P.F., 2008: Division of labour and socially induced changes in response thresholds in associations of solitary halictine bees. *Animal behaviour*, (76) :593-602.
49. Jones G.D., 2012: pollen analyses for pollination research, unacetolysed pollen. *Journal of pollination ecology*, 9 (13):96-107.
50. Kaitala V., Smith B. et Getz W., 1990: Nesting strategies of primitively eusocial bees – a model of nest usurpation during the solitary state of the nesting cycle. *J. Theor. Biol.*, 144: 445–472.
51. Kamm D.R., 1974: Effects of temperature, day length, and number of adults on the sizes of cells and offspring in a primitively social bee (Hymenoptera: Halictidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 47(1): 8-18.
52. Kayser B ., 1959 : La science du sol -Pédologie et géomorphologie des plaines du Chélib. *Annales de Géographie*, 68(367): 245-247.

53. Klimko M., Idzikowska K., Truchan M. et Kreft A., 2004 : Pollen morphology of *Plantago* species native to Poland and their taxonomic implications. *Acta Societa Botanicorum Poloniae*, 73(04) :315-325.
54. Knerer G., 1992: The biology and social behaviour of *Evyllaes malachurus* (K.) (*Hymenoptera*., *Halictidae*) in different climatic regions of Europe. *Zoologische Jahrbücher: Abteilung für Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere*, 119 (2) :261-290.
55. Kukuk P.F., Sage G.K., 1994 : Reproductivity and relatedness in a communal halictine bee *Lasioglossum (Chilalictus) hemichalceum*. *Insectes Sociaux*,41 (4) : 443-455.
56. Legewie H., 1925 : Zur Theorie der Staaten-bildung- I-Tiel : Die Biologie der Furchenbiene, *Halictus malachurus* K. *Zeitschr. Morph. Okol. Tiere.*, 3 : 619–684.
57. Lin N., 1964: Increased parasitic pressure as a major factor in the evolution of social behavior in halictine bees. *Insectes Soc.*, 11 :187–192.
58. Litte M., 1977. Aspects of the social biology of the bee *Halictus ligatus* in New York State. *Insectes Soc.*, 24: 9–36.
59. Lopatin A.V. et Tregub T.F., 2004 : Studying Trophic Relationships of the Bee *Seladonia subaurata* (Rossi) (*Hymenoptera*, *Halictidae*) by Analyzing Pollen from Nest Cells. *Russian Journal of Ecology*, 35(4) : 259–262. Translated from *Ekologiya*, 4 : 297–300.
60. Louadi K. et Doumandji S.E., 1998b : Note d'information sur l'activité des abeilles (domestiques et sauvages) et l'influence des facteurs climatiques sur les populations. *Sciences et Technologie, Univ. Mantouri Constantine*, 9 : 83 -87.
61. Louadi K. et Doumandji S.E., 1998a : Diversité et activité de butinage des abeilles (*Hymenoptera* ., *Apoidea*) dans une pelouse à Thérophytes de Constantine (Algérie). *The Canadian Entomologist*, 130 : 691- 701.
62. Maghni N., 2006. Contribution à la connaissance des abeilles sauvages (*Hymenoptera* ; *Apoidea*) dans les milieux naturels et cultivés de la région de Khenchela.thèse magister. Entomologie, univ. Constantine. 149p.
63. Maurizio A. et Louveaux J., 1967 : Les méthodes et la terminologie en méliissopalynologie. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 3: 291-295.
64. McCorquodale D., 1989: Nest defense in single- and multifemale nests of *Cerceris antipodes* (*Hymenoptera: Sphecidae*). *J. Insect. Behav.*, 2 :267–276.
65. Menemen Y. et Jury S.L., 2002 : Pollen Studies on Some Species of the Genus *Convolvulus* L. (*Convolvulaceae*) from Morocco. *Turk. J. Bot.*, 26 :141-148.
66. Michener C.D., 1978: The parasitic groups of *Halictidae* (*Hymenoptera Apoidea*). *University of Kansas Science Bulletin*,51 : 291–339.
67. Michener C., 2000: The bees of the world. Ed., *the Johns Hopkins University Press*, London, 913 p.
68. Michener C., 2007: The bees of the world. Ed., *the Johns Hopkins University Press*, London, 953 p.
69. Michener C.D ., Aross E.A., Daly H.V., Rettenmeyer C.W. et Wille alvaro., 1955 : Additional techniques for studying the behavior of wild bees. *Insectes sociaux*, 3:237-246.
70. Mitesser O., Weissel N., Strohm E. et Poethke H.J., 2006: The evolution of activity breaks in the nest cycle of annual eusocial bees -a model of delayed exponential growth. *BMC Evolutionary Biology*, 45(6):1-12.
71. Mitesser O., Strohm E., Weissel N. et Poethke H.J., 2007 b : Optimal resource allocation in primitively eusocial bees -a balance model based on investment limitation of the queen. *Insectes sociaux*, 54(3) :1-13.

72. Mitesser O., Weissel N., Strohm E. et Poethke H.J., 2007: Adaptive dynamic resource allocation in annual eusocial insects -environmental variation will not necessarily promote graded control. *BMC Evolutionary Biology*, 16(7):1-13.
73. Morse R.A. et Calderone N.W., 2000 : The value of honey bee pollination in the United States. *Bee Culture*, 128 :1–15.
74. Mueller U.G., Eickwort G.C., Aquadro C.F., 1994 : DNA fingerprinting analysis of parent-offspring conflict in a bee. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91 : 5143--5147.
75. Musolin D.L., Tsytsulina K., Ito K., 2004 : Photoperiodic and temperature control of reproductive diapause induction in the predatory bug *Orius strigicollis* (Heteroptera: Anthocoridae) and its implications for biological control. *Biological Control*, 31 : 91–98.
76. Naimat R., Khan M A., Khan K.Y., Ali B., Zahidullah et Mazari P., 2012 : Palynomorphological characterization of some species of selected genera of family Rhamnaceae. *Research in Plant Biology*, 2(3): 04-09.
77. Özler H., Kaya Z. et Pehlivan S., 2009 : Pollen morphology of some *Centaurea* L., *Psephellus* Cass. and *Cyanus* Miller taxa. *ACTA biologica cracoviensia Series Botanica*, 51(2): 53–66.
78. Packer, L., 1986 : The social organisation of *Halictus ligatus* (Hymenoptera., Halictidae) in southern Ontario. *Can. J. Zool.*, 64: 2317–2324.
79. Packer L., 1991 : The evolution of social behavior and nest architecture in sweat bees of the subgenus *Evyllaesus* (Hymenoptera: Halictidae) -a phylogenetic approach. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 29:153-160.
80. Packer L. et Knerer G., 1985 : Social evolution and its correlates in bees of the subgenus *Evyllaesus* (Hymenoptera: Halictidae). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 17: 143–149.
81. Packer L. et Knerer G., 1986 : An analysis of variation in the nest architecture of *Halictus ligatus* in Ontario. *Insect. Soc.*, 33 : 190-205.
82. Packer L., Sampson B., Lockerbie C., Jessome V., 1989 : Nest architecture and brood mortality in four species of sweat bee (Hymenoptera., Halictidae) from Cape Breton Island. *Can. J. Zool.*, 67 : 2864-2870.
83. Pascoe M.S., 2007 : SEM -pollen images of selected british flora-towards development of a national database (Part 01). *University of Sussex*. 85p.
84. Pauly A., 1999: Classification des Halictini de la Région Afrotropicale (Hymenoptera: Apoidea: Halictidae). *Entomologie*, 69: 137-196.
85. Pauly A., 2009: Clé provisoire pour l'identification des espèces d'*Halictidae* de Belgique (Hymenoptera Apoidea). Non publié, 18P.
86. Paxton R.J., Arévalo E. et FIELD J., 2003 : Microsatellite loci for the eusocial *Lasioglossum malachurum* and other sweat bees (Hymenoptera, Halictidae). *Molecular Ecology Notes*, 3 : 82-84.
87. Paxton R.J., Ayasse M., Field J. et Soro A., 2002 : Complex sociogenetic organization and reproductive skew in a primitively eusocial sweat bee, *Lasioglossum malachurum*, as revealed by microsatellites. *Molecular Ecology*, 11 : 2405-2416.
88. Pelletier D., 2012 : A la découverte des insectes de Midi- Pyrénées -Les abeilles primitives Halictes et Lasioglosses en pays tarnais. . *Inf. 'O.P.I.E.-M.P.*, 30:4-7.
89. Perveen A. et Qaiser M., 2003 : Pollen flora of pakistan –XXII. *Oxalidaceae*. *Pak. J. Bot.*, 35(1): 3-6.
90. Perveen A. et Qaiser M., 2005 : Pollen flora of pakistan –XLIV. *Rhamnaceae*. *Pak. J. Bot.*, 37(2): 195-202.

91. Perveen A. et Qaiser M., 2006 : Pollen flora of pakistan – XLVIII. *Umbelliferae*. *Pak. J. Bot.*, 38(1): 1-14.
92. Perveen A. et Qaiser M., 2005 : Pollen flora of pakistan- XLVII. *Euphorbiaceae*. *Pak. J. Bot.*, 37(4): 785-796.
93. Pesenko Y.A., Banaszak J., Radchenko V.G. et Cierzniak T., 2000 : Bees of the family *Halictidae* (excluding *Sphecodes*) of Poland : taxonomy, ecology, bionomics. Ed., Bydgoszcz : *Wydawnictwo Uczelniane Wyższej Szkoły Pedagogicznej*, pologne, 348 p.
94. Plateaux-Quenu C., 1972 : La biologie des abeilles primitives. Chapitre sociabilité. Ed., *Masson & Cie*, Paris, 200p.
95. Polidori C., Borruso L., Boesi R. et Andrietti F., 2009: Segregation of temporal and spatial distribution between kleptoparasites and parasitoids of the eusocial sweat bee, *Lasioglossum malachurum* (Hymenoptera : *Halictidae* , *Mutillidae*). *Entomological Science*, 12: 116–129.
96. Polidori C., Rubichi A., Barbieri V., Trombino L. et Donegana M., 2010 : Floral Resources and Nesting Requirements of the Ground-Nesting Social Bee, *Lasioglossum malachurum* (Hymenoptera: *Halictidae*), in a Mediterranean Semiagricultural Landscape, *Psyche* :1-11.
97. Pomel et Pouyanne , 1897 : Matériaux pour la carte géologique de l’algerie -Les Terrains Miocènes du Bassin du Chelif et du Dahra. Ed., *Fontana & C.*, Alger, 101p.
98. Poursin J.M., 1982 : Niches écologiques de quelques halictinae -II-Régimes alimentaires. *Apidologie*, 13 (03) :227-240.
99. Poursin J.M. et Plateaux-Quenu C., 1982 : Niches écologiques de quelques halictinae : I-comparaison des cycles annuels. *Apidologie*, 13 (03) :215-226.
100. Prevoste P., 1999 : Les bases de l’agriculture. Ed., *Technique et documentation*, Paris, 243 p.
101. Puškadija Z., Štefanić E., Mijić A., Zdunić Z., Paradžiković N., Florijančić T., Opačak A., 2007 : Influence of weather conditions on honey bee visits (*Apis mellifera carnica*) during sunflower (*Helianthus annuus L.*) blooming period. *POLJOPRIVREDA*, 13 (1) : 1-5.
102. Quezel P. et Santa S., 1962 : Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome I). Ed., *Centre national de la recherche scientifique*, Paris, 558P.
103. Quezel P. et Santa S., 1963 : Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales (Tome II). Ed., *Centre national de la recherche scientifique*, Paris, 571-1170P.
104. Qureshi U.S., 1985 : Studies on the pollen morphology of the genus *Helitropium* L. from Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 17(1) :107-114.
105. Ricciardelli D’Albore G. et Intoppa F., 2000. Flowers and bees in europe. Ed., *Calderini, Edagricole, Bologna*, Italie, 253 pp.
106. Richards M.H. et Packer L., 1994 : Trophic aspects of caste determination in *Halictus ligatus*, a primitively eusocial sweat bee. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 34: 385–391.
107. Richards M.H., 2000: Evidence for geographic variation in colony social organization in an obligately social sweat bee, *Lasioglossum malachurum* Kirby (Hymenoptera., *Halictidae*). *Can. J. Zool.*, 78 : 1259–1266.
108. Richards M.H., Vickruck J.L., et Rehan S.M., 2010: Colony Social Organisation of *Halictus confusus* in Southern Ontario, with Comments on Sociality in the Subgenus *H. (Seladonia)*. *J. HYM. RES.*, 19 (1): 144–158.

109. Robert R.M., 1978 : Seasonal Strategies in Insects. *The New Zealand Entomologist*, 6(4) : 350-356.
110. Saidi D., Douaoui A., Le Bissonnais Y. et Walter C., 1999 : Sensibilité de la surface des sols des plaines du Chélif à la dégradation structurale. *Etude et gestion des sols*, 6 (1) : 15-25.
111. Sakagami S.F. et Hayashida K., 1960 : Biology of the primitive bee, *Halictus duplex* Dalla Torre -II -Nest structure and immature stages. *Insect. Soc.*, 7: 57-98.
112. Sakagami S.F., Michener C.D., 1962 : The nest architecture of the sweat bees. *University of Kansas Press*, Lawrence. 135 p.
113. Sakagami S.F. et Fukuda H., 1989: Nest founding and nest survival in a eusocial halictine bee, *Lasioglossum duplex* -additional observations. *Res. Popul. Ecol.*, 31: 139-151.
114. Saunders, E., 1908. Hymenoptera Aculeata collected in Algeria. Part III – *Anthophila*. Transactions of the British Entomology Society 2: 177–273.
115. Schmid-Hempel P., Durrer S., 1991: Parasites, floral resources and reproduction in natural populations of bumblebees. *Oikos*, 62 (3): 342-350.
116. Shehata A.A., 2008 : Pollen morphology of Egyptian Geraniaceae -an assessment of taxonomic value. *International journal of botany*, 4 (1) :67-76.
117. Sipes S.D. et Tepedino V.J., 2005 : Pollen-host specificity and evolutionary patterns of host switching in a clade of specialist bees (*Apoidea: Diadasi*),” *Biological Journal of the Linnean Society*, 86(4) : 487–505.
118. Steffan-Dewenter I., Munzenberg U., Burger C., Thies C., Tschardt T., 2002 : Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology*, 83 :1421–1432.
119. Stokstad E., 2007 :The case of the empty hives. *Science*, 316 :970–972.
120. Strohm et Bordon H., 2003: Advantages and disadvantages of large colony size in a halictid bee -the queen’s perspective. *Behavioral Ecology*, 14 (4) : 546–553.
121. Tassin C., 2012 : Paysages végétaux du domaine méditerranéen - Bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale. Ed., *I.R.D.*, Marseille. 421p.
122. Taylor L.R., 1963: Analysis of the Effect of Temperature on Insects in Flight. *Journal of Animal Ecology*, 32 (1) : 99-117.
123. Tchuenguem F.N., Pauly A., Messi J., Brückner D., Ngamo T.L. et BASGA E., 2004 : Une abeille afrotropicale spécialisée dans la récolte du pollen de Graminées (*Poaceae*) : *Lipotriches notabilis* (Schletterer 1891) (*Hymenoptera :Apoidea : Halictidae*). *Ann. Soc. entomol. Fr.*, (n.s.), 40 (02):130-143.
124. Trabalon M., Plateaux-Quenu C. et Plateaux L., 1996 : Comparaison des sécrétions de la glande de Dufour chez différentes populations d'espèces proches parentes d'abeilles halictines : *Evylaeus albipes* (F.), *Evylaeus calceatus* (Scop.). *Académie et Société Lorraines des Sciences*, 36 (3) :171-176.
125. Traverse A., 2007 :Paleopalynology. Ed., Springer. Netherlands. 813p.
126. Walter C., McBratney A.B., Douaoui A. et Minasny B., 2001: Spatial prediction of topsoil salinity in the Chelif Valley, Algeria, using local ordinary kriging with local variograms versus whole-area variogram. *Aust. J. Soil Res.*, 39: 259–272.
127. Wcislo W.T., Wille A., et Orozco E., 1993: Nesting biology of tropical solitary and social sweat bees, *Lasioglossum (Dialictus) figueresi* Wcislo and *L.(D) aeneiventre* (Friese) (*Hymenoptera : Halictidae*). *Ins. Soc.* 40: 21-40.
128. Weissel N., Mitesser O., Liebig J., Poethke H.J. et Strohm E., 2006: The influence of soil temperature on the nesting cycle of the halictid bee *Lasioglossum malachurum*. *Insect. Soc.* 53: 390 – 398.

129. Westrich P., 1996 : Habitat Requirements of Central European Bees and the Problems of Partial Habitats. *Academic Press*, London UK.
130. Williams I.H., 1994 : The dependence of crop production within the European Union on pollination by honey bees. *Agric. Zool. Rev.*, 6 :229–257.
131. Winfree R., Griswold T., Kremen C., 2007 : Effect of human disturbance on bee communities in a forested ecosystem. *Conserv. Biol.*, 21 :213–223.
132. Wyman L.M. et Richards M.H., 2003. Colony social organization of *Lasioglossum malachurum* Kirby (*Hymenoptera, Halictidae*) in southern Greece. *Insect. Soc.* 50:1–12
133. Yanega D., 1997: Demography and sociality in halictine bees (*Hymenoptera: Halictidae*) in the evolution of social behavior in insects and arachnids Edited by: Choe J.C., Crespi B.J., Ed., *Cambridge University Press* , 293-315.
134. Yu-Long Z. et Yi-ling C., 1992 : A study on pollen morphology of tribe *Rhamneae* (*Rhamnaceae*) in China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*, 30(01) :73-81.
135. Zafar M., Ahmad M. et Khan M.A., 2007 : Palynology of family *Asteraceae* from flora of Rawalpindi-Pakistan. *international journal of agriculture & biology*, 09 (1) :156–161.
136. Zobel M.U. et Paxton R.J., 2007: Is big the best? Queen size, usurpation and nest closure in a primitively eusocial sweat bee (*Lasioglossum malachurum*). *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 61:435–447.

Résumé

L'étude de la biologie de l'abeille terricole *Lasioglossum malachurum* Kirby, 1802 (*Hymenoptera: Halictidae*) dans la plaine du Chélif révèle une variation très marquée durant son cycle de survie. Elle pond trois couvains par an, les deux premiers sont composés d'ouvrières, alors que le dernier est constitué de castes sexuées. La durée du cycle de survie des nids de cette abeille est en moyenne 144 jours. Ce cycle est caractérisé par l'alternance de quatre phases d'activité et trois phases de pause.

Au début de la fondation du nid, la colonie présente une vie solitaire. Par la suite, elle devient eusociale après l'émergence du premier couvain. De plus, le nombre de femelles par nid augmente progressivement dans le temps, tout en approfondissant leurs nids durant les derniers couvains.

Le régime alimentaire de l'abeille *Lasioglossum malachurum* varie en fonction des castes produites à chaque couvain. La grande proportion de boules de pollens destinées à l'alimentation du Premier et du deuxième couvain sont composées essentiellement de pollens de *Brassicaceae* et d'*Asteraceae* respectivement. La nourriture du troisième couvain est constituée principalement de pollens d'*Asteraceae* et d'*Apiaceae*.