

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Réf :

Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf-Mila

Institut des Sciences de la nature et de la vie
Département d'Ecologie et de l'Environnement

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Ecologie et Environnement
Spécialité : Protection des Ecosystèmes

Thème :

*Contribution à l'étude de la biologie des
hannetons dans la wilaya de Mila*

Présenté par :

- HACHELAF Hadil
- KHERRAZ Dounia

Devant le jury :

Président : Mr. MERZOUG Seyf Eddine	(MCA)	Centre universitaire de Mila.
Examinatrice : Mlle. DOUAFER Louiza	(MCA)	Centre universitaire de Mila.
Promoteur : Mr. EL AICHAR Mehdi	(MCA)	Centre universitaire de Mila.

Année Universitaire : 2023/2024



Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah Tout-Puissant de nous avoir accordé la force, le courage et la patience pour terminer ce mémoire.

*Tout d'abord, nous adressons nos remerciements les plus profonds à notre encadrant **Dr. M. ELAICHAR**, pour sa précieuse guidance, ses conseils avisés et son soutien constant tout au long de ce projet. Sa rigueur scientifique, son expertise et son encouragement ont été déterminants pour l'aboutissement de cette recherche. Ses remarques constructives et sa disponibilité ont grandement enrichi ce travail.*

*Nous souhaitons également exprimer notre reconnaissance aux membres du jury pour leur présence et leur engagement dans l'évaluation de ce travail. En particulier, nous remercions **Dr. S. MERZOUG**, président du jury, pour avoir accepté de présider cette soutenance. Sa rigueur et ses commentaires constructifs ont été essentiels pour la qualité de ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à **Dr. L. DOUAFER**, membre du jury, pour son temps précieux, ses suggestions pertinentes et ses critiques éclairées. Son expérience et ses perspectives diverses ont permis d'enrichir et d'approfondir notre recherche. Nous sommes très reconnaissantes pour sa disponibilité et son engagement, ainsi que pour l'intérêt soutenu qu'il a manifesté à l'égard de notre étude. Ses remarques judicieuses et ses questions stimulantes ont été essentielles pour affiner nos analyses et améliorer la présentation de notre travail.*

*Enfin, nous tenons à remercier chaleureusement **DELLAA. K**, le propriétaire du champ, pour avoir permis l'accès à son terrain et pour son soutien logistique. Son aide précieuse et sa générosité ont grandement facilité la collecte des données nécessaires à cette recherche.*

Nous remercions également tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail. Que ce soit par leurs encouragements, leurs critiques constructives ou leur simple présence, chaque contribution a été précieuse.



Dédicace



*Louange à Allah, le Tout-Puissant, le Miséricordieux, qui guide mes pas et
éclaire mon chemin.*

*Louange et gratitude à Allah qui m'a permis de mener à bien cette
recherche.*

*À mes chers parents, Votre soutien indéfectible et votre éducation m'ont guidée
tout au long de ce parcours académique. Vous avez été mes piliers et mes
inspirations.*

Merci du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait pour moi.

*Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers toute ma famille en général,
et surtout ma tante **Nadia**, son mari **Khellaf**, et leur fils **Louae**, qui m'ont aidée
à réaliser cette étude sur leur champ à Ain Mellouk.*

*Merci également à ma chère binôme **Hadil** et aux autres personnes dont je ne
mentionne pas les noms, mais dont le soutien inconditionnel m'a donné la force
de surmonter les défis et les moments de doute.*

*Enfin, à mes chers frères **Nassim** et **Abdou**, et une spéciale dédicace à ma chère
Myriam : vos encouragements constants et votre présence ont été une source de
motivation inépuisable. Merci pour votre soutien sans faille.*

Ce mémoire est le fruit de vos efforts combinés et de votre amour.

Je vous en suis infiniment reconnaissante.

Dounia



Dédicace



Louange à Dieu pour le plaisir de l'accomplissement, et louange à Dieu au début et à la fin. Après avoir remercié Allah Tout-Puissant pour m'avoir accordé la capacité de mener à bien cette modeste recherche scientifique, Sa guidance et Sa miséricorde infinie....

Je tiens à exprimer ma gratitude et mon appréciation envers moi-même, car il n'y a pas de soutien plus grand que celui-ci pour moi, j'ai trouvé la force en moi-même pour avancer.

Je suis reconnaissant envers :

À celle pour qui Dieu a placé le paradis sous ses pieds, qui m'a enlacé dans son cœur avant ses mains, et qui a facilité mes difficultés par ses prières... Ma chère mère.

À mon cher père, que Dieu protège et garde, et qu'Il prolonge sa vie.

*Ma sœur **Hanane**, ma famille élargie, mes amies **Racha** et **Rania** et ma chère binôme **Dounia**. Leur amour, leur soutien et leurs encouragements ont été inestimables, et je leur suis infiniment reconnaissant.*

Hadil



Contribution à l'étude de la biologie des hannetons dans la wilaya de Mila

Résumé

Les vers blancs (larves des hannetons), sont des insectes coléoptères, phytophages, de famille scarabée, nuisibles qui vie dans le sol et se nourrir aux racines des plantes de différente culture. Les pertes causées par ces derniers sont importantes, ce qui a conduit à la mise au point de nombreuses méthodes de lutte. Notre mémoire contribue à l'étude de la biologie des hannetons dans la région de Mila, dans deux stations différentes mais appartenant au même écosystème, à savoir des champs agricoles à Tadjenanet et Ain Mellouk. L'objectif est de comparer le comportement et l'abondance des hannetons entre ces deux sites, En effectuant des analyses physiques du sol telles que le pH et la texture pour comprendre leur impact sur la distribution des hannetons. Les résultats obtenus nous ont permis de mieux comprendre la dynamique des populations de hannetons dans ces environnements agricoles spécifiques. L'inventaire des vers blancs totalise la présence de 136 individus à différent stade larvaire. Le nombre des larves est inégal dans les deux stations d'étude Ain Mellouk et Tadjenanet avec 115 et 21 individus respectivement. Nous avons pu échantillonnées puis identifier quatre espèces différentes dans la station de Ain Mellouk (le hanneton européen, le scarabée japonais, le hanneton commun et le vers de céréales) tandis qu'une seule espèce (le scarabée japonais) dans la station de Tadjenanet. L'identification de larves collectées est basée sur la forme d'écusson anal des vers blancs à l'aide de loupe binoculaire.

Mots clés : hanneton, vers blancs, abondance, soies d'écusson anal, Tadjenanet, Ain Mellouk.

المساهمة في دراسة بيولوجيا الخنافس في ولاية ميله

ملخص:

ليرقات البيضاء (يرقات الخنافس)، هي حشرات من رتبة غمدية الأجنحة، نباتية التغذية، من عائلة الخنافس، تعيش في التربة وتتغذى على جذور النباتات المختلفة. تسبب هذه اليرقات أضراراً كبيرة، مما أدى إلى تطوير العديد من طرق مكافحة. تساهم دراستنا في البحث عن بيولوجيا الخنافس في منطقة ميله، في محطتين مختلفتين ولكن تنتميان لنفس النظام البيئي، وهما الحقول الزراعية في تاجنانت وعين ملوك. الهدف هو مقارنة سلوك وتواجد الخنافس بين هذين الموقعين من خلال إجراء تحاليل فيزيائية للتربة مثل درجة الحموضة والتركيب لفهم تأثيرها على توزيع الخنافس. النتائج التي حصلنا عليها مكنتنا من فهم أفضل لديناميكيات تجمعات الخنافس في هذه البيئات الزراعية المحددة. إجمالي اليرقات البيضاء التي تم إحصاؤها بلغ 136 فرداً في مراحل مختلفة من النمو. عدد اليرقات غير متساوٍ في المحطتين المدروستين، عين ملوك وتاجنانت، حيث بلغ 115 و21 فرداً على التوالي. تمكنا من جمع وتحديد أربع أنواع مختلفة في محطة عين ملوك (الخنافس الأوروبية، الخنافس اليابانية، الخنافس الشائعة والديدان الحبوب)، بينما في محطة تاجنانت تم تحديد نوع واحد فقط (الخنافس اليابانية). تم تحديد اليرقات المجمعّة بناءً على شكل الدرع الشرجي لليرقات باستخدام المجهر الثنائي العين.

الكلمات المفتاحية: الخنافس، اليرقات، الوفرة، حرائر قمة الشرج، تاجنانت، عين ملوك.

Contribution to the study of the biology of Cockchafer

Abstract

White grubs (Cockchafer larvae) are insects of the order Coleoptera, phytophagous, from the beetle family. They live in the soil and feed on the roots of various plants. These larvae cause significant damage, leading to the development of numerous control methods. Our study contributes to the research on the biology of beetles in the Mila region, at two different stations but within the same ecosystem, namely agricultural fields in Tadjenanet and Ain Mellouk. The objective is to compare the behavior and abundance of beetles between these two sites by conducting physical soil analyses such as pH and texture to understand their impact on the distribution of beetles. The results obtained have allowed us to better understand the dynamics of beetle populations in these specific agricultural environments. The total number of white grubs recorded was 136 individuals at different larval stages. The number of larvae is unequal between the two studied stations, Ain Mellouk and Tadjenanet, with 115 and 21 individuals, respectively. We were able to collect and identify four different species at the Ain Mellouk station (the European chafer, the Japanese beetle, the common June beetle, and the cereal worm), while only one species (the Japanese beetle) was identified at the Tadjenanet station. The identification of collected larvae is based on the shape of the anal shield of the white grubs using a binocular microscope.

Key words: Cockchafer, White grubs, Abundance, Anal Crest Silks, Tadjenanet, Ain Mellouk.

Liste des figures

Figure 1 : Les divers stades de développement des hannetons.....	5
Figure 2 : Les œufs du ver blanc	6
Figure 3 : Les trois stades larvaires de hanneton	7
Figure 4 : Le nymphe de hanneton commun	8
Figure 5 : morphologie des adultes de hanneton	8
Figure 6 : Hannetons européens <i>Rhizotrogus majalis</i> , A : Larve et B : Adulte	9
Figure 7 : Hanneton commun <i>Phyllophaga anxia</i> , A : Larve et B : Adulte.....	10
Figure 8 : Scarabée japonais adulte	10
Figure 9 : Vers blancs des céréales <i>Geotrogus deserticola</i>	11
Figure 10 : Schéma du cycle de développement du hanneton européen <i>Rhizotrogus majalis</i> .	12
Figure 11 : Schéma du cycle de développement du hanneton commun <i>Phyllophaga sp.</i>	13
Figure 12 : Cycle biologique de Scarabée japonais <i>Popillia japonica</i>	14
Figure 13 : Des tâches jaunes non herbacée sur les céréales	17
Figure 14 : A- les dégâts engendrés par les hannetons sur les feuilles	18
Figure 15 : Larve du troisième stade d' <i>Heteronychus plebejus</i> , recouvert de muscardine verte	19
Figure 16 : Courbes représentes les températures minimales et maximales dans la wilaya de Mila (2011-2021).....	24
Figure 17 : Graphe représente le vent mensuelle (m/s) dans la wilaya de Mila (2011-2021) .	25
Figure 18 : Courbe représente l'humidité moyenne mensuelle en (%) de la région de Mila période (2011-2021).....	26
Figure 19 : Courbe représente la précipitation mensuelle (mm) de la région de Mila (2011-2021)	27
Figure 20 : Carte représentatif des stations d'études (Tadjenanet et Ain Mellouk)	28
Figure 21 : La culture de céréales de deux sites, A- station de Tadjenanet /B- station de Ain Mellouk.....	29
Figure 22 : Matériels utilisés sur laboratoire	30
Figure 23 : les éléments essentiels pour la méthode d'échantillonnage sur terrain	31
Figure 24 : Les étapes d'observation des vers blancs sous la loupe binoculaire	32
Figure 25 : Matériel utilisé	33
Figure 26 : Les étapes d'analyse physique du sol (la texture).....	34
Figure 27 : Matériel utilisé	36

Figure 28 : Les étapes d'analyse chimique du sol(pH).....	36
Figure 29 : Diagramme représente l'effectif de vers blanc dans les deux stations d'études selon stade larvaire.....	39
Figure 30 : Diagramme représente le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Tadjenat.....	41
Figure 31 : Diagramme représente le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Ain Mellouk.....	42
Figure 32 : diagramme montre la présence de différentes espèces de vers blancs selon les trois stades larvaires dans la station de Tadjenat.....	44
Figure 33 : Le diagramme présente la répartition des différents stades larvaires (L1, L2, L3) de quatre types de vers blancs : le hanneton européen, le scarabée japonais, le hanneton commun et le vers de céréales dans la région de Ain Mellouk.....	45
Figure 34 : Identification de larves .1 : larve de vers blanc ,2 : la tête ,3 : les pattes,4 : les abdomens,5 : les dos, 6 : l'écusson anal,7 : l'antenne,8 : mandibule	47
Figure 35 : Les formes communs de l'écusson anal des larves des vers blanc / A : Hanneton commun (<i>Phyllophaga sp</i>) / B : Hanneton européen (<i>Rhizotrogus majalis</i>) / C : /Scarabée japonais (<i>Popilliajaponica</i>) / D : Vers des céréales (<i>Geotrogus deserticola</i>).....	48
Figure 36 : Différentes formes de l'écusson anal des larves des vers blanc a, b, c.....	49

Liste des tableaux

Tableau 1 : la température mensuelle de la région de Mila (2011-2021).	23
Tableau 2 : vent mensuelle (m/s) dans la wilaya de Mila (2011-2021).....	24
Tableau 3 : Humidités moyennes mensuelles en (%) de la région de Mila période (2011-2021).	25
Tableau 4 : Précipitation mensuelle (mm) de la région de Mila période (2011-2021).....	26
Tableau 5 : L'abondance de vers blanc dans les deux stations d'études.....	38
Tableau 6 : L'effectif de vers blanc dans les deux stations d'études selon stade larvaire.....	38
Tableau 7 : Le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Tadjenamet.	41
Tableau 8 : Le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Ain Mellouk.	42
Tableau 9 : La présence de différentes espèces de vers blancs selon les trois stades larvaires dans la station de Tadjenamet.	43
Tableau 10 : La présence de différentes espèces de vers blancs selon les trois stades larvaires dans la station de Ain Mellouk.	45
Tableau 11 : Echelle de la texture.....	50
Tableau 12 : La gamme de pH des sols	51

H :	Humidité de l'aire en %.
L _{1,2,3} :	Stade larvaire (1, 2, 3).
m :	Moyenne des minimale des températures.
M :	Moyenne des maximale des températures.
P :	Précipitation en millimètre.
P1 :	Poids de la capsule vide.
P2 :	Poids de la capsule vide + poids du sol mouillé.
P3 :	Poids de capsule vide + le poids de sol sec.
T :	Température en Degré Celsius.
V :	Vitesse moyenne du vent en mètre par seconde.
X1 :	Poids de l'humidité (P2 - P3).
X2 :	Poids de sol sec (P3 - P1).
Y :	Taux de l'humidité.

Remerciements	I
Dédicace	II
Résumé	IV
Liste des figures	VII
Liste des tableaux.....	IX
Liste d'abréviation.....	X
Sommaire	XI
Introduction	1

Chapitre I : Synthèse bibliographique.

I- Généralité sur les hannetons	4
II- Taxonomie et Systématique des Hannetons	4
III- Répartition en Algérie	5
IV- Stades de Développement.....	5
1- Les œufs.....	6
2- Les larves.....	6
3- La nymphe	7
4- L'adulte	8
V- Principales espèces	9
1- Description.....	9
1-1- Hanneton européen (<i>Rhizotrogus majalis</i>)	9
1-2- Hanneton commun (<i>Phyllophaga</i> sp)	9
1-3- Scarabée japonais (<i>Popillia japonica</i>).....	10
1-4- Vers blancs des céréales (<i>Geotrogus deserticola</i>)	11
2- Cycle de vie	11
2-1- Hanneton européen (<i>Rhizotrogus majalis</i>)	11
2-2- Hanneton commun (<i>Phyllophaga</i> sp)	12
2-3- Scarabée japonais (<i>Popillia japonica</i>).....	13
2-4- Vers blancs des céréales (<i>Geotrogus deserticola</i>)	14
VI- La biologie des hannetons	14
1- Régime alimentaire (nourriture)	14
2- Comportement	15
VII- Activité saisonnière des hannetons	15
VIII- Habitat	15
IX- Accouplement et ponte.....	16
X- Les plantes hôtes.....	16

XI- Les dégâts causés par les hannetons.....	17
XII- Stratégies et méthodes de lutte	18
1-Méthode mécanique de lutte.....	18
2-Lutte chimique.....	18
3-Lutte biologique.....	19
4-Lutte intégrée.....	19
Chapitre II : Matériel et méthodes.	
I-Présentation de la région d'étude	22
1-Situation géographique	22
1-1-Les reliefs	22
2-Réseau hydrographique	22
3-Le climat.....	22
3-1-Température	23
3-2-Vents.....	24
3-3-Humidité	25
3-4-Précipitation	26
4-Végétation.....	27
II- Choix de station.....	28
1-Tadjenanet	28
2-Ain Mellouk.....	28
III- Matériel utilisé.....	29
1-Sur terrain	29
2- Au laboratoire	29
IV- Méthodologie de travail.....	30
1-Sur terrain	30
2-Identification des spécimens.....	31
V-L'analyse physico-chimique du sol.....	32
1-La texture du sol	32
1-1-Prélèvement des échantillons du sol.....	33
1-2-Matériels et produits utilisés	33
1-3-Méthode utilisée	33
2-Le pH de sol.....	35
2-1-Prélèvement des échantillons du sol.....	35
2-2-Matériel et produits utilisés	35
2-3-Méthode utilisée	36

Chapitre III : Résultat et discussion.

I-La richesse spécifique	38
1-L'abondance des vers blancs dans les deux stations d'études	38
2-L'abondance de différents stades larvaires dans les deux stations.....	38
3-Inventaire de différents stades larvaires pendant les mois d'étude dans chaque station....	41
3-1-Station de Tadjenanet.....	41
3-2-Station de Ain Mellouk.....	42
4-La présence de différentes espèces des hannetons selon les trois stades larvaires dans les deux stations.....	43
4-1-Station de Tadjenanet.....	43
4-2-Station de Ain Mellouk.....	44
II-Identification de vers blancs	46
1-Description de larve hanneton	46
2-Analyse systématique de vers blancs.....	47
III-L'analyse physico-chimique du sol	49
1-La texture du sol	49
2-Le pH.....	51
Conclusion	53
Références bibliographiques	56

Introduction



Introduction

La wilaya de Mila, située dans le nord-est de l'Algérie, possède un écosystème pastoral diversifié d'une richesse exceptionnelle qui joue un rôle crucial dans l'économie locale et la préservation de la biodiversité. Mila est caractérisé par un paysage varié, comprenant des montagnes, des plaines et des vallées, Forêts verdoyantes, maquis denses, steppes arides et sommets montagneux se côtoient. Cette diversité géographique offrant un refuge à une faune et une flore d'une grande diversité. Les pâturages sont dominés par une végétation adaptée au climat méditerranéenne semi-aride, incluant des herbes, des légumineuses et des arbustes résistants à la sécheresse. Les espèces végétales courantes comprennent l'alfa, le chardon et diverses graminées (**Benkhaled et al ,2017**).

Dans différents écosystèmes, deux catégories d'organismes sont distinguées : ceux qui favorisent la croissance des plantes et ceux qui causent des dommages aux cultures (**Nageleisen ,2013**). Les dégâts provoqués en agriculture par les vers blancs sont importants dans le monde. Les dommages se caractérisent dans les cas les plus graves par une destruction complète du système racinaire en laissant la terre à nu (**Balachowsky, 1962**).

Un insecte phytophage est considéré comme ravageur, quand son abondance est assez forte pour créer des dommages importants aux cultures et engendre des pertes économiques (**Peshin et Dhawan, 2009**).

Les hannetons, insectes appartenant à la famille des Scarabaeidae, sont bien connus pour leurs larves voraces, communément appelées "vers blancs", qui causent des dommages importants aux racines des plantes. Les adultes, qui émergent généralement au printemps, sont facilement reconnaissables à leur corps robuste et à leurs longues antennes en forme de massue. Les hannetons jouent un rôle écologique important, bien qu'ils soient souvent considérés comme nuisibles en raison des dégâts qu'ils peuvent infliger aux cultures et aux jardins. Nous sommes intéressés par le groupe des Rhizotrogini (Coleoptera, Scarabaeidae) qui n'a pas encore été bien connue. En Algérie, la plupart des études entomologiques ont été menées avec le groupe des Rhizotrogini, se référant à la description des adultes, où il y a plusieurs espèces, la plupart de ces espèces appartiennent à la famille des Melolonthinae et le groupe des Rhizotrogini, mais peut être connu sur la taxonomie des stades immatures et mature de nombreuses espèces qui les habitent, malgré la fréquence des dommages signalés au système racinaire de plusieurs cultures de base pour l'économie nationale (**Amine Khodja et Bekkouche, 2016**).

Notre objectif principal est la contribution à l'étude de la biologie de vers blanc (larves des hannetons), l'abondance et l'identification de ces vers dans deux stations d'étude : Tadjenanet et Ain Mellouk. Notre mémoire se divise en plusieurs chapitres :

Le chapitre I, est une synthèse bibliographie générale concernant les vers blancs, tant au point de vue larves des scarabées ou comme ravageurs, présenté : la taxonomie et systématique des hannetons, leur répartition en Algérie, stades de développement, la biologie, les dégâts et méthodes de lutte de ces vers.

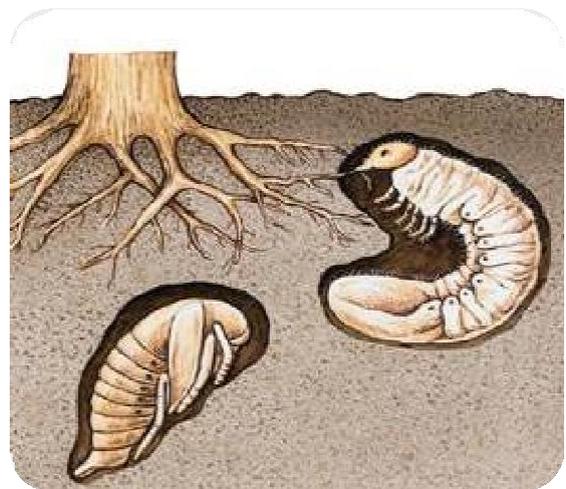
Le chapitre II comporte deux parties : dans la première partie présente la région d'étude (Mila), sa situation géographique, ces reliefs, son climat général (température, précipitations, humidité relative de l'air le vent...), la végétation.

Dans la deuxième partie, concerne le matériel et méthodes, nous avons présenté les deux stations d'étude (Tadjenanet et Ain Mellouk), le matériel utilisé ainsi que les protocoles mis en œuvre pour la collecte et l'analyse des différentes espèces de vers blancs sur le terrain et en laboratoire.

Dans le chapitre III, présente les résultats d'étude sous forme d'un inventaire de l'abondance de larves récoltées de différentes stations, inventaire des différents stades larvaires dans les deux stations d'étude, inventaire de différents stades larvaires pendant les mois de mars et avril dans chaque station, et enfin la présence de différentes espèces des hannetons selon les trois stades larvaire danses deux stations. En terminer ce chapitre en discutant d'identification et les forme de soie de l'écusson anal de diverses espèces observer. Finalement nous avons présenté une conclusion concernant les larves de scarabées du groupe de Rhizotrogini de la région de Mila (Algérie).



Chapitre I
Synthèse bibliographique



I- Généralité sur les hannetons

Dans les écosystèmes forestiers ou les agrosystèmes, deux catégories d'organismes sont distinguées : ceux qui favorisent la croissance des plantes et ceux qui causent des dommages aux cultures. Les larves de hanneton appartiennent à cette dernière catégorie, connues sous le nom de vers blancs. Les hannetons, coléoptères de grande taille appartenant à la famille des scarabéidés, sont bien identifiés tant à l'état adulte qu'à celui de larve. Les vers blancs, présents dans le sol, sont des insectes nuisibles pouvant causer d'importants dégâts dans les secteurs agricole et forestier (Nageleisen, 2013), (Touffait, 2017). À l'état larvaire, ils s'attaquent aux racines de divers végétaux et peuvent être repérés par des signes tels que la mort de plantes, des semis affectés et des taches jaunes dans la pelouse. En déterrants les racines endommagées, on peut observer la présence des vers blancs dans le sol (Yahiaoui et Bekri, 2014).

Les hannetons se distinguent par leur diversité avec plus de 350 000 espèces différentes. Leur taille varie de 0,3 mm à plus de 15 cm, et ils occupent une grande variété de biotopes allant des forêts tropicales aux régions arides, voire même aquatiques voire marines. Leur régime alimentaire est varié, comprenant des phytophages (y compris des xylophages), des coprophages, des nécrophages, des parasites et des prédateurs. Les coléoptères se caractérisent par leurs métamorphoses complètes (holométaboles), leur morphologie distincte comprenant une tête, un prothorax, un ptérothorax + abdomen, la présence d'élytres protégeant les ailes postérieures repliées et des pièces buccales de type broyeur (Nathalie, 2016).

II- Taxonomie et Systématique des Hannetons

Les hannetons appartiennent à la famille des *Scarabaeidae* et sont regroupés sous la sous-famille des *Melolonthinae*. Le terme commun "hanneton" englobe plusieurs espèces et genres. Les adultes sont principalement phytophages (se nourrissant de feuilles) et certaines espèces étaient autrefois connues pour endommager les forêts. Les larves, appelées vers blancs ou mans, sont radicivores (se nourrissant de radicelles) et peuvent être nuisibles à l'agriculture et à la sylviculture en cas de prolifération.

La classification taxonomique des hannetons est la suivante :

- Règne : *Animalia*
- Embranchement : *Arthropoda*
- Sous-embranchement : *Hexapoda*
- Classe : *Insecta*

- Ordre : *Coleoptera*
- Famille : *Scarabaeidae*
- Sous-famille : *Melolonthinae*
- Genre : Plusieurs genres incluant *Melolontha*, *Amphimallon* et *Polyphylla*
- Espèces : Plusieurs espèces telles que *Melolontha melolontha*, *Amphimallon solstitialis* et *Polyphylla fullo* (Tronquet et al, 2014).

III- Répartition en Algérie

En Afrique du Nord, la répartition des espèces de hannetons est souvent limitée à des zones géographiques restreintes ou à des biotopes spécifiques. En Algérie, le centre de regroupement est algérien mais certaines espèces se retrouvent également au Maroc et en Tunisie (Amine Khodja et Bekkouche, 2016). Les *Melolonthini*, en particulier *Geotrogus deserticola* au sud-ouest de l'Algérie, causent d'importants dégâts aux racines de divers végétaux dont les céréales. Leur habitat principal se situe dans le Tell et les Hautes plateaux avec une limite sud au nord du Sahara (Mesbah et Boufersaoui, 2002).

Selon (Balachowsky, 1962), leur biotope varie considérablement incluant les forêts, plaines, steppes, zones céréalières, Hautes plateaux et littoraux sableux.

IV- Stades de Développement

Les hannetons suivent un cycle de développement holométabole comprenant quatre stades biologiques distincts : œuf, larve, nymphe et adulte.

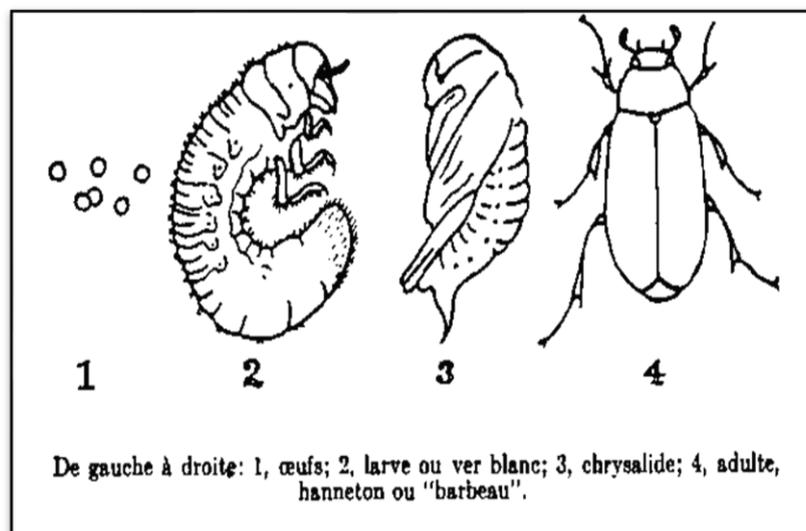


Figure 1: Les divers stades de développement des hannetons (Jean, 1993).

1- Les œufs

Sont généralement déposés à une profondeur de 5 à 17 cm dans un sol enherbé environ 10 jours après l'accouplement, et ils sont contenus dans des boules de terre maintenues ensemble par une sécrétion gluante. Leur forme peut varier entre sphérique, ovale ou elliptique, et ils ont tendance à être de couleur blanche. Les conditions environnementales telles que la température et l'humidité du sol peuvent influencer leur développement. Par exemple, des températures supérieures à 25 °C peuvent être néfastes pour les embryons, tandis qu'un sol très humide peut provoquer des changements de volume et de poids des œufs de scarabéidés par absorption d'eau (Kehili, 2017).



Figure 2: Les œufs du ver blanc (Amine Khodja et Bekkouche, 2016).

2- Les larves

Les nouveau-nés de la famille des larves, débutent leur cycle de vie sous la forme d'une larve de premier stade. Leur longueur totale varie généralement de 0,3 à 0,5 cm, avec une largeur moyenne de la tête (ou capsule céphalique) d'environ 1,7mm. Ces larves sont de couleur blanche, peu mobiles, et se nourrissent principalement de matière organique. Leur poids ne dépasse généralement pas les 70 milligrammes. Après la première mue, les larves passent au deuxième stade, atteignant une taille plus grande, avec une longueur corporelle d'environ 1,5 cm et une largeur de capsule céphalique d'environ 3,4 mm, tout en conservant leur couleur blanche. Elles deviennent légèrement plus mobiles à ce stade. Le développement complet de ces larves prend environ un mois. Suite à une autre mue, elles atteignent le troisième et dernier stade larvaire, caractérisé par une croissance pondérale significative (Baubet, 2013).

À ce stade, elles sont nettement plus grandes, avec une longueur corporelle de 2 à 4 cm et une largeur de capsule céphalique d'environ 5,4mm. Leur poids augmente considérablement, se multipliant de 300 à 500 fois par rapport à leur poids initial grâce à l'accumulation de graisses. De plus, leur mobilité est considérablement accrue, leur permettant de se déplacer facilement d'une racine à une autre. Ces larves sont habituellement retrouvées à une profondeur de 20 à 30 cm sur les racines de la canne à sucre, et à moins de 5 cm de la surface sous un couvert végétal.

Les larves plus âgées adaptent leur position dans le sol en fonction des conditions alimentaires, hydriques et thermiques. En effet, les larves du troisième stade ont tendance à se regrouper entre mars et août au niveau des souches de canne à sucre. Par la suite, lorsqu'elles atteignent leur maturité, elles se dispersent dans l'inter-rang et s'enfoncent entre 20 et 40 cm dans le sol pour entrer en état de prénymphe (**Baubet, 2013**).



Figure 3: Les trois stades larvaires de hanneton (photo personnelle, Mars 2024).

3- La nymphe

La nymphe, de couleur jaunâtre, présente un pronotum convexe et anguleux latéralement, environ deux fois plus large que long. Elle se prépare à sa nymphose en cessant de s'alimenter et en se formant une loge aux parois lissées à l'intérieur du sol. La nymphe subit ensuite sa dernière mue, laissant derrière elle une peau ratatinée appelée exuvie, et commence à subir des transformations profondes de ses organes internes (**Fegrouche, 2014**).



Figure 4: Le nymphe de hanneton commun (Laboratoire de diagnostic en phytoprotection, MAPAQ).

4- L'adulte

Les adultes de hannetons, appartenant à la famille des coléoptères scarabéidés, mesurent généralement entre 2 et 3 cm de longueur. Leur morphologie distinctive comprend des antennes en forme de massue. Les différences morphologiques entre les espèces, telles que le hanneton commun et le hanneton forestier, peuvent inclure des variations de couleur et de forme du pygidium, l'extrémité de l'abdomen. Les antennes plus longues des mâles leur permettent de suivre les phéromones libérées par les femelles et les composés volatils émis par les plantes endommagées (Ruther et al, 2000).

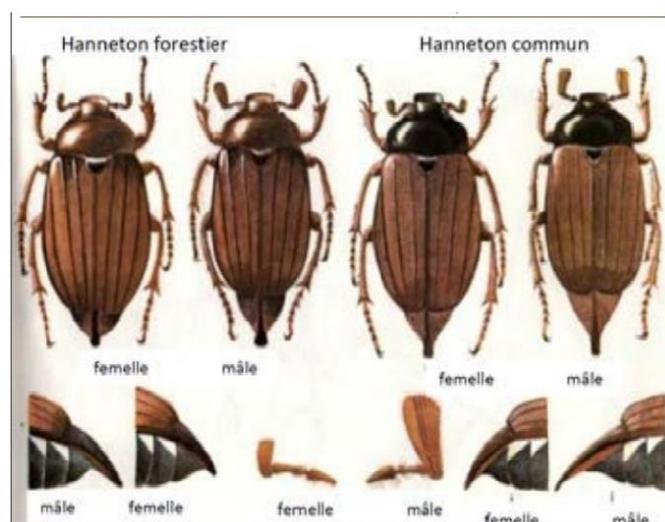


Figure 5: morphologie des adultes de hanneton (Novák, 1986).

V- Principales espèces

1- Description

1-1- Hanneton européen (*Rhizotrogus majalis*)

Les larves du hanneton européen, scientifiquement désignées sous le nom de *Rhizotrogus majalis*, se distinguent par un motif en « Y » formé par les soies de leur écusson anal. L'adulte est un hanneton de taille moyenne, mesurant environ 14 mm, de couleur brun clair et de forme ovale (Amine Khodja et Bekkouche, 2016). Cette espèce se nourrit des racines de maïs, de divers fourrages et de céréales (Charbonneau, 2008).

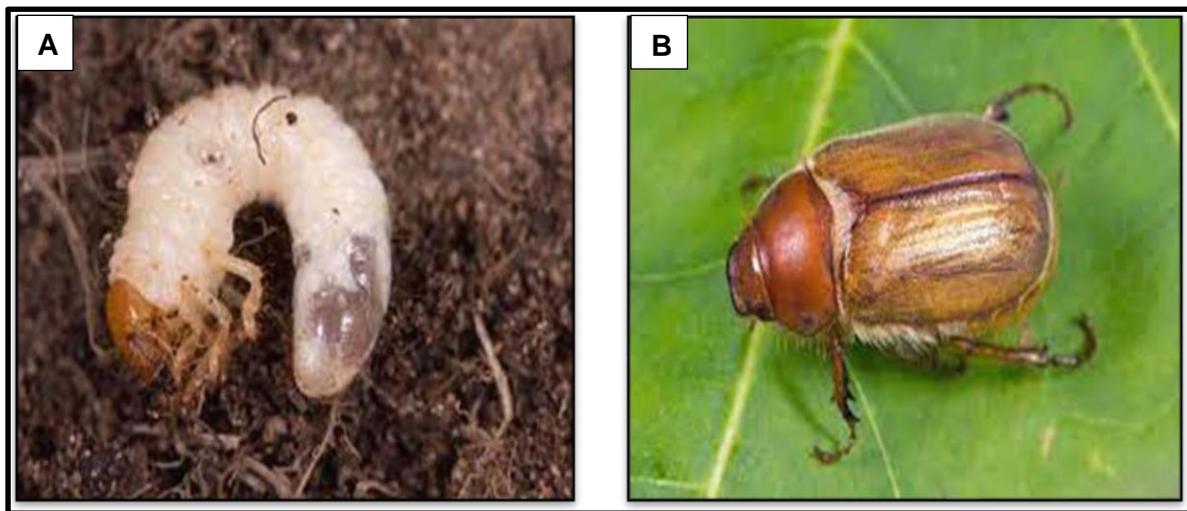


Figure 6 : Hannetons européens *Rhizotrogus majalis*, A : Larve et B : Adulte (Légaré et al, 2015).

1-2- Hanneton commun (*Phyllophaga sp*)

Le hanneton commun se nourrit des racines de soja et des cultures fourragères. La larve se caractérise par la forme ovale de son éclosion anale et présente deux rangées parallèles d'épines. À l'âge adulte, ce hanneton est légèrement plus grand (environ 20 mm) que le hanneton européen et arbore une couleur brun rougeâtre à noire (Charbonneau, 2008). Comme tous les hannetons, il possède des antennes courtes se terminant par une massue composée de lamelles, et ses larves ressemblent à de grosses crevettes blanches en forme de C (Smeesters, 2013).

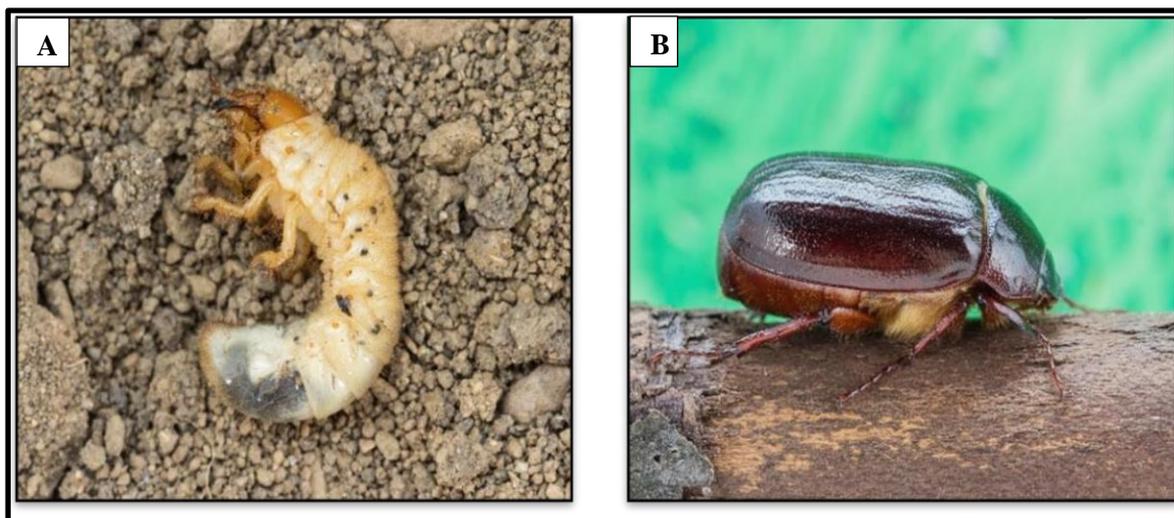


Figure 7 : Hanneton commun *Phyllophaga anxia*, A : Larve et B : Adulte (Légaré et al, 2015)

1-3- Scarabée japonais (*Popillia japonica*)

Cette espèce se nourrit des racines de soja et des cultures fourragères. La larve du scarabée japonais se distingue par son éclosion anale large et peu profonde, en forme de "V". Elle est également beaucoup plus petite que le hanneton européen et le hanneton commun. L'adulte du scarabée japonais se reconnaît facilement à sa tête verte métallique brillante et à ses ailes à reflet cuivré, teintées de vert aux extrémités, avec douze touffes de poils blanchâtres garnissant les bords de ses ailes (Amine khodja et Bekkouche, 2016). Sa taille moyenne est de 10 mm de longueur et 7 mm de largeur (Vittum et al, 1999).



Figure 8 : Scarabée japonais adulte (Légaré & al., 2015).

1-4- Vers blancs des céréales (*Geotrogus deserticola*)

Le vers blanc des céréales (*Geotrogus deserticola*) est l'espèce la plus courante sur les céréales en Algérie. C'est un redoutable ravageur qui s'attaque à toutes les espèces végétales, notamment les cultures maraîchères, la vigne et surtout les céréales, qui sont considérées comme ses plantes préférentielles (INPV, 2015). L'adulte mesure entre 1,5 et 2 cm de longueur, a une couleur brune fauve, plus ou moins foncée et homogène, avec des antennes composées de 7 à 10 articles portant 3 à 6 feuilles aux extrémités. Les larves ont une forme recourbée, de couleur blanc pâle avec une tête brune, mesurant de 3,5 à 4 cm au dernier stade de développement (Yahiaoui et Bekri, 2014).



Figure 9: Vers blancs des céréales *Geotrogus deserticola* (Gauthier Duprez, 2018)

2- Cycle de vie

Les études sur le cycle biologique ont révélé des différences importantes entre les espèces, car leurs cycles biologiques varient, influençant ainsi leurs périodes d'alimentation. La durée du cycle évolutif dépend en grande partie du climat, des phases d'arrêt de développement pendant la vie larvaire, ainsi que de la température et de l'humidité pendant les périodes d'activité (Houadeg et al,1996). Chaque espèce présente un cycle biologique avec des événements ou des comportements distinctifs (Kehili, 2017).

2-1- Hanneton européen (*Rhizotrogus majalis*)

Hanneton européen a un cycle d'un an. Début juin, l'adulte émerge du sol pour s'accoupler à la tombée de la nuit, souvent dans les arbres ou sur d'autres supports élevés. Environ deux

semaines plus tard, la femelle retourne au sol pour pondre ses œufs à la fin de juin ou au début de juillet. Chaque femelle peut pondre entre 20 et 30 œufs, qui éclosent en 2 à 3 semaines. Les larves muent deux fois pour atteindre une taille d'environ 2 cm à la fin de l'été. Elles s'enfouissent ensuite dans le sol pour passer l'hiver et remontent tôt au printemps pour se nourrir à nouveau. À la fin de mai ou au début de juin, elles descendent profondément dans le sol pour se transformer en pupes, puis en adulte (Smeesters, 2013).

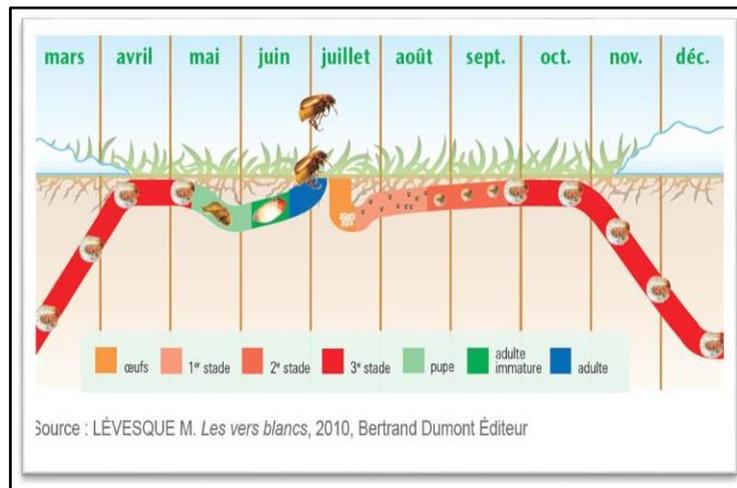


Figure 10: Schéma du cycle de développement du hanneton européen *Rhizotrogus majalis* (Lévesque M, 2010)

2-2- Hanneton commun (*Phyllophaga sp*)

Le hanneton commun a un cycle de trois ans. La femelle dépose ses œufs dans une boule de terre dans le sol. Les œufs éclosent deux à trois semaines plus tard, et les jeunes larves se nourrissent de végétation en décomposition pendant le premier été. Elles hibernent ensuite dans le sol, puis se nourrissent de racines de plantes au deuxième été. Après une autre période d'hiver, les larves se nourrissent jusqu'au mois de juin de la troisième année, puis se transforment en pupes après deux à trois semaines. Les adultes restent dans le sol jusqu'au printemps de la quatrième année (Smeesters, 2013).

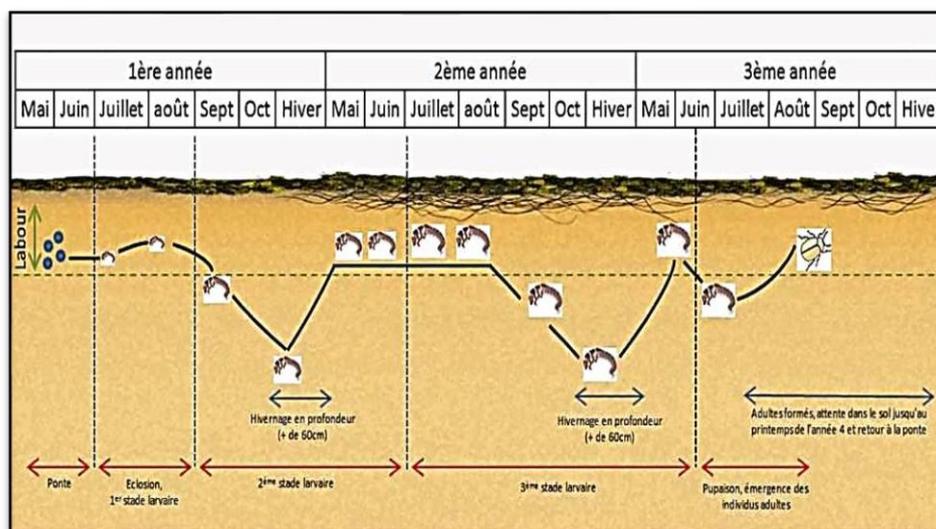


Figure 11 : Schéma du cycle de développement du hanneton commun *Phyllophaga sp* (Jean et al,2015) (1).

2-3- Scarabée japonais (*Popillia japonica*)

Le cycle de vie du scarabée japonais *Popillia japonica* se déroule en une seule génération par an. Durant l'hiver, l'insecte se trouve sous forme de larve de troisième stade, enfouie dans le sol. Avec l'arrivée du printemps et lorsque la température du sol atteint 15 °C, les larves remontent vers la surface où elles se nourrissent des racines des plantes jusqu'à la fin juin. À ce moment-là, elles se métamorphosent en pupes pour devenir des adultes.

Les adultes émergent du sol au début du mois de juillet et ont une durée de vie d'environ quarante jours. Après l'accouplement, les femelles déposent leurs œufs dans le sol, qui éclosent quelques semaines plus tard. Les larves entament alors leur alimentation à partir des racines et traversent trois stades larvaires avant de se préparer à hiberner dès le début d'octobre (Amine Khodja et Bekkouche, 2016).

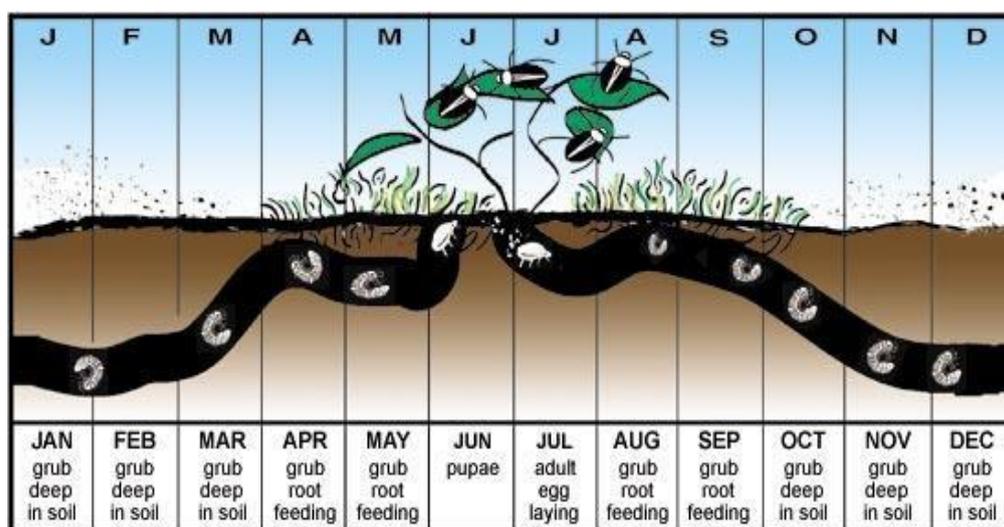


Figure 12 : Cycle biologique de Scarabée japonais *Popillia japonica* (Bagg, 2012)

2-4- Vers blancs des céréales (*Geotrogus deserticola*)

La reproduction a lieu en surface, puis les femelles se dirigent vers les champs et les prairies environnantes pour déposer leurs œufs. Les larves se développent à diverses profondeurs dans le sol. Ce processus larvaire est divisé en trois stades : L1 ; le premier stade dure environ six mois, L2 ; le deuxième entre 12 et 15 mois, et le troisième plus de trois mois. Le cycle de vie complet du ver blanc s'étend sur deux ans et demi à trois ans (INPV, 2015).

VI- La biologie des hannetons

1- Régime alimentaire (nourriture)

Les larves juvéniles se nourrissent principalement de matière végétale en décomposition, de champignons, ainsi que de racelles. Après une période de six à huit semaines, vers le début d'août, ces larves entament leur deuxième stade de développement, après quoi elles s'enfoncent plus profondément dans le sol, à une profondeur variante entre 20 et 60 cm, pour y passer l'hiver. Les vers blancs se rassemblent pour se nourrir sur les racines des plantes à racines fibreuses, se déplaçant horizontalement à environ 5 cm sous la surface du sol. Les cultures les plus vulnérables comprennent le mil, le pâturin du Kentucky, le maïs, les fèves, les fraises et surtout les pommes de terre. Les dégâts sont particulièrement visibles dans les pelouses, les terrains de golf et les champs de foin de graminées, où les larves se nourrissent des racines, affaiblissant ainsi les plantes et provoquant éventuellement leur mort. Ils peuvent également causer des dommages aux plantations de pins, de mélèzes et de chênes, ainsi qu'aux jeunes arbres fruitiers. (Kehili,2017).

2- Comportement

Les hannetons, membres de la famille des scarabées, sont des coléoptères nocturnes dont le comportement varie selon les espèces et les conditions environnementales. En règle générale, ils sont attirés par la lumière et demeurent actifs durant la nuit, se nourrissant principalement de feuilles, de fleurs et occasionnellement de fruits. Pendant le jour, ils se dissimulent dans la végétation ou le sol. Au printemps, ils émergent souvent en grand nombre, devenant ainsi visibles dans les jardins et les champs. Après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs dans le sol, où les larves se développent en se nourrissant de matière organique.

3- Importance écologique (leur rôle dans l'écosystème)

Les coléoptères, notamment les hannetons, représentent une biomasse significative, surtout dans les régions tropicales. Ils occupent une place cruciale dans les chaînes alimentaires en tant que décomposeurs et consommateurs, limitant ainsi la prolifération de certains insectes et contribuant à la pollinisation. Les larves, en plus d'aérer les sols, participent à la production de matière organique. Tant les larves que les hannetons jouent un rôle essentiel dans le cycle naturel, servant de source de nourriture à d'autres espèces.

VII- Activité saisonnière des hannetons

Les hannetons, des insectes coléoptères, présentent une période d'activité spécifique. Leur émergence en tant qu'adultes se produit principalement en juin et juillet, lors de l'éclosion des fleurs printanières. Ces créatures sont particulièrement actives pendant la journée, se nourrissant principalement de feuilles et de bourgeons. La reproduction des hannetons se déroule par la ponte d'œufs dans le sol, où les larves éclosent et se nourrissent des racines des plantes pendant plusieurs années avant d'atteindre l'âge adulte. La durée de vie des hannetons adultes ne dépasse généralement pas un mois. Leur présence peut être préjudiciable aux cultures et aux jardins en raison de leur régime alimentaire qui inclut les racines et les feuilles des arbres (Nageleisen,2013).

VIII- Habitat

L'habitat des hannetons varie selon les espèces, mais ils sont généralement retrouvés dans des environnements tels que les zones herbacées, les prairies, les vergers, les jardins et les forêts. Les larves de hannetons résident sous terre, où elles se nourrissent principalement des racines des plantes. Leur présence s'observe souvent dans les sols tels que les sols légers, les

sables des oasis et les terres lourdes des forêts sibériennes. En Algérie, on les trouve notamment dans les tells, les hauts plateaux et jusqu'au nord du Sahara (**Kehili,2017**). Quant aux adultes, ils sont fréquemment observés près des plantes dont ils se nourrissent, telles que les feuilles et les fleurs.

IX- Accouplement et ponte

Selon les années, les hannetons apparaissent généralement entre les mois de mai et de juin. Leur période de vol, correspondant à l'accouplement, s'étend sur environ trois semaines. Le processus d'accouplement commence dès la première nuit de vol, avec généralement les mâles en quête des femelles qui demeurent sédentaires. Les mâles sont attirés par une sécrétion odorante et restent sur le dos des femelles pendant plusieurs heures lors de l'accouplement. Ces dernières s'enfoncent ensuite dans le sol à une profondeur de 10 à 25 cm pour y déposer leurs œufs. Environ 85 % des pontes ont lieu dès la première nuit. Les hannetons des jardins se distinguent par leur vol bas typique juste au-dessus de la surface de la pelouse, et les femelles déposent en moyenne une vingtaine d'œufs. Les conditions favorables à la ponte incluent des endroits suffisamment humides et nourrissants pour assurer la survie des œufs et le développement des larves : tas de compost ou de fumier, sols légers des prairies et des pelouses (**Kehili,2017**).

Les sites de ponte préférés des femelles comprennent des sols enherbés, des sols légers bien drainés et chauds, des sols plutôt acides, une humidité comprise entre 28 et 58 %, la proximité d'arbres dont elles se nourrissent, ainsi qu'un couvert végétal dense et bas.

X- Les plantes hôtes

Les vers blancs sont hautement polyphages et leurs préférences alimentaires varient en fonction de leur stade de développement. Les larves, étant peu mobiles, se nourrissent principalement des racines des pelouses, mais elles peuvent également endommager diverses cultures telles que le maïs, le soja, les céréales, les cultures fourragères, la pomme de terre, la betterave, le haricot, la tomate, les vignobles, plusieurs cultures ornementales ainsi que de nombreuses mauvaises herbes. À mesure qu'elles consomment le système racinaire, les plantes attaquées flétrissent et dépérissent. Sur les végétaux ligneux, les attaques du système racinaire peuvent causer d'importants dommages, en particulier sur les sujets jeunes et dans les sols sableux (**Jean et al, 2015**).

XI- Les dégâts causés par les hannetons

Les hannetons adultes ne causent généralement pas de dommages majeurs au jardin, bien qu'ils se nourrissent occasionnellement de feuilles d'arbres et d'arbustes. En revanche, les larves de hanneton sont bien plus actives et problématiques, nécessitant 3 ans pour se développer (pour le hanneton commun), enfouies profondément dans le sol, à l'abri, pendant l'hiver, période d'hibernation où aucun dommage n'est causé par les larves.

Ce n'est qu'au printemps et en été que les vers blancs se nourrissent avidement de racines. Les larves du hanneton commun ciblent principalement les légumes racines, mais peuvent également s'attaquer aux racines de salades, de fraisiers ou même aux massifs de fleurs. Comme avec une attaque de taupin ou de louvette, les plantes affectées flétrissent rapidement. En arrachant la plante, on peut constater que les racines sont dévorées.

Si l'on réagit assez rapidement, il est possible de capturer directement le ver blanc "coupable". Quant à la larve du hanneton des jardins, elle préfère les racines de céréales, de graminées ou de légumineuses. Dans une pelouse, les dommages causés par les larves se manifestent par l'apparition de plaques jaunies (**Chebira et al, 1998**).



Figure 13: Des tâches jaunes non herbacée sur les céréales (photo personnelle, Mars 2024)

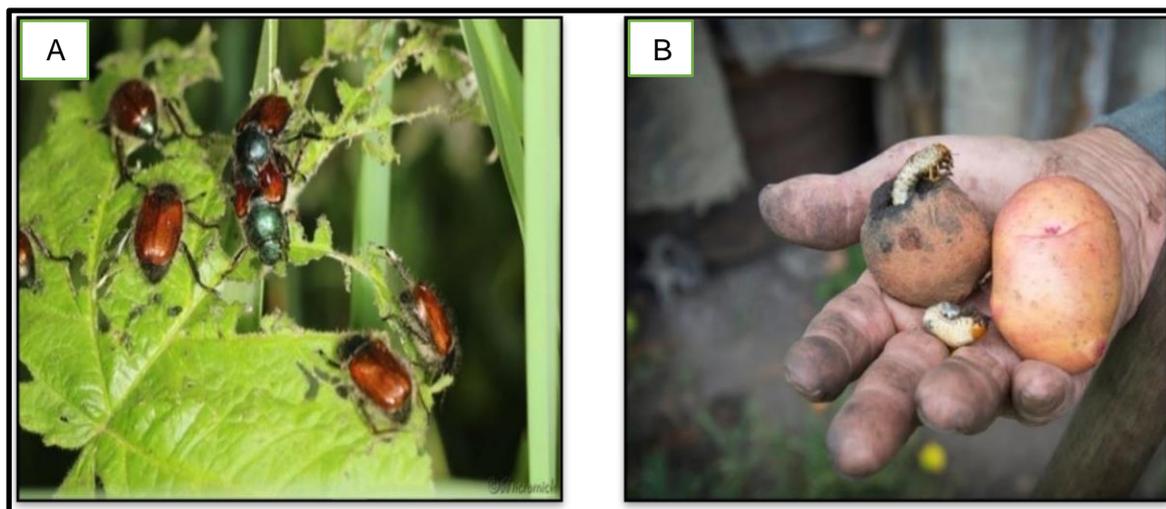


Figure 14: A- les dégâts engendrés par les hannetons sur les feuilles (Micromick, 2014)
B- les dégâts des vers blancs (Charles, 2020).

XII- Stratégies et méthodes de lutte

1- Méthode mécanique de lutte

Les larves se montrent hautement réactives aux impacts et à la privation d'eau. Pendant la saison estivale, les vers blancs se nichent dans les couches superficielles du sol, où ils se nourrissent des racines. Avant la mi-septembre, l'utilisation d'outils à dents, fixes ou mobiles, ou de disques pour des traitements mécaniques s'avère le plus efficace. Le labour, en remuant profondément le sol et en exposant les larves à la lumière du soleil et aux prédateurs aviaires, constitue une méthode efficace. Cependant, son application en milieu forestier est complexe en raison de la présence de nombreuses souches et racines. De plus, après la plantation, les interventions se limiteront aux espaces entre les lignes de culture (Abgrall, 1991).

2- Lutte chimique

A) Traitement global en automne : Ce procédé implique la dispersion d'insecticides suivie d'un recouvrement de cultures afin d'enfouir le produit. Une autre méthode consiste à enrober les semences de céréales avec un insecticide approprié. Cela éloigne les vers blancs du système racinaire après la germination de la céréale.

B) Traitement localisé par bandes au printemps : Le traitement est concentré dans les zones touchées des parcelles de céréales. Cette approche est recommandée pour les parcelles infestées par 5 à 9 larves/m². La quantité de produit utilisée est la moitié de celle recommandée pour le traitement global. Idéalement, ce traitement devrait être effectué 10 à 15 jours avant le semis.

Pour rompre le cycle biologique de l'insecte et réduire la population, il est nécessaire de maintenir ces traitements pendant au moins deux années consécutives (**Boughanja et Boutemra, 2018**).

3- Lutte biologique

Les hannetons sont sensibles aux maladies fongiques, notamment aux infections causées par *Beauveria*, en particulier *B. bassiana*. Ce champignon agit selon le mécanisme typique des champignons entomopathogènes : après avoir pénétré la cuticule de la larve, le mycélium envahit l'intérieur de l'insecte, produisant des protéines entraînant sa mort. Des produits commerciaux à base de nématodes entomopathogènes, tels que *Heterorhabditis bacteriophora*, sont disponibles. Ces auxiliaires parasitent et tuent les larves de hanneton et de charançon. Cependant, les conditions d'application sont strictes : le sol doit rester humide pendant les cinq semaines suivant le traitement, et la température du sol doit être supérieure à 12 °C (**Anonyme, 2013**).



Figure 15 : Larve du troisième stade d'*Heteronychus plebejus*, recouvert de muscardine verte (**Rakotoarisoa, 2007**).

4- Lutte intégrée

La gestion intégrée des ravageurs est un processus appliqué à la planification et à la gestion des terres afin de prévenir les problèmes causés par les organismes nuisibles. Elle implique une prise de décision judicieuse concernant le moment et la méthode d'intervention en cas de nécessité. Fondamentalement, cette approche privilégie l'action uniquement lorsque

la présence des ravageurs atteint un niveau critique, plutôt que de recourir à des mesures systématiques.

Dans la plupart des situations, il est suffisant de maintenir les populations de ravageurs à un niveau où elles ne causent plus de dommages significatifs, sans chercher à les éliminer complètement.

Dans le cadre de cette approche, les responsables de la lutte contre les parasites utilisent la surveillance pour collecter les informations nécessaires afin de déterminer les actions à entreprendre. Si un traitement s'avère nécessaire, ils optent pour la combinaison de méthodes la plus efficace pour la situation spécifique. Cette approche peut également être appliquée pour contrôler d'autres organismes nuisibles, y compris les vers blancs (**Anonyme, 2000**).



Chapitre II

Matériel et méthodes



I- Présentation de la région d'étude

1- Situation géographique

La région de Mila se situe dans l'Est de l'Algérie, à une distance de 400 kilomètres de la capitale Alger. Sa surface s'étend sur 3407,60 kilomètres carrés. Elle est bordée au nord par les régions de Jijel et Skikda, à l'est par Constantine, à l'ouest par Sétif, et au sud par Batna et Oum El Bouaghi (Aissaoui, 2013).

1-1- Les reliefs

Relief de la wilaya de Mila est diversifié, avec des massifs montagneux dans sa partie septentrionale, atteignant une altitude maximale de 1600 mètres. En descendant vers les communes frontalières avec la wilaya de Jijel, le relief se transforme en collines et piémonts. Au centre de la wilaya, on trouve des plaines élevées. Vers le sud, des massifs montagneux d'une altitude d'environ 1400 mètres sont présents (Bouchair et Saadallah, 2014).

2- Réseau hydrographique

Bassin de Mila est caractérisé par son élévation, avec une altitude moyenne de 500 mètres. Il est traversé d'est en ouest par l'Oued Rhumel, dont l'altitude descend de 256 mètres à 135 mètres pour se joindre à l'Oued Endja, formant ainsi l'Oued El Kebir au Centre-Ouest de la commune de Grarem. Le petit bassin d'Ibn Ziad est drainé par l'Oued El Bagrats, tandis que le nord de la commune de Mila est traversé par l'Oued El Kotone. Le réseau hydrographique est dense et organisé de manière hiérarchique. La topographie en forme de bassin, avec un couloir est-ouest, reflète une orientation générale du réseau hydrographique soit du sud au nord, soit du nord au sud, selon les différentes situations (Mebarki, 1982).

3- Le climat

Représente l'ensemble des phénomènes atmosphériques tels que l'humidité, les précipitations, la température et les vents. C'est un aspect naturel sur lequel l'homme exerce peu d'influence directe, sauf dans des cas particuliers comme celui de l'irrigation. Il joue un rôle crucial dans le développement des plantes ainsi que dans la formation et l'évolution des sols. Ses principales composantes ont un impact significatif sur le processus d'érosion.

Le climat algérien, de type méditerranéen, est caractérisé par plusieurs aspects distinctifs :

Une concentration des précipitations pendant les périodes froides de l'année et une sécheresse qui coïncide avec les mois chauds, ce qui le qualifie de climat xérothermique (**Dib et Debbache, 2018**).

3-1- Température

La température représente l'un des éléments écologiques les plus importants du climat. Elle régit tous les processus métaboliques et influence ainsi la répartition de toutes les espèces au sein des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 1984**). De plus, elle affecte l'activité globale et le développement des larves, ainsi que les taux de mortalité et la répartition générale de l'acridofaune, comme indiqué par (**Benkenana, 2006**).

Les températures basses enregistrées dans la wilaya de Mila surviennent pendant les mois de décembre, janvier et février, avec des valeurs respectivement notées comme 5,8°C ; 5,0°C et 4,7°C pour la période de 2011 à 2021. Par contraste, les températures les plus élevées dans cette région sont enregistrées en juin, juillet et août, indiquées respectivement comme 30,7°C ; 34,8°C et 34,5°C pour la même période (tableau 1). Ces valeurs sont données par la station météorologique d'Ain-Tin.

Tableau 1 : la température mensuelle de la région de Mila (2011-2021) (**SMA, 2024**) modifié le 14 mars 2024.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T°C												
T. m	5,0	4,7	6,5	8,8	11,7	16,3	20,6	20,2	15,8	13,6	9,4	5,8
T. M	13,5	13,8	16,2	20,3	24,1	30,7	34,8	34,5	29,9	23,9	17,4	13,7

T : température en Degré Celsius

m : moyenne des minimale des températures

M : moyenne des maximale des températures

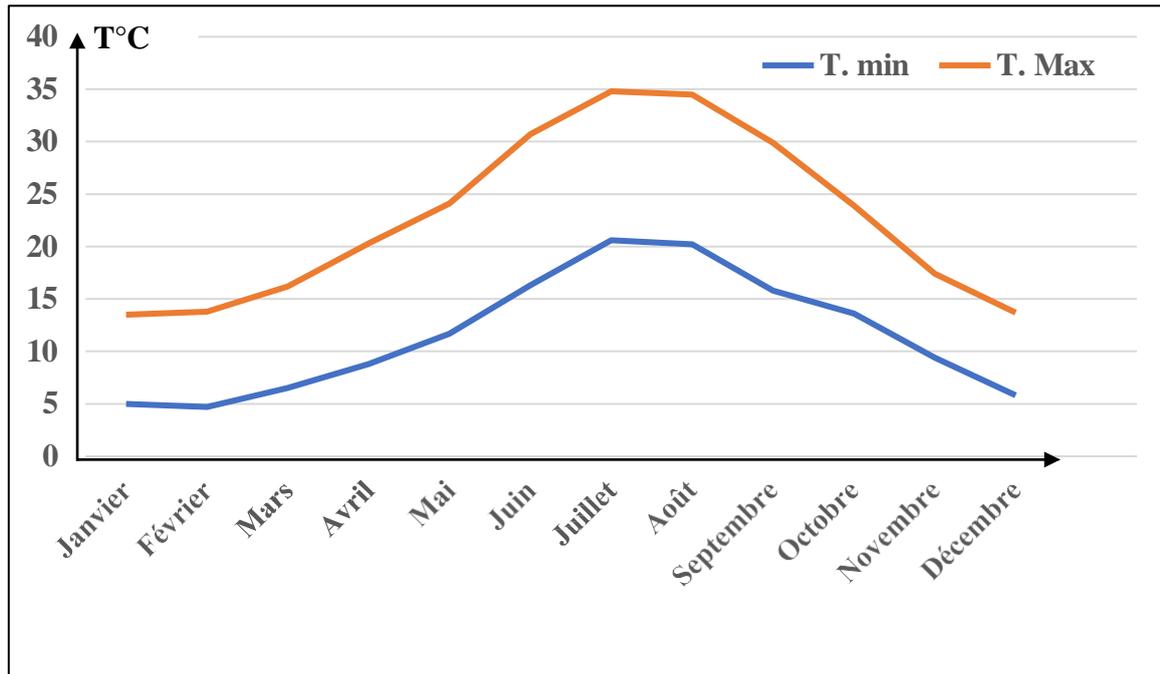


Figure 16 : Courbes représentées les températures minimales et maximales dans la wilaya de Mila (2011-2021) (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024.

3-2- Vents

Fait partie des éléments les plus caractéristiques du climat, et peut exercer une grande influence sur les êtres vivants dans certains biotopes. Il active l'évaporation et pouvant intensifier ainsi la sécheresse (Meddour, 2013).

Le tableau 2 et le graphe (Fig 17). Montres que la vitesse moyenne des vents dans notre wilaya qui y soufflent est enregistrée durant le mois de novembre avec une valeur maximale de 23, et la vitesse minimale représente pendant le mois de juin avec une valeur de 16m/s.

Tableau 2 : vent mensuelle (m/s) dans la wilaya de Mila (2011-2021) (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
V(m/S)	21	22	18	18	17	16	17	21	22	20	23	20

V : vitesse moyenne du vent en mètre par seconde

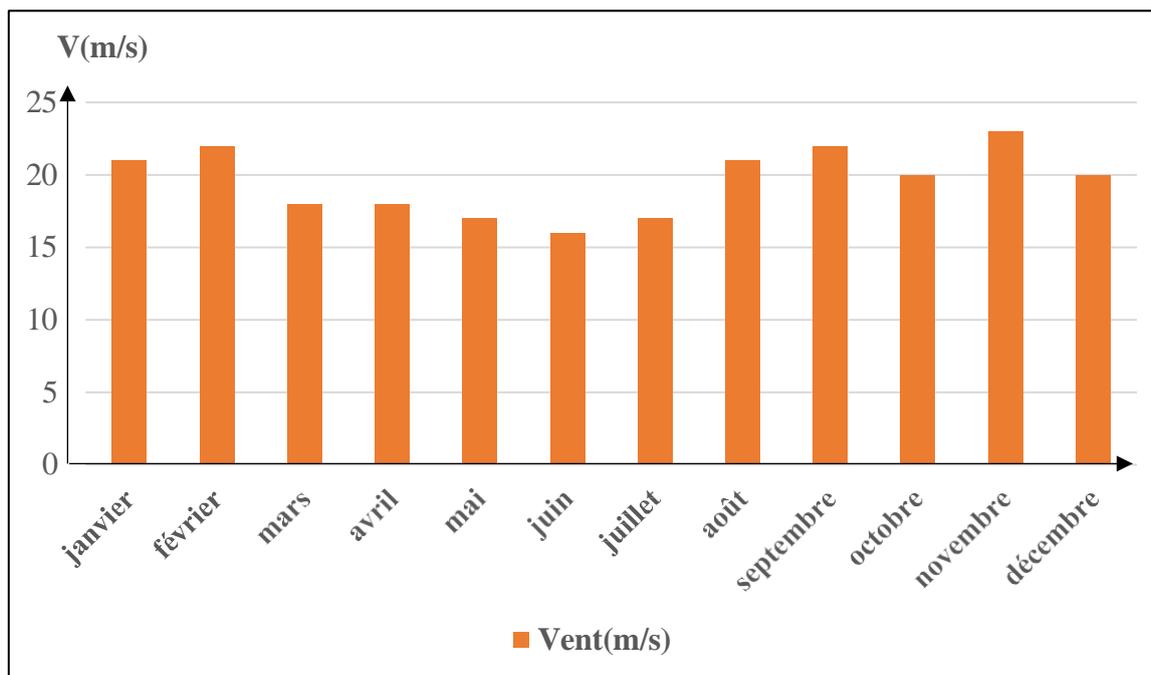


Figure 17 : Graphe représente le vent mensuelle (m/s) dans la wilaya de Mila (2011-2021). (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024.

3-3- Humidité

L'humidité représente la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère (Dreux, 1980). Ce facteur impacte la densité des populations en provoquant une réduction de leurs effectifs, et il joue un rôle crucial dans le rythme de reproduction de diverses espèces d'insectes, notamment les Acridiens (Dajoz, 1982).

Dans la région de Mila, le taux moyen d'humidité de l'air est de 70% en hiver et de 49% en été. Les moyennes d'humidité pour la période entre 2011 et 2021 sont répertoriées dans le Tableau 3, et ces résultats sont illustrés dans un histogramme présenté en (Fig 18).

Tableau 3 : Humidités moyennes mensuelles en (%) de la région de Mila période (2011-2021) (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
H (%)	74	76	72	70	63	54	43	49	64	66	73	76

H : humidité de l'aire en %

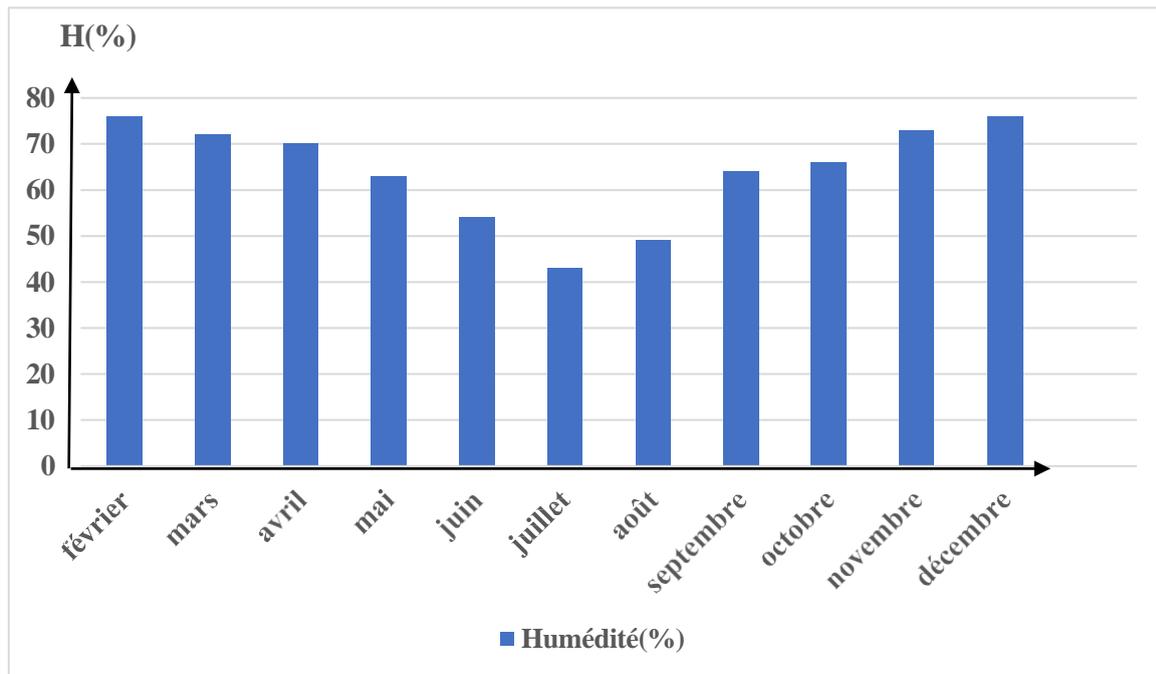


Figure 18 : Courbe représente l’humidité moyenne mensuelle en (%) de la région de Mila période (2011-2021) (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024.

3-4- Précipitation

La variation de la température est l'un des éléments les plus discriminants du climat. Ses fluctuations deviennent d'autant plus imprévisibles dans les régions les plus arides (**Ramade, 1984**). Les précipitations ont un impact notable à la fois sur la végétation, en influençant le développement des plantes qui constituent une source de nourriture, et sur la faune.

Selon la station météorologique d’Ain-Tin les précipitations moyennes mensuelles enregistrées entre 2011 et 2021 dans la région de Mila sont consignées dans le Tableau 4. Ces résultats sont analysés dans la courbe présentée en (Fig 19).

Tableau 4 : Précipitation mensuelle (mm) de la région de Mila période (2011-2021) (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P(mm)	83	99	96	55	51	25	7	24	32	58	70	73

P : précipitation en millimètre

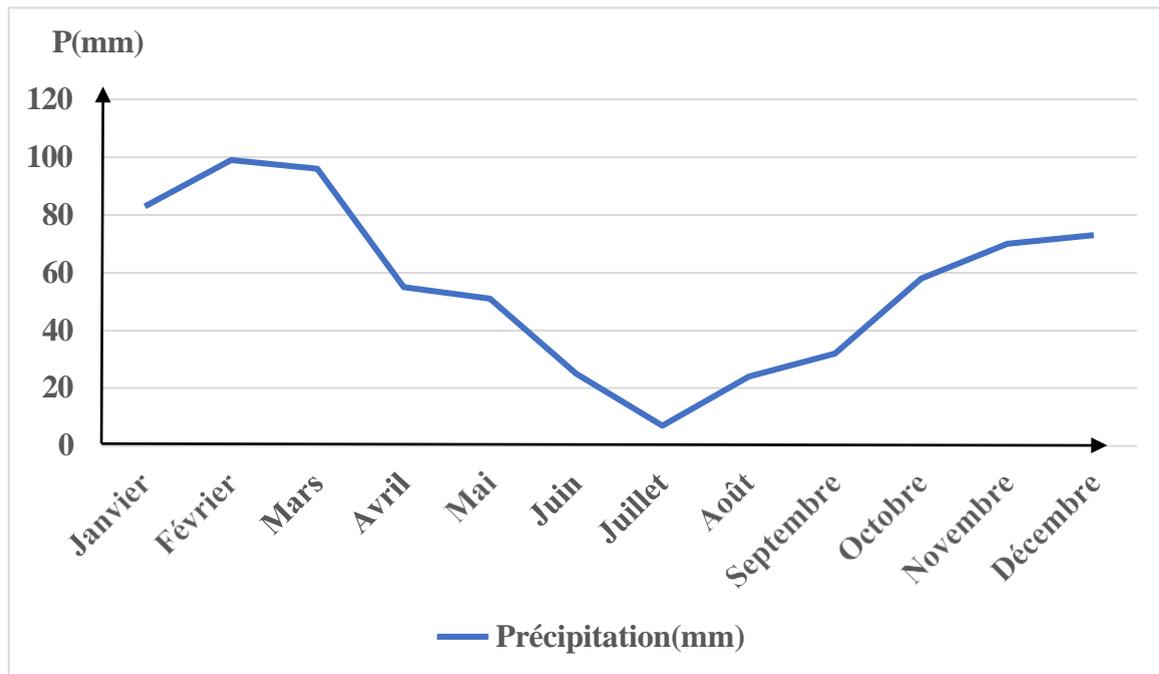


Figure 19 : Courbe représente la précipitation mensuelle (mm) de la région de Mila (2011-2021) (SMA, 2024) modifié le 14 mars 2024.

4- Végétation

Dans la wilaya de Mila, la superficie agricole utilisable représente 10 438 hectares, soit 80% de la superficie totale des terres agricoles. Le couvert végétal est relativement limité, principalement composé de cultures céréalières et de plantes sauvages. Les céréales occupent une superficie de 4 903 hectares, les légumes secs 63 hectares, les cultures maraîchères 186 hectares, et l'arboriculture couvre 212 hectares (DSA, 2013).

La majorité des plantes spontanées se développent et fleurissent au printemps, favorisées par les températures modérées de cette saison ainsi que par la lumière et l'humidité provenant de la fonte des neiges. La flore printanière est remarquablement diversifiée ; on observe principalement dans les terrains en friche et les prairies une variété spontanée de plantes comprenant notamment des Astéracées, des Apiacées, des Brassicacées, des Poacées et des Lamiacées (Ayadi et Khelafi, 2018).

II- Choix de station

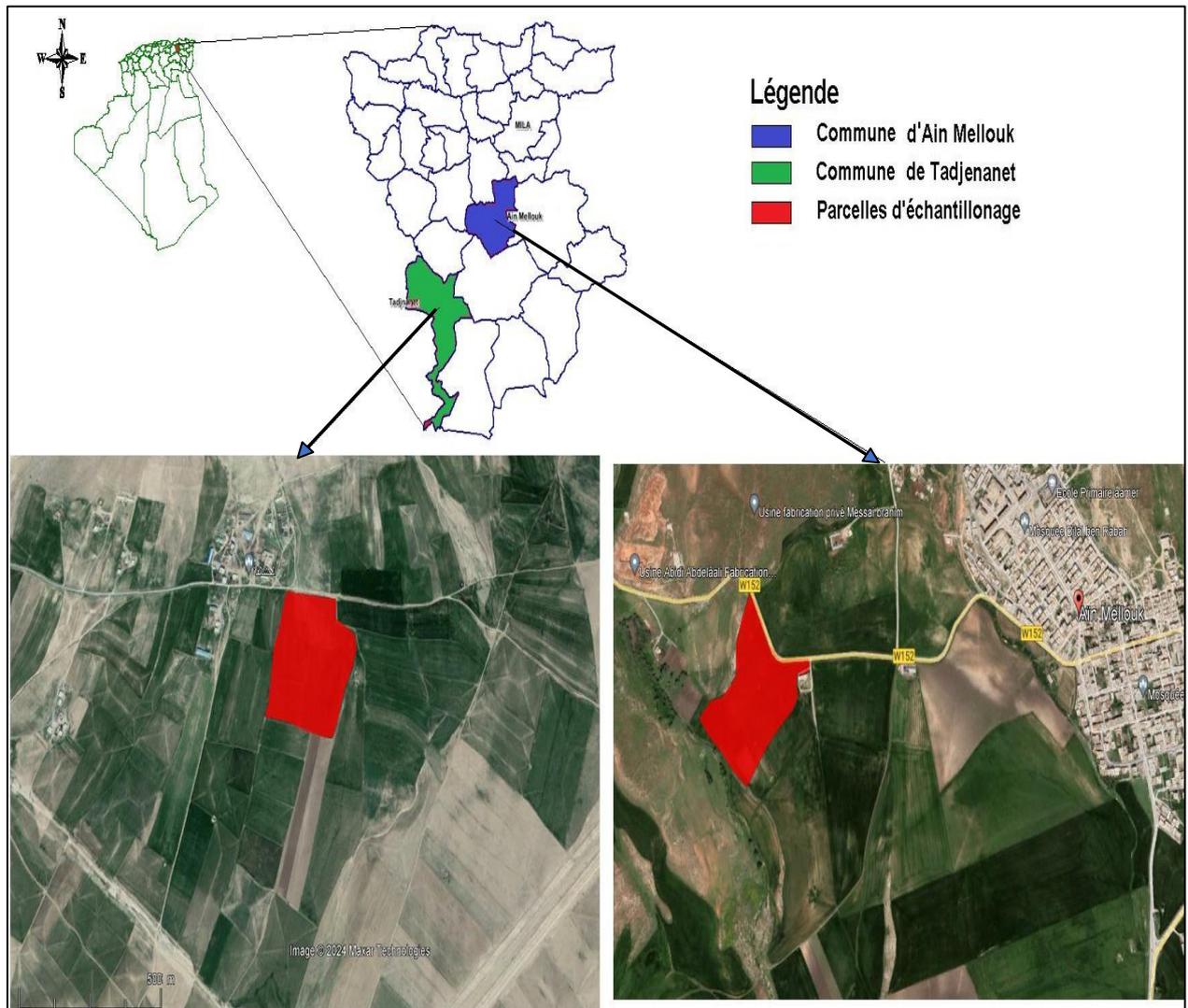


Figure 20 : Carte représentatif des stations d'études (Tadjenanet et Ain Mellouk) (**Photo personnelle, Mars 2024**).

1- Tadjenanet

Commune d'Algérie située à l'ouest de wilaya de Mila à 17 Km de chelghoum Laid. À une vocation agricole (céréales, cultures maraichères et arboricultures). Notre récolte de la population Etudiée a été faite sur un champ de céréale situé dans cette commune.

2- Ain Mellouk

Commune centrale de la Wilaya de Mila, se trouve à 20 km au sud du chef-lieu de la wilaya et à 12 km au nord du chef-lieu de la daïra de Chelghoum Laid. Cette commune, principalement dédiée à l'agriculture, qui occupe une superficie de 6251 hectares. Les cultures

prépondérantes sont les céréales et les cultures maraîchères. De plus, elle abrite une vingtaine de carrières d'agrégats sur son territoire.

Le deuxième lieu de récolte des populations de hannetons se trouve dans un champ d'orge de cette commune.

III- Matériel utilisé

1- Sur terrain

Le modèle biologique étudié dans cette expérimentation est le ver blanc, qui est considérée comme l'un des ravageurs nuisibles des cultures. L'échantillonnage des vers blancs a été réalisé ; au niveau de deux stations Tadjenanet et Ain Mellouk.

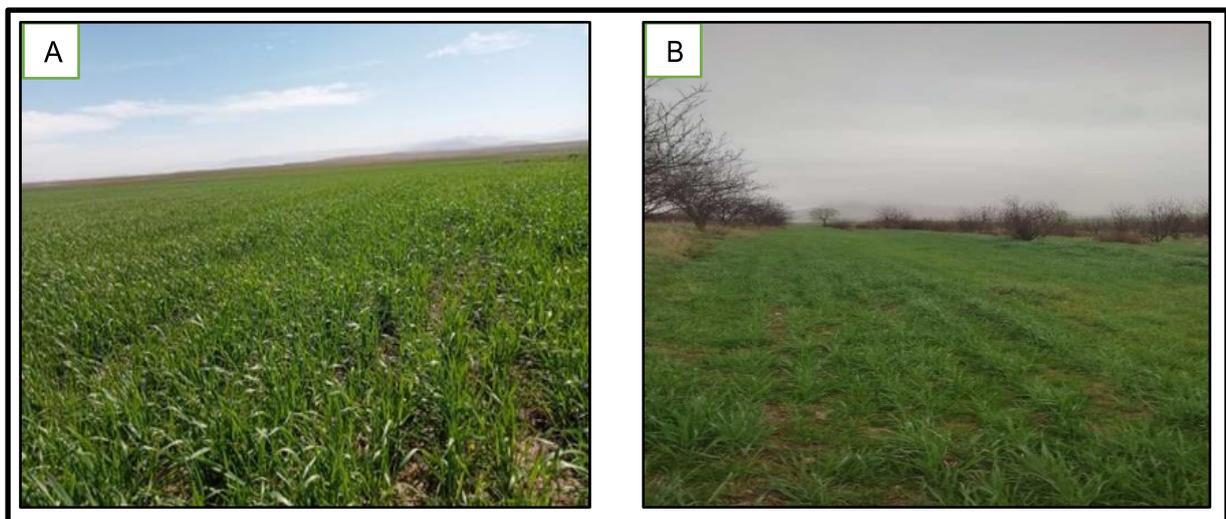


Figure 21 : La culture de céréales de deux sites, A- station de Tadjenanet /B- station de Ain Mellouk
(Photos personnelles, Mars 2024).

Le matériel d'échantillonnage que nous avons utilisé sur terrain se compose d'une :

- 1- Pelle pour creuser.
- 2- Des boîtes en plastiques sont utilisés pour stoker les différentes larves des vers Blanc durant la prospection portant la date de récolte.
- 3- Un carnet de notes pour mentionner toutes les observations et les informations concernant les vers blancs dans leur environnement.
- 4- Un smart phone pour prendre des photos.

2- Au laboratoire

Dans le processus d'identification des larves, nous avons recouru à :

- 1- Une pince de capture de ver blanc.

- 2-Des verres de montre pour abriter les larves.
- 3-une loupe binoculaire pour l'observation et le décompte des soies de l'écusson anal.
- 4-un appareil photo pour capturer des images des écussons anaux de chaque spécimen.
- 5-Les gants pour protéger les mains de la saleté, de l'humidité et des germes.



Figure 22 : Matériels utilisés sur laboratoire (photos personnelles, Mars 2024).

IV- Méthodologie de travail

1- Sur terrain

La collecte des vers blancs débute par l'identification des zones « endroit » où creuser le sol, en cherchant des indices tels que des taches non herbacées indiquant la présence de vers souterrains. Nous avons procédé au creusement aléatoire du sol à l'emplacement de ces taches, à une profondeur de 20 à 30 cm à l'aide d'une pelle (fig 23).

Chaque site comprenait cinq profils sélectionnés. Les larves ont été ensuite conservé dans des boîtes en plastique dans chaque station d'étude, avec la mention de la date de récolte, du

nom de la station et du nombre d'individus. L'échantillonnage a été réalisé entre la fin de février et le mois d'avril 2024.

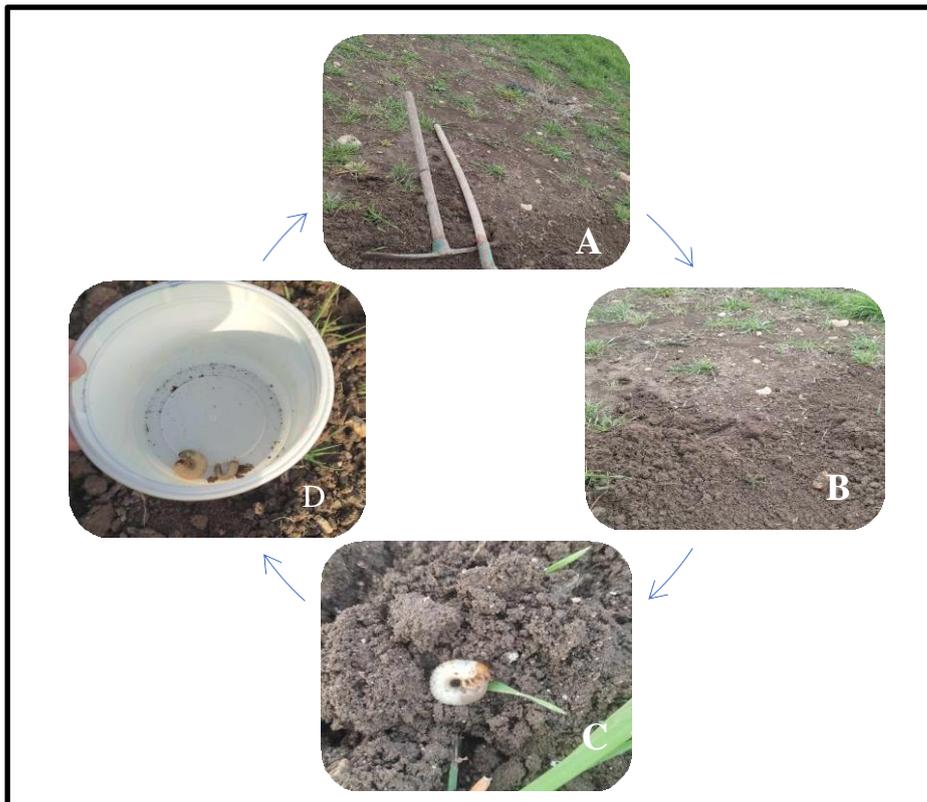


Figure 23 : les éléments essentiels pour la méthode d'échantillonnage sur terrain (**photos personnelles, Mars 2024**).

2- Identification des spécimens

L'identification des vers a été réalisée par l'observation de la forme et la disposition des soies de l'écusson anal des larves à l'aide d'une loupe binoculaire.

Afin de déterminer l'espèce et de noter le stade de développement (L1, L2, L3) en fonction de la taille de chaque larve trouvée.

Pour l'observation des vers blancs sous la loupe binoculaire nous avons suivi les étapes suivantes :

- 1- On a rassemblé le matériel nécessaire : des pinces, la loupe binoculaire, les échantillons des vers blancs de deux stations, les gants.
- 2- Ont disposé un spécimen de l'échantillon sur une surface propre, en Utilisez une pince pour manipuler.
- 3- On a mis l'échantillon sous la loupe binoculaire pour inspecter différentes zones et angles.

- 4- Puis en à identifier les vers blancs et leur nom selon les caractères qui contient.
- 5- On a pris des notes des vers blancs observés et quelques spécimens sont photographiés au laboratoire avec un Appareil photo posé sur l'objectif de la loupe binoculaire.
- 6- Une fois l'observation terminée, on a nettoyé soigneusement la loupe binoculaire et rangez tous les équipements utilisés conformément à la consigne du laboratoire.

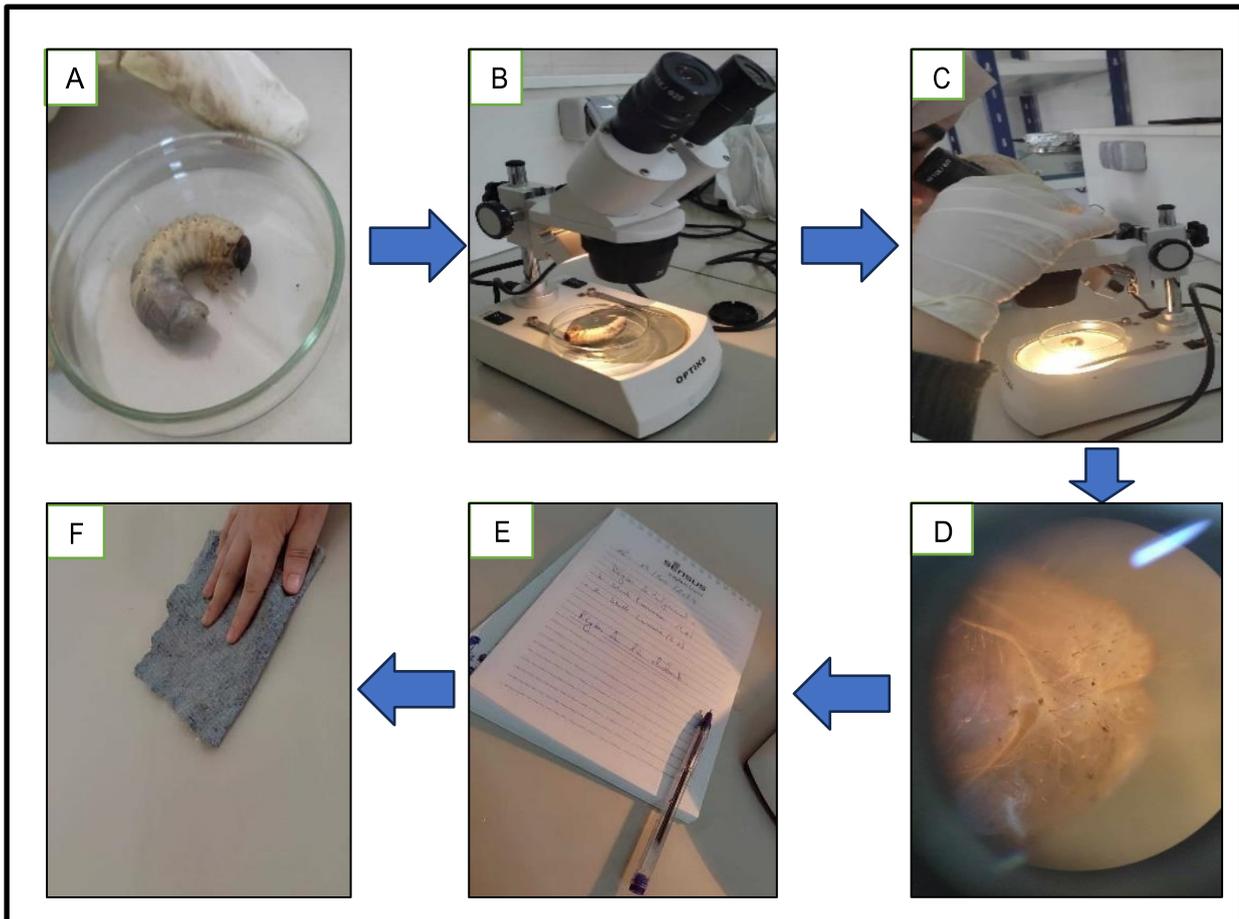


Figure 24 : Les étapes d'observation des vers blancs sous la loupe binoculaire (photos personnelles, Avril 2024).

V- L'analyse physico-chimique du sol

1- La texture du sol

La détermination de la texture du sol (H%). C'est la mesure de l'humidité de sol prélevés des différents sites au niveau de laboratoire. Elle est réalisée selon la technique de Gaucher (1968) basée sur la méthode par saturation, qui consiste à mesurer le pourcentage d'humidité du sol (H%).

1-1- Prélèvement des échantillons du sol

Les échantillons du sol ont été prélevés manuellement à l'aide d'une truelle à une profondeur d'environ 25 cm, les prélèvements ont été effectués dans cinq points différents de la surface du champ dans chaque station (**Douafer, 2023**).

1-2- Matériels et produits utilisés

- Une balance de précision
- Des capsules en verre
- Un bêcher
- Une étuve
- Agitateur
- Un tamis
- Un mortier
- Verre de montre
- Spatule
- Barreau magnétique
- Echantillons de sol 40 g de chaque station
- Eau distillée : 50 ml à chaque échantillon



Figure 25 : Matériel utilisé (Photo personnel, Mai 2024).

1-3- Méthode utilisée

1. Peser 40 g de sol (Fig 26, C).
2. Ajouter de l'eau goutte à goutte et mélanger jusqu'à obtenir une pâte luisante (Fig 26, D).
3. Effectuer la mesure (P1), qui correspond au poids de la capsule vide.

4. Agiter le mélange à l'aide d'un agitateur (Fig 26, E)
5. Placer le sol mouillé dans la capsule, puis effectuer la mesure (P2), qui correspond au poids de la capsule vide et au poids du sol mouillé (Fig 26, F).
6. Sécher dans une étuve à 70°C pendant 48 heures (Fig 26, G).
7. Effectuer la mesure (P3), qui correspond au poids de la capsule vide et du sol sec (Fig 26, I) (Douafer, 2023).

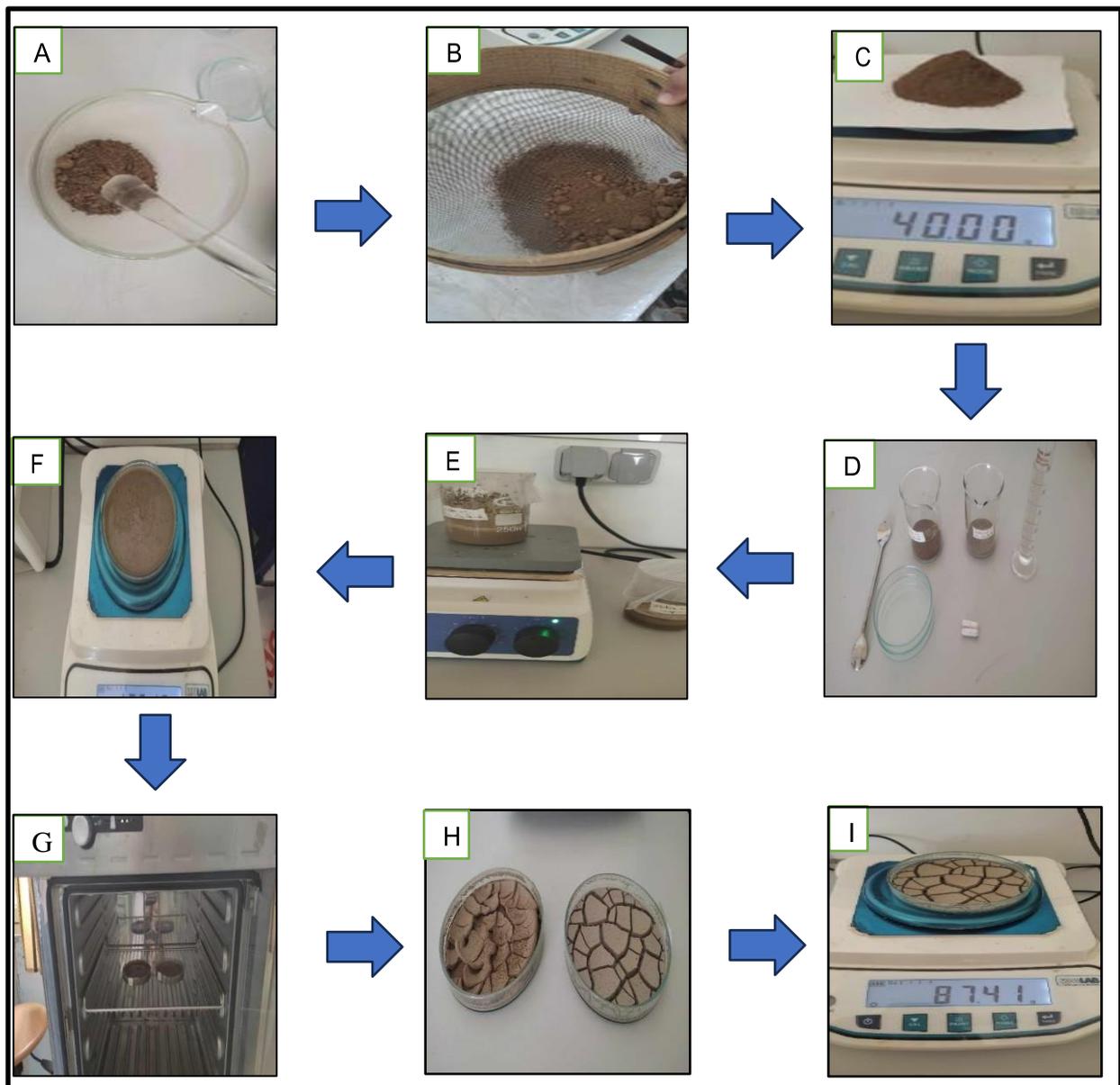


Figure 26 : Les étapes d'analyse physique du sol (la texture) (Photos personnelles, Mai 2024).

La texture est mesurée selon la formule suivante :

$$X1 = P2 - P3$$

$$X2 = P3 - P1$$

Pour calculer le pourcentage d'humidité.

$$\begin{array}{l}
 X_1 \longrightarrow X_2 \text{ g de sol sec} \\
 \\
 Y \longrightarrow 100 \% \text{ de sol sec}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} X_1 \\ Y \end{array}} \right\} Y = \frac{X_1}{X_2} * 100$$

2- Le pH de sol

Le pH du sol est une mesure de l'acidité ou de l'alcalinité du sol. Il varie généralement de 0 à 14, avec 7 étant neutre. Un pH inférieur à 7 indique un sol acide, tandis qu'un pH supérieur à 7 indique un sol alcalin. Un pH optimal pour la plupart des plantes se situe généralement entre 6 et 7.

2-1- Prélèvement des échantillons du sol

Les échantillons ont été recueillis le 4 mai 2024, sous des conditions maximales de température de 25°C et l'humidité ce jour-là de 60%, permettant une analyse précise de la composition et de la distribution des espèces.

En suivant la méthode d'échantillonnage de la texture, les résultats obtenus fourniront des informations cruciales.

2-2- Matériel et produits utilisés

- Agitateur mécanique
- Barreau magnétique
- 2 bêcher de 50 ml
- Tamis
- Mortier
- Balance
- Spatule
- pH mètre
- 5 g du sol de chaque station
- 25 ml d'eau distillée de chaque échantillon



Figure 27 : Matériel utilisé (Photo personnel, Mai 2024).

2-3- Méthode utilisée

- 5g de sol et 25ml d'eau distillée ont été mis dans un bêcher de 50 ml.
- Le mélange a été agité pendant deux heures à l'aide d'un agitateur, puis la solution a été laissée à reposer.
- Après, à l'aide d'un pH maitre. L'électrode a été introduite dans la suspension, et en a lecture la valeur écrite (Douafer, 2023).

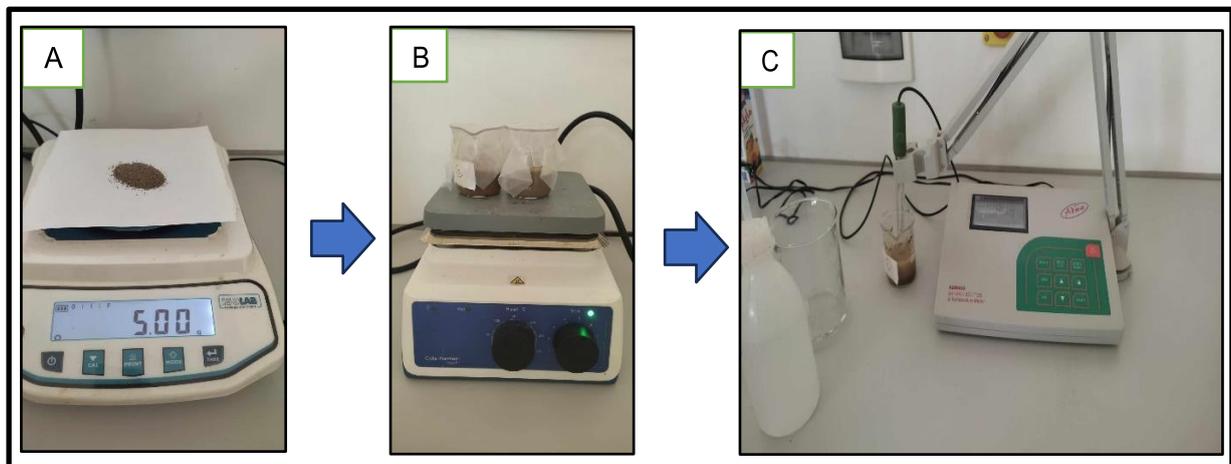


Figure 28 : Les étapes d'analyse chimique du sol(pH) (Photos personnelles, Mai 2024).

Chapitre III
Résultat et discussion



I- La richesse spécifique

1- L'abondance des vers blancs dans les deux stations d'études

Dans le cadre de cette étude, l'inventaire de la présence des vers blancs dans les stations de Tadjenanet et Ain Mellouk sur une période de deux mois (mars et avril) a été réalisé de manière régulière. Les observations ont été consignées sur une base hebdomadaire afin d'évaluer les variations de leur présence dans ces deux stations indépendantes. Les données recueillies mettent en évidence la présence des vers blancs, fournissant ainsi un aperçu de leur distribution sur cette période.

Tableau 5 : L'abondance de vers blanc dans les deux stations d'études.

Station d'étude	Tadjenanet		Ain Mellouk	
	Mars	Avril	Mars	Avril
Nombre de larve	9	12	48	67
Nombre totale	21		115	

Le tableau ci-dessus montre l'abondance des larves présentes dans chaque station au moment de l'inventaire, ainsi que l'évolution du nombre de larves au cours des deux mois d'échantillonnages. Les données montrent que la station d'Ain Mellouk est plus infestée par les vers blancs que la station de Tadjenanet. En effet, le nombre total de larves à Ain Mellouk est presque cinq fois plus élevé qu'à Tadjenanet. De plus, l'augmentation du nombre de larves au cours des deux mois d'inventaire a été plus importante à Ain Mellouk qu'à Tadjenanet. Ces résultats démontrent que la station d'Ain Mellouk est un foyer important de vers blancs avec 115 individus et 21 individus respectivement.

2- L'abondance de différents stades larvaires dans les deux stations

Selon les résultats présentés dans le tableau et le diagramme ci-dessous, les trois stades larvaires sont présents dans les deux stations de récolte. Les vers blancs passent par trois stades larvaires (L1, L2 et L3) avant de se transformer en nymphes puis en adultes.

Tableau 6 : L'effectif de vers blanc dans les deux stations d'études selon stade larvaire.

Stade de développement	L1	L2	L3
Tadjenanet	7	5	9
Ain Mellouk	80	26	9

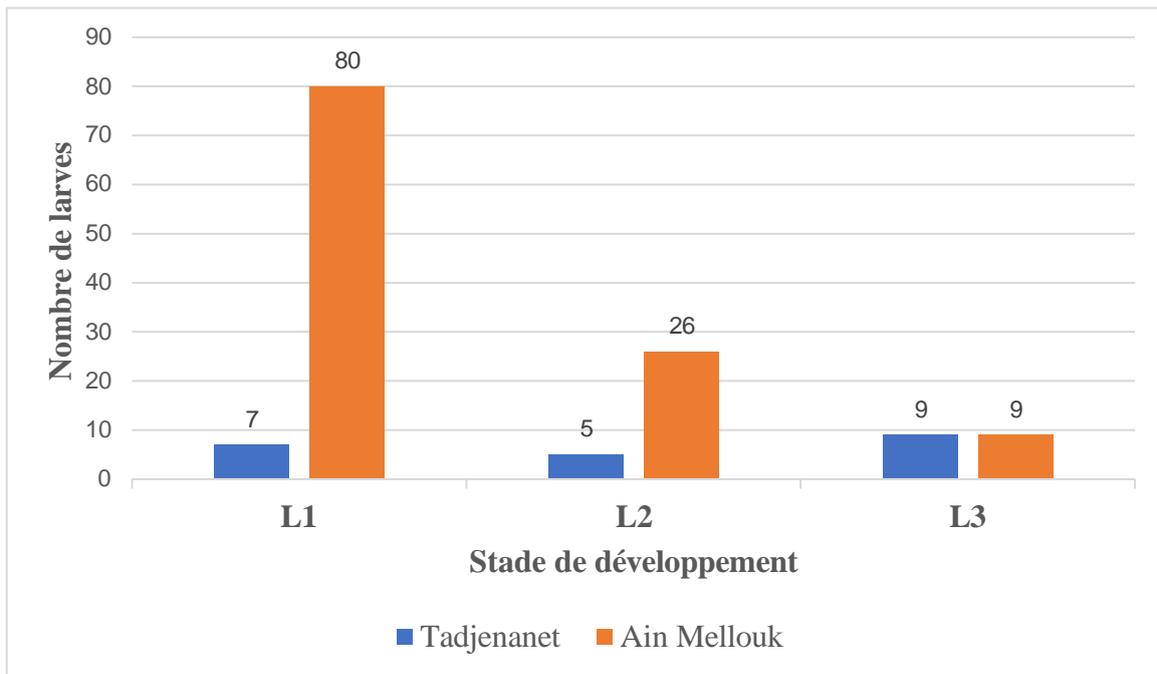


Figure 29 : Diagramme représente l'effectif de vers blancs dans les deux stations d'études selon stade larvaire.

On constate que la station de Ain Mellouk comporte le plus grand nombre de larves de premier stade (L1) et de deuxième stade (L2), par contre le troisième stade larvaire (L3) dans les deux stations est similaire.

Stade larvaire L1 : La différence d'effectif entre les deux stations devient plus marquée au stade L1, Ain Mellouk présente un effectif considérablement plus élevé de vers blancs au stade L1 (80 individus) par rapport à Tadjenanet (7 individus).

Stade larvaire L2 : La station Tadjenanet présente un effectif légèrement plus bas de vers blancs au stade L2 (5 individus) par rapport à Ain Mellouk (26 individus).

Stade larvaire L3 : le moins représenté dans les deux stations d'effectif de (9 individus).

➤ **En à discuter notre résultat par :**

La différence des abondances entre les différents stades dans les deux stations d'étude nous indique que l'abondance des vers blancs dans le sol peut être influencée par divers facteurs environnementaux. Dans notre étude, nous avons examiné la texture du sol et le pH dans les deux stations.

- **Selon le pH :**

Le pH du sol est un facteur important qui influence la distribution des larves de vers blancs. En à trouver que le pH de la station de Tadjenanet est 8,02 c'est-à-dire le sol est alcalin par contre le pH de la station Ain Mellouk est estimé par : 6,76 c'est-à-dire le sol est acide à neutre. Il existe des études montrent que la distribution des vers blancs dans les champs agricoles est souvent corrélée au pH du sol.

Selon (**Durand et al, 2008**), leur étude a examiné la distribution des vers blancs dans les champs agricoles de France en relation avec les caractéristiques du sol. Les résultats ont montré que les vers blancs étaient plus abondants dans les sols limoneux acides que dans les sols de pH basiques. Les auteurs suggèrent que le pH du sol affecte la survie et la reproduction des larves blanches.

Aussi selon (**Edwards et Bohlen,1996**). La présence d'ions toxiques peut affecter la santé et la survie des vers blancs. Par exemple, dans les sols très alcalins, la présence d'ions comme le carbonate ou l'hydroxyde peut être toxique pour les vers blancs en perturbant leur physiologie et leur métabolisme.

Ceci explique le peu de vers blancs dans la station de Tadjenanet par rapport Ain Mellouk.

- **Selon la texture :**

Selon (**Nageleisen et al, 2015**), la texture du sol est « le deuxième facteur le plus significatif de l'abondance des hannetons ».

D'après notre analyse physique du sol, comprenant la mesure du taux d'humidité et le type du sol à chaque site, nous avons constaté que le sol à la station de Tadjenanet est sablo-limoneux, tandis qu'à Ain Mellouk, il est argilo-limoneux.

L'étude suivante montre qu'il ya une relation entre la distribution des larves des hannetons et le type du sol.

(**Lavigne et al,1994**) ont étudié l'impact de la texture du sol sur la répartition des larves de hannetons (*Melolontha melolontha*) en région agricole française. Leur analyse a révélé une corrélation significative entre la distribution des larves et la texture du sol, avec une préférence marquée pour les sols limoneux et argileux. Cette préférence s'explique par la meilleure capacité de rétention d'eau de ces sols, un facteur crucial pour la survie des larves. Cela s'explique la présence abondante de vers à la station de Ain Mellouk par rapport à la station de Tadjenanet.

3- Inventaire de différents stades larvaires pendant les mois d'étude dans chaque station

3-1- Station de Tadjenanet

Le tableau et le diagramme montrent le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires (L1, L2 et L3) pendant les mois de mars et avril dans la station de Tadjenanet. Ces données permettent d'analyser la dynamique des populations de vers blancs à cette période de l'année.

Tableau 7 : Le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Tadjenanet.

Tadjenanet	L1	L2	L3
Mars	2	3	4
Avril	5	2	5

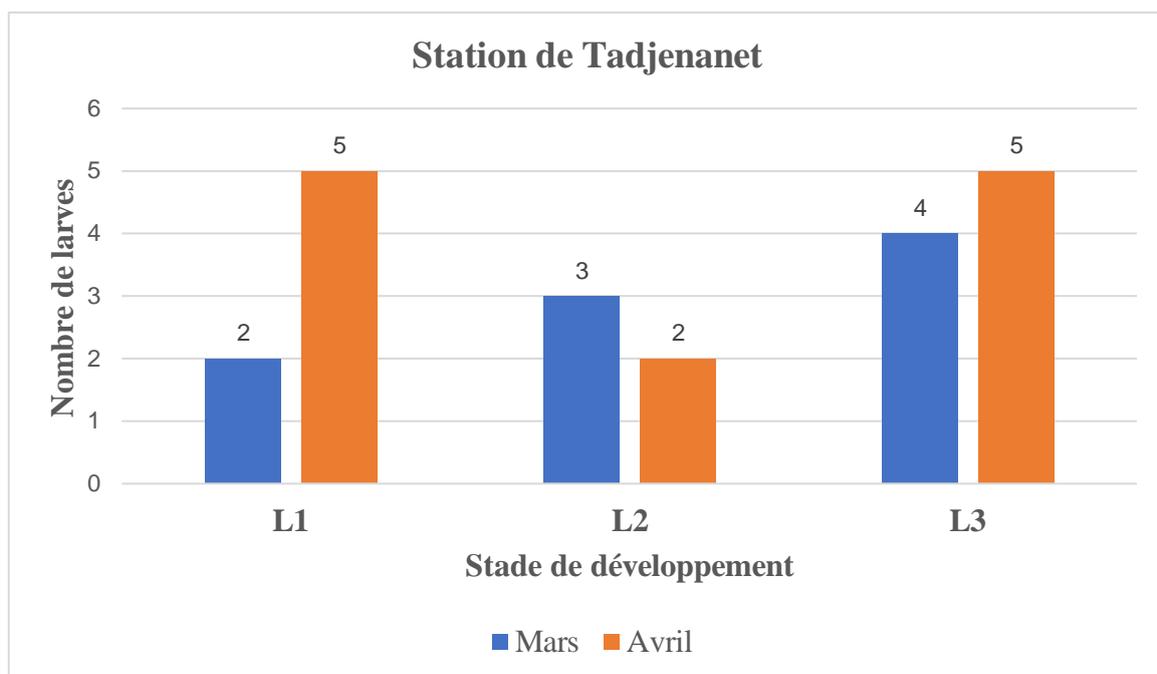


Figure 30 : Diagramme représente le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Tadjenanet.

Stade L1 : En mars, le nombre de vers blancs au stade L1 est de 2. Ce nombre augmente à 5 en avril. Cette augmentation peut s'expliquer par l'éclosion des œufs pondus pendant d'hiver.

Stade L2 : En mars, le nombre de vers blancs au stade L2 est de 3. Ce nombre diminue à 2 en avril. Cette diminution peut s'expliquer par la mortalité naturelle des vers blancs ou par leur passage au stade L3 (Esbjerg et Lene, 2019).

Stade L3 : En mars, le nombre de vers blancs au stade L3 est de 4. Ce nombre augmente en avril à 5 individus. Selon (Amine Khoja et Bekkouche, 2016) et leur étude intitulée sur la bioécologie et systématique des vers blancs, elle indique que les larves au stade L3 sont plus résistantes aux insecticides et aux facteurs environnementaux que les stades L1 et L2.

Cela peut s'expliquer par le fait que les vers blancs au stade L3 sont proches de la nymphose et sont donc moins susceptibles de mourir.

3-2- Station de Ain Mellouk

Le tableau et le diagramme montrent le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois de mars et avril à la station de Ain Mellouk.

Tableau 8 : Le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Ain Mellouk.

Ain Mellouk	L1	L2	L3
Mars	29	14	5
Avril	51	12	4

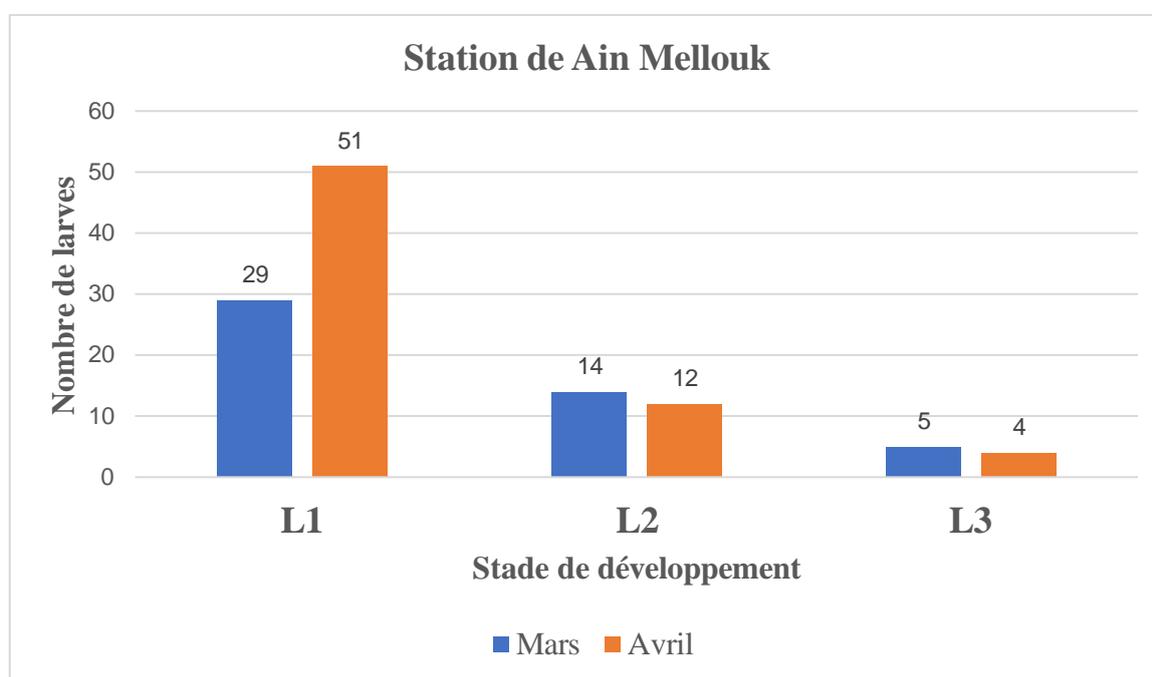


Figure 31 : Diagramme représente le nombre de vers blancs dans les différents stades larvaires pendant les mois mars, avril de la station de Ain Mellouk.

L1 : Le nombre de vers blancs L1 est plus élevé en avril (51) qu'en mars (29). Cela peut s'expliquer par le fait que les conditions environnementales sont plus favorables à la

reproduction des vers blancs en avril, avec des températures plus élevées et des précipitations plus importantes, c'est dernier créent un environnemental idéal pour la ponte des œufs et le développement des larves. Ceci est corroboré par les études comme celle de **(Philips et Mondaca, 1992)**.

L2 : Le nombre de vers blancs L2 est plus faible en avril (12) qu'en mars (14). Cela peut s'expliquer par le fait que les vers blancs L2 sont plus sensibles aux prédateurs et aux maladies que les vers blancs L1.

L'étude de **(Ogretmen et al, 2020)** : "Susceptibility of wireworm larvae (Coleoptera: Elateridae) to soil-borne entomopathogenic nematodes" démontre que les vers blancs L2, étant plus jeunes et plus petits, sont plus vulnérables aux attaques des nématodes prédateurs et aux agents pathogènes que les stades larvaires plus âgés. Cela pourrait expliquer la diminution observée des vers blancs L2 d'avril à mars dans le tableau.

L3 : Le nombre de vers blancs L3 est plus faible en avril (4) qu'en mars (5). Cela peut s'expliquer par le fait que les vers blancs L3 sont plus susceptibles de se transformer en adultes en avril. Cela justifiée par l'étude mentionnée ci-dessus de **(Amine Khoja et Bekkouche, 2016)**.

4- La présence de différentes espèces des hannetons selon les trois stades larvaires dans les deux stations

4-1- Station de Tadjenanet

Le tableau et le diagramme ci-dessus montrent la présence de différentes espèces des hannetons selon les trois stades larvaires (L1, L2, L3). Les espèces sont : Hanneton Européen, Scarabée Japonais, Hanneton commun, et vers de céréales. Les valeurs indiquent le nombre des vers blancs trouvés dans chaque stade larvaire.

Tableau 9 : La présence de différentes espèces de vers blancs selon les trois stades larvaires dans la station de Tadjenanet.

Stade de développement	L1	L2	L3
Hanneton européen (<i>Rhizotrogus majalis</i>)	0	0	0
Scarabée japonais (<i>Popillia japonica</i>)	7	5	9
Hanneton commun (<i>Phyllophaga sp</i>)	0	0	0
Vers des céréales (<i>Geotrogus deserticola</i>)	0	0	0

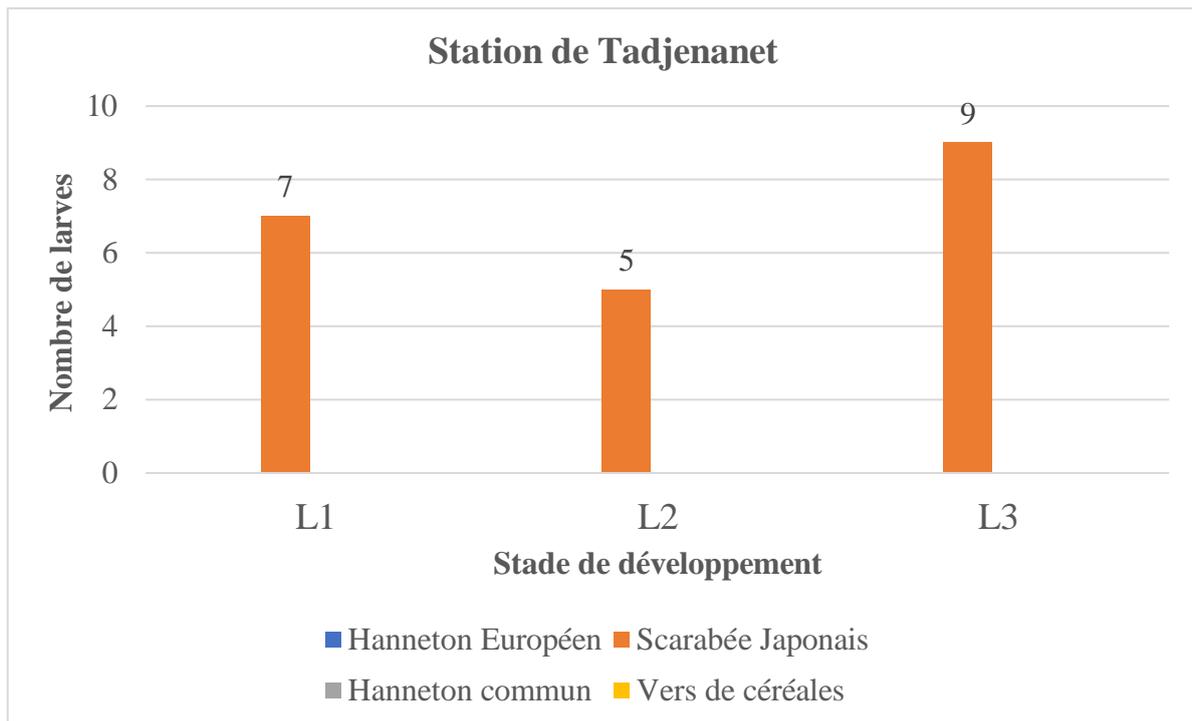


Figure 32 : diagramme montre la présence de différentes espèces de vers blancs selon les trois stades larvaires dans la station de Tadjenanet.

Parmi les espèces communes des hannetons, seul le Scarabée Japonais a été trouvé, et ce à tous les niveaux (L1=7), (L2=5), et (L3=9), tandis que les autres espèces (Hanneton Européen, Hanneton commun, Ver de céréales) n'ont été observés à aucun niveau.

Selon (kissa et al ,2010) et leur étude publiée dans la revue "**Acta Entomologica Helvetica**" en 2018, la présence d'une seule espèce d'hanneton, le Scarabée japonais, est due à un certain nombre de facteurs notamment que le Scarabée japonais est plus résistant à la sécheresse et aux maladies que les autres espèces. Il est également plus prolifique, c'est-à-dire qu'il produit plus de descendants. Ceci pourrait expliquer la situation similaire dans la station de Tadjenanet.

On a trouvé une seule espèce Cela ne signifie pas que d'autres types n'existent pas dans la station d'étude parce que l'échantillonnage est aléatoire.

4-2- Station de Ain Mellouk

Ce tableau et le diagramme montrent la présence de différentes espèces des hannetons selon les trois stades larvaires (L1, L2, L3) : le hanneton européen, le scarabée japonais, le hanneton commun et vers de céréales.

Tableau 10 : La présence de différentes espèces de vers blancs selon les trois stades larvaires dans la station de Ain Mellouk.

Stade de développement	L1	L2	L3
Hanneton européen (<i>Rhizotrogus majalis</i>)	20	9	2
Scarabée japonais (<i>Popillia japonica</i>)	13	1	5
Hanneton commun (<i>Phyllophaga sp</i>)	17	7	1
Vers des céréales (<i>Geotrogus deserticola</i>)	30	9	1

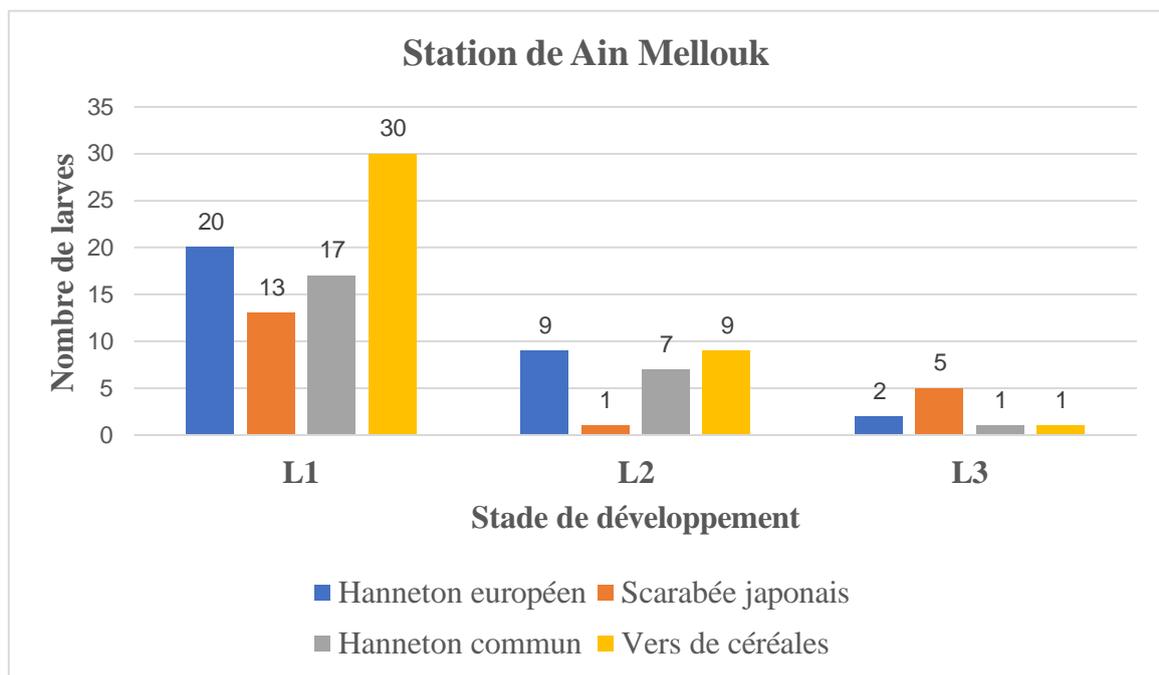


Figure 33 : Le diagramme présente la répartition des différents stades larvaires (L1, L2, L3) de quatre types de vers blancs : le hanneton européen, le scarabée japonais, le hanneton commun et le vers de céréales dans la région de Ain Mellouk.

Le tableau et le diagramme montrent que l'espèce la plus présente au stade L1 est le ver des céréales, avec 30 individus. Viennent ensuite le hanneton européen (20 individus), le hanneton commun (17 individus) et le scarabée japonais (13 individus).

Au stade L2, c'est le hanneton européen et les vers des céréales ont les plus présents à (9 individus), Viennent ensuite le hanneton commun (7 individus) et le scarabée japonais (1 individu).

Au stade L3, c'est le scarabée japonais qui est le plus présent, avec (5 individus). Viennent ensuite le hanneton européen (2 individus) et le hanneton commun et vers des céréales (1 individu)

On a remarqué que le nombre d'individus diminue progressivement du niveau L1 à L3 pour chaque espèce. Les Hanneton européen et les Vers de céréales sont les plus nombreux dans chaque stade larvaire, tandis que le Scarabée japonais et le Hanneton commun ont d'abondance relativement plus faibles, surtout en (L2 et L3).

Le type de sol dans la région de Ain Mellouk argileux- limoneux ; cette texture permet au hanneton de trouver des niches écologiques favorables. (Déjà cité) Le climat d'Ain Mellouk, tempéré à chaud, est idéal pour le développement des hannetons. Et À l'aide de propriétaire du champ nous avons découvert que le champ est utilisé des fertilisants qui enrichissent le sol par la matière organique qui crée des conditions favorables pour les vers blancs. Donc, Plus la proportion de larves est élevée, plus la probabilité de présence d'espèces diverses s'accroît.

II- Identification de vers blancs

Lors de la récolte des larves de hannetons, nous avons pu observer une transformation morphologique claire au cours de leur développement larvaire. Trois stades larvaires distincts ont été identifiés : L1, L2 et L3. Chaque stade se caractérise par une taille croissante. Les larves L1 sont les moins mobiles, comparativement aux stades L2 et L3. Nos observations terrain ont permis de déterminer les longueurs approximatives pour chaque stade : L1 : 0,5 à 1,5 cm L2 : 2 à 4 cm L3 : 4,5 à 6 cm.

1- Description de larve hanneton

Les détails illustrés sur la figure ont été obtenus suite à l'observation dans laboratoire à l'aide de Loupe binoculaire.

Les larves de vers blancs sont des insectes phytophages, nuisibles qui vie dans le sol et se nourrir aux racines des plantes de différente culture qui peuvent causer des dégâts importants. Ces dernières sont caractérisées par un corps allongé et cylindrique courbé en C quand elle est au repos, d'une couleur blanche jaunâtre à une tête brunette arrondie porte des antennes courtes et des mandibules puissantes pour sectionner les racines. Le thorax, légèrement plus large que la tête, porte trois paires de pattes courtes et robustes. L'abdomen, long et segmenté, se termine par une extrémité légèrement pointue appelé l'écusson anal, et de minuscules points noirs (soies) servant à la respiration.

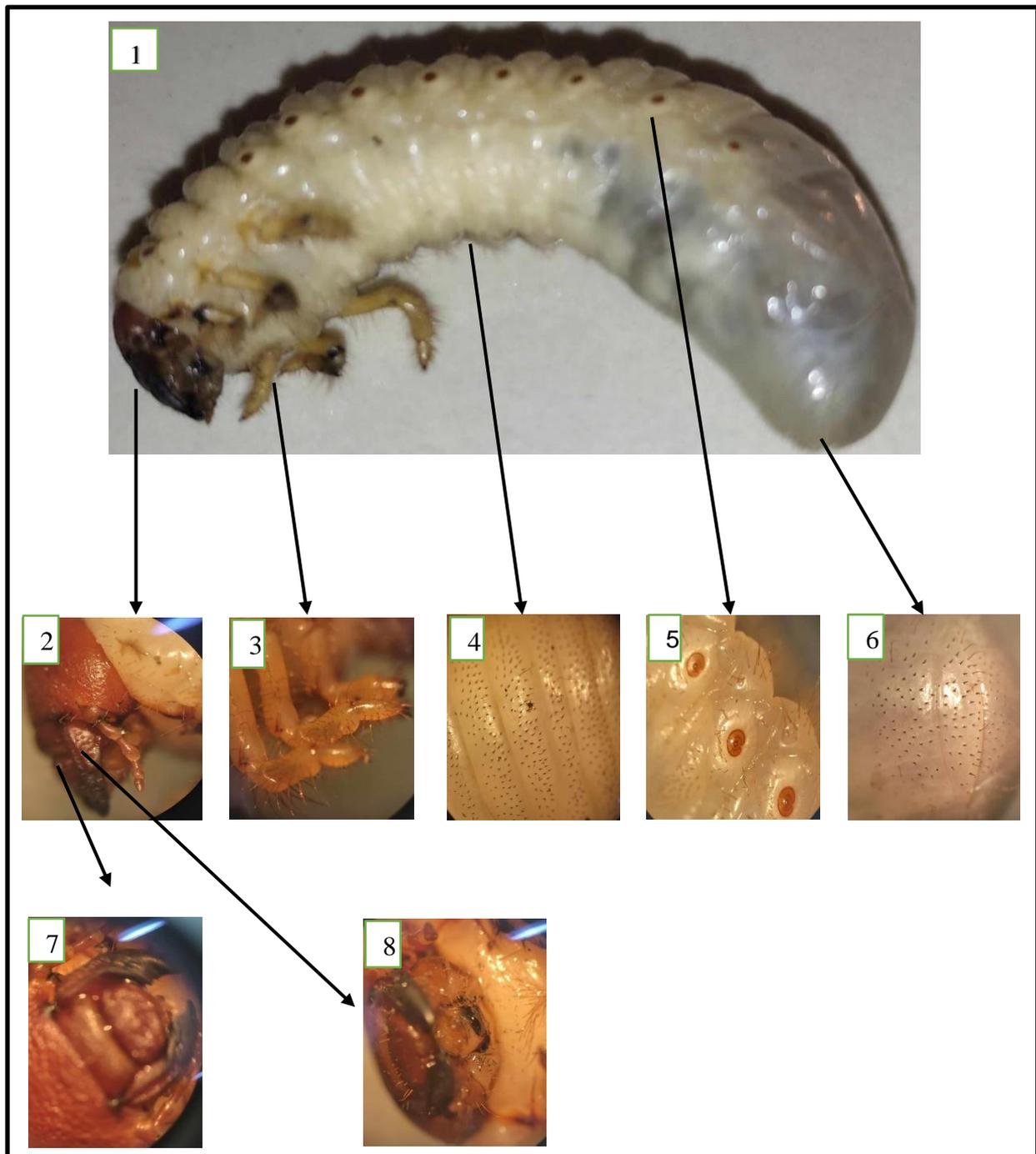


Figure 34 : Identification de larves .1 : larve de vers blanc ,2 : la tête ,3 : les pattes,4 : les abdomens,5 : les dos, 6 : l'écusson anal,7 : l'antenne,8 : mandibule (**photos personnelles, Mars 2024**).

2- Analyse systématique de vers blancs

La morphologie du raster, la zone située à l'extrémité postérieure du corps des vers blancs, et la distribution des petites épines qui le recouvrent s'avèrent des critères taxonomiques essentiels pour l'identification précise des espèces au sein de la famille des *Scarabaeidae*

(Belbel et Smaili, 2015). Ces caractéristiques permettent de distinguer des espèces morphologiquement similaires et de les regrouper en fonction de leurs taxonomiques.

L'identification des larves de vers blancs repose sur l'observation minutieuse des soies situées sur l'écusson anal et de la distribution des épines sur le raster. Cette analyse nécessite l'utilisation d'une loupe binoculaire pour obtenir une vue détaillée des structures fines.

D'après l'observation d'écusson anal de larves récoltées à l'aide d'une loupe binoculaire on a distingué les formes suivantes :

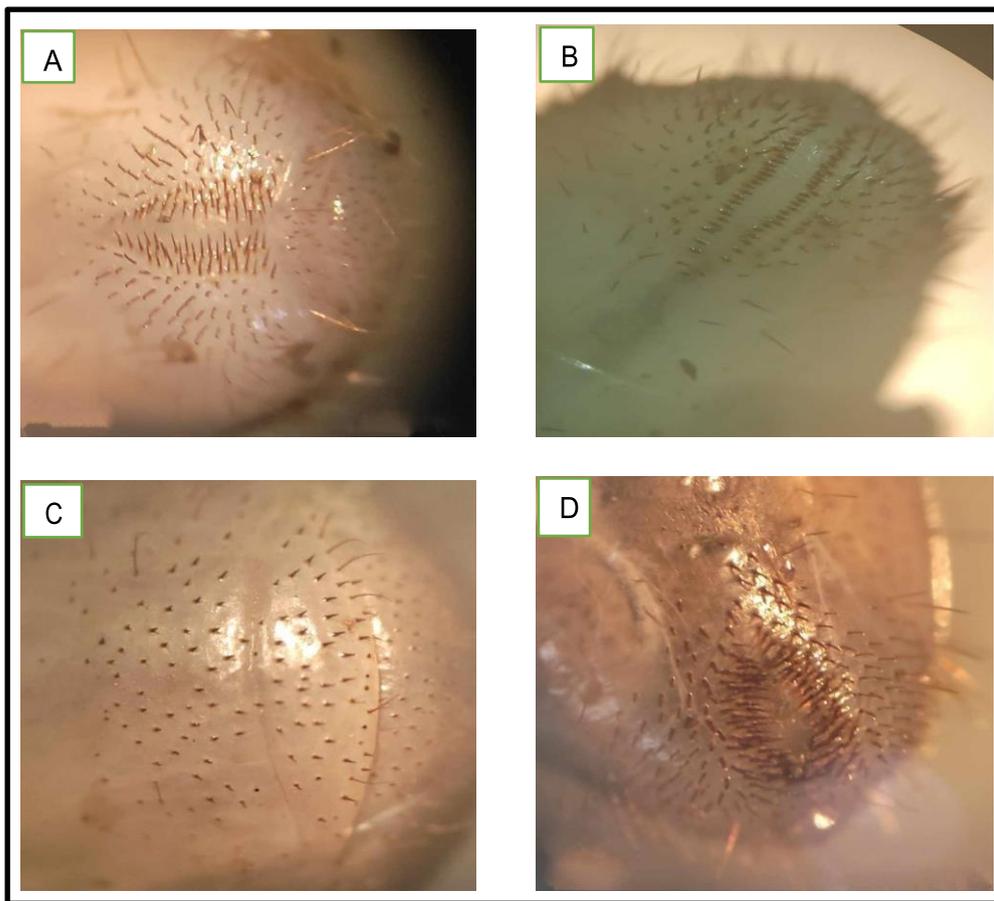


Figure 35 : Les formes communs de l'écusson anal des larves des vers blanc / **A :** Hanneton commun (*Phyllophaga sp*) / **B :** Hanneton européen (*Rhizotrogus majalis*) / **C :** Scarabée japonais (*Popillia japonica*) / **D :** Vers des céréales (*Geotrogus deserticola*) (Photos personnelles, Avril 2024).

La référence qui nous assiste dans la détermination du nom de chaque espèce en fonction de leur forme est :

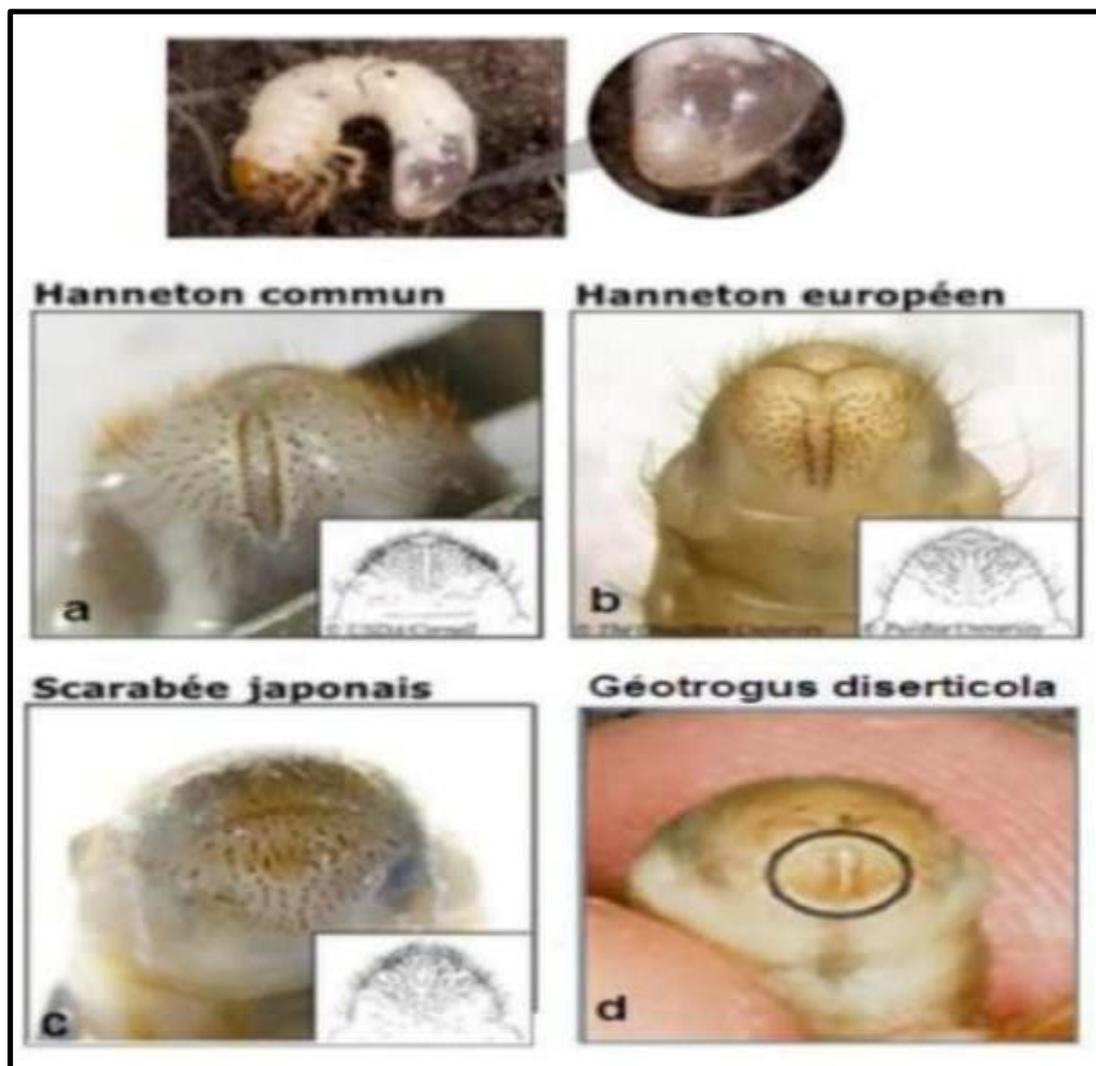


Figure 36 : Différentes formes de l'écusson anal des larves des vers blanc a, b, c (Légaré et *al.*, 2015), d (INPV, 2015).

III- L'analyse physico-chimique du sol

1- La texture du sol

On 'a :

P1 : correspond au poids de la capsule vide.

P2 : correspond au poids de la capsule vide + poids du sol mouillé.

P3 : correspond le poids de capsule vide + le poids de sol sec.

X1 : poids de l'humidité (P2 - P3).

X2 : poids de sol sec (P3 - P1).

Donc :

- Station de Tadjenanet :

$P1 = 50,63g$ $P2 = 95g$ $P3 = 87,14g$	$X1 = P2 - P3 = 7,86g$ $X2 = P3 - P1 = 36,51g$	$Y1 = X1 * 100 / X2$ $Y1 = 21,52 \%$
--	---	---

- Station de Ain Mellouk :

$P1 = 50,84g$ $P2 = 105g$ $P3 = 87,41g$	$X1 = P2 - P3 = 17,59g$ $X2 = P3 - P1 = 36,57g$	$Y2 = X1 * 100 / X2$ $Y2 = 48,09 \%$
---	--	---

Selon le tableau de l’Echelle de la texture (**Gauchers, 1968**) ci-dessous, nous allons déterminer la texture de chaque type de sol par le pourcentage d’humidité (Y) :

Nous concluons que la texture du sol dans les deux stations d’étude est différente

-À Tadjenanet : $12 < Y1 < 24$ donc le sol est Sablo-limoneuse.

-À Ain Mellouk : $45 < Y2 < 75$ donc le sol est Argilo-limoneuse.

Tableau 11: Echelle de la texture (**Gauchers, 1968**).

Pourcentage d’humidité (%)	Texture
<12	Sableuse
12 – 24	Sablo-limoneuse
24 – 37.5	Limono-sableuse
37.5 – 45	Limono-argileuse
45 – 75	Argilo-limoneuse
75<	Argileuse

2- Le pH

Selon le tableau de la gamme de pH des sols (**Gauchers et Solter, 1981**) ci-dessous, nous concluons que le pH du sol dans les deux stations d'étude est différent :

-À Tadjenanet le **pH = 8,02** donc le sol est Alcalin.

-À Ain Mellouk le **pH = 6,76** donc le sol est Neutre.

Tableau 12 : La gamme de pH des sols (**Gauchers et Solter, 1981**).

pH	Désignation des sols
3 - 4.5	Extrêmement acides
4.5 – 5	Très fortement acides
5 – 5.5	Très acides
5.5 – 6	Acides
6 – 6.75	Faiblement acides
6.75 – 7.25	Neutres
7.25 – 8.5	Alcalins
8.5	Très alcalins

Conclusion



Conclusion

Wilaya de Mila en Algérie est connue pour son activité agricole. Située dans la région des Hauts Plateaux, Mila bénéficie de conditions climatiques favorables à l'agriculture, notamment pour la culture des céréales, des olives et des agrumes. L'agriculture joue un rôle économique important dans cette région, contribuant significativement à l'économie locale et nationale.

L'or de cette étude nous avons procédé à une comparaison entre l'abondance des Hannetons « vers blancs », et confirmé la présence des différents stades larvaires dans deux sites différents de la wilaya de Mila (Tadjenanet et Ain Mellouk) , les résultats obtenus nous ont permis d'échantillonnée et d'identifier quatre espèces : le hanneton européen, le scarabée japonais, le hanneton commun et le vers de céréales , l'identification de ces espèces se fait par l'observation de différentes formes de la disposition des soies de l'écusson anal de larves selon la loupe binoculaire .

L'abondance des individus est plus remarquable dans le site de Ain Mellouk avec 115 individus et 21 dans le site de Tadjenanet. Cette différence dans l'abondance est dû à plusieurs facteurs qui contrôle la répartition des espèces notamment la texture du sol, l'humidité et le pH...

Les hannetons, également connus sous le nom de scarabées, peuvent être des ravageurs dans les cultures de céréales. Les larves de certains types de hannetons, comme le hanneton commun (*Phyllophaga sp*) ou le hanneton des jardins (*Phyllopertha horticola*), se nourrissent des racines des plantes, y compris celles des céréales telles que le blé, l'orge ou le maïs. Cela peut entraîner des dommages importants aux cultures, car les plantes affaiblies par l'attaque des larves sont moins résistantes aux maladies, à la sécheresse et à d'autres stress environnementaux.

Les adultes hannetons peuvent également causer des dommages en se nourrissant des feuilles des céréales. Pour contrôler les hannetons dans les cultures de céréales, différentes méthodes peuvent être utilisées, telles que l'utilisation d'insecticides, la rotation des cultures, l'utilisation de pièges ou de nématodes parasites des larves de hannetons. Une gestion intégrée des ravageurs, qui combine différentes stratégies de lutte, est souvent recommandée pour minimiser les dommages tout en préservant l'environnement.

Perspectives :

Notre mémoire de master intitulé "Contribution à l'étude de la biologie des hannetons dans la région de Mila" présente une recherche d'une grande importance pour la compréhension de ces insectes nuisibles et l'élaboration de stratégies de lutte efficaces.

Les perspectives ci-dessous visent à enrichir notre travail et à lui apporter une dimension plus globale et innovante :

- Études sur la biologie et le comportement des larves de hannetons : Mener des recherches approfondies pour mieux comprendre les cycles de vie, les préférences alimentaires et les habitats des larves de hannetons. Cela peut aider à développer des stratégies de lutte plus ciblées et efficaces.
- Évaluation des méthodes de lutte biologique : Investiguer l'efficacité des agents de lutte biologique, tels que les nématodes entomopathogènes, les champignons pathogènes et les prédateurs naturels, contre les larves de hannetons. Comparer leurs performances avec celles des pesticides chimiques pour déterminer les solutions les plus viables et durables.
- Développement de cultures résistantes : Explorer les possibilités offertes par la sélection végétale et la biotechnologie pour développer des variétés de cultures résistantes aux attaques des larves de hannetons. Identifier les gènes de résistance et les mécanismes de défense des plantes.
- Impact écologique des différentes stratégies de lutte : Étudier les impacts environnementaux des diverses méthodes de gestion des ravageurs, y compris les méthodes chimiques, biologiques et culturelles. Évaluer les effets à long terme sur la biodiversité, la santé des sols et les écosystèmes environnants.
- Optimisation de la rotation et de l'association des cultures : Analyser les effets de la rotation des cultures et des associations de plantes sur la dynamique des populations de larves de hannetons. Déterminer les combinaisons de cultures les plus efficaces pour réduire les infestations.
- Innovation en matière de surveillance et de détection précoce : Développer des technologies avancées pour la surveillance et la détection précoce des infestations de hannetons. Utiliser des outils tels que les drones, les capteurs et l'imagerie multispectrale pour collecter des données précises et en temps réel.

- Modélisation et prévision des infestations : Créer des modèles prédictifs basés sur des données climatiques, environnementales et biologiques pour anticiper les périodes de forte infestation et planifier des interventions préventives. Intégrer ces modèles dans des systèmes de gestion intégrée des ravageurs.
- Évaluation économique des stratégies de lutte : Analyser les coûts et les bénéfices économiques des différentes méthodes de gestion des larves de hannetons. Comparer les impacts financiers à court et à long terme des approches intégrées par rapport aux méthodes traditionnelles.
- Approches participatives et interdisciplinaires : Encourager la collaboration entre chercheurs, agriculteurs, décideurs politiques et autres parties prenantes pour développer des solutions de gestion intégrée des ravageurs. Promouvoir des approches participatives qui tiennent compte des connaissances locales et des besoins spécifiques des agriculteurs.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

Abgrall J.F., (1991). Observations biologiques et essais de lutte contre le hanneton commun dans les vergers à graine. RFF XLIII – 6 – 1991.p 489

Aissaoui A., (2013). Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région d'Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, Département De Biologie Végétale Et Animale, p29.

Amine khodja,M., Bekkouche, S., (2016). Étude bio écologique et systématique des vers blancs (Melolonthinae, Rhizotrogini) dans deux stations (Ain Smara et el Meridj Constantine – Est Algérien), mémoire de master II : Université des Frères Mentouri, Constantine-pages 11-14-16-18.

Anonyme, (2000). Lutte efficace contre les vers blancs. Feuillet de renseignements..Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire, juin 2000.

Anonyme, (2013). Hannetons et vers blancs. Note nationale BSV.bulltin de santé végétale. DGAI – SDQPV, 2013.

Ayadi. K et Khelafi. W. (2018). Ecologie du Canard colvert *Anas platyrhynchos* hivernant dans le barrage de Beni Haroun (Wilaya de Mila) mémoire de master.

B

Balachowsky A, S. (1962). Entomologie appliquée à l'agriculture, tome I, Ed Masson. Paris

Baubet F., (2013). Un hanneton peut en cacher trois, Phytoma-La santé des végétaux n°661, février, pp. 18.

Belbel,CH et Smaili,A. , (2015). Etude bio écologique des vers blancs (Scarabeidae, rhizotrogini) dans la région de Mila. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine, P55.

Benkenana.N., (2006). Analyse biosystématique, écologique et quelques aspects de la biologie des espèces acridiennes d'importance économique dans la région de Constantine. Thèse, Magister, Université de Constantine, P14.

Benkhaled, A. Bouzerzour, H.Bahloul, W. Dob, M. A. & Belbachir, F. (2017). Diversité floristique et pastorale des parcours de la wilaya de Mila (Algérie). *Revue des Sciences Humaines et Sociales*, (84), 161-174.

Bouchair N et Saadallah D (2014). Etude bioécologique de la faune Acridienne dans la région de Mila, Algérie. Mémoire de master II : Université Constantine I, page :18.

Boughandja N, Boutemra, N (2018). Etude préliminaire des effets in vitro de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les larves de deux espèces de ver blanc et l'entomopathogène autochtone *Beauveria* sp. Mémoire de master 2 : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. Page 8.

C

Charbonneau,P., (2008). Les vers blancs dans les pelouses. [En ligne] (Page consultée le 15/06/2017). Canada. <http://omafra.gov.on.ca>.

Chebira. A ; BouQ cetta. F et Madaci. B, (1998). Effet des insecticides sur les vers blancs. Mémoire en vue de l'obtention d'étude supérieur en biologie animale. Université de Constantine.

D

Dajoz. R, (1982). Précis d'écologie. Ed.Gautiets Villars, Paris , p 503.

Dib I et Debbeche A (2018), L'érosion du bassin versant de Beni Haroun (Oued Kotone) à Mila, mémoire master II université des frères Mentouri Constantine, Faculté des sciences de la nature et de la vie, p 14.

Douafer, L. (2023). TP : Analyse physique de sol (texture), Centre Universitaire Abdelhafidh Boussouf-Mila.

Dreux P. (1980). Précis d'écologie. Ed. Presses universitaires de France, Paris, 231p.

DSA (Direction des Services Agricoles Wilaya de Mila), 2013- L'agriculture dans la wilaya de Mila, p3.

Durand, J.-M., et al. (2008). Distribution des larves blanches (*Tipula* spp.) dans les sols agricoles de France en relation avec les caractéristiques du sol. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 122(3), 437-445.

E

Edwards, C. A., et Bohlen, P. J. (1996). Biologie et écologie des vers de terre (3e édition). Chapman & Hall.

Esbjerg, P & Lene, S (2019). Influence of abiotic factors and entomopathogenic nematodes on the mortality of larvae of *Anisoplogaster micacea* (Coleoptera: Scarabaeidae) in Pastures. <https://doi.org/10.3390/insects10010007>.

F

Fegrouche R., (2014). Bio écologie de *Sphodroxiamaroccana* (Coleoptera : Melolonthidae). Effets collatéraux du contrôle des larves de ce ravageur sur la faune entomologique non ciblent dans les parcelles de régénération du chêne-liège de la forêt de la Mamora (Maroc). Thèse de doctorat. Spécialité : Biologie et Écologie des Populations. Université Mohammed V– Agdal. 189 pages.

G

Gauchers Gilbert. (1968). Traité de pédologie agricole : Le sol et ses caractéristiques agronomiques, p1.

Gauchers, F & Solter, H, (1981). Base de la production végétale : le sol, Edition Techniques agricoles.

H

Houadeg, K, Boukhezar. F et Madaci. I., (1996). Effet des Polyphenols extrait du laurier rose (*Nerium-Oleander*) sur les vers blancs (*Rhizotrogini*). Mémoire en vue de l'obtention de diplôme de master.

I

I.N.P.V., (2015). Le ver blanc des céréales : comment y faire face ? L'institut national de la protection des végétaux INPV [En ligne] (Page consultée le 21/06/2017).

J

Jean-Philippe.L, Moisan-De Serres.J, Bourdon.K., (2015). Les vers blancs. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection. Québec.

K

Kehili Mouhemed El Amine (2017). Etude bio écologique des vers blancs (Scarabeidae, rhizotrogini) dans la région de Mila. mémoire de master II : Université des Frères Mentouri, Constantine, - pages 6-12-13 -14

Kissa, S., Benhalima, S., & Mitroiu, M.-D. (2010). Annotated check-list of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) of Morocco. Part 1. Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae, 50(1), 1-43.

L

Lavigne, M., Laplane, J.-L., & Fauche, C. (1994). Influence de la texture du sol sur la répartition des larves de hannetons (*Melolontha melolontha*). Annales de Zoologie - Écologie animale, 26(4), 331-339.

M

Mebarki, A. (1982) : Le bassin de Kébir-Rhumel - Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Thèse doct. 3ème cycle, Univ. Nancy II, p 304.

Meddour, A. (2013). Impact du vent sur les écosystèmes : étude de cas dans [dans la région de Jijel]. Actes du Colloque International sur les Effets du Climat sur la Biodiversité p44.

Mesbah.A et Boufersaoui.A, (2002). Control of the biological cycle of *Geotrogus deserticola* Blanch, insect coleopteran pests of cereals in Algeria Controle du cycle biologique de *Geotrogus deserticola* Blanch, insecte coleoptere ravageur des céréales en Algérie. Bulletin de la Societe Zoologique de France, 1272 : 137-148.

N

Nageleisen, L.-M. (2013). Note technique - Les hannetons en forêt. Département Santé des Forêts (DSF).

Nageleisen, L.-M., Bélouard, T., & Meyer, J. (2015). Le hanneton forestier (*Melolontha hippocastani* Fabricius 1801) en phase épidémique dans le nord de l'Alsace. Revue Forestiere Francaise. 67(4) :353–366.

Nathalie Guellier -Article "Larves du hanneton ou vers blancs : comment s'en débarrasser"
Publier le 17/03/2016.

O

Ogretmen, A., Yuksel, E., et Canhilal, R. (2020). Susceptibility of larvae of wireworms (*Agriotes* spp.) (Coleoptera: Elateridae) to some Turkish isolates of entomopathogenic nematodes under laboratory and field conditions. *Biological Control*, vol 149, N° 104320. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219422001089>

P

Peshin, R. Dhawan, A. (2009). *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*. Springer. 689 p.

Philips, J. & Mondaca, F. (1992). Life history of the white grub, *Phyllocoptes granulatus* (Coleoptera: Scarabaeidae), in western Canada. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187861461830326X>

R

Ruther J., Reinecke A., Thiemann K., Tolasch T., Francke W., Hilker M., (2000). Mate finding in the forest cockchafer, *Melolontha hippocastani*, mediated by volatiles from plants and females. *Physiological Entomology* vol. 25, pp. 172-179.

S

SMA (la station météorologique d'Ain-Tin 2024).

Smeesters., (2013). *Contrôle des vers blancs*. Extrait du livre : *Guide du jardinage Ecologique*. Éditions Broquet, 2013, 342p.

T

Touffait, R. (2017). *Guide - Savoir détecter le rôle des hannetons dans les dégâts sur peuplements forestiers*. Document interne ONF.

Tronquet M. et al., (2014), *Catalogue des Coléoptères de France*, Bulletin d'Association, Association Roussillonnaise d'Entomologie : 1052p.

V

Vittum P. J., M. G. Villani et H. Tashiro., (1999). 2 e ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. ;2-Animal and Plant Health Inspection Service. 2006. [en ligne]

Y

Yahiaoui. D et Bekri. N., (2014). Etude des méthodes de lutte contre le ver blanc des céréales (*Geotrogus deserticola* blanc) dans la région d'Oran. A PP –Dixième référence internationale sur les ravageurs en agricultures. MONTPELLIER – 22 et 23 octobre.

Webographie

(1) <http://eap.mcgill.ca>.