

UNIVERSITE KASDI MERBAH- OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytoprotection et environnement

Présenté par : **Melle. REDJAL MELAH Messaouda**

Thème

**Situation du papillon de grenadier *Virachola livia*
klug 1834 (Lycaenidae, Lepidoptera) dans la
palmeraie d'Oued Righ (cas de Touggourt)**

Le : 22/06/2021

Devant le jury

M. Guezoul	O.	Pr.	Président	U.K.M. Ouargla
M. Korichi	R.	M.C.B.	Encadreur	U.K.M. Ouargla
Mme. Almi	A.	Insp. Phytos. Wilaya	Co-Encadreur	DSA Ouargla
Mme. Kherbouche	Y.	M.C.B.	Examinatrice	U.K.M. Ouargla

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier **Dieu** le tout Puissant de j'avoir donné la santé, la force, le courage, la patience de mener à bien ce modeste travail.

Je merci très chaleureusement mon encadreur **Mr. Koríhí R.** pour ma guidé à réaliser ce travail. C'est un honneur pour moi de travailler avec lui ce projet de fin d'étude. Je le remercie aussi pour ses conseils, ses orientations, sa disponibilité, sa gentillesse et sa modestie.

Je remercie vivement **Mme Almi A.** ma co-encadreur pour son aide et conseils.

J'éprouve une grande gratitude envers les membres de jury, Professeur **Guezoul O.** qui me fait l'honneur en présidant cette commission et **Mme. Sekour-Kherbouche Y.** qui a bien voulue examiner ce travail.

Mes sincères et chaleureux remerciements à Mlle. Chaouch S. pour m'avoir aidé et orienté, aux propriétaires des jardins et agriculteurs à Touggourt, ceux qui on mit leurs palmeraies à ma disposition et ont fourni toute l'aide et la coopération nécessaires sans

les quels, cette étude n'aurait pas été révélée.

Enfin, j'exprime ma gratitude envers tous ceux et celles qui ont participé à ce travail et que je n'ai pas cité, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma haute considération.



Dédicace

*Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever
ce modeste travail que je dédie ;*

*À mon très cher père **Med. Laïd** source de respect.*

*À la personne la plus précieuse dans mon cœur, ma
mère **Asma**, source de tendresse.*

*Ma profonde gratitude pour tous leurs efforts
Tout le respect et merci pour les grands sacrifices
Qu'ils ont fournis tout au long de mes études. Que
Dieu vous accorde grâce, santé et longue vie.*

A mes chers frères

Zakaria et Haïthem

*A toute la famille : **REDJAL MELAH***

A mes chères amies

*Enfin, je dédie ce travail à tous mes collègues, ami
(e)s à la faculté des sciences de la nature et de la vie.*

Messaouda Redjal melah

Liste de figures

N°	Titre	Page
01	Carte de la situation géographique de la région de Touggourt.	5
02	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен appliqué à la région de Touggourt pour la période 2009-2018.	8
03	Position de la région de Touggourt dans le climagramme d'Emberger (2009-2018).	9
04	Répartition géographique de la grenade en Afrique.	14
05	Grenadier nain cultivé en bonsaï.	20
06	Station Tibesbest 1	24
07	Schéma parcellaire explicatif représentant la station Tibesbest 1	26
08	Station Tibesbest 2	27
09	Schéma parcellaire représentant la station Tibesbest 2	28
10	Adult of <i>Virachola livia</i> (A : female ; B : male)	29
11	Signalisation de la présence de <i>Virachola livia</i> au sud de l'Algérie jusqu'à 2020.	30
12	Schéma explicatif de méthode d'estimation du taux d'infestation	32
13	Schéma indiquant les différentes parties de ponte sur grenade.	35
14	Evolution temporelle de l'infestation par <i>V. livia</i> à Tibesbest 1 et à Tibesbest 2 de mars à mai 2021.	42
15	Evolution temporelle de l'infestation par <i>V. livia</i> à Tibesbest 1 et à Tibesbest 2 durant août et septembre 2020.	42
16	Variation du nombre des œufs de <i>V. livia</i> et le nombre de trous de pénétration sur les fruits du grenadier (d'août à septembre 2020).	47
17	Variation du nombre des œufs de <i>V. livia</i> et les nombre de trous de pénétration sur les fruits du grenadier.	48

18	Morphologie de larve de <i>V. livia</i> .	53
19	Sexe-ratio chez <i>Virachola livia</i> .	63
20	Cycle de vie de <i>Virachola livia</i>	64
21	Distribution spatiale des œufs sur fruit.	64
22	Distribution spatiale des trous des larves par rapport aux zones de la grenade	66

Liste des photos

N°	Titre	Page
1	Arbre et de fruit de grenadier	15
2	Dégâts causés par <i>Virachola livia</i> sur <i>Punica granatum</i>	31
3	Suivi des paramètres biologiques	34
4	Piège adhésif en place	36
5	Piège delta en place	36
6	Ensachage des fruits	37
7	Ensachage des fruits tombés	37
8	Infestation et symptômes d'attaque de <i>V. livia</i> sur grenadier.	41
9	Différents emplacements de ponte sur grenadier	51
10	Œufs fertile, œuf stérile de <i>V. livia</i> .	52
11	Larve de <i>V. livia</i> de premier stade nouvellement éclos.	54
12	Larve de <i>V. livia</i> au second stade.	55
13	Larve de <i>V. livia</i> au troisième stade.	56
14	Larve de <i>V. livia</i> au dernier stade larvaire (L4).	57
15	Variation des couleurs des chenilles.	57
16	Pré-chrysalide.	59
17	Début de chrysalide de <i>V. Livia</i> et la mue nymphale chez <i>V. livia</i> .	59
18	Chrysalide de <i>V. livia</i> .	60
19	Sortie de l'adulte de sa chrysalide.	61
20	Adultes de <i>Virachola livia</i> .	62
21	Distribution des œufs sur fruit.	66
22	Présence de <i>V. livia</i> (larve) sur abricot.	68
23	Insectes prédateurs trouvés dans le milieu de <i>V. livia</i>	73

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Données climatiques de la région de Touggourt (2009-2018)	6
02	Variétés décrits dans la littérature et leurs caractéristiques.	19
03	Analyse de la variance entre les taux d'infestations et les quatre points cardinaux (d'août à septembre 2020).	43
04	Analyse de la variance entre les taux d'infestations des stations (d'août à septembre 2020).	43
05	Analyse de la variance entre les taux d'infestations et les quatre points cardinaux (mars, avril et mai 2021).	44
06	Analyse de la variance entre les taux d'infestations des stations (mars, avril et mai 2021).	44
07	Variation de nombre d'œufs et pénétrations des larves de <i>V. livia</i> dans les deux stations en fonction d'orientations (d'août à septembre 2020).	45
08	Variation de nombre d'œufs et les pénétrations des larves de <i>V. livia</i> en fonction des directions (mars, avril et mai 2021).	46
09	Test de corrélation entre le nombre d'œuf et le nombre de trous de pénétration de <i>V. livia</i> sur grenadier dans les deux stations d'étude (d'août à septembre 2020).	48
10	Test de corrélation entre le nombre d'œuf et le nombre de trous de pénétration de <i>V. livia</i> sur grenadier dans les deux stations d'étude (mars, avril et mai 2021).	49
11	Analyse de variance entre les œufs pondus et les zones de ponte sur fruit.	65
12	Analyse de corrélation entre les zones des trous et le calibre des fruits	67
13	Liste des espèces piégées grâce aux papiers jaune collant à Tibesbest 1.	69
14	Liste des espèces piégées grâce aux papiers jaunes collants à Tibesbest 2.	70
15	Liste des espèces piégées grâce aux rouleaux de papier jaune à Tibesbest 1.	71
16	Liste des espèces piégées grâce au piège delta Tibesbest 1.	71
17	Liste des espèces piégées grâce au piège delta Tibesbest 2.	72
18	Espèces notées à l'intérieur ou à proximité des grenades.	73

Table des matières

Liste de figures.....	A
Liste des photos	C
Liste des tableaux.....	D
Table des matières.....	E
Introduction	2

Chapitre I - Présentation de la région d'étude

I.1 -Situation géographique	5
I.2 -Climat.....	6
I.2.1 -Températures.....	6
I.2.2 -Précipitations.....	7
I.2.3 -Humidité relative de l'air	7
I.2.4 -Vent	7
I.2.5 -Insolation	7
I.3 -Synthèse bioclimatique	7
I.3.1 -Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен	7
I.3.2 -Climagramme pluviométrique d'Emberger	8
I.4 - Sol.....	9
I.5- Agriculture	10
I.6 -Flore.....	10
I.7 -Faune.....	11

Chapitre II –Aperçu bibliographique sur le grenadier

II.1 -Origine	13
II.2 -Aire de répartition géographique	13
II.3 -Description de la plante	13
II.4 - Systématique	15
II.5 -Culture de la grenade.....	16
II.5.a - Plantation.....	16
II.5.b -Multiplication.....	16
II.5.c -Récolte et conservation	17
II.6 -Valorisation et composition chimique.....	17
II.7 -Variétés de <i>Punica</i>	18
II.8 -Exigences pédo-climatiques.....	20

II.8.a -Sol.....	20
II.8.b -Climat	20
II.9 -Conduite des vergers en palmeraie.....	21
II.10 -Maladies et ravageurs	21
II.11 -Avenir de la grenade.....	22

Chapitre III - Méthodologie

III.1 - Choix et présentation des stations d'étude	24
III.1.1 - Station Tibesbest 1.....	24
III.1.2 - Station Tibesbest 2.....	27
III.2 - Présentation du papillon de grenadier	29
III.2.1- Description	29
III.2.2 - Aire de répartition.....	29
III.2.3 - Systématique	30
III.2.4 - Symptômes d'attaque et dommages	30
III.2.5 - Lutte biologique.....	31
III.3 - Taux d'infestation	32
III.4- Etude des paramètres biologiques.....	33
III.4.1 - Cycle de vie	33
III.4.2 - Répartition spatiotemporelle des pontes et des trous des larves.....	34
III.4.3 – Plantes hôtes	35
III.4.4 - Faune associée.....	35
III.4.4.A -Pièges adhésifs.	35
III.4.4.B- Piège delta.	36
III.4.4.C- Ensachage des fruits	37
III.4.4.D- Ensachage des fruits tombés	37
III.5 - Analyse statistique	38

Chapitre IV -Résultats et discussion

IV.1 - Période d'apparition de <i>Virachola livia</i> et symptômes d'attaque sur grenadier	40
IV.2 - Taux d'infestation	41
IV.3 - Etude des paramètres biologiques.....	50
IV.3.1 – Cycle de vie	50
IV.3.1.1 – Œuf	50
IV.3.1.2 - Stades larvaires	52

IV.3.1.2.1 - Larve néonate (L1)	54
IV.3.1.2.2 – Second stade larvaire (L2)	54
IV.3.1.2.3 - Troisième stade larvaire (L3)	55
IV.3.1.2.4 - Quatrième stade larvaire (L4)	56
IV.3.1.2.5 - Effectif des larves par fruit	58
IV.3.1.3 - Phases pré-chrysalide	58
IV.3.1.4 - Phase chrysalide	59
IV.3.1.5 - Phase adulte	61
IV.3.1.5.1 - Description de l'adulte	61
IV.3.1.5.2 - Taux d'émergence et rapport des sexes	62
IV.3.1.5.3 - Longévité des adultes	63
IV.3.2 - Distribution spatiale des œufs pondus	64
IV.3.3 - Distribution spatiale des trous provoqués par les larves sur fruit	66
IV.3.4 - Polyphagie chez <i>V. livia</i>	67
IV.3.5 - Faune associée.....	69
IV.3.5 .1 - Pièges adhésifs	69
IV.3.5 .2 - Piège delta.....	71
Conclusion	75
Références bibliographiques.....	78



Introduction

Introduction

De part sa position géographique privilégiée, et son vaste étendu avec ses diverses conditions pédoclimatiques, l'Algérie dispose du privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières, cette dernière fait partie intégrante de la vie économique et sociale (Ghezlaoui et Khemies, 2016). Le secteur de l'arboriculture fruitière occupe une place prépondérante dans le programme national de développement agricole, en particulier, si on tient en compte la nouvelle démarche d'adaptation des systèmes de production aux vocations pédo-climatiques des zones (Betoui, 2017). En Algérie, les espèces fruitières cultivées appartiennent à plusieurs familles, parmi les plantations il y a la grenade.

La grenade (*Punica granatum* L.) est un fruit comestible très anciennement répondu dans le monde, considéré comme symbole de beauté et de fertilité (Oukablia *et al.*, 2004). Le grenadier est un arbre des pays subtropicaux et méridionaux. Il supporte parfaitement un climat très chaud, très sec et prospère même dans les climats tropicaux pourvus d'une saison sèche. Par contre, il est sensible aux basses températures (Evreinoff, 2018). L'importance économique du grenadier réside dans ses fruits qui ont une grande valeur nutritive comparable à celle des fruits juteux comme abricots, oranges, pommes et autres (Hmid, 2013).

Par ailleurs, le grenadier est l'un des cultures fruitières pratiquées au sein des palmeraies du sud-est algérien. Cette culture est exposée aux méfaits de plusieurs maladies et ravageurs. Le papillon de grenadier (*Virachola livia*) s'y rajoute, il est dernièrement introduit en Algérie (Almi *et al.*, 2018; Beladis, 2018; Beddiaf *et al.*, 2020). Ce ravageur provoque parfois des pertes considérables (Obeidat, 2000 ; Ksentini *et al.*, 2011 et Abd-Ella, 2015). Ce bioagresseur cause d'importants dommages de récolte pouvant atteindre parfois plus de 50% (Dossin, 2019).

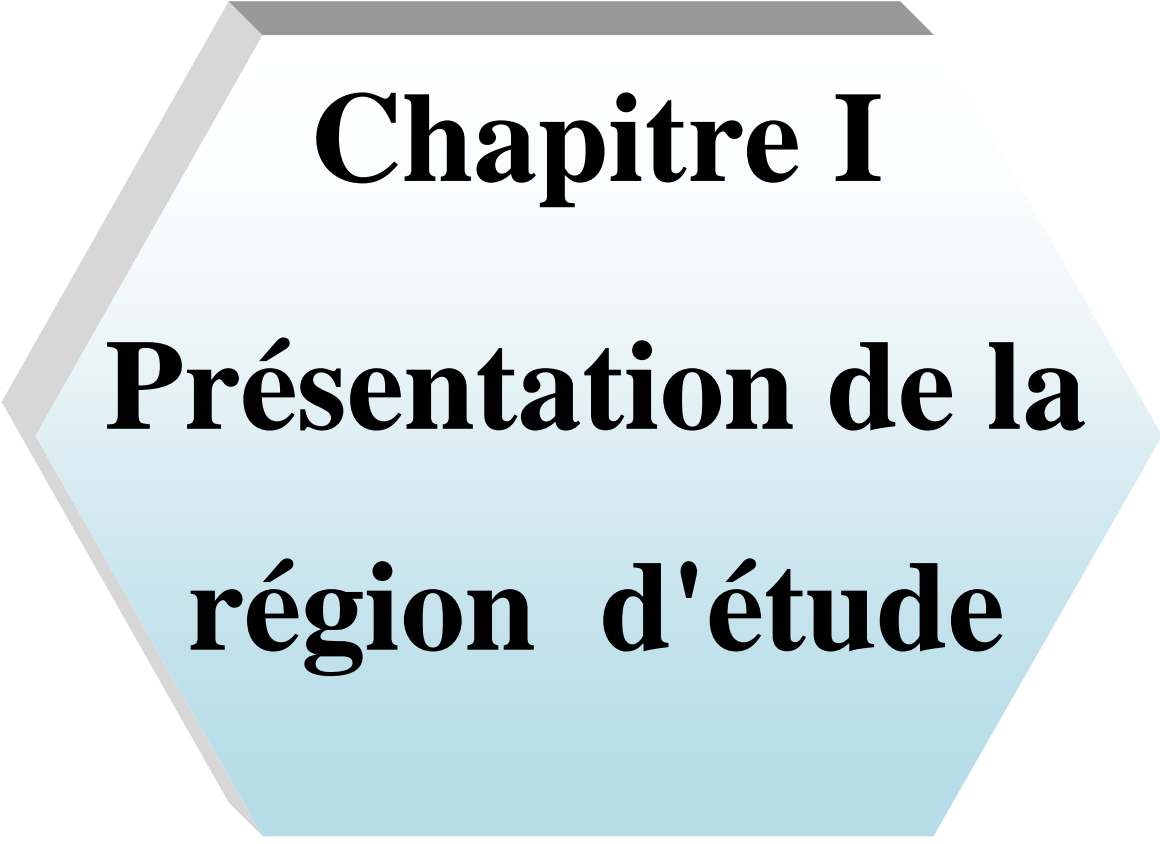
Parmi les principaux insectes ravageurs du grenadier, *Virachola livia*, (Klug, 1834) (Lepidoptera, Lecanidae) est l'un des plus importants (Mkoauor, 2016). Les larves de *V. livia* sont polyphages et percent les fruits de ses plantes hôtes. Ce ravageur a également été signalé sur *Phoenix dactylifera*, *Acacia farnesiana*, *Prunus salicina* et *Eriobotrya japonica* et occasionnellement sur des fleurs d'olivier (Hanna 1939 ; Katbeh-Bader *et al.*, 1998 ;Mkaouar *et al.*, 2014 ; Zouba et Chermiti, 2015 et Mkaouar *et al.*, 2016).

Dans le cadre de la recherche, et les travaux réalisés sur le papillon de grenadier *Virachola livia* (leurs dégâts, morphologie, cycle biologique, control.... etc) on peut citer Hanna (1939) ; Avidov (1958) ; Awadallah *et al.* (1970) ; Katbeh-Bader *et al.* (2003) ; Müller *et al.* (2005) ; Abbas *et al.* (2008) ; Gharbi (2010) ; Ksentini *et al.* (2011) ; Mkaouar *et al.* (2013) ; Zaid Yahiya (2014) ; Abd-Ella, (2015) ; Mkaouar *et al.* (2016) ; Khan (2016) ; Mkaouar et Ben Jamaa (2016) ; Ali (2017) ; Almi *et al.* (2018) ; Beddiaf *et al.* (2020) ; Almi (2020). Cependant, en Algérie, la biologie de *Virachola livia* est encore mal connue sur grenadier ou autres plantes hôtes puisque ce ravageur est nouvellement introduit. Une confirmation des résultats d'auteurs précédents est nécessaire.

La région d'étude (Oued Righ) fait partie du nord-est du Sahara algérien, elle se caractérise par une activité agricole importante et offre des possibilités de développement certaines à l'échelle locale. La prise en compte de la contrainte phytosanitaire devrait être prioritaire afin de garantir le succès productif. Ces dernières années, une grande part de la production de grenades est perdue à cause ce papillon.

Par conséquent, le présent travail a pour objectif d'évaluer l'ampleur de l'attaque causée par *Virachola livia* sur grenadier donc l'estimation du degré d'infestation des fruits et des fleurs; le suivi de quelques paramètres bio-écologiques de ce parasite sur terrain et au laboratoire permettra de mieux cerner son comportement afin de gérer son contrôle d'une manière optimale.

La présente étude est articulée autour de quatre chapitres. Le chapitre premier traite des généralités sur les régions d'étude. L'aperçu bibliographique sur le grenadier a été mentionné dans le deuxième chapitre. Les méthodes employées sur terrain et laboratoire, les techniques utilisées pour exploiter les résultats sont regroupées dans le troisième chapitre. Les résultats obtenus sont discutés et comparés avec un fond bibliographique et font l'objet du quatrième chapitre. Une conclusion et des perspectives clôturent ce travail.



Chapitre I
Présentation de la
région d'étude

Chapitre I - Présentation de la région d'étude

Ce chapitre traite de la présentation de la région d'étude à savoir les limites géographiques, les facteurs climatiques régnants, puis les facteurs édaphiques, les caractéristiques floristiques et faunistiques.

I.1 -Situation géographique

La région de Touggourt se situe dans le sud-Est de l'Algérie (Fig.1). Elle correspond à la partie haute de l'Oued Righ. Elle est bordée au sud et à l'est par le Grand Erg Oriental, au nord par les palmeraies de Meggarine et à l'ouest par des dunes de sable (33° 02' à 33° 12' N., 5° 59' à 6° 14' E.). La région d'étude présente une altitude moyenne de 75 m (Dubost, 2002).

La zone de Touggourt dépend administrativement de la wilaya. Touggourt, historiquement capitale d'Oued Righ, chef-lieu de commune et de Daïra, actuellement Wilaya déléguée. Elle comprend huit communes, à savoir Sidi Slimane, Megarine, Zaouia Labidia, Tibesbest, Touggourt, Nezla, Temacine et Beldet Amor. Elle est limitée administrativement au nord par la commune de Djamâa, à l'est par la commune de Taibat, au sud et à l'ouest par la commune d'El Hadjira (Mezghouni, 2008).



Figure 1 - Carte de la situation géographique de la région de Touggourt (Ben Moussa, 2013)

I.2 - Climat

Le climat de la région de Touggourt se caractérise comme toutes les régions sahariennes par un climat continental aride, froid en hiver et chaud en été (Habes *et al*, 2016). Afin de ressortir les caractéristiques climatiques de la région de Touggourt une présentation des données climatiques s'avère nécessaire. Dans ce contexte, nous avons utilisé les données climatiques fournies par l'ONM (Tab. 1), qui s'étalent sur une période de 10 ans (2009 à 2018).

Tableau 1 - Données climatiques de la région de Touggourt (2009-2018)

Mois	TN en °C	TX en °C	TM en °C	UN en %	UX en %	FX en m/s	RR en mm	EVA en mm	INS en Heure
Janvier	5,1	18,5	11,8	38	81	8,6	11,0	107,3	230,6
Février	6,4	19,8	13,1	31	76	9,8	7,3	137,2	216,6
Mars	10,1	24,2	17,2	27	72	10,2	8,0	176,2	240,6
Avril	14,6	29,2	21,7	24	68	10,5	11,0	212,9	265,3
Mai	19,1	33,7	26,4	23	60	10,3	2,7	251,6	300,9
Juin	23,8	38,6	31,2	19	53	9,6	0,2	293,5	294,2
Juillet	27,1	42,4	34,8	17	48	9,2	0,0	356,5	329,2
Août	26,3	40,9	33,6	21	54	9,2	1,5	313,2	312,7
Septembre	22,7	36,3	29,5	26	65	9,1	6,7	234,2	253,7
Octobre	16,6	30,5	23,6	28	70	7,9	0,9	187,2	256,6
Novembre	10,0	23,5	16,8	34	78	8,1	6,7	136,2	227,6
Décembre	5,4	18,8	12,1	39	84	7,2	2,8	92,4	220,0

Source : ONM Ouargla (2021)

TN: Température moyenne minimale en °C TX: Température moyenne maximale en °C
 TM : Moyenne des températures maximales et minimales en °C.
 UN: Humidité relative minimale en % UX: Humidité relative maximale en %
 RR: Cumul des pluies en mm EVA: Evaporation totale en mm
 INS: Durée d'Insolation en heure FX : Vent max en m/s

I.2.1 -Températures

Il est aisé de constater, d'après les données climatiques indiquées sur le tableau 1, d'importantes amplitudes thermiques entre les températures minimales et les températures maximales, ce qui constitue l'une des caractéristiques climatiques de la région.

Les mois les plus froids sont janvier et décembre avec respectivement 5,1°C et 5,4°C, les températures les plus élevées sont 42,4°C, 40,9°C et correspondent par ordre aux mois de juillet et août.

I.2.2 –Précipitations

Le maximum de pluviométrie est atteint en avril et janvier (11 mm), et le minimum est enregistré en juillet.

I.2.3 -Humidité relative de l'air

Pour la région de Touggourt, le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre, mais il reste toujours faible. Ce taux diminue au mois de juillet jusqu'au 17% à cause des vents chauds et la forte évaporation alors qu'il atteint son maximum aux mois de décembre soit 84% et janvier 81 %.

I.2.4 -Vent

La vitesse du vent le plus fort est enregistrée durant avril avec 10,5 m/s par contre, il est à souligner qu'au cours de décembre, la vitesse s'affaiblit enregistrant 7,2 m/s.

I.2.5 -Insolation

Il est à remarquer un maximum d'heure de soleil atteignant 329,2 h/s en juillet et un minimum enregistré en 216,6h/s en février, la durée d'insolation moyenne annuelle entre est de 262,3 h/mois ce qui fait de la région de Touggourt une région ensoleillée.

I.3 -Synthèse bioclimatique

La synthèse bioclimatique est élaborée à travers le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen et le climagramme pluviométrique d'Emberger.

I.3.1 -Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen (1953) proposent de définir les conditions bioclimatiques d'une région par l'importance de la saison sèche. A cet effet, ils considèrent que l'interaction des deux courbes (P et T) permet de définir, la saison sèche ($P \text{ mm} \leq 2 T \text{ }^\circ\text{C}$) et la période humide ($P \text{ mm} > 2 T \text{ }^\circ\text{C}$). Le diagramme ombrothermique, établi sur les données de 10 ans (Fig. 2), montre que le climat de la région de Touggourt est caractérisé par une sécheresse permanente pendant toute l'année (climat saharien).

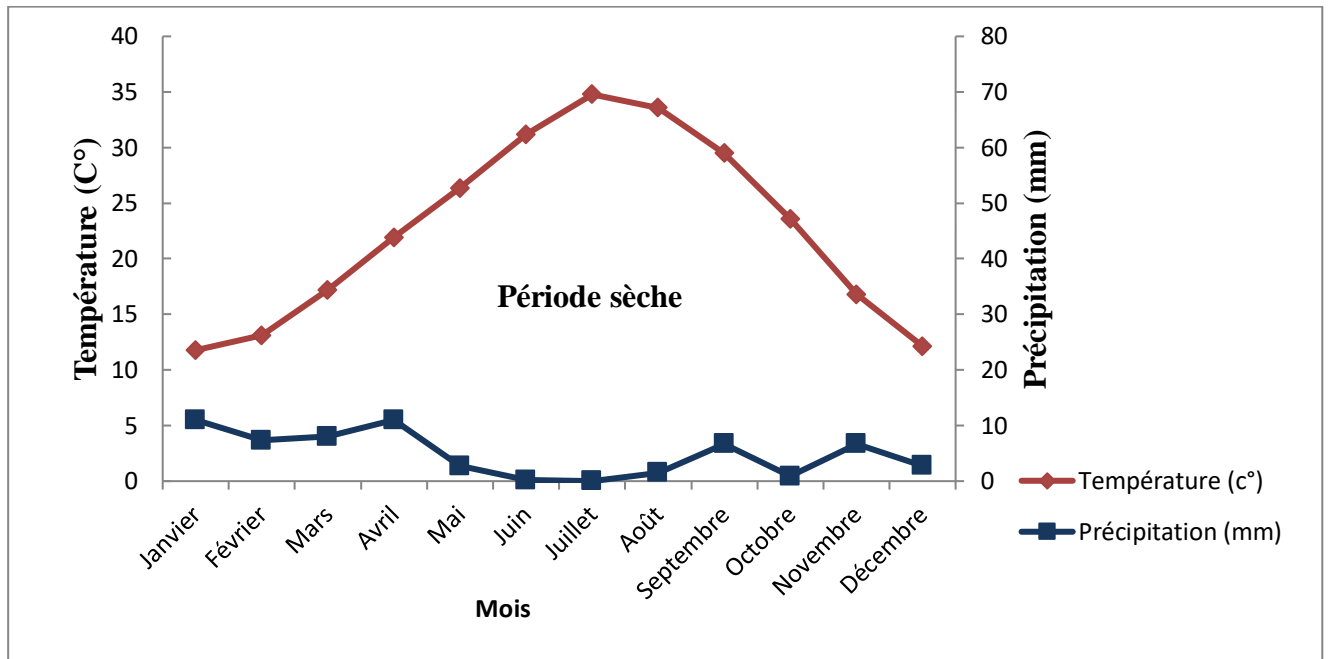


Figure 2 - Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson appliqué à la région de Touggourt pour la période 2009-2018

I.3.2 -Climagramme pluviométrique d'Emberger

Nous avons utilisé la formule de Stewart (1969) adaptée pour l'Algérie et le Maroc, qui est:

$$Q3 = 3,43 * P / M - m$$

Q3 : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : cumul pluviométrique moyen annuel en mm calculé pour les 10 ans (58,8 mm)

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud (M =42,4 °C)

m : température moyenne minimale du mois le plus froid (m =5,1 °C)

Après l'emplacement de « Q3=5,40 » sur le climagramme pluviométrique d'Emberger, la région est classée dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (Fig. 3).

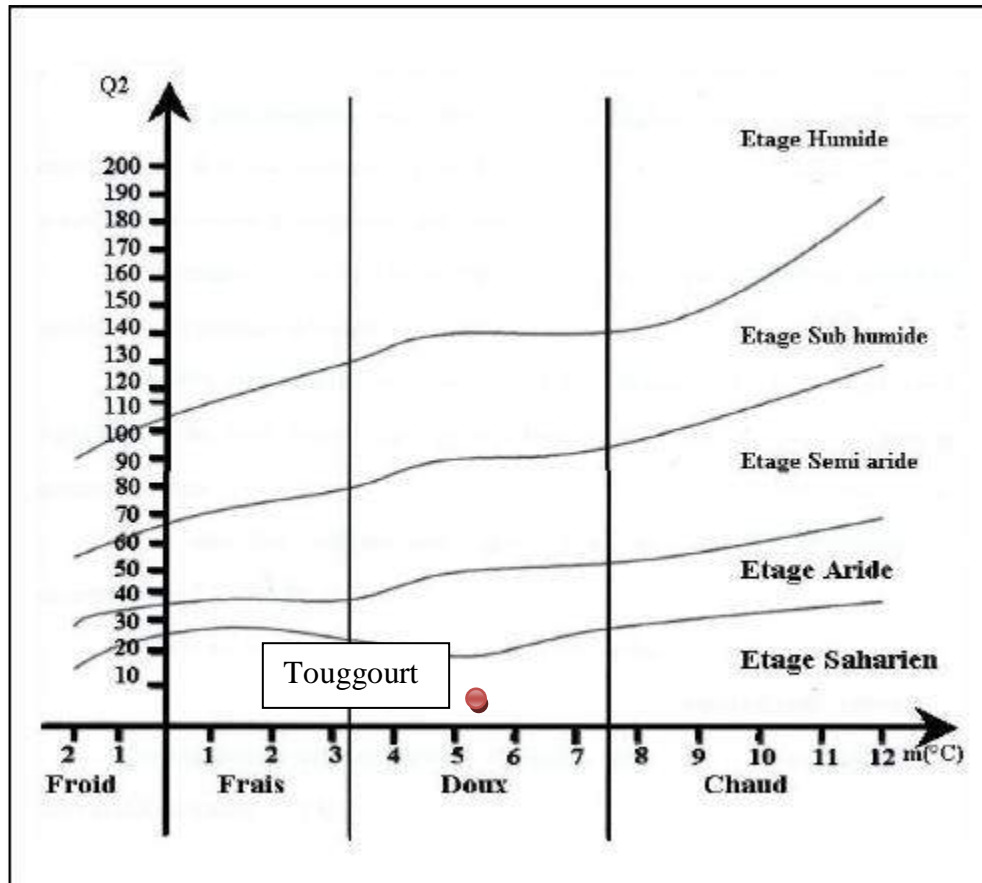


Figure 3 - Position de la région de Touggourt dans le climagramme d'Emberger (2009-2018)

I.4 - Sol

Les sols de la vallée de l'Oued Righ sont d'origine alluocolluviale formés à partir du niveau quaternaire ancien encroûté essentiellement à la surface par des apports éoliens sableux (Cortin, 1969). Ce sont des sols meubles et bien aérés en surface, en majorité salés, l'influence de la nappe phréatique est déterminante et on observe parfois un horizon hydro-morphe ou un encroûtement gypso-calcaire; dans les sols non encroûtés, les propriétés hydrodynamiques sont bonnes, améliorées par des apports de sable en surface et la réserve facilement utilisable varie entre 78 et 106 mm. La salure est du type sulfaté calcique dans les sols les moins salés ($CE < 6$ mmhos/cm) et de type chlorure sodique pour les sols les plus salés (Bouaichi et Ben Abdallah, 2019).

I.5- Agriculture

La vallée d'Oued Righ se caractérise par un système de production de type oasien qui consiste en une association de trois strates végétales. Cet agro-système est constitué essentiellement de palmeraies localisées tout au long de l'Oued Righ, aux voisinages des sources d'eau et dans les endroits où les niveaux des nappes phréatiques sont peu profonds. Le système traditionnel oasien dans cette région comporte la strate du palmier, celle des arbres fruitiers divers et celle des cultures annuelles comme les céréales, les fourrages et le maraîchage (Benziouche, 2006).

La structure de la propriété phoenicicole révèle que le palmier dattier est la culture dominante dans la région. La majorité de ces pieds étant du type Deglet Nour avec 73 %, suivie par une faible part en variétés Ghars et Degla Beida avec 14 % et 10 % du patrimoine total respectivement. Par contre, les variétés dites secondaires ne représentent que de 4 % du total (Benziouche, 2006).

I.6 -Flore

Le Sahara septentrional algérien est une écorégion se caractérisant par des formations géomorphologiques variées de type: sols sableux, sablo-caillouteux, sols salés, sols rocailloux et des dépressions (Chehma, 2005; Chehma et *al.*, 2008; Slimani et *al.*, 2013; Trabelsi, 2016). La végétation dans ces zones sahariennes peut se décrire selon les caractéristiques physico-chimiques du sol de ces différentes formations géomorphologiques. La flore de Touggourt regroupe une gamme importante d'espèces spontanées réparties entre plusieurs familles. D'après Ozenda (1983 et 2003), Chenchouni, (2011); Koull, (2015); Bazzine, (2018), la majorité sont des espèces affinité halophytique (*Arthrocnemum glaucum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia fruticosa*, *Suaeda fruticosa*,); soit des plantes hydrophytes représentées notamment par des espèces caractéristiques telles *Phragmites communis*, *Juncus maritimus* et *Tamarix gallica*. La présence de ces deux catégories d'espèces est un bon indicateur des habitats humides salés (chotts et des sebkhas). La densité de la végétation est plus élevée que les écosystèmes aquatiques d'origine géologiques qui ont une salinité très élevée qui entrave la croissance des plantes. Cependant, il peut se présenter à côté du Drinn quelques espèces de type arbustives, comme *Ephedra alata*, *Retama retam*, *Gentisa Saharae*..., et des herbacées, comme l'espèce de *Cyperus conglomeratus*, *Moltkia ciliata* (Ozenda, 1991).

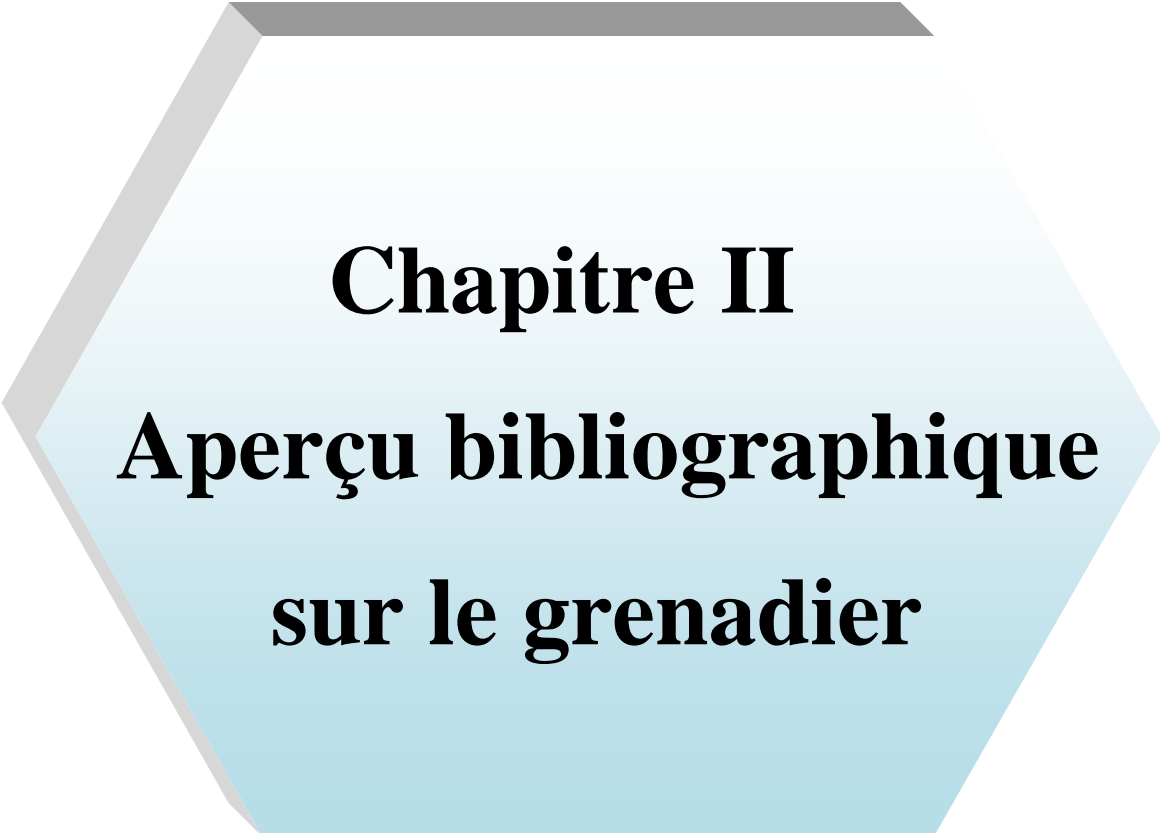
I.7 –Faune

La région de Touggourt est constituée d'une faune riche et diversifiée qui se compose notamment des espèces sahariennes mais aussi exotiques. Les données bibliographiques sur les espèces invertébrées réalisées par Bekkari, Benzaoui (1991); Boulal (2008) ; Saharaoui et Gourreau (2014) ; et Sebaa (2014). La classe des insectes renferme la majorité des espèces inventoriées avec un effectif de 165 espèces répartie en 15 ordres.

Les poissons sont représentés par un seul ordre cyprinodontiformes qui compte *Gambusia affinis*, *Tilapia zilli*, *Tilapia* sp. (Chenchouni, 2011). De même pour les amphibiens, ils sont représentés par un seul ordre qui regroupe 2 familles et 3 espèces dont *Bufo viridis* et *Bufo mauritanicus*. Selon Le Berre (1989) et Bentima (2014), la faune reptilienne de la région d'étude est égale 18 espèces parmi les quelles on cite *Scincus Scincus*. Ces dernières appartiennent à 7 familles et 3 ordres.

D'après Heim de Balzac (1936 et 1962); Djeliela (2008) et Bentima (2014), la richesse avifaunistique de la région d'étude est égale à 35 espèces appartenant à 37 familles. La famille la plus riche est celle des Sylviidae avec 10 espèces *Sylvia communis*, suivie par les Anatidae avec 8 espèces, comme *Anas acuta*. La diversité de l'avifaune du complexe de zones humides de la dépression d'Oued Righ est très riche et compte 53 espèces appartenant à 15 familles. Ces peuplements sont dominés par le flamant rose *Phoenicopterus roseus*, le canard souchet *Anas clypeata*, le tadorne casarca *Tadorna ferruginea* et la sarcelle d'hiver *Anas crecca crecca*. L'effectif de certaines espèces peut être important et atteindre 42700 individus comme c'est le cas pour le flamant rose. Certaines espèces sont classées menacées et vulnérables sur la liste rouge de l'UICN (sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris*, fuligule nyroca *Aythya nyroca* selon Bensaci *et al*, (2013).

D'après Kowalski et Rzibek-Kowalski (1991) et Hadjoudj *et al.*, (2015), il existe 22 espèces de mammifères dans la région d'étude réparties sur 13 familles et 6 ordres dont celui des Rodentia. Ce dernier est le plus diversifié et le plus représenté en densité. La famille la plus représentative est celle des Muridae notamment avec *Gerbillus nanus* et *Gerbillus gerbillus*.



Chapitre II
Aperçu bibliographique
sur le grenadier

Chapitre II –Aperçu bibliographique sur le grenadier

Ce chapitre évoque des données relatives à la distribution géographique, l'histoire et la description du grenadier. Sa classification, sa plantation, sa valorisation, ses variétés et ses exigences écologiques ainsi que ses ennemis et l'avenir de la grenade sont également mentionnées.

II.1 -Origine

Le grenadier est cultivé depuis la plus haute antiquité pour ses fruits comestibles (les grenades) et pour les qualités ornementales de ses grandes fleurs (Ben Abdennebi, 2012). Le nom d'espèce *Granatum* signifie rempli de graines en référence aux milles graines de la grenade. La grenade est originaire de l'Iran aux vallées de l'Himalaya en Inde il y a 5000 ans. Elle fût disséminée à travers le Moyen-Orient par les migrants. En effet, sa facilité de conservation et sa grande teneur en eau en fit une nourriture de voyage très adaptée. La grenade arriva en Egypte à partir de la 18^{ème} dynastie via les échanges commerciaux entre les pays du Moyen-Orient. La dispersion du fruit continua avec l'arrivée des Maures en Espagne. Les espagnols et les voyageurs du Moyen-Orient continuèrent de transporter ce fruit qui colonisa tout d'abord la Méditerranée puis l'Amérique lors de la colonisation du « Nouveau Monde » (Cauchard, 2013).

II.2 -Aire de répartition géographique

Le grenadier est fortement représenté au Moyen-Orient sa terre d'origine. Ainsi, on le trouve fréquemment en Afghanistan, Turquie, Transcaucasie et en Inde. Il est aussi beaucoup cultivé dans le bassin méditerranéen (Fig. 4): Espagne, Italie, Grèce, Algérie, Tunisie et Maroc. On le rencontre déjà plus rarement dans le midi de la France, au Portugal et en Bulgarie. De même en Amérique, la culture du grenadier reste très sporadique. Il est présent en Californie, dans l'Utah, en Alabama, Louisiane et Floride (Wald, 2009).

II.3 -Description de la plante

Le grenadier est un petit arbre (Photo 1) à port arbustif des régions méditerranéennes qui peut atteindre 6 m de haut. Ses fleurs rouge vif mesurent 3 cm de diamètre. Ses fruits, les grenades, contiennent en moyenne 600 graines pulpeuses. La grenade est une grosse baie ronde, de la taille d'une grosse orange, à écorce dure et coriace, de couleur rouge ou jaune beige, qui renferme de nombreux pépins de couleur rose à rouge. Seuls ses pépins sont comestibles, soit environ la moitié du fruit.

Dans chaque pépin, la graine est enrobée d'une pulpe gélatineuse de chair rouge transparente, sucrée chez les vari t es améliorées, sinon d'un goût plutôt  cre (Ben Abdennebi, 2012).

Feuille caduque, assez épaisse, résistante à la sécheresse. Rameaux ramifications nombreuses, grêles, moyennes à courtes, absence de branches à gros diamètre. Système racinaire en général plutôt de surface (60 cm), très fasciculé, mais peut s'adapter selon les conditions de sol (Teissedre-Lemoine et Crete, 2014).

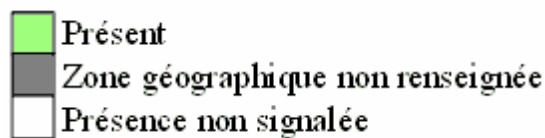


Figure 4 - Répartition géographique de la grenade en Afrique (Wald, 2009)



Photo 1 - Arbre et de fruit de grenadier

- a- Grenadier
- b- Grenades

II.4 – Systématique

Solen Wald (2009), le grenadier, *Punica granatum*, a été décrit par Linné en 1753.

Telle est cette classification :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Myrtales
- Famille : Punicaceae
- Genre : *Punica*
- Espèce : *Punica granatum* L.

En 1998, une nouvelle classification des angiospermes est créée par un groupe de botanistes, l'Angiosperm Phylogeny Group ou APG.

Au sein de cette classification, la position du grenadier est :

- Clade : Angiospermes
- Clade : Dicotylédones vraies
- Clade : Rosidées
- Ordre : Myrtales
- Famille : Lythraceae
- Genre : *Punica*
- Espèce : *Punica granatum* L.

Que ce soit dans la classification de Linné ou dans la classification APGII, le genre *Punica* ne possède que deux représentants : *Punica granatum*, d'une part, et *Punica protopunica*, d'autre part (Wald, 2009).

II.5 -Culture de la grenade

Cette partie comprend la plantation, la multiplication, la récolte et la conservation du fruit.

II.5.a - Plantation

Au niveau de la plantation, elle s'effectue majoritairement de la fin novembre jusqu'au mois de mars. Au niveau de la distance de plantation, l'écartement 5m x 3m est le plus plébiscité même si on peut aller vers des systèmes plus extensifs en 6m x 4m. Il faut savoir qu'un arbre possède plusieurs troncs, en moyenne 3 troncs par arbre. Le tronc central demeurant droit et les troncs secondaires servent à créer une forme de vase mieux adaptée pour la culture. A maturité, le grenadier peut mesurer entre 2 et 5 mètres de haut (Cauchard, 2013).

II.5.b -Multiplication

La multiplication du Grenadier se fait par boutures, par drageons, par greffe, par marcottes et par semis (Afaq *et al.*, 2005).

C'est le bouturage qui est pratiquement le seul mode de multiplication le plus courant. Les horticulteurs indigènes du Proche-Orient utilisent uniquement ce procédé. Les boutures sont prélevées en automne, aussitôt après la chute des feuilles, sur le bois de l'année ou sur le bois de deux ans; elles doivent avoir 30 cm. de longueur. Aux altitudes élevées le prélèvement des boutures est réalisé en février-mars. Dans un terrain meuble et frais, l'enracinement est rapide. La multiplication par drageons est facile à obtenir, certains arbres en produisent en abondance.

Le marcottage est rarement employé, bien qu'il réussisse parfaitement. Par contre, la greffe en écusson ou à l'anglaise réussit mal, elle est pour cette raison rarement utilisée. Le Grenadier de semis est alors employé, comme sujet.

Le semis ne reproduit pas fidèlement la variété, ce procédé demande du temps et réussit difficilement. Cependant, les sujets obtenus par semis sont plus rustiques et plus résistants au froid. Sous les climats rudes, la culture du Grenadier est possible grâce à ce mode de multiplication (Evreinoff, 2018).

II.5.c -Récolte et conservation

Les fruits sont récoltés quand l'écorce de la grenade se colore en jaune clair et qu'elle produit un son métallique au toucher d'un objet dur.

135 à 165 jours séparent généralement la floraison de la récolte. Une plante produit facilement 100 fruits par récolte et la rentabilité économique dure de 10 à 12 ans. La craquelure de l'écorce du fruit est une caractéristique variétale qui est accentuée par des irrigations très espacées et la sécheresse de l'air. Certaines variétés (Shivan, Burachni, Francis) sont très résistantes à cette altération. Les fruits sont susceptibles de perdre l'eau au cours de la conservation, mais s'ils sont entreposés à 4,5°C et 80-85% d'humidité relative ils peuvent supporter jusqu'à 6 mois de stockage sans altération (Walali *et al.*, 2003).

II.6 –Valorisation et composition chimique

La grenade présente une valeur intéressante aussi bien pour la consommation en frais ou en jus que pour son utilisation industrielle.

La grenade est composée de 50 % d'écorces et membranes et de 50 % de part comestible constituée des arilles, donnant en moyenne 80 % de jus et 20 % de pépins (plus ou moins ligneux) (Dossin, 2019).

Selon Evreinoff (2018), la composition chimique des variétés caucasiennes des Grenades se présente comme suit :

A. Pulpe. Sucre 12,6 % Eau 35,02 % Cendres 1,54 % Matières grasses 6,85 % Amidon 12,64 % Albumine 9,38 % Cellulose 22,41 %.

B. Pépins (graines). Eau 6,6 % Matières grasses 20,8 % Amidon 20 % Cellulose 34 % Matière azotée 10 %.

C. Jus. Eau 76,78 % Protéine 1,5 % Sucre (divers) de 14 à 21 % Matières grasses 3 % Acidité de 3 à 4,5 %.

Le pourcentage de l'acide citrique et des sucres dans la grenade dépend de la variété et des conditions de végétation. Dans un climat sec et chaud les grenades ont une teneur en sucre plus élevée qu'en climat frais et humide. La composition chimique des grenades varie de même avec l'état de maturité (Evreinoff, 2018).

Les variétés connues pour la consommation en frais ou en jus font partie du groupe des grenades douces ou aigres-douces. Il existe des variétés acides (contiennent plus de 2% d'acide citrique), utilisées notamment pour l'extraction d'acide citrique.

La grenade s'inscrit dans un marché en fort développement, celui des « super fruits » comme la baie de goji, la canneberge ou la myrtille. Les consommateurs recherchent des bénéfices pour la santé (Dossin, 2019).

II.7 -Variétés de *Punica*

Les variétés de grenades sont très nombreuses (Tab. 2). L'ancienneté de la culture et la zone étendue de cette dernière en sont la cause (Evreinoff, 2018).

Les variétés à fruits sont *auto-fertiles* et généralement à fleurs simples. Elles se distinguent par l'acidité et le diamètre des fruits, le nombre de graines, la précocité, etc. (<https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/139/grenadier>). Wonderful, c'est la variété de grenade la plus connue et la plus représentée dans le monde. Grâce à la communication de la célèbre marque POM Wonderful et aux propriétés visuelles du produit, la variété californienne s'est imposée comme étant le standard d'une grenade (Dossin, 2019).

L'attrait du feuillage fin, brillant et de la floraison ont conduit les sélectionneurs à produire des *cultivars* destinés uniquement à l'ornement, souvent à fleurs doubles ou des formes naines (Fig. 5) pour la culture en pot (<https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/139/grenadier>).

Variétés naines pour l'ornement (<https://www.aujardin.info/plantes/grenadier.php>):

- *Punica granatum* 'Nana', fleurs doubles rouge orangé, résiste jusqu'à -15°C.
- *Punica granatum* 'Nana Gracillissima', fleurs simples de couleurs rouges orangés

Variétés à fleurs doubles sans fruits (<https://www.aujardin.info/plantes/grenadier.php>):

- *Punica granatum* 'Luteum Plenum', fleurs de couleur jaune pâle.
- *Punica granatum* 'Legrelliae', fleurs de couleur panaché orangé, crème, saumon.
- *Punica granatum* 'Maxima Rubra', fleurs de couleur rouge orangé.
- *Punica granatum* 'Maxima Rubra', variété aux fruits comestibles.

Tableau 2 - Variétés décrits dans la littérature et leurs caractéristiques (Stover et Mercure, 2007)

Cultivar	Fruit size (g)	Traits	Origin	Reference
Agridulce de Ojós 4	524	Red arils with hard seeds, bitter/sweet, medium acid	Spain	Amoros et al., 2000
Alandi (or Vadki)		Deep-pink arils and very hard seeds, sweet/sour	India	Morton, 1987
Asinar	505	Large fruit, red arils, sweet/sour, soft seeds	Turkey	Gozlekci & Kaynak, 1997
Bedana		Medium-large, brownish white rind, pink-white arils, seeds soft, sweet	India	Morton, 1987
Borde de Albatena	370	Deep-red arils with hard seeds, bitter, high acid	Spain	Amoros et al., 2000
Dholka		Large, yellow-red rind, white arils and hard seeds, sweet	India	Morton, 1987
Early Foothill		Deep-red arils, medium-hard seeds, sweet/sour	USA, 2-4 weeks earlier than 'Wonderful'	LaRue, 1980
Early Wonderful		Deep-red arils, medium-hard seeds, sweet/sour	USA, 2 weeks earlier than 'Wonderful'	California Rare Fruit Growers, 1997
Eksilik		Sour (5% TA), red arils	Turkey	Gozlekci and Kaynak, 1997
Ernar		Dark-red skin, red arils, sweet with low TA	Turkey	Gozlekci and Kaynak, 1997
Eversweet		Pink to red fruit with pink arils, soft, seeds, sweet even when immature	USA	Dave Wilson Nursery, 2005; Karp, 2006
Fellahyemez		Large pink arils, sweet with low TA, soft seeds	Turkey	Gozlekci and Kaynak, 1997
Ganesh		Yellow-pink rind and pink-red arils, very soft seeds, sweet/sour	India	L.S. Dinkar, pers. comm.
Golden Globe	"Very large"	Golden green fruit with pink blush, pink to red arils, soft, small seeds, sweet	USA	Karp, 2006
Granada		Deep-red arils, medium-hard seeds, sweet/sour	USA, redder, 1 month earlier sport of 'Wonderful'	California Rare Fruit Growers, 1997
Hicazmar		Dark-red skin, red arils, sweet/sour	Turkey	Gozlekci and Kaynak, 1997
Kandhari (also called Arakta)		Large fruit, deep-red rind, with deep-pink to blood-red arils, hard seeds, sweet/sour	India	Morton, 1987
Katirbasi	517	Large fruit, large red arils, sweet/sour	Turkey	Gozlekci and Kaynak, 1997
Mollar de Elche 15	272	Deep-red arils with soft seeds, sweet, low acid	Spain	Amoros et al., 2000
Mollar de Orihuela	414	Red-pink arils with soft seeds, sweet, low acid	Spain	Amoros et al., 2000
Piñón Tierno de Ojós 9	405	Red-pink arils with soft seeds, sweet, low acid	Spain	Amoros et al., 2000
Valenciana		Small, early, but not top quality	Spain	Costa and Melgarejo, 2000
Wonderful		Deep-red arils, medium-hard seeds (we would call medium-soft), sweet/sour	USA	Morton, 1987

TA, titratable acidity.



Figur 5 - Grenadier nain cultivé en bonsaï (Wald, 2009)

II.8 –Exigences pédo-climatiques

Il s'agit des exigences édaphiques et climatiques du grenadier.

II.8.a –Sol

Le grenadier n'est pas exigeant en ce qui concerne la nature de son sol. Il s'adapte à une large gamme de sols et tolère les terrains acides, alcalins, crayeux... Il est également assez résistant à la salinité de la terre. Néanmoins, il donne de meilleurs résultats dans un terrain profond et gras : les terres d'alluvions lui conviennent mieux. Les terrains alcalins, argilo limoneux, lui sont favorables (Betoui, 2017).

II.8.b -Climat

Le grenadier est bien adapté au climat méditerranéen. La production de fruits nécessite de la chaleur (de préférence sèche) en été. Néanmoins, le grenadier exige beaucoup d'eau et de fraîcheur pour ses racines et c'est seulement dans ces conditions qu'il donne beaucoup de fruits de bonne qualité. L'arbre aime les expositions ensoleillées et protégées, mais supporte des températures hivernales très basses (-10°C à -17°C selon les variétés). En raison de sa floraison très tardive (fin mai-juin) l'arbre échappe aux gelées printanières. En revanche il n'est pas complètement à l'abri d'accidents climatiques (Dossin, 2019).

II.9 -Conduite des vergers en palmeraie

La plupart des vergers sont du type traditionnel, de petite taille et où le grenadier est planté avec en association avec d'autres espèces comme l'olivier, les agrumes, le dattier, etc. La multiplication se fait par bouturage direct des variétés. Les distances de plantation sont variables (6x6, 6x5, 6x4, etc.). L'irrigation est faite par cuvette ou par rigole selon la disponibilité de l'eau et le type de terrain. Sur quelques plantations récentes, on trouve des installations d'irrigation localisée (gouteurs). La fertilisation organique est très négligée. C'est surtout l'azote et le phosphore qui sont apportés dans certains vergers (Mars, 1995).

II.10 -Maladies et ravageurs

Le grenadier, espèce fruitière, peut être soumis à certaines attaques parasitaires ou pathogènes. Les ravageurs et les maladies sont l'un des problèmes les plus importants.

- Sur le système racinaire

- Nématodes (Méloïdogynes) : affaiblissement de la plante.
- Pourriture du tronc (*Phytophthora*) : surtout dans les secteurs argileux et humide.

- Sur les fruits

- Mouche méditerranéenne (*Ceratitis capitata*) : en zone méditerranéenne c'est le ravageur du fruit le plus dangereux. Elle apparaît dès le mois de juillet et dépose ses œufs dans la grenade même. Les œufs éclosent rapidement et donnent naissance à des petites larves blanchâtres qui s'attaquent à la pulpe du fruit. Elle se transforme en une masse grisâtre, décomposée, alors que la surface reste intacte. La lutte se fait par piégeage massif.
- Cochenilles : peuvent être contrôlées par les prédateurs naturels, ou, à défaut, par des huiles hivernales.
- Acariens : plus rare, mais peuvent parfois entraîner une détérioration sensible de l'aspect des fruits (sans importance pour le jus). Le soufrage est efficace.
- Pyrale des dattes (*Ectomyelois ceratoniae*) : ravageur important au Maghreb, et déjà présent en Espagne et en Italie. Ce ravageur présente un risque potentiel pour la culture du grenadier (Teissedre-Lemoine et Crete, 2014).

- Sur le reste de la plante

- Zeurère (*Zeuzera pirina*) : extrêmement polyphage, la larve de ce lépidoptère creuse des galeries dans le bois. Les vols ont lieu entre juin et mi-août.

- Pucerons : surtout pénalisants pour les jeunes vergers, attaquent les jeunes pousses.

En ce qui concerne les maladies, le problème majeur reste la maladie du cœur noir. Il s'agit d'une attaque d'*Alternaria alternata* qui va entraîner la pourriture des arilles à l'intérieur du fruit. Cette pourriture est d'autant plus dommageable qu'elle ne se voit pas à l'extérieur du fruit, ce qui peut perturber gravement l'industrie (jus et arilles) lorsqu'un fruit contaminé rentre dans le processus. Le seul indicateur montrant une éventuelle infection est le poids plus faible du fruit infecté (Cauchard, 2013).

II.11 -Avenir de la grenade

L'avenir de la culture du grenadier est lié à la solution des problèmes d'éclatement et de pourriture des fruits, à la maîtrise des techniques de conservation et à la sélection et l'amélioration variétale (Mars, 1995).

La consommation de grenade, elle, se situe majoritairement dans la péninsule arabique. Toutefois, il semble difficile de lui faire absorber une augmentation de volumes. Les marchés américains et européens sont en développement et les quantités européennes sont encore très faibles. En effet, la méconnaissance du produit entraîne un moindre attrait pour celui-ci. C'est pour cela que les Etats-Unis ont mis en place des campagnes de communication permettant de faire connaître le produit et ainsi développer le marché. En Europe, ce système commence à faire son apparition mais faute de moyen, il a du mal à avoir un réel impact. La solution se trouverait alors dans l'industrie. La fabrication de jus de grenade à base de concentré semble être une voie idéale pour palier aux faiblesses du marché de frais. Le développement de ce type de produit est moins freiné par la méconnaissance du fruit. Enfin, les arilles en boîte peuvent être aussi une solution pour écouler plus facilement les volumes de grenades. Il est néanmoins important de noter que les ventes de produits se font majoritairement dans les pays déjà significativement consommateurs de grenades. Ce produit serait plutôt un produit de diversification plutôt qu'un produit d'appel à la consommation (Cauchard, 2013).



Chapitre III
Méthodologie

Chapitre III - Méthodologie

Plusieurs points sont adoptés dans la méthodologie. Il s'agit de la démarche appliquée sur le terrain ainsi que celle utilisée au laboratoire, sans oublier l'exploitation des résultats. Tous ces points sont développés au cours de ce chapitre.

III.1 - Choix et présentation des stations d'étude

Pour la réalisation de la présente étude, deux stations sont choisies dans la région de Touggourt, le choix des stations est fait après des prospections, prise de contact et concertations; il est basé principalement sur la présence du ravageur sur grenadier soit le bioagresseur et sa culture hôte. Des critères d'accessibilité, de sécurité et de physionomie similaire, de conditions favorables de travail sont pris en compte. Les deux stations choisies sont des jardins phoenicoles à propriété privée situées au sein de palmeraies de Touggourt (site Tibesbest 1 et site Tibesbest 2).

III.1.1 - Station Tibesbest 1

Située à Tibesbest, commune de la wilaya de Touggourt dont les coordonnées géographiques correspondent à 33.117130° N; 6.084340° E (Fig. 6). La station ayant une superficie de 1 ha est située à 1 km de Touggourt.

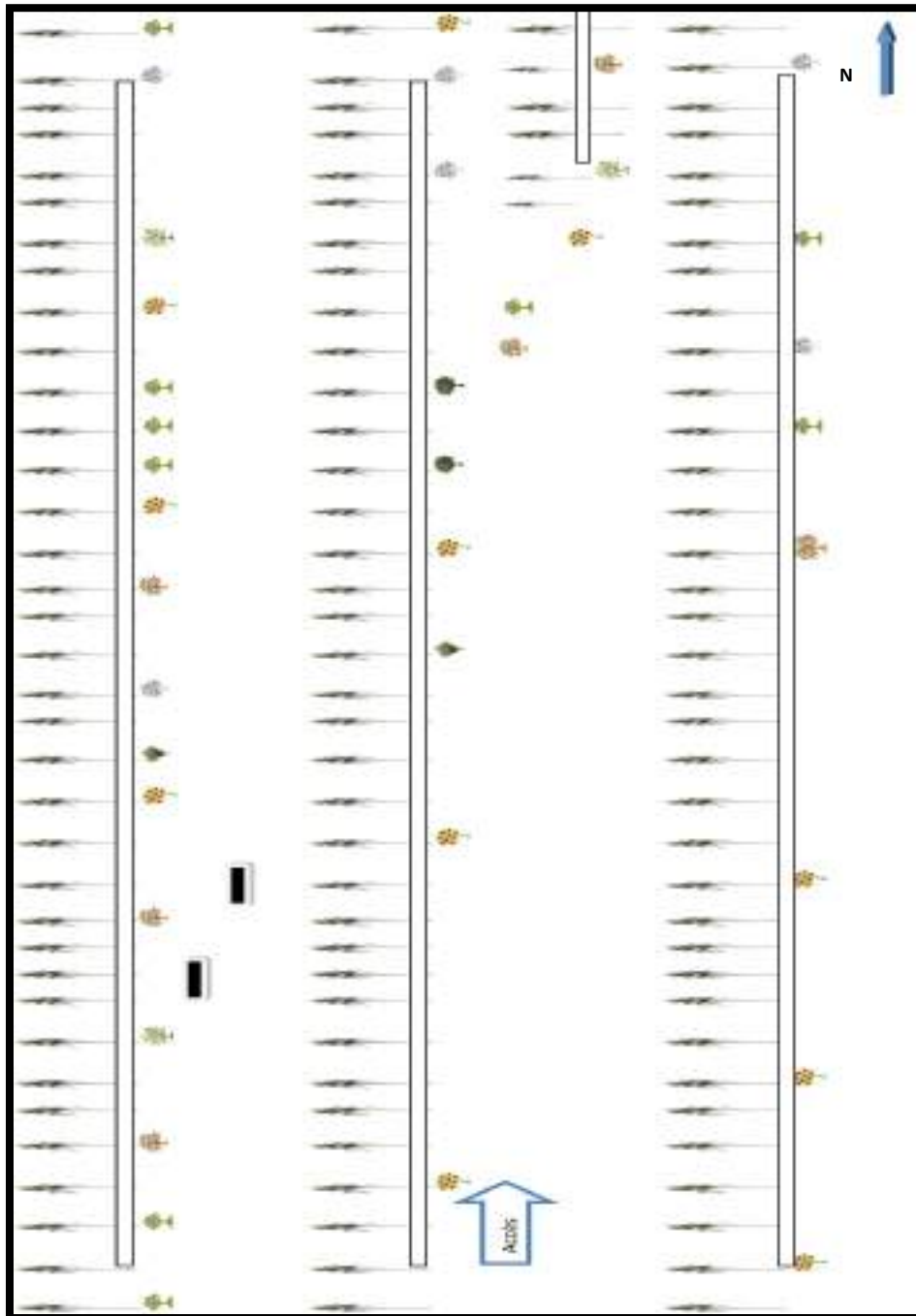


Figure 6 - Station Tibesbest 1

A: Schéma géographique de la station Tibesbest 1 (INRAA Sidi Mehdi, 2017)

B: Aperçu de la station Tibesbest 1

Plusieurs cultures sont présentes dans cette station caractérisée par une plantation organisée (Fig. 7). La culture de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) domine (116 pieds de différents cultivars ; *Ghars*, *Degla Baida*, *Tentbouchte*, *Tinicine* à dominance *Deglet Nour*). Plusieurs arbres fruitiers sont plantés entre les palmiers à savoir 11 *Punica granatum* (âgés de 3 à 4 ans) à deux variétés *Hamed* et *Hlew* soit amère et doux donnant une seule production par an; 9 *Prunus armeniaca* (abricotier), 3 *Ficus carica* (Figue), 6 *Olea europaea* (olivier), 6 *Prunus domestica* (pruniers) et 2 *Citrus* (Citron). En outre deux arbustes de *Lawsonia inermis* (henné) sont en place. D'autres cultures basses sont pratiquées à titre saisonnier sur de faibles superficies (destinées à une consommation familiale) et représentent la strate basse sous-jacente. Parmi ces cultures *Allium cepa* (oignon), *Vicia faba* (fève), *Coriandrum sativum* (coriandre), *Raphanus sativus* (radis), *Triticum durum* (blé), *Lactuca sativa* (laitue), *Capsicum annuum* (poivron) et *Solanum lycopersicum* (tomate). Plusieurs espèces spontanées accompagnent ces cultures dont *Cynodon dactylon*, *Melilotus indica*, *Phragmites communis*, *Tamarix* sp. et *Cynanchum acutum*. La clôture de la palmeraie est à base de palmes sèches. La palmeraie est bien entretenue, elle est délimitée par d'autres jardins phoenicicoles par les quatre directions. L'irrigation y est pratiquée par submersion via un réseau de rigoles à une fréquence hebdomadaire en hiver comme en été. Le fumier utilisé est d'origine animale provenant d'un élevage sur place.



<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Punica granatum</i>	<i>Citrus</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>Prunus domestica</i>	<i>Lawsonia inermis</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Olea europaea</i>
Brise vent		Cultures sous-jacents + fourrages			Bassin		

Figure 7 - Schéma parcellaire explicatif représentant la station Tibesbest 1

III.1.2 - Station Tibesbest 2

Sur une superficie de 1,5 ha cette station se localise aussi à Tibesbest, à environ une cinquantaine de mètre de la précédente, elle correspond à un jardin phoenicicole dont les coordonnées sont 33.104511° N ; 6.115327° E (Fig.8)

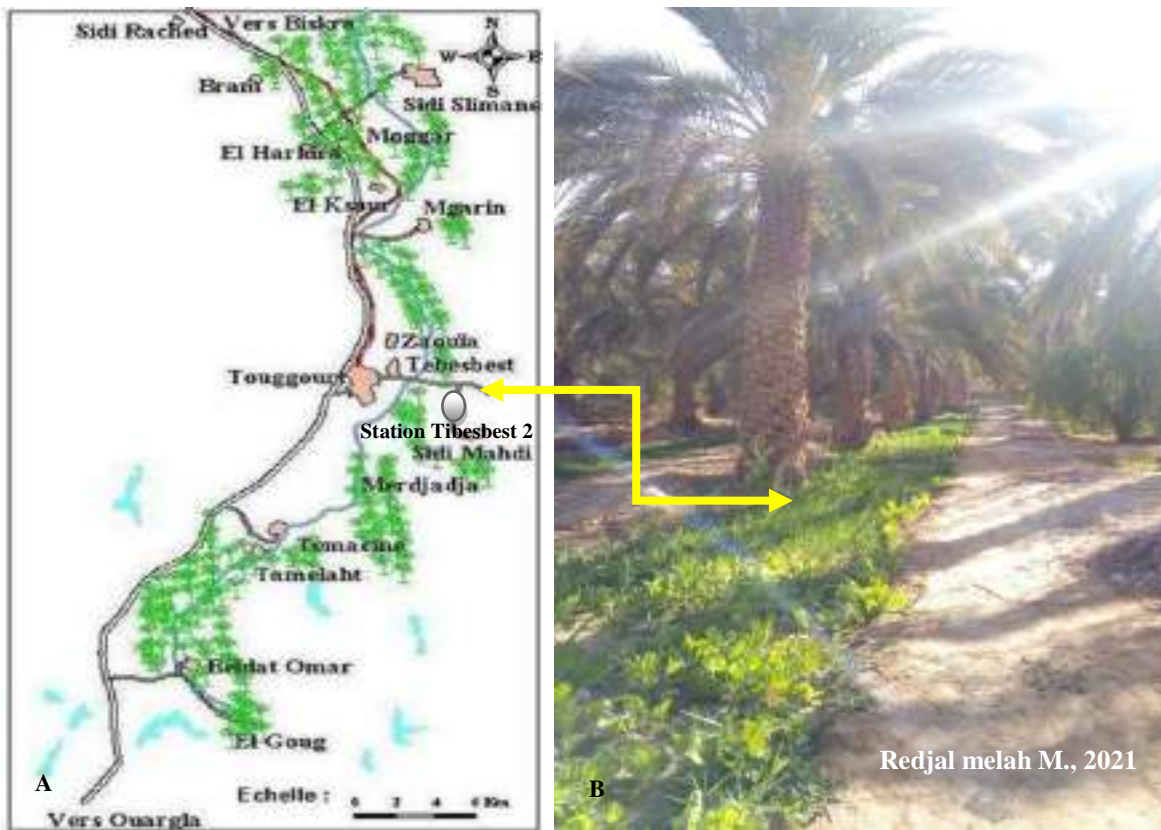
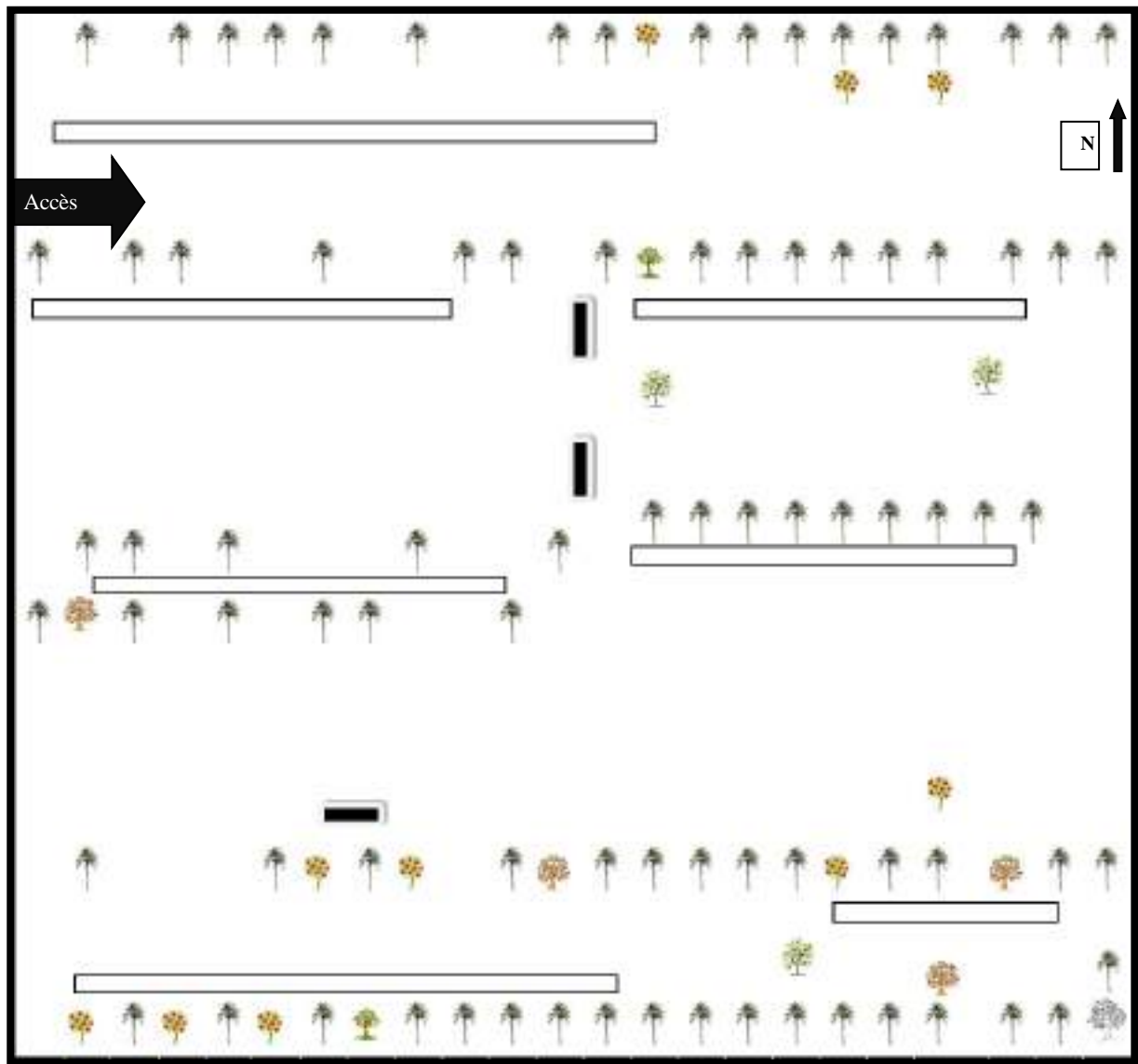


Figure 8 - Station Tibesbest 2

A: Schéma géographique de la station Tibesbest 2 (INRAA Sidi Mehdi, 2017)

B: Aperçu de la station Tibesbest 2

La station abrite diverses cultures; un total de 93 pieds de palmier dattier dont *Degla Beida*, *Ghars* alors que le cultivar le plus abondant est *Deglet Nour*. Elle est entourée de palmes sèches (Fig. 9). Elle abrite des cultures intercalaires fruitières soit 2 abricotiers, 3 Figuiers, 1 olivier, 4 pruniers, 10 grenadiers à trois variétés (5 *Hlew*, 3 *Hamed* et 2 *Mezii*), en plus des cultures vivrières comme oignon, radis, blé, et laitue. Quelques plantes spontanées sont recensées dans cette station notamment *Phragmites communis*, *Aster squamatus* et *Cynanchum* sp. L'irrigation se fait par submersion (une à deux fois par semaine) via un réseau de rigoles. La station est délimitée au sud par une route et les autres directions par des jardins phoenicicoles.












					
<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Punica granatum</i>	<i>Prunus armeniaca</i>	<i>Prunus domestica</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Olea europaea</i>
					
Brise vent		Cultures sous-jacents + fourrages		Bassin	

Figure 9- Schéma parcellaire représentant la station Tibesbest 2

III.2 – Présentation du papillon de grenadier

Le présent travail ayant pour objet l'étude du papillon de grenadier, on se doit de présenter sa systématique, son aire de répartition, les symptômes d'attaque et mesures de contrôle.

III.2.1- Description

Le papillon du grenadier *Virachola livia* (Klug, 1834) est un lépidoptère de la famille Lycaenidae dont les imagos sont souvent caractérisés par de très belles couleurs (Fig.10), le dessous des ailes, plus terne, étant piqué d'un grand nombre de points noirs. Les chenilles sont généralement phytophages, certaines sont myrmécophiles, d'autres franchement carnivores (Roth, 1980).

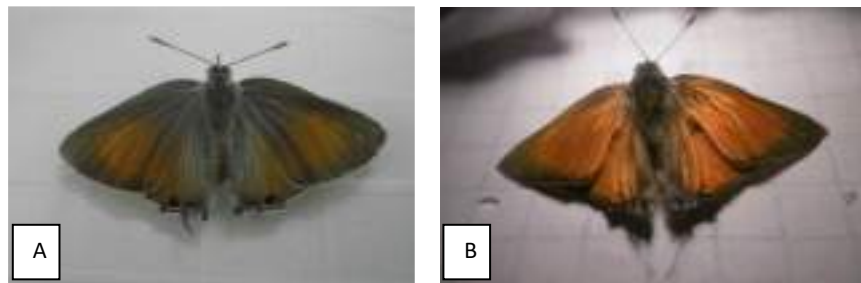


Figure 10- Adult of *Virachola livia* (Almi *et al.*, 2018)

(A : femelle ; B : mâle)

III.2.2 - Aire de répartition

Cet insecte est signalé au Moyen Orient, en Afrique du nord et sur la Péninsule Arabique (Katbeh-Bader *et al.*, 2003). Müller *et al.* (2005) précisent qu'il était présent en Afrique Sub-saharienne du Sénégal jusqu'au Kenya. En Afrique du nord, *D. livia* a été signalé en Algérie (Bouaicha, 2017 ; Almi *et al.*, 2018 ; Zeghti *et al.*, 2019 ; Beddiaf, 2020), Egypte (Hanna, 1939; Awadallah *et al.*, 1970; Abd-Ella, 2015) et en Lybie dans la région d'Al- Jabal Al-Khdar (Zaied Yahiya, 2014). Ce papillon est identifiée pour la première fois en Tunisie en 2006, près de Gabès et Sidi Bouzid, sous le nom de *Virachola livia* (Ksentini *et al.*, 2011). Dans les pays du Golfe, cette espèce est présente en Arabie saoudite (Elsayed et Bazaid, 2011; Sayed *et al.*, 2015), Oman (Abbas *et al.*, 2008; Kinawy *et al.*, 2008) et pour le Moyen Orient, elle est signalée en Jordanie (Katbeh-Bader *et al.*, 2003; Al-Quran, 2009). L'aire de répartition de cette espèce s'étend jusqu'en Europe, et plus précisément en Grèce (Müller *et al.*, 2005) et à Chypre (Kahramanoglu et Usanmaz, 2013).

En Algérie, les signes décrits apparaissent dans plusieurs régions (Laghouat, Ghardaïa, Ouargla, Illizi, Adrar, Tamanrasset, El Oued et Biskra) comme indique la figure 11 (Almi, 2020).



Figure 11 - Signalisation de la présence de *Virachola livia* au sud de l'Algérie jusqu'à 2020 (Almi, 2020)

III.2.3 – Systématique

Libert (2004) rapporte que la position systématique du genre *Virachola* est peu claire et doit être revue. En effet, les différents auteurs ne sont guère d'accord que sur un point, leur proximité avec le genre *Deudorix*, il a mentionné aussi que *Virachola* est un sous-genre de *Deudorix*. D'après Capinera (2008), sa systématique actuelle est la suivante :

Classe :Insecta

Ordre: Lepidoptera

Sub-famille: Theclinae

Famille :Lycaenidae

Genre: *Virachola*

Espèce: *Virachola livia* (Klug, 1834)

III.2.4 – Symptômes d'attaque et dommages

Virachola livia est responsable de dommages sévères (Photo 2) dans la production de grenadiers (Mkaouar *et al.*, 2016 ; Bouaicha, 2017 ; Almi *et al.*, 2018, Almi *et al.*, 2020).

Des larves de *V. livia* ont été observées en train de percer des fruits pour manger des graines (Mkaouar et Ben Jamaa, 2016). La larve néonate pénètre dans le fruit après son éclosion ce qui provoque la présence de trous remarquables de différents diamètres sur grenades. La larve y passe la majorité de sa phase larvaire mais elle en sort par moment.

Les excréments sont accumulés à l'intérieur du fruit et peuvent s'évacuer à l'extérieur accompagnés par un suintement (Almi, 2020).

Il semble que la blessure du fruit induit par la larve, facilite l'invasion de certains microorganismes tels que les champignons et les bactéries, ce qui provoque la pourriture et par conséquent, la chute du fruit ou du moins il devient inconsommable (Gharbi, 2010 ; Ksentini *et al.*, 2011 ; Aabd-Ella, 2015 et Almi, 2020).

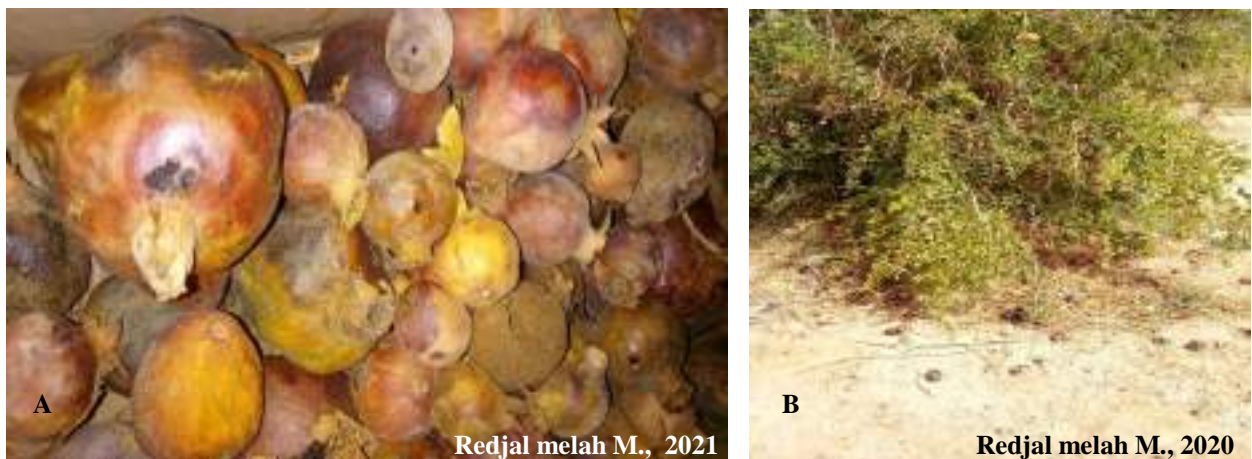


Photo 2 - Dégâts causés par *Virachola livia* sur *Punica granatum*

A: Trous provoqués par *V. livia*

B: Chute des fruits

III.2.5 - Lutte biologique

Les résultats de l'activité de lutte biologique contre le papillon de grenade *V. livia* menée à Al-Jabal Al-Akhdar (Oman) au cours de la saison 2010 ont montré l'efficacité du parasitisme de *Trichogramma evanescens* de 20 % en moyenne. Par contre, le parasitisme du parasitoïde *Telenomus sp.* est de 40 % en moyenne (Al-Zidjali *et al.*, 2011).

L'essai de lutte contre *Virachola livia* sur grenadier par *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, montre l'efficacité de cette bactérie (Almi, 2020).

III.3 - Taux d'infestation

L'évaluation du taux d'infestation, la présence de *V. livia* sur d'autres plantes hôtes que le grenadier, la connaissance de l'entomofaune des deux stations d'étude ainsi que le suivi des aspects bioécologiques de l'insecte sont développés.

Le taux d'infestation des grenadiers par *Virachola livia* est calculé pour les deux stations, il est évalué chaque trois jours à partir d'août 2020 jusqu'à septembre 2020 (maturation des fruits), après il est calculé une fois par semaine à partir de mars jusqu'à mai 2021 (apparition des nouvelles fleurs). L'évaluation de l'infestation se fait en fonction de l'orientation soit les points cardinaux (Fig. 12). Dans chaque station l'infestation est calculée comme suit: l'arbre est partagé virtuellement en 4 directions, (points cardinaux: Nord, Sud, Ouest et Est). Dans chaque orientation on recense la totalité de l'effectif soit des fleurs ou des fruits puis on suit l'infestation en fonction du temps (phénologie) en recherchant la présence d'indices comme des œufs, des larves ou des trous de pénétration par rapport au nombre total observés dans chaque orientation. Cette évaluation est réalisée sur l'ensemble des arbres et fruits des deux sites. Le pourcentage de dommages a été évalué par la fonction suivante (Silvie et Gozé, 1991) :

$$TI \% = \frac{\text{Nombre de fruits infestés}}{\text{Nombre total des fruits}} \times 100$$

TI : Taux d'infestation

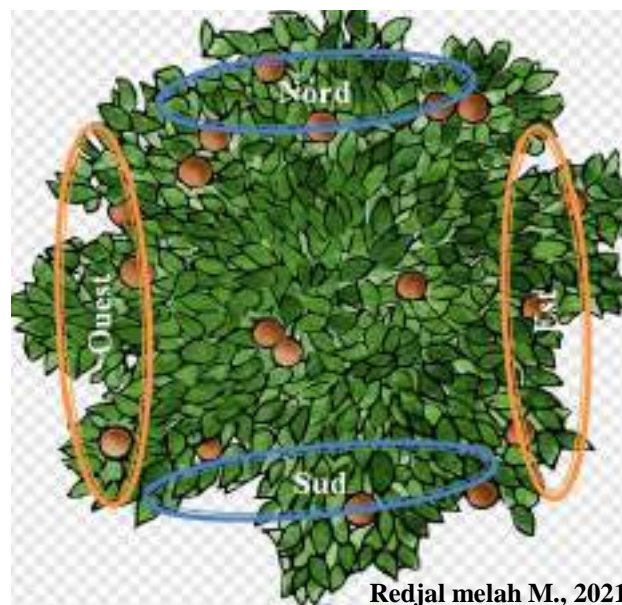


Figure 12 - Schéma explicatif de méthode d'estimation du taux d'infestation

III.4- Etude des paramètres bioécologiques

L'étude des paramètres biologiques a été réalisée dans les laboratoires de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla de février 2021 à juin 2021. La méthode utilisée par Ksantini *et al.*, (2008) ; Gharbi (2010) ; Ksentini *et al.*, (2011); Mkaouar *et al.*, (2016) ; Ali (2017) ; Almi (2020) est adoptée.

III.4.1 – Cycle de vie

Le diamètre des fruits collectés est mesuré à l'aide de pied à coulisse ou papier millimétrique, le nombre total des œufs est dénombré. La détermination de l'emplacement des œufs dans les différentes parties du fruit est également effectuée avant de les couper à l'aide d'outil tranchant pour le suivi des œufs jusqu'à leur éclosion et pour détecter la présence de larves.

Chaque larve est séparée avec une portion de la grenade, qui assure sa nourriture dans une boîte à part (Photo 3). Les boîtes sont couvertes par un tulle pour assurer l'aération et gardées dans des conditions ambiantes. Sur chaque boîte, la date de prélèvement et les indications nécessaires sont mentionnées.

Le suivi des larves collectées se fait quotidiennement à travers des observations prolongées et répétées sous loupe binoculaire (Photo 3) la nymphose puis émergence des adultes, la couleur de la larve est également mentionnée. Durant cette période, des mensurations des larves (longueur et largeur) sont faites. La date de chaque nouvelle mue est détectée, la présence d'exuvie et de capsule céphalique est un indice de démarrage d'un nouveau stade larvaire. La date d'entrée en phase chrysalide, sa couleur et la fin de ce stade sont également notées.

Les imagos (mâles et femelles) émergents sont mesurés (longueur et envergures alaire) ainsi que la description complète (couleur des ailes, abdomen, antennes et franges des ailes), longueur (antennes, queue, ...etc) en utilisant un papier millimétrique pour les mesures biométriques. Les dates d'émergence et de mort des adultes sont notées.

Les adultes émergents sont mis ensemble (Photo 3), ils sont nourris à base d'eau sucrée. Les œufs pondus mis sous des conditions ambiantes, sont observés chaque jour pour l'étude et le suivi des paramètres de développement et de reproduction (nombre d'œufs, taux d'éclosion, période d'incubation, nombre de stades larvaires).

Le rapport des sexes est calculé à travers la formule utilisé par Aron *et al.* (2009) :

$$\text{Sex ratio} = \frac{\text{nombre de mâles émergents}}{\text{nombre de femelles émergents}}$$

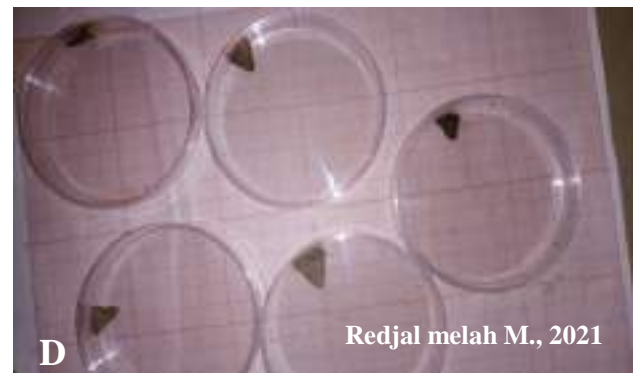


Photo 3 - Suivi de paramètres biologiques

- A** : Détection + l'observation des larves
- B** : séparation des larves
- C** : Mis en couple des adultes
- D** : Observation des adultes

III.4.2 - Répartition spatiale des pontes et des trous des larves

Les fruits infectés tombés sont récoltés. Chaque diamètre du fruit est mesuré et subdivisé dans le sens de la longueur (de haut en bas) en 7 parties (Fig. 13). Ceci permettra de faire ressortir la zone de préférence où la femelle choisie pour pondre ses œufs et la zone où les larves provoquent le plus de trous sur la grenade.

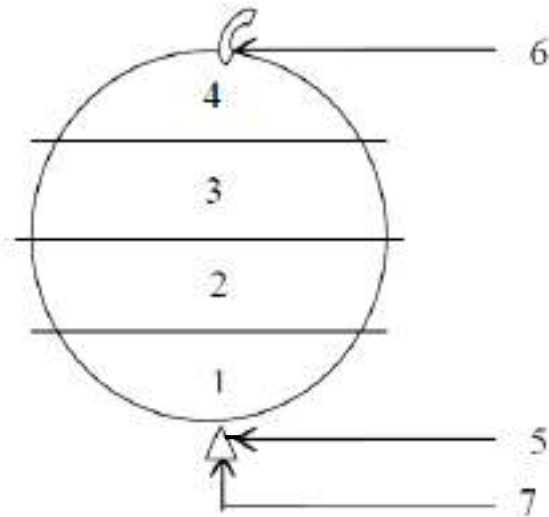


Figure 13 - Schéma indiquant les différentes parties de pommier (Almi, 2020)

III.4.3 – Plantes hôtes

Parallèlement au suivi de *V. livia* sur grenadier, un recensement des autres plantes hôtes de ce ravageur est effectué à travers des observations.

III.4.4 - Faune associée

L'objectif de cet échantillonnage est la recherche d'éventuelles prédateurs, parasites ou parasitoïdes de *V. livia*. A cet effet, plusieurs techniques sont utilisées.

III.4.4.A -Pièges adhésifs: Ces pièges sont installés au niveau des grenadiers les plus infestés à une hauteur de 1,50 - 1,70 m à proximité des fruits (photo 4). Nous avons utilisé du papier jaune collant (6 pièges dans chaque station, pendant un mois soit d'août jusqu'à à septembre 2020) et un rouleau de papier jaune collant (deux pièges dans la première station de mars jusqu'à à avril 2021).

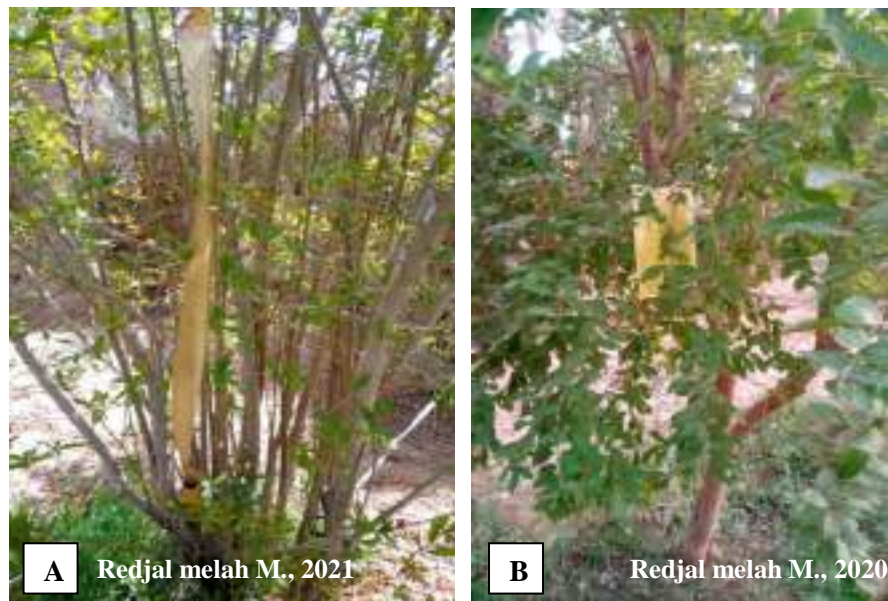


Photo 4 - Piège adhésif en place

A : Rouleau de papier jaune collant
B : Papier jaune collant

III.4.4.B- Piège delta: Le piège est d'une forme pyramidale en carton vert, avec un papier blanc rayé collants à l'intérieur. Un piège par station est placé sur les grenadiers les plus infestés au milieu et à hauteur de l'arbre (Photo 5) pendant un mois et demi du mars jusqu'à mi-avril (selon la durée de séchage du patch).



Photo 5 - Piège delta en place

III.4.4.C- Ensachage des fruits : Cette technique est inspirée de celle utilisée par Dhouibi (1989) sur pyrale des dattes attaquant les grenadiers. Elle a pour objectif la recherche de parasitoïdes sur œufs ou sur larves (photo 6). Le choix de rameaux est basé sur l'infestation, soit le rameau qui porte les fruits les plus infestés et qui renferme différents stades de développement du papillon. Le changement de l'ensachage est effectué après émergence des adultes.



Photo 6 - Ensachage des fruites


III.4.4.D- Ensachage des fruits tombés : Cette technique consiste à ramasser les fruits tombés, les regrouper dans des grandes boîtes couvertes par un tulle en matière plastique (Photo 7) à mailles fines afin de rechercher la présence de nymphes ainsi que d'éventuels parasitoïdes de *V. livia*. L'observation se fait chaque deux à trois jours.



Photo 7 - Ensachage des fruits tombés

III.5 - Analyse statistique

L'outil statistique permettra d'exploitation des résultats. A cet effet, l'analyse de la variance, le test de corrélation est les principales analyses utilisées dans cette étude pour mettre en valeurs les résultats obtenus par rapport aux directions et périodes d'infestation. Les analyses statistiques sont faites à l'aide de logiciel Excel version 2007.



**Chapitre
IV
Résultats et
discussion**

Chapitre IV -Résultats et discussion

Les résultats obtenus sur l'étude du papillon de grenadier *V. livia*, sont présentés dans deux parties, la première concerne l'infestation, et la seconde est consacrée à quelques aspects de la biologie de ce papillon.

IV.1 - Période d'apparition de *Virachola livia* et symptômes d'attaque sur grenadier

Avec la fin de l'hiver et le début du printemps, les bourgeons commencent à apparaître sur les grenadiers, suivis de la formation de feuilles à partir de février 2021. Le changement perceptible de température se poursuit, et la phase de floraison s'amorce dès mars, accompagnée de l'apparition des premières infestations de *Virachola livia*.

Sur le site Tibesbest 1, les œufs de *V. livia* apparaissent à partir de la deuxième semaine de mars sur les boutons floraux (photo 8). Cependant, une différence de deux semaines est observée entre ce site et le second (Tibesbest 2) en termes d'observation des premières infestations.

Nos résultats différents de ceux affirmés par Mokhtar et Al Nabhani (2016) qui signalent que les femelles commencent à pondre des œufs sur grenades au début de la nouaison. Mais similaires à ceux de Almi (2020) qui indiquent que la période de mars coïncide avec l'apparition des premiers œufs du papillon de grenadier en phase de début d'inflorescence. Des données météorologiques à l'échelle locale peuvent être un élément d'explication.

Les symptômes d'infestation de grenade peuvent être facilement distingués à l'œil nu. En effet, après l'éclosion des œufs, la larve néonate pénètre dans la grenade (afin de se nourrir de son contenu) pour compléter ses stades de développement à l'intérieur (photo 8), mais parfois elle sort pour un temps très court puis repénètre à nouveau en explorant une autre zone du fruit via une perforation nouvelle, ce qui explique la présence de trous de diamètres différents sur la grenade. Parallèlement, les déchets larvaires s'accumulent à l'intérieur et à l'extérieur du fruit (Ils se déposent autour des trous), ce qui incite la survenue d'autres ravageurs et conduit à la prolifération de champignons et de bactéries, et par conséquent les fruits pourrissent et tombent, induisant ainsi des pertes de la récolte.

Ces symptômes sont similaires à ceux décrits par Gharbi (2010), Ksentini *et al.* (2011), Abd-Ella (2015), et Almi (2020).

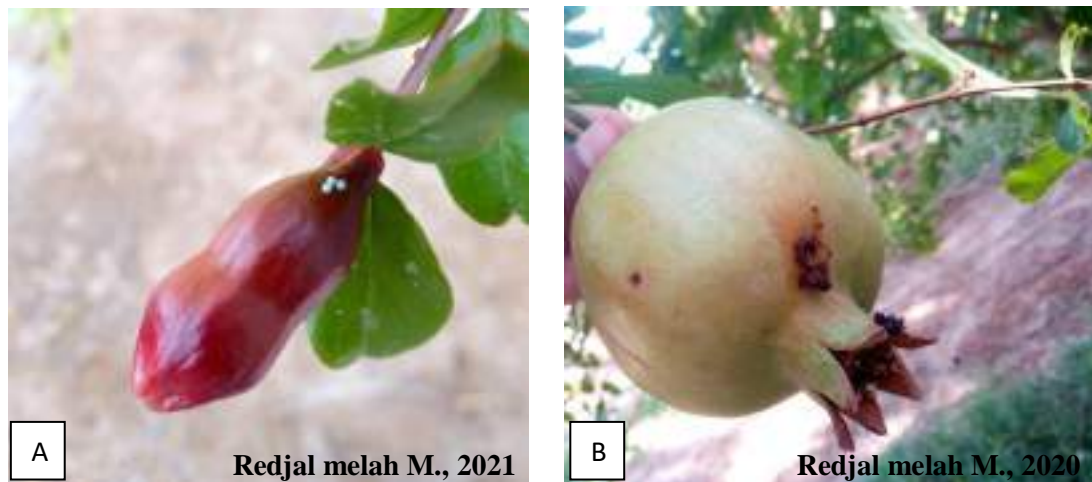


Photo 8 – Infestation et symptômes d’attaque de *V. livia* sur grenadier.

A: œufs sur bouton floral ; B: Trous de pénétration des larves

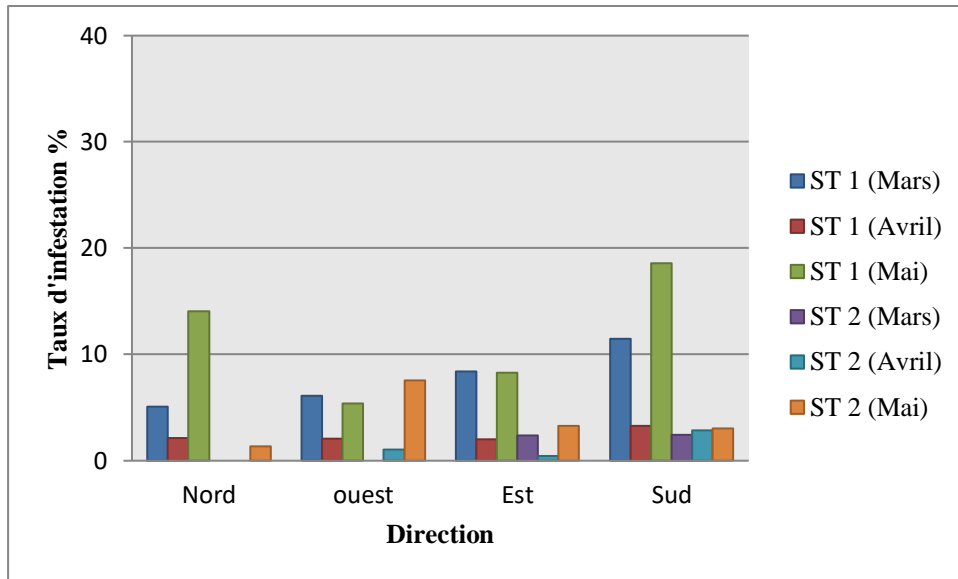
IV.2 - Taux d’infestation

Les résultats présentés dans les figures 14 et 15, sont basés sur l’étude qui a été menée l’année passé (phase de maturation des fruits) et cette année (de l’apparition des boutons floraux jusqu’à la formation des fruits). Ces figures montrent que l’évolution de l’infestation pour les deux périodes (mars-mai ; aoute-septembre) présente presque la même allure dans les deux stations.

L’attaque commence avec l’apparition des inflorescences, où lors de la période entre la formation des fleurs et le début de la formation des fruits, les taux d’infestations sont presque similaires dans les quatre directions pour les deux stations.

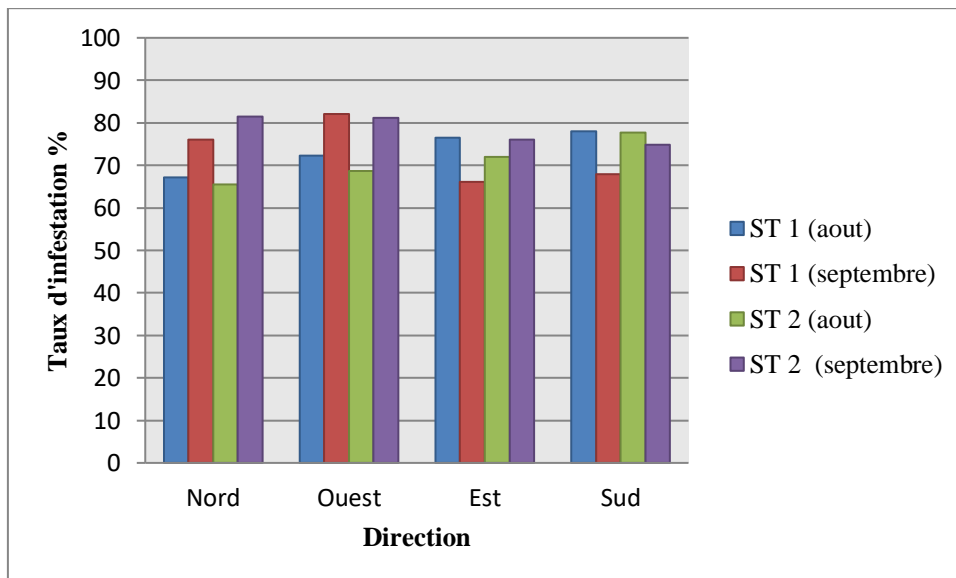
Les pourcentages 5,07 % ; 6,08 % ; 8,39 % et 11,46 % en plus de 0 % ; 0 % ; 2,4 % et 2,46 % concernent l’infestation préliminaire (en mars) obtenue dans chaque direction du nord, ouest, est et sud, pour la première et la deuxième station respectivement (Fig. 14). Avec le développement des boutons floraux, le taux s’élève progressivement pour atteindre 18,6 % (sud) à Tibesbest 1 et 7,75 % (ouest) à Tibesbest 2 au cours du mois de mai.

Dans les dernières étapes du développement des grenades et de sa maturité (d’août à septembre), l’infestation s’accélère dans les deux stations, les taux d’infestations fluctuent entre 66,13% et 82,12% à Tibesbest 1 et entre 65,53% et 81,42% à Tibesbest 2. Ainsi, le mois de septembre est le plus infesté (Fig. 15).



ST1 : Tibesbest 1 ; ST 2 : Tibesbest 2

Figure 14 - Evolution temporelle de l'infestation par *V. livia* à Tibesbest 1 et à Tibesbest 2 de mars à mai 2021



ST1 : Tibesbest 1 ; ST 2 : Tibesbest 2

Figure 15 - Evolution temporelle de l'infestation par *V. livia* à Tibesbest 1 et à Tibesbest 2 durant août et septembre 2020

Que ce soit pour les stations 1 ou 2, le taux d'infestation du grenadier par *V. livia* est variable.

Ceci peut se traduire par une réponse aux variations météorologiques (notamment la température) stationnaires et des microclimats qui se forment à l'échelle des pieds de grenadiers.

Almi (2020), indique que l'attaque de *V. livia* débute lors de la deuxième décennie de mars, et le taux d'attaque augmente rapidement avec le temps et le stade de développement des grenades. Les présents résultats confirment ainsi ces constatations.

Ce même auteur indique aussi que le taux d'infestation est lié à 69,7 % aux facteurs température et humidité alors que 30,3 % de l'infestation est lié à d'autres facteurs parmi lesquels le stade de maturation du fruit, l'état d'entretien de la palmeraie, la variété qui ont probablement un impact.

L'analyse de la variance (ANOVA) pour la période d'août à septembre 2020, montre que la différence est significative entre les taux d'infestations et les quatre directions (Tab. 3), ceci est valable pour l'ensemble des stations ($p= 1,6644E-10 < 0,05$). La même constatation est faite en comparant le taux d'infestation entre les stations (Tab. 4) où il s'avère que la différence est significative ($p= 0,00 < 0,05$).

Tableau 3 - Analyse de la variance entre les taux d'infestations et les quatre points cardinaux (d'août à septembre 2020)

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	49299,776	6	8216,62925	12,9095892	1,6644E-10	2,19990519
A l'intérieur des groupes	57919,214	91	636,474882			
Total	107218,99	97				

Tableau 4 - Analyse de la variance entre les taux d'infestations des stations (d'août à septembre 2020)

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	36159,8469	13	2781,52669	3,28808134	0,00046033	1,83848641
A l'intérieur des groupes	71059,1429	84	845,942177			
Total	107218,99	97				

L'analyse de la variance (ANOVA) pour la période de mars, avril et mai 2021, montre qu'il y a une différence significative entre les taux d'infestations et les quatre directions (Tab. 5), ceci est valable pour l'ensemble des stations ($p = 2,569E-10 < 0,05$). La même constatation est faite en comparant le taux d'infestation entre les stations (Tab. 6), il s'avère que la différence est significative entre les taux d'infestations des deux stations ($p = 1,4341E-05 < 0,05$).

Tableau 5 - Analyse de la variance entre les taux d'infestations et les quatre points cardinaux (mars, avril et mai 2021)

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	619698,5	7	88528,3571	10,0725929	2,569E-10	2,07031066
A l'intérieur des groupes	1335933,1	152	8789,03355			
Total	1955631,6	159				

Tableau 6 - Analyse de la variance entre les taux d'infestations des stations (mars, avril et mai 2021)

<i>Source des variations</i>	<i>Somme des carrés</i>	<i>Degré de liberté</i>	<i>Moyenne des carrés</i>	<i>F</i>	<i>Probabilité</i>	<i>Valeur critique pour F</i>
Entre Groupes	618913,1	19	32574,3737	3,41164749	1,4341E-05	1,66132751
A l'intérieur des groupes	1336718,5	140	9547,98929			
Total	1955631,6	159				

Pour les tableaux 7 et 8, les pourcentages de taux d'attaque (%) ont été extraits sur la base du total des fruits infestés.

Tableau 7– Variation de nombre d'œufs et pénétrations des larves de *V. livia* dans les deux stations en fonction d'orientations (d'août à septembre 2020)

Station 1								
Paramètres	NORD		OUES T		EST		SUD	
	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P
Minimum	1	35	0	50	0	35	0	24
Maximum	5	79	3	67	4	48	14	42
Somme	18	297	8	354	12	237	22	209
Moyenne	3,00	49,50	1,33	59,00	2,00	39,50	3,67	34,83
déviati on standard (SD)	1,67	15,19	1,21	6,07	1,41	4,51	5,35	6,46
coefficient de variati on (CV%)	55,78	30,68	90,83	10,28	70,71	11,41	68,48	18,55
Nombre total des fruits attaqué	315,00	315,00	362,00	362,00	249,00	249,00	231,00	231,00
Taux d'attaqué (%)	5,71	94,29	2,21	97,79	4,82	95,18	9,52	90,48

Station 2								
Paramètres	NORD		OUEST		EST		SUD	
	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P
Minimum	1	99	1	71	0	76	1	82
Maximum	9	135	5	103	11	94	12	136
Somme	29	685	21	541	29	502	22	670
Moyenne	4,83	114,17	3,50	90,17	4,83	83,67	3,67	111,67
déviati on standard (SD)	2,86	14,63	1,38	11,92	4,71	7,61	4,23	19,34
coefficient de variati on (CV%)	59,13	12,82	39,38	13,22	97,41	9,09	86,75	17,32
Nombre total des fruits attaqué	714,00	714,00	562,00	562,00	531,00	531,00	692,00	692,00
Taux d'attaqué (%)	4,06	95,94	3,74	96,26	5,46	94,54	3,18	96,82

Nbr w : nombre des œufs ; Nbr P: nombre des trous de pénétration ; station 1 : Tibesbest1 ; station 2 : Tibesbest2

Les résultats de cette période indiquent que les taux d'attaqué sont très proches les uns des autres, que ce soit entre une station et une autre, ou entre les points cardinaux.

Le nombre d'œufs varie de chaque côté du nord, de l'est, de l'ouest et du sud entre 0 et 14 œuf/direction (moy = 1,33 ± 4,83), avec des taux d'attaques différents entre chaque orientation, variant de 2,21% jusqu'à 9,52% des fruits contenant des œufs (Tab. 7). Alors que le nombre des trous de pénétration varie d'une direction à l'autre entre 24 et 136 trous/direction (moy = 34,83 ± 114,17), avec des taux d'attaqué différents entre chaque orientation, variant de 90,48 % jusqu'à 97,79 % des fruits contenant des trous de pénétration.

De plus, le coefficient de variati on dans chaque direction est relativement élevé par rapport au nombre d'œufs par direction (CV = 39,38 % ± 97,41 %) au niveau de la station 1 et 2 (Tab. 7), comparativement au nombre de trous de pénétration (CV = 9,09 % ± 30,38 %).

Tableau 8 – Variation de nombre d’œufs et les pénétrations des larves de *V. livia* en fonction des directions (mars, avril et mai 2021)

Station 1								
Paramètres	NORD		OUEST		EST		SUD	
	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	17	12	4	12	10	6	16	13
Somme	33	37	16	20	26	27	35	50
Moyenne	3,3	3,7	1,6	2	2,6	2,7	3,5	5
déviati on standard (SD)	5,50	4,14	1,78	3,68	3,69	2,45	5,42	4,92
coefficient de variati on (CV%)	60,02	89,42	90,07	54,32	70,50	90,81	64,56	98,43
Nombre total des fleurs/fruits attaqué	70	70	36	36	53	53	85	85
Taux d’atta que (%)	47,14	52,86	44,44	55,56	49,06	50,94	41,18	58,82
Station 2								
Paramètres	NORD		OUEST		EST		SUD	
	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P	Nbr w	Nbr P
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	1	0	4	2	2	3	4	6
Somme	1	0	8	3	4	4	14	11
Moyenne	0,1	0	0,8	0,3	0,4	0,4	1,4	1,1
déviati on standard (SD)	0,32	0	1,40	0,67	0,70	0,97	1,43	1,91
coefficient de variati on (CV%)	31,62	0	57,21	44,45	57,21	41,40	97,91	57,53
Nombre total des fleurs/fruits attaqué	1	1	11	11	8	8	25	25
Taux d’atta que (%)	100	0	72,73	27,27	50	50	56	44

Nbr w : nombre des œufs ; Nbr P: nombre des trous de pénétration ; station 1 : Tibesbest1 ; station 2 : Tibesbest2

Comme le montre le tableau 8, les résultats précédents diffèrent selon la floraison ou la fructification (mars, avril et mai 2021). Lorsque nous comparons une direction avec l'autre, nous constatons que les taux d’atta que enregistrés convergent et divergent les uns avec les autres.

Le nombre d'œufs varie entre 0 et 17 œuf/direction (moy = 0,1 ±3,5%), avec des taux d’atta que différents entre chaque orientation, variant de 41,18% jusqu'à 100% des fruits contenant des œufs (Tab. 8). D'autre part le nombre de trous de pénétration varie d’une direction à l’autre entre 0 et 13 trous/ direction (moy = 0 ± 3,7), avec des taux d’atta que différents pouvant atteindre jusqu'à 58,52 % des fruits contenant des trous de pénétration.

De plus, le coefficient de variation $CV = 31,62 \% \pm 97,91 \%$ par rapport au nombre d'œufs par direction au niveau de la station 1 et 2 (Tab. 8), et $CV = 0 \% \pm 98,43 \%$ par rapport le nombre des trous de pénétration.

La comparaison entre ces deux paramètres pour la période d'août à septembre 2020, montre que le nombre de trous de pénétration est beaucoup plus élevé que le nombre d'œuf déposés par les femelles sur les grenades dans les deux stations (Fig. 16).

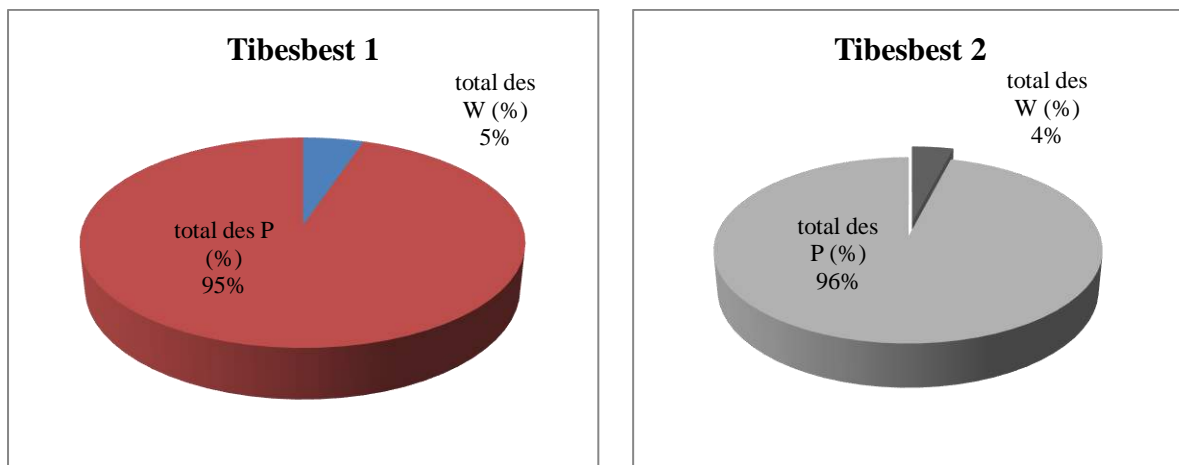


Figure 16 – Variation du nombre des œufs (w) de *V. livia* et le nombre de trous de pénétration (P) sur les fruits du grenadier (d'août à septembre 2020)

Ces résultats sont cohérents avec ceux de Beddiaf (2020) qui affirme qu'à l'égard des points cardinaux, les pénétrations sont toujours plus élevées que les œufs. C'est ce qui laisse dire que la larve de *V. livia* pénètre dans le fruit plusieurs fois laissant observer plusieurs trous de pénétration et qui peuvent avoir des dimensions variables.

Mais pour la phase de floraison jusqu'à ce que les fruits (mars, avril et mai 2021), le pourcentage des trous de pénétration est presque similaire au taux des œufs déposés par les femelles dans les deux stations (Fig. 17), ça coïncide avec le début de l'infestation.

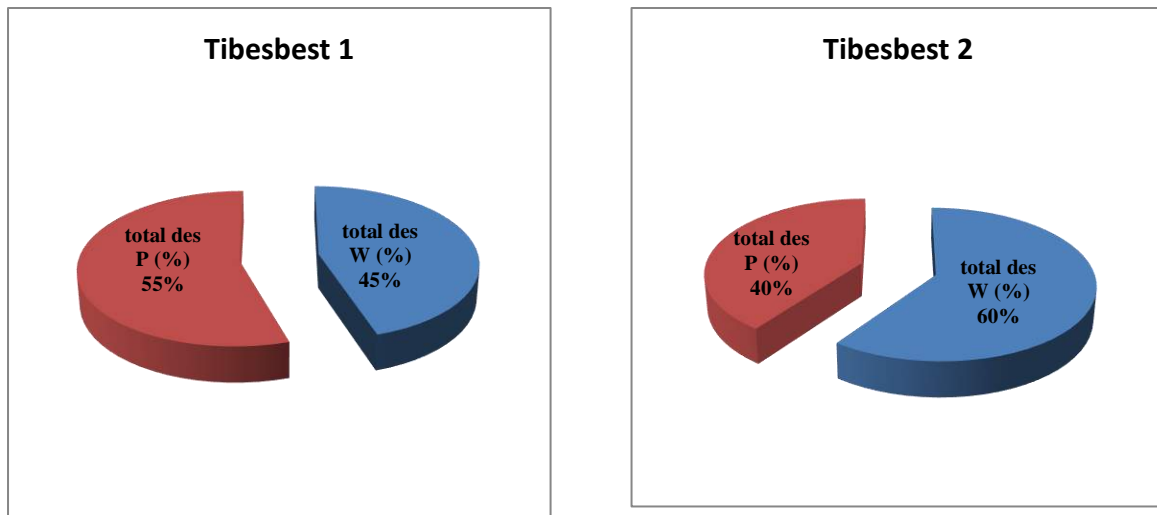


Figure 17 – Variation du nombre des œufs (W) de *V. livia* et les nombre de trous de pénétration (P) sur les fruits du grenadier (mars, avril et mai 2021)

Dans les tableaux 9 et 10 sont mentionnées les comparaisons entre les nombres d’œuf et les trous de pénétration de papillon de grenadier, sous forme d’une matrice de corrélation.

Tableau 9 – Test de corrélation entre le nombre d’œuf et le nombre de trous de pénétration de *V. livia* sur grenadier dans les deux stations d’étude (d’août à septembre 2020)

	NWS1	NPS1	NWS2	NPS2
NWS1	1			
NPS1	-0,40310756	1		
NWS2	0,19762589	0,353065449	1	
NPS2	-0,50505699	-0,069901551	-0,904822	1

NW : nombre des œufs ; NP : nombre des trous de pénétration ; s1 : station 1 ; s2 : station 2.

Le nombre d’œufs comptés sur les grenades de la station 1 présente une corrélation négative ($r = -0,40$) avec le nombre de pénétrations des larves à l’intérieur des fruits (Tab. 9). Il en est de même pour la station 2 ($r = -0,90$).

Tableau 10 – Test de corrélation entre le nombre d’œuf et le nombre de trous de pénétration de *V. livia* sur grenadier dans les deux stations d’étude (mars, avril et mai 2021)

	NWS1	NPS1	NWS2	NPS2
NWS1	1			
NPS1	-0,11639694	1		
NWS2	0,52705004	0,450466	1	
NPS2	-0,27184856	0,830273543	0,006688851	1

NW : nombre des œufs ; NP : nombre des trous de pénétration ; S1 : Station 1 ; S2 : Station 2.

Le nombre d’œufs comptés sur les grenades de la station 1 présente une corrélation négative ($r = -0,11$) avec le nombre de pénétrations des larves à l’intérieur des fruits (Tab. 10). Pour la station 2 il est n'est noté aucune corrélation ($r = 0,00$).

Les résultats montrent que les taux d'infection pour la première et la deuxième station sont proches. Cependant, dans chaque station l’infestation varie d’un arbre à l’autre, l’augmentation ou la diminution de l’infestation peut être liée au nombre de grenades sur chaque arbre. Dans ce contexte, Almi (2020) note que cette faible production peut être expliquée par le fait que les grenadiers sont plus âgés. Le nombre réduit des fruits incite probablement la femelle de *V. livia* à exploiter un maximum de grenades pour pondre ses œufs. Le nombre de fruits limité incite ou oblige la femelle à pondre tous ses œufs sur les grenades disponibles pour assurer la continuité de la population.

Plusieurs auteurs considèrent *V. livia* comme étant le plus important ravageur de grenadier dans plusieurs pays, mais il existe peu d’études concernant la surveillance de l’infestation par ce ravageur pendant le développement de la grenade. En Algérie, Almi (2020) note que le taux d’infestation atteignait, 29,75% en 2017 à Said Otba, 7,19% en 2019 à Aïn Choucha et 88,9 % en 2019 à Aïn Choucha. Beddiaf (2020) trouve que le taux des fruits attaqués par *V. livia* correspond à 69,3% concernant les œufs et 78,7 % pour les trous de pénétrations à Djanet. En Tunisie, le taux d’infestation des grenades par *V. livia* peut atteindre le 52 % à Gabes (Ksentini *et al.*, 2011). En Jordanie, Obeidat et Akkawi (2000) évaluent l’infestation des grenades entre 13,1 et 48% selon les variétés. Abd-Ella (2015) trouve que l’infestation par ce ravageur varie entre 1,33% et 52,33% durant les deux années 2012 et 2013 en Egypte.

A l’égard des points cardinaux, le nombre d’œufs déposé par les femelles de *V. livia* est surtout important dans les fruits situés au Sud (35 œufs ; moy = 3,5) de l’arbre de grenadier.

De même pour les pénétrations des larves, elles sont plutôt élevées au Sud (670 œufs ; moy = 111,67). Beddiaf (2020) mentionne que les pénétrations des larves sont plutôt élevées au nord et au centre, et Mokhtar et Al Nabhani (2016) notent que le nombre d'œuf le plus élevé est enregistré au nord (31,6 %).

Nos résultats relatifs au taux d'infestation, concordent avec certains de ces résultats évoqués malgré les différences signalés par ces auteurs. Almi (2020) suppose que le taux d'attaque des grenades par *V. livia* est soumis à l'influence de plusieurs facteurs tel que : conditions climatiques, cultures avoisinants le grenadier, variétés et stade phénologique du grenadier, pratiques culturales, état d'entretien, présence d'auxiliaires et prédateurs ...etc.

Ksentini *et al.*, (2011) ; Al abdella (2015), et Braham (2015) ont mis en évidence que *V. livia* a montré différents niveaux de préférence par rapport aux variétés de grenade. Cette sélection pourrait être due à l'épaisseur de la chaire du fruit, au pH des graines et des fruits, ou à leur teneur en sucre.

IV.3 - Etude des paramètres bioécologiques

Le cycle de vie de *V. livia*, la distribution spatiale des œufs et des trous, leur polyphagie, ainsi que la faune associée, sont mentionnés dans cette partie.

IV.3.1 – Cycle de vie

L'étude du cycle de vie de *D. livia* sur grenadier passe par la connaissance de sa biométrie et sa description morphologique. Ce papillon passe par quatre phases de développement œuf, chenille, chrysalide et adulte.

IV.3.1.1 – Œuf

Individuellement dans la plupart du temps, une femelle de *V. livia* commence à pondre ses œufs principalement sur les fleurs de grenadier, les boutons floraux et sur différentes zones du fruit; les œufs peuvent également être placé sur les rameaux et les feuilles ou proches des grenades (Photo 9). De même, Wisam et Mazen (2002) et Almi (2020), constate cette même remarque. Hanna (1939), Beladis *et al.*,(2018) et Almi *et al.*, (2018) mentionnent que les œufs sont pondus individuellement sur le même fruit. Mkaouar et Ben Djamâa (2016) signalent le même comportement de ponte de ce papillon sur *Acacia farnesiana*. Il est à noter que seule une minorité d'œufs est déposée hors fleurs ou boutons floraux; l'œuf est souvent et généralement pondu sur ou à proximité de ces organes.

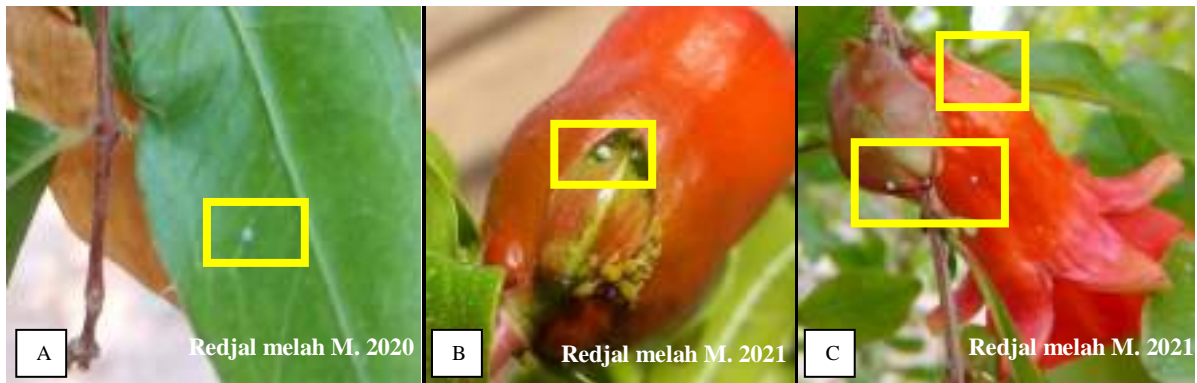


Photo 9 - Différents emplacements de ponte sur grenadier (Modifiée)

A : œuf sur feuille ; B : œuf près d'un bouton floral ; C : Œufs sur différentes parties de la fleur

L'œuf est de forme sphérique, Mkaouar et Ben Djamâa (2016), Almi *et al.*, (2018) décrivent cette même forme. L'œuf est petit, variait de 0,8 mm à 1 mm, Almi (2020) mentionne les mêmes dimensions. Mkaouar *et al.*, (2016) notent que le diamètre moyen des œufs correspond à $0,52 \pm 0,001$ mm.

La durée d'incubation oscille entre 5 et 10 jours, ceci rejoint les propos de Almi *et al.*, (2018) qui trouvent une durée de 5 et 9 jours. Gharbi (2010) enregistre une durée de $5,23 \pm 0,32$ jours sur la grenade dans des conditions contrôlées ($T = 27 \pm 1^\circ\text{C}$; $\text{HR} = 70 \pm 10\%$; $16\text{L} : 8\text{D}$). Aussi, l'incubation dure 6 à 25 jours à 25°C alors qu'elle exige 4 jours à 30°C selon Awadallah *et al.*, (1970).

D'après nos observations, le nombre d'œufs pondus par femelle non fécondée (originaire d'élevage), peut atteindre jusqu'à 16 œufs. *In situ*, les œufs pendus sur fleur peuvent atteindre 7 œufs stériles (verts). Cette constatation confirme celle signalée par Gharbi (2010), où les femelles non fécondées peuvent déposer jusqu'à $13,1 \pm 3,18$ œufs sur une grenade.

De même Beddiaf (2020), trouve que les femelles non fécondées peuvent pondre jusqu'à 95 œufs. Nos constatations démontrent que si l'œuf est fécondé, il prendra une couleur blanche, s'il est stérile, il vire vers une couleur gris verdâtre (photo 10). Ceci appuie les résultats de Beddiaf (2020), qui mentionne que les œufs stériles se caractérisent par une couleur verdâtre (photo 10), alors que les œufs fertiles ont une couleur blanchâtre.

De plus, une femelle non fécondée, ne pond pas d'œufs en période hivernale; Hanna (1939) interprète cela par le fait qu'une femelle contiendra habituellement des œufs mûres le jour de son émergence, mais pendant l'hiver, cependant, les ovaires sont très courts et avortés avec presque aucun œuf mûre, par conséquent, elle ne peut pas pondre d'œufs.

En outre, la période de ponte devra coïncider avec la reprise végétative de la plante hôte pour augmenter les probabilités de survie.

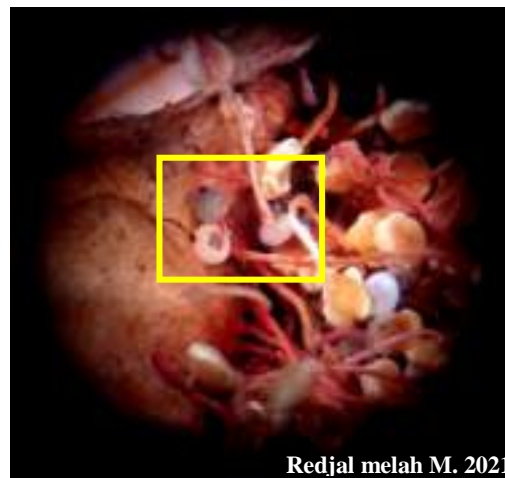


Photo 10 – Œufs fertile, œuf stérile de *V. livia* (Gx10, modifiée)

(Fertile : blanche et stérile : gris verdâtre)

On a note que les grenadiers les plus infestés par les œufs de *V. livia* son les arbres les plus âgés qui donnent une meilleure production par rapport aux autres. Ces grenadier sont de la variété "Hamed" pour Tibesbest 1 et "Hlew" pour Tibesbest 2. Cela peut être dû également à la faible productivité des autres variétés pratiquées. Donc la femelle pond un nombre élevé d'œufs sur les grenades disponibles pour assurer la continuité de la progéniture. C'est ce que Almi (2020) met en évidence lorsqu'il explique l'augmentation de l'infestation d'une station à l'autre par le nombre limité de fruits disponibles. D'autre part cette sélection peut également être due au pH des de grenade ou à leur teneur en sucres (Ksentini *et al.*, 2011), et probablement aussi en relation avec l'épaisseur de la peau de la grenade, car plus vite la larve du premier stade creuse la peau et atteint les , plus sa survie est assurée (Hanna, 1939). De même, Al abdella (2015) et Braham (2015) mentionnent que *V. livia* montre différents niveaux de préférence par rapport aux variétés de grenade. Cette sélection pourrait être due à l'épaisseur de la chaire du fruit, au pH des et des fruits, ou à leur teneur en sucres.

IV.3.1.2 - Stades larvaires

Les stades larvaires au nombre de quatre peuvent être observés à partir d'un suivi de l'éclosion à la nymphe où sont détectées les mues larvaires qui trahissent le passage d'un stade vers un

autre. Généralement, ces étapes sont délicates à observer du fait qu'elles se déroulent à l'intérieur des grenades et durent un certain moment.

Cependant, la larve peut parfois sortir, ce qui entraîne des trous à diamètres variables selon sa taille, provoquant une pourriture suivie d'infestations secondaires par d'autres agents pathogènes ce qui induit une perte de la production. La même observation est notée chez cette même espèce et par Khan (2016) chez *Deudorix isorcrates* et par Ksentini *et al.*, (2011), Abbes *et al.*, (2019) ainsi que Almi (2020). On peut dire que les larves représentent le stade nuisible par excellence chez cette espèce.

La forme général des larves de *V. livia* est un tube cylindrique poilu composé de différentes parties (Fig. 18). Au début on retrouve la tête, qui porte des pièces buccales de type broyeur, attachée par le premier segment, d'en haut nous trouvons une plaque chitineuse (PLC) noire brillante. Ensuite viennent 8 segments abdominales, au milieu il ya un *sulcus* clair dans le côté dorsal du corps. Des spiracles sont distribués sur les deux cotés gauche et droit, vers la fin un segment anal long, plat et riche en poiles, comprend un disque chitineux (DSC). Chaque chenille possède trois paires de pattes thoraciques et cinq paires de fausses-pattes abdominales sous forme de ventouses dont quatre sur les segments abdominales et la cinquième sur le dernier segment anale. Cette description confirme celle élaborée par Almi (2020).

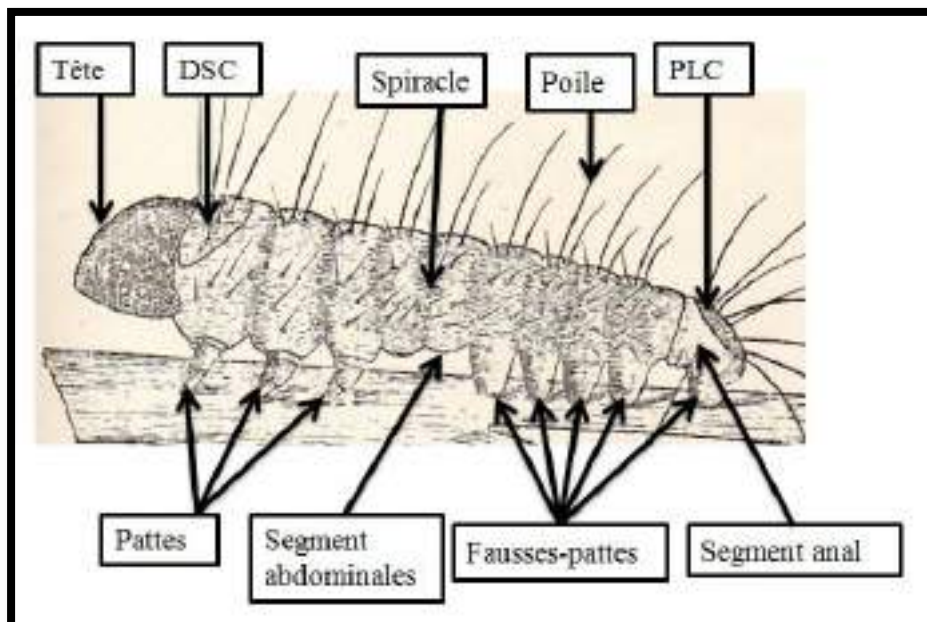


Figure 18 - Morphologie de larve de *V. livia* (Hanna, 1939, modifiée par Redjal melah M., 2021)

IV.3.1.2.1 - Larve néonate (L1)

Après l'éclosion, la larve se déplace sur la surface de la grenade afin de rechercher une zone fine ou fragile qui lui permet facilement de pénétrer en utilisant ses mandibules.

Cette dernière observation est avancée par Hanna, (1939). Le but de pénétrer au sein de la grenade est d'atteindre les graines pour s'en nourrir. Giuseppe *et al.*, (2016) ; Mokhtar *et al.*, (2016) ainsi que avec Almi (2020) affirment ce même comportement de L1.

Nous avons aussi remarqué que si L1 n'atteint pas sa nourriture le plus tôt possible, elle meurt facilement et ne peut résister longtemps en dehors du fruit. Awadhallah *et al.*, (1970) et Almi (2020) mentionnent qu'à ce stade un seul grain du fruit est suffisant pour subvenir au besoin de la larve L1 qui peut faire sa mue à l'intérieur de ce grain.

La chenille L1 est éruciforme, de couleur beige. La tête est bien sclérifiée, noire et brillante, avec présence de poils noirs foncés sur tout le corps, plus importante sur le dernier anneau abdominal (photo 11). La larve néonate dure de 2 à 5 jours. Après son éclosion, la L1 a une longueur de 0,8 mm et une largeur de 0,3mm, plus tard, il s'étend à 2,7 mm et une largeur de 0,7mm. Ces mesures sont proches de ce que obtenez par Almi (2020) qui note également le trous de pénétration de L1 est d'environ 0,8 mm. Beddiaf (2020), signale une longueur de L1 variant entre 1,2 et 1,5mm. Par ailleurs, Almi *et al.*, (2018) avec Mkaouar et Ben Djamâa (2016) donnent une description de couleur jaune-vert pour L1.

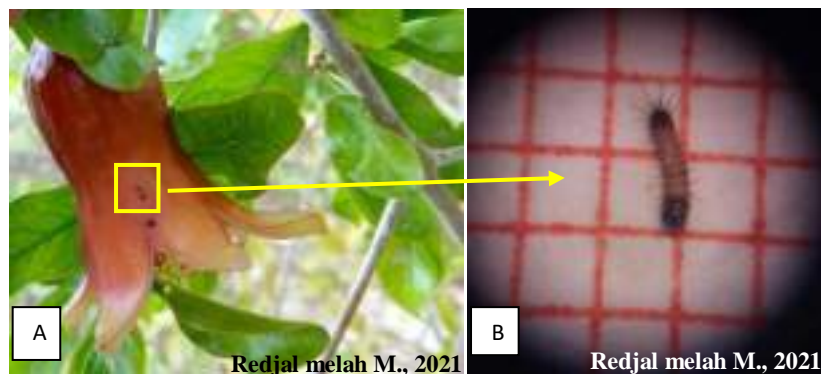


Photo 11 - Larve de *V. livia* de premier stade nouvellement éclos (Modifiée)

A : L1 sur fleur B : L1 sous la loupe (G x30)

IV.3.1.2.2 – Second stade larvaire (L2)

La durée estimée pour le deuxième stade est de 3 à 4 jours. Par rapport au L1, la couleur de L2 devient marron plus foncé (photo 12), avec des poils courts, et des taches aux deux côtés (droite et gauche) ainsi que la face dorsale. La plaque prothoracique (chitineuse) montre les

premiers signes de division en deux par une courte fente médiane, qui n'apparaît qu'à l'extrémité antérieure. Ce dernier a été mentionné par Hanna (1939), durant le troisième stade larvaire.

La larve L2 présente une longueur qui peut aller jusqu'à 5,5 mm, avec une largeur de 0,8 mm à 1,3 mm. Hanna (1939), annonce une longueur de 4 mm et largeur de 0,8mm pour L2, avec la présence de poils courts. Mkaouar et Ben Djamâa (2016), signalent une durée de 3 à 5 jours pour le deuxième stade. Beddiaf (2020), mentionne que la longueur de L2 varie entre 3 mm et 5 mm. De son côté, Almi (2020) mentionné la longueur moyenne du corps L2 est de $3,25 \pm 0,002$ mm et atteint une largeur moyenne de $0,9 \pm 0,01$ mm, et ajoute que ces dimensions augmentent à la fin de ce stade et passent à $5,05 \pm 0,004$ mm de longueur et $1,6 \pm 0,02$ mm de largeur.

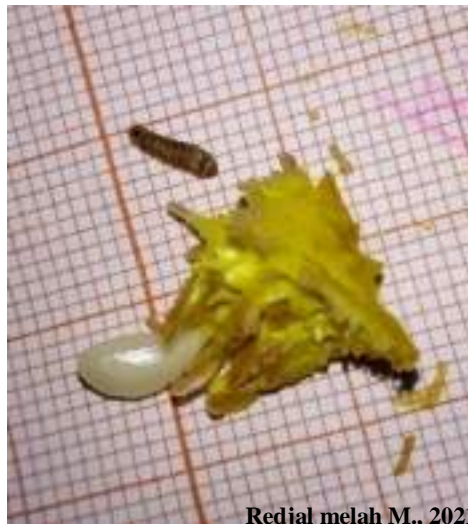


Photo 12 - Larve de *V. livia* au second stade

IV.3.1.2.3 - Troisième stade larvaire (L3)

A ce stade, la taille de la chenille devient plus importante (photo 13), varie entre 6 et 7,5 mm de longueur, avec une largeur d'environ 1,4 mm et dure 3 à 6 jours. La couleur est brun noisette. Almi (2020) confirme que la couleur de la larve est toujours marron. Pour Mkaouar et Ben Djamâa (2016), L3 mesure au maximum 9 mm de longueur et au moins 7 mm de longueur et la période de ce stade est similaire à la notre.

Dans ce contexte, Hanna (1939) affirme une longueur de 8,5 mm et une largeur de 1,5 mm pour L3, avec une durée de 3 jours. La longueur de la chenille L3 varie entre 6,5 et 8,33 mm et la largeur moyenne atteint 0,9 mm (Almi *et al.*, 2018). Enfin, Beddiaf (2020), trouve également une longueur de L3 entre 5 mm et 10,2 mm.



Photo 13 - Larve de *V. livia* au troisième stade (G x20)

IV.3.1.2.4 - Quatrième stade larvaire (L4)

Au dernier stade larvaire, la couleur de la larve devient rouge-bordeaux (photo 14). La largeur équivaut à 3,3 mm et dans certain cas jusqu'à 6 mm, la longueur varie entre 8 et 18 mm. La plaque prothoracique devient complètement divisée en deux, ceci confirme les constatations de Hanna (1939). Ce stade dure de 2 à 6 jours. Makwar et Ben Jamâa (2016) mentionnent que la taille des larves varie entre 15 et 18 mm qui représente le cinquième stade larvaire (L5). Beddiaf (2020), déclare une taille chez L4 allant de 12 à 17mm. Almi (2020) indique que la longueur va de 9,58 mm en début de ce stade à 14 mm et dans certain cas jusqu'à 18 mm, et la largeur atteint 4,7 mm avec une coloration marron plus foncée.

Au quatrième stade, la larve devient plus allongée et légèrement plus large vers la région antérieure, la tête reste petite par rapport au corps. Pendant ce stade, la larve prend le maximum de nourriture (Mkaouar et Ben Djamâa, 2016). Une ligne brun-claire, continue au milieu de la face dorsale du corps est observée et parfois des zones jaunes sur les parties thoraciques (photo 14). A la fin de ce stade, les larves provoquent des trous plus gros dans la grenade en raison de leur taille, ces trous font environ 4 mm de diamètre (Almi, 2020).

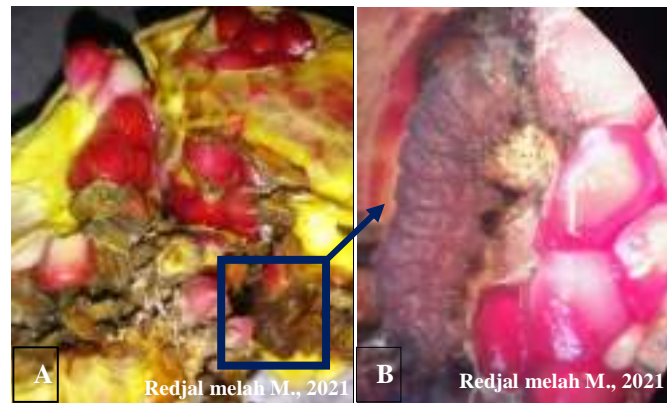


Photo 14 - Larve de *V. livia* au dernier stade larvaire (L4) (Modifiée)

A : L4 à l'intérieur d'une grenade B : L4 sous loupe (G x 30)

Il est à noter que l'on ne peut pas se fier à la couleur de la larve pour déterminer le stade de son développement car les couleurs des larves décrites ci-dessus pour chaque stade ne sont pas fixes, la couleur de la larve varie (photo 15) selon le type de son alimentation pendant l'élevage. Almi (2020) appui ceci en indiquant que surtout lorsque les graines ne sont pas encore suffisamment développés et le mésocarpe constitue une part importante des constituants d'une grenade, de ce fait probablement que ceci influe sur la couleur de la larve. De même, comme signalé par Awadhallah *et al.*, (1970), la chenille prend une couleur verte lorsqu'elle se nourrit de fève.

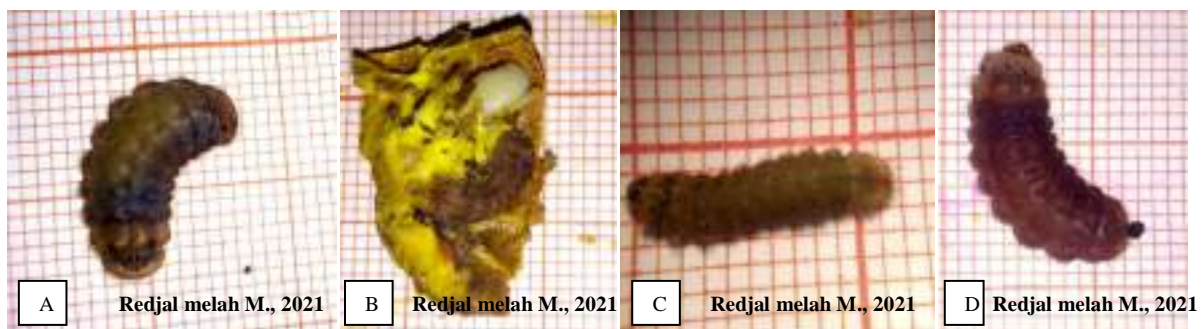


Photo 15 - Variation des couleurs des chenilles (cas L4)

A : L4 vert clair avec des zones bleues ; B : L4 marron ; C : L4 vert ; D : L4 rouge-bordeaux avec un peu de violet.

Nos résultats concernant le nombre de stades concordent plutôt avec ceux de Awadhallah *et al.*, 1970 ; Hanna, 1939 ; Ksantini *et al.*, 2008 et Gharbi, 2010 ; ALMI *et al.*, (2018) et Beddiaf, 2020.

Actuellement, il existe peu de travaux sur la morphométrie des stades larvaires de *Virachola livia* se nourrissant de grenade, à l'exception des travaux de Hanna (1939), Beddiaf (2020) et Almi (2020). Même les travaux de Mkaouar et Ben Jamea (2016) dont la plante hôte utilisée correspond à des gousses d'*Acacia*. Les résultats de la présente étude sont également proches de ces derniers auteurs.

IV.3.1.2.5 - Effectif des larves par fruit

Il est à préciser qu'il a été remarqué jusqu'à 3 larves de *V. livia* ensemble en même temps à l'intérieur d'une même grenade. Bessaci et Sadaoui (2018) indiquent que la moyenne des effectifs de larve par fruit est $1,5 \pm 1,2$ et le nombre d'individus/fruit varie entre 1 et 4. Almi (2020), indique que le nombre de larve par fruit est probablement lié à la disponibilité des fruits. Dans la plupart des cas, le fruit renferme 1 à 2 larves, ce qui s'accorde avec chacun d'Awadhallah *et al.*, (1970) et Almi (2020). On peut aussi trouver les larves de *D. livia* avec les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* cohabitant ensemble dans une même grenade. Dans la plupart des cas, nous trouvons *E. ceratoniae* dans le calice de la grenade. Abbes *et al.*, (2019) constatent que la différence entre les deux espèces est que les larves d'*E. ceratoniae* pénètrent dans le fruit exclusivement par le calice, tandis que les larves de *D. livia* percent des trous d'entrée visibles à la surface du fruit. Aucun cas de cannibalisme n'est enregistré au cours de l'expérimentation même dans le cas où les larves se partagent l'espace avec d'autres espèces. Awadhallah *et al.* (1970) évoquent que le cannibalisme survient lorsque les quantités de nourriture disponibles sont imitées.

IV.3.1.3 - Phases pré-chrysalide

A la fin du dernier stade larvaire (L4), la larve rétrécit à une longueur comprise entre 8 mm à 10 mm, et une largeur de 5 mm. La pré-chrysalide reste figée environ un jour (photo 16). Gharbi (2010) mentionne pour cette phase une durée moyenne de $2,44 \pm 0,24$ jours sur grenadier et $2,38 \pm 0,36$ jours sur des gousses d'*Acacia*. Mkaouar et Ben Djamâa (2016), notent que cette phase dure environ 2 jours. Almi (2020), trouve en moyenne une longueur de $11 \pm 0,09$ mm et une largeur de $4,4 \pm 0,05$ mm pour cette phase avec un durée moyenne $2,08 \pm 0,66$ jours (pendant la première production) et $2,6 \pm 0,69$ jours (deuxième production). Almi (2020) indique également qu'au cours de l'élevage et à la fin du quatrième stade, la larve quitte le fruit pour s'installer dans un endroit isolé, ne se nourrit plus et ses mouvements se raréfient avant de s'immobiliser, c'est exactement ce que nous avons observé lors de notre

expérience. De même, Mkaouar et Ben Djamâa (2016) déclarent que la larve quitte les gousses d'*Acacia* à la fin de L4.



Photo 16 - Pré-chrysalide (G x20)

A : vue d'en haut B : vue de côté

Puis, la pré-chrysalide devient blanche (photo 17), c'est la mue nymphale qui donne naissance à une chrysalide. C'est ce que Almi (2020) constate. Après la mue nymphale, la capsule céphalique mesure 2 mm x 3 mm.

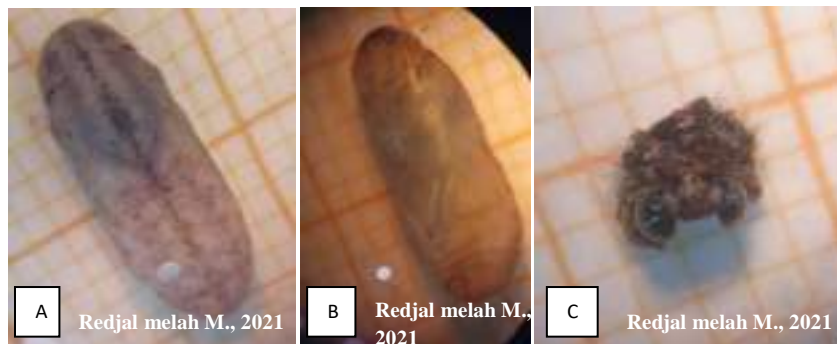


Photo 17 - Début de chrysalide de *V. livia* (G x30) et la mue nymphale chez *V. livia* (G x40)

A : face dorsale de chrysalide ; B : face ventrale de chrysalide ; C : capsule céphalique

IV.3.1.4 - Phase chrysalide

À ce stade, la couleur devient progressivement foncée, jusqu'à atteindre le brun avec des taches noires, et une ligne longitudinale claire au milieu de la surface dorsale (photo 18). Almi *et al.*, (2018), signalent la même constatation (longueur de 9 mm à 12,5 mm sur une largeur moyenne de $4,5 \pm 0,05$ mm pour les mâles, et une longueur de 9,2mm à 12,2mm, avec une largeur moyenne de $4,25 \pm 0,05$ mm, pour les femelles et la durée de cette phase est de 6 à

9 jours). Une longueur de 8 à 12 mm et un largeur de 4,8 mm sont enregistrées pour la chrysalide qui nécessite pour son achèvement 6 à 15 jours et peut rester jusqu'à 20 jours dans certains cas.

Hanne (1939), donne une description de la chrysalide comme suit : les sclérites de la tête sont tous fusionnés, les parties rudimentaires de la bouche et les yeux sont bien distincts. Chaque antenne sort de la partie antérieure de la tête, et est dirigée vers l'extérieur et finalement vers l'intérieur pour rencontrer son compagnon dans l'autre côté par rapport à la ligne médiane à la partie postérieure du corps. Ils enferment les pattes antérieures, moyennes et postérieures. Vers leurs côtés extérieurs, ou les ailes antérieures sont situées.

Sur terrain, nous avons trouvé des chrysalides localisées sur la face des grenades ou à l'intérieur des fruits endommagés, ce qui appui les résultats de Almi (2020).

Néanmoins, ces résultats qui concernent la morphométrie et la durée nymphale, sont proches de ceux obtenus par Hanna (1939), qui mentionne une dimension de 12 x 5mm pour cette phase. Egalement, Ksantini *et al.*, (2008) notent que la durée nymphale est de l'ordre de 9,2 à 10,1 jours. Nous confirmons aussi les conclusions de Gharbi (2010) sur cet aspect, et qui note que la chrysalide dure $10,14 \pm 0,74$ jours sur grenadier et $9,26 \pm 0,63$ sur *Acacia*; de même Mkaouar et Ben Djamâa (2016) déclarent $9,84 \pm 0,02$ jours avec un maximum de 16 jours et un minimum de 6 jours sur un hôte différent. Beddiaf (2020), montre que la longueur varie entre 11mm et 12,1mm que ce soit pour les chrysalides futures mâles ou futures femelles.



Photo 18 - Chrysalide de *V. livia* (Modifiée)

A : Chrysalide dans une grenade B : chrysalide sous la loupe (G x30)

IV.3.1.5 - Phase adulte

Lorsque la larve accomplit sa métamorphose, elle s'extirpe de l'enveloppe de la chrysalide (photo 19), et sort sous sa forme adulte.

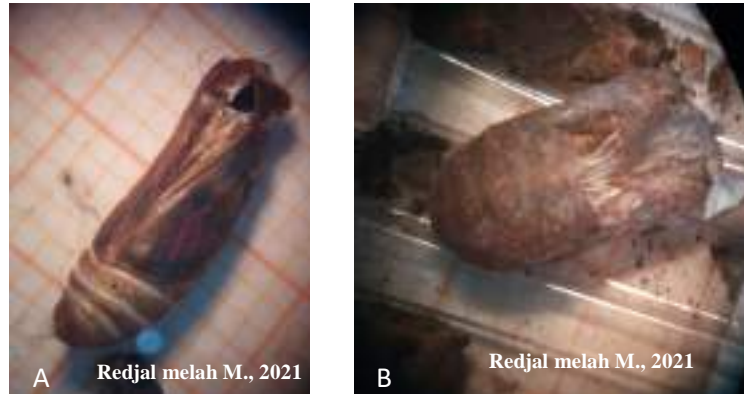


Photo 19 - Sortie de l'adulte de sa chrysalide

A : *V. livia* s'extirpant de l'enveloppe ; B : enveloppe vide

IV.3.1.5.1 - Description de l'adulte

La couleur et l'ornementation des ailes, la taille de l'adulte sont autant des critères morphologiques que l'on peut observer à l'œil nu, sur la base desquels on peut séparer les mâles des femelles.

La femelle pleinement développée est de couleur brun doré avec présence de couleur violet à la base des ailes (photo 20), dans chacune de ses ailes postérieures il y a deux points noirs avec un bord blanc et une ligne noire liée avec une "queue", sa longueur de 3mm. L'aile antérieure est à bords bruns. Cependant, les mâles possèdent des ailes de couleur orange-cuivre bordées claires de couleur marron, avec présence d'une grande tache noire sur la face dorsale à la base de l'aile postérieure. Sur la face dorsale on trouve un duvet verdâtre. A l'extrémité on trouve aussi deux taches noir couplée avec une "queue", sa longueur est 2 mm. A la face ventrale (photo 20), il est difficile de différencier entre les deux sexes, les ailes sont brun grisâtre avec présence de rayures mauves avec des motifs longitudinaux beiges tracés en blanc. Sur l'extrémité de la face inférieure de chaque aile postérieure, il y a un camouflage qui ressemble presque l'apparence d'une tête d'insecte avec des yeux et des antennes. Cela résultait de la présence de deux gros ocelles noirs, le premier entouré de jaune doré et le second d'un violet brillant, et entre eux il y a une petite tache commune brillante et verdâtre,

avec la queue déjà décrite. Cette description est conforme à ce qu'a mentionné Mkaouar *et al.*, (2016) et Almi (2020).

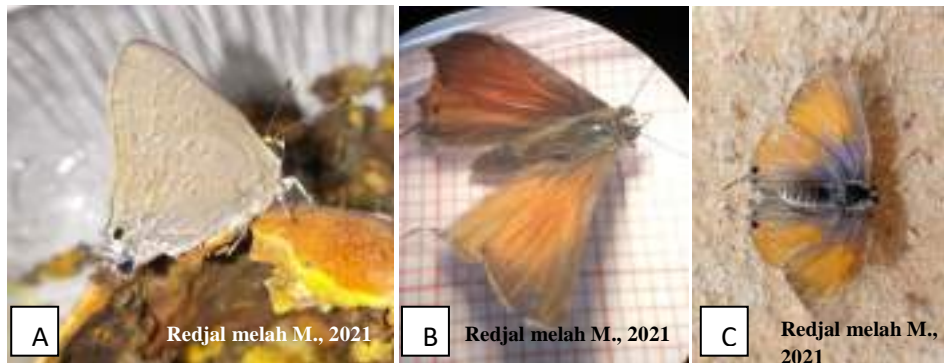


Photo 20 - Adultes de *Virachola livia*.

A : face ventrale ; B : face dorsale d'un mâle sous loupe ; C : face dorsale d'une femelle

Pour ce que concerne les adultes de *Virachola livia*, la longueur atteint 11 mm chez les mâles, et 12 mm pour les femelles, les femelles sont ainsi plus grandes que les mâles. L'envergure est de 13,5 mm chez les mâles et 14 mm pour les femelles adultes. Ces résultats sont cohérents avec Beddiaf (2020).

Beladis *et al.*, (2018), mentionnent que les adultes mesuraient environ 12 mm de long. Almi (2020), affirme que la longueur moyenne du corps du mâle adulte correspond à $11,07 \pm 0,8$ mm et celui de la femelle mesure $11,26 \pm 0,97$ mm.

Les antennes sont noirs rayées en blanc avec un peu de jaune doré sur le haut. Ces antennes sont d'une longueur de 6,8 mm chez les femelles et 7 mm pour les mâles. Les pattes sont velues, la longueur varie entre 3,5 et 4,2 mm. Beddiaf (2020), trouve que la longueur des antennes varie entre 7 et 7,2 mm pour les mâles et 7 mm pour les femelles.

IV.3.1.5.2 - Taux d'émergence et rapport des sexes

Les chrysalides issues de l'élevage au laboratoire présentent un taux d'émergence maximal (100 %). Almi (2020), obtient au cours de la seconde production un taux d'émergence qui atteint $91,67 \pm 3,05\%$, ce taux passe à $93,21 \pm 3,44\%$ durant la première production. Beddiaf (2020), trouve une valeur égale à 66,7%. Le *sex-ratio* des chrysalides émergées affiche que les femelles (54,55%) dépassent la proportion des mâles soit 45,45 % (Fig. 19) ce qui rejoint les propos de Beddiaf (2020) qui trouve aussi que les chrysalides émergées donnent surtout des femelles (71,4%), avec une minorité de mâles (28,6%). Le rapport des sexes ratio est égale 0,83.

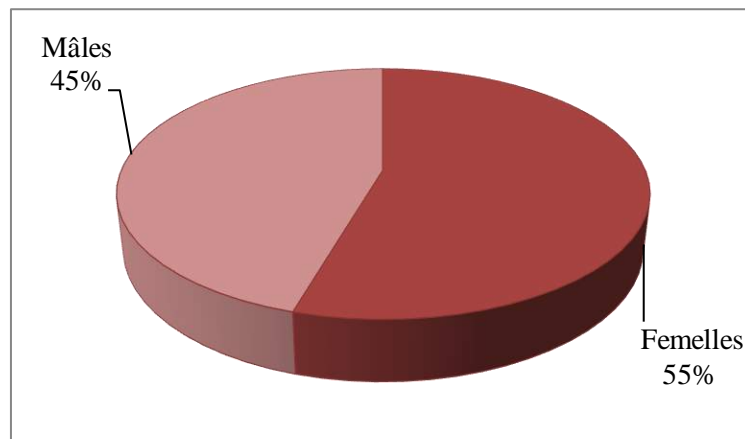


Figure 19 – Sex-ratio chez *Virachola livia*.

IV.3.1.5.3 - Longévité des adultes

La présente étude montre que les adultes de *V. livia* originaire d'élevage au laboratoire peuvent vivre entre 4 et 18 jours. Awadhallah *et al.*, (1970) montrent que cette durée de vie est de 13,3 à 15,9 jours; Ksantini *et al.*, (2008) rapportent que la longévité des adultes s'étale sur 9,3 à 13,9 jours. Gharbi (2010) ajoute que la vie des adultes est de $11,68 \pm 1,69$ à $15,1 \pm 1,42$ jour sur des gousses vertes d'*Acacia* et de $12,05 \pm 1,52$ à $15,9 \pm 1,13$ jour sur grenades.

Beddiaf (2020), trouve que les mâles vivent entre 4 et 10 jours, alors que les femelles vivent entre 4 et 8 jours. De même, Almi (2020) mentionne une durée de vie entre 2 et 4 jours pour les deux sexes. Dans la nature, la différence de durée de vie des adultes est probablement liée aux conditions météorologiques.

La figure 20 résume le cycle de vie de *virachola lavia*, de l'éclosion des œufs jusqu' à l'adulte.

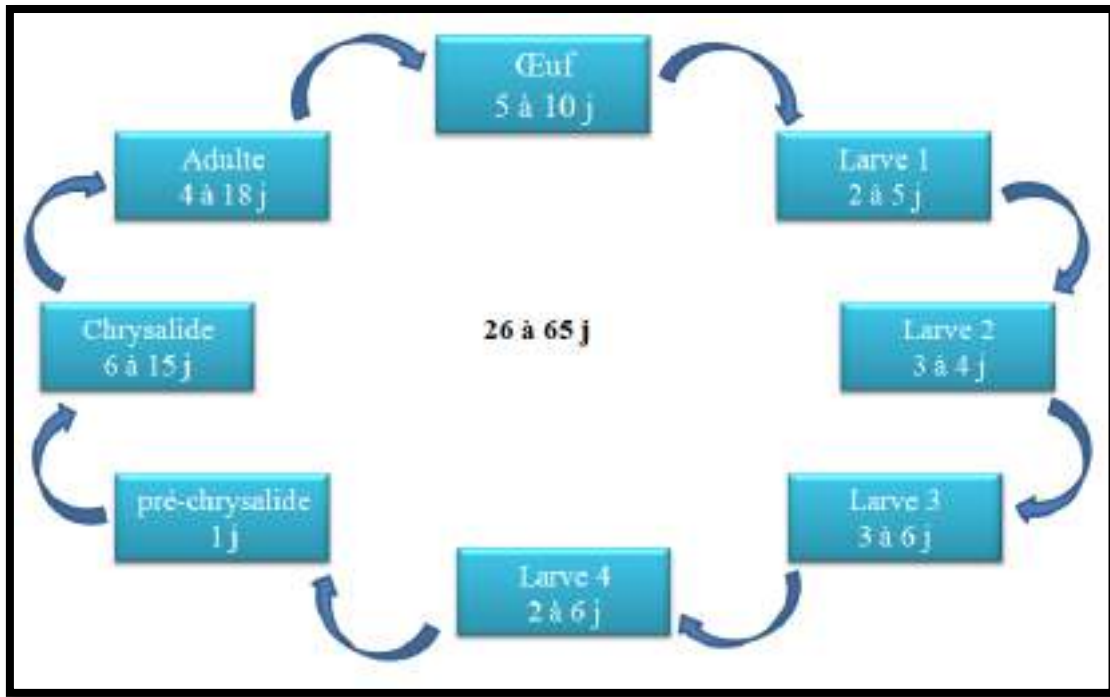


Figure 20 - Cycle de vie chez *Virachola lavia* (conditions de laboratoire)

IV.3.2 - Distribution spatiale des œufs pondés

Les femelles pondent leurs œufs sur différentes zones de la peau de grenade (Fig. 21), la zone 5 contient le plus grand nombre d'œufs (35,46%), suivi par la zone 7 et la zone 6 avec 22,22% et 17,78% des œufs respectivement. Le reste des œufs est répartis sur les trois zones 3, 1 et 4 avec un taux de 11,11 %, 8,89 % et 4,44% respectivement.

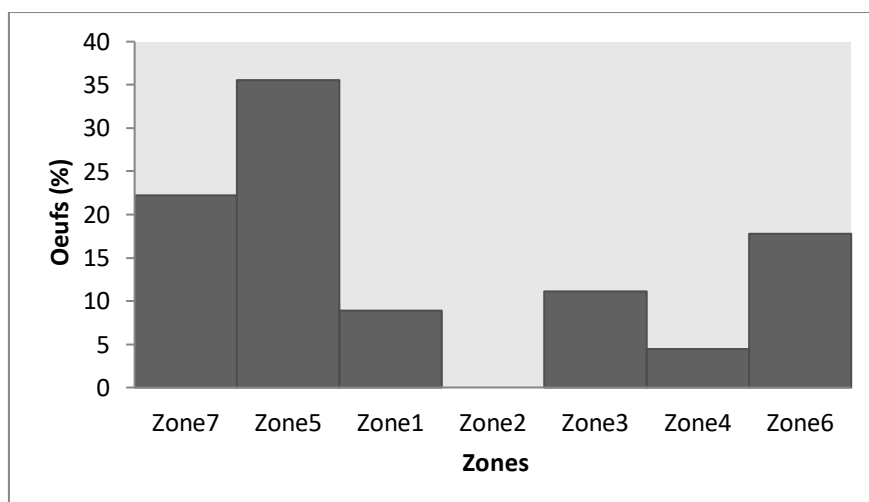


Figure 21 - Distribution spatiale des œufs sur fruit

Les résultats obtenus montrent l'absence de lien entre les œufs pondus et les zones de ponte sur fruit par la femelle de *V. livia* (Tab.11), en effet, l'analyse de la variance (ANOVA) montre que la différence n'est pas significative ($P= 0,626 > 0,05$).

Tableau 11 - Analyse de variance entre les œufs pondus et les zones de ponte sur fruit

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,4131749	6	0,06886248	0,73244642	0,62685512	2,3803127
A l'intérieur des groupes	3,1965812	34	0,09401709			
Total	3,6097561	40				

Almi (2020), trouve l'absence d'une relation que ce soit positive ou négative entre le nombre d'œufs pondus et le calibre de grenade, ce qui appui nos résultats sur cet aspect.

Par rapport à nos résultats, la femelle préfère déposer ses œufs principalement à proximité du calice (zone 7) suivi par le calice lui-même et l'extrémité des grenades (zone 5 et zone 6). D'ailleurs, Almi (2020) indique que la répartition des œufs de *V. livia* sur les différentes zones d'une grenade diffère d'un mois à l'autre durant la première production. En effet, en mai le pourcentage le plus important d'œufs est focalisé dans la zone 1 des zones 2, et en juin, la zone 1 reste celle préférée par la femelle pour pondre ses œufs. Awadallah *et al.* (1970) mentionnent que la femelle dépose ses œufs principalement dans ou à proximité du calice.

De même, Gharbi (2010) affirme le même constat rajoutant que la femelle peut pondre à l'intérieur du calice. Par contre, Mokhtar et Al Nabhani (2016) trouvent que la zone 1 est celle préférée pour la ponte suivi par la zone 2 puis la zone 3.

Cependant, les résultats actuels confirment que la femelle préfère toujours pondre dans la moitié proche du calice (photo 21), donc il existe des similitudes entre nos résultats et ceux d'autres chercheurs mentionnés plus

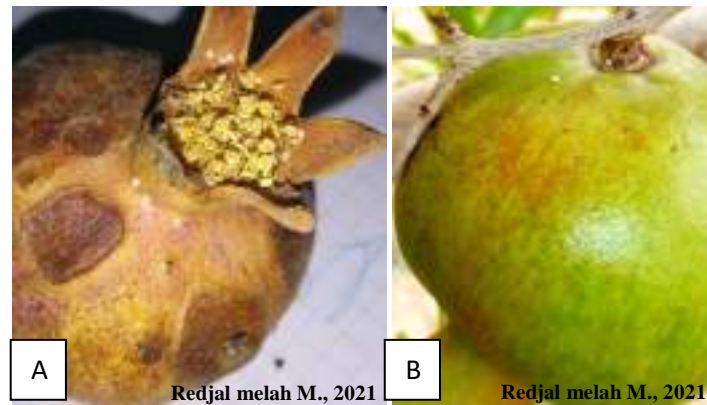


Photo 21 - Distribution des œufs sur fruit

A : œufs sur/proche de calice ; B : œufs sur extrémité du fruit

IV.3.3 - Distribution spatiale des trous provoqués par les larves sur fruit

Les larves passent leur vie à l'intérieur d'une grenade de l'éclosion jusqu'à émergence des adultes. Le déplacement de la larve entre l'intérieur et l'extérieur du fruit provoque des trous de différents diamètres variant en fonction de la taille de la larve (stade larvaire). Awadhalla *et al.* (1970) ainsi que Avidov et Harpaz (1969) font cette même constatation.

Ces trous sont répartis dans différentes zones du fruit. A partir d'un échantillon de grenade, nous avons essayé de savoir comment ces trous sont répartis (Fig. 22).

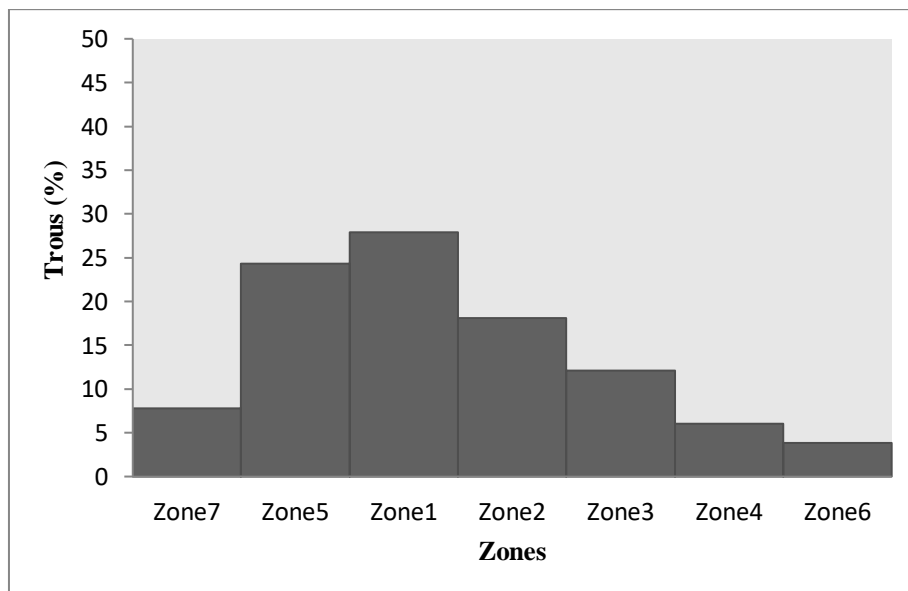


Figure 22- Distribution spatiale des trous des larves par rapport aux zones de la grenade

La figure 21 indique que la zone 1 abrite plus de trous (27,87 %) suivie par les zones 5 (24,28 %); 2 (18,10%) et 7 (7,80%). Cependant, les pourcentages les plus faibles seraient dans les zones 4 et 6 avec un taux de 6 % et 3,85 % respectivement.

Nos résultats indiquent que la moitié du fruit proche du calice contient plus de 52,15% (zone 1+zone 5) des trous provoqués par les larves par rapport à la seconde moitié. C'est similaire dans une certaine mesure aux résultats annoncés par Almi (2020).

Il est possible que ce phénomène est lié à l'épaisseur de la chair ou même à la composition chimique de cette partie du fruit.

La relation entre le calibre des fruits et les différentes zones des trous, présente une corrélation négative (Tab. 12), sauf pour les zones 3 et 6 qui affichent une corrélation positive ($r=0.11$) avec le calibre.

Tableau 12 – Analyse de corrélation entre les zones des trous et le calibre des fruits

	Calibre	Zone7	Zone5	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 6
Calibre	1							
Zone 7	-0,29	1						
Zone 5	-0,06	0,13	1					
Zone 1	-0,03	0,14	0,16	1				
Zone 2	-0,08	-0,01	0,36	0,36	1			
Zone 3	0,11	0,27	0,45	0,62	0,43	1		
Zone 4	-0,28	0,53	0,30	0,29	0,35	0,03	1	
Zone 6	0,11	-0,21	0,39	0,01	0,02	0,41	0,28	1

IV.3.4 - Polyphagie chez *V. livia*

Virachola livia est un déprédateur lépidoptère, ses larves sont polyphages se nourrissant de plantes diverses en perçant les fruits de ses dernières. Ainsi, les larves peuvent causer des dommages importants aux cultures autres que les grenades. Parmi elles, des cultures classées stratégiques (palmier dattier). De même Müller *et al.*, (2005) la signalent comme étant une espèce extrêmement polyphage.

Après une vision des plantes cultivées dans les deux stations. Nous avons prélevé des échantillons suspectés d'être infectés par *V. livia*. Ces échantillons correspondent à des prunes, abricots, féverole ainsi que des dattes.

Le suivi régulier démontre que l'infestation des prunes (*Prunus salicina*) et féverole (*Vicia faba*) est causée par *Ectomyelois ceratoniae* et *Lampides boeticus* respectivement et non *V. livia*. Par contre, on a signalé la présence de *V. livia* sur abricot (*Prunus armeniaca*) à Tibesbest 1 (photo 22), où la couleur des larves est verte à orange suivant le stade de maturation des fruits. Cela confirme encore une fois le changement de couleur de la chenille en fonction de sa nourriture.

Awadallah *et al.*, (1970) montrent que *V. livia* est présente sur des gousses de caroube (*Ceratonia siliqua*) et des gousses vertes de féverole (*Vicia faba*). Katbeh-Bader *et al.*, (2003) mentionnent par contre, que ce ravageur a été signalé sur *Acacia green pods*, *Prunus salicina*, *Eriobotrya japonica*, *Psidium* spp. et occasionnellement sur les fleurs d'olivier. En plus, Müller *et al.*, (2005), affirment que le riz comme plante nourricière de *D. livia*.

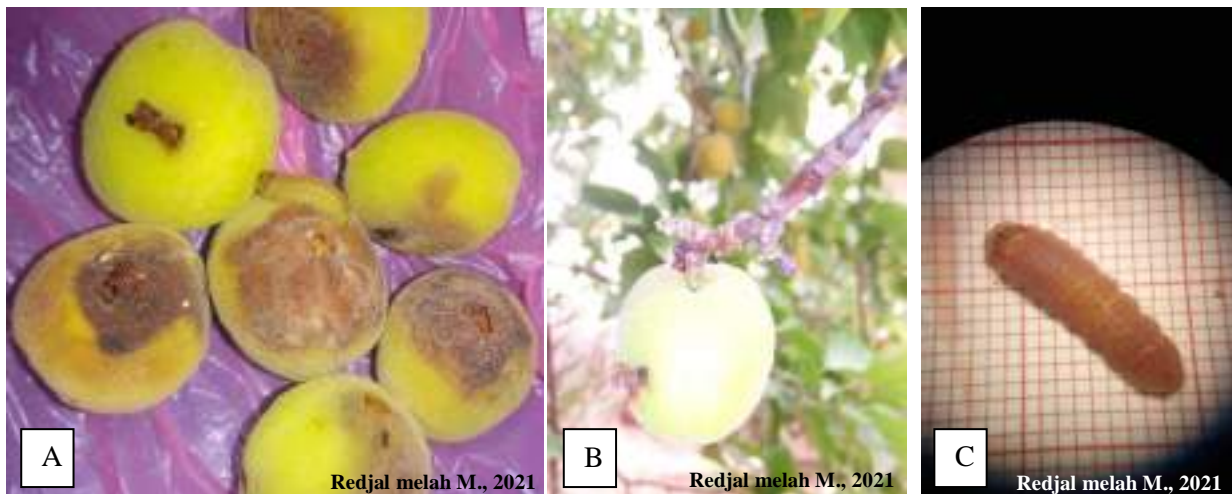


Photo 22 - Présence de *V. livia* (larve) sur abricot

A: dégâts de *V. livia* sur abricots ; B: Trou de *V. livia* sur abricot ; C: Larve de *V. livia* issue d'abricot (Gx20)

Le plus grand danger de cet insecte c'est qu'il peut infliger des dommages et des pertes économiques sur les dattes, ce fruit qui constitue une culture principale dans les palmeraies algériennes et représente une culture stratégique importante pour l'économie du pays (Almi, 2020). Beladise *et al.*, (2018) trouvent que ce ravageur commence également à attaquer le palmier dattier. Mais dans notre cas, nous n'avons pas remarqué la présence du papillon de grenadier sur les dattes, par contre nous avons enregistré la présence de larves d'*E. ceratoniae* uniquement.

Ce constat laisse à penser que *V. livia* se dirige probablement vers les dattes sauf dans les cas où son hôte préféré est absent ou insuffisant répartis (Almi, 2020). Cette idée est soutenue par

Hulme (2005) qui évoque que la migration de *V. livia* vers les grenades est causée par le manque de gousses d'*Acacia*. En outre, Awadallah *et al.*, (1970), Katbeh-Bader *et al.*, (1998), Obeidat et Akkawi (2000), Abdel-Galil *et al.*, (2018), Abbes *et al.* (2019) ainsi que Almi (2020) ont déjà démontré la présence de ce bioagresseur sur dattes. Mkaouar *et al.*, (2016) rapportent que ce ravageur alterne toute l'année d'un hôte à un autre.

IV.3.5 - Faune associée

La recherche d'éventuels prédateurs, parasites ou parasitoïdes de *V. livia*, à l'aide de diverses techniques permet de détecter l'existence d'espèces présentes avec *Virachola livia* dans les deux stations d'étude.

IV.3.5 .1 - Pièges adhésifs

Les tableaux 13, 14 et 15 enregistrent les espèces d'arthropodes capturés grâce aux différents pièges jaunes adhésifs dans les deux stations.

Tableau 13 - Liste des espèces piégées grâce aux papiers jaune collant à Tibesbest 1

Ordre	Famille	Espèce	Effectif	Abondance relative (%)
Aranea	Linyphiidae	Linyphiidae sp. ind.	2	2,08
Diptères	Sarcophagidae	Sarcophagidae sp. ind.	10	10,42
	Calliphoridae	Calliphoridae sp.ind.	2	2,08
	Culicidae	Culicidae sp. ind.	3	3,13
Lépidoptères	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	2	2,08
Hyménoptères	Sphecidae	Sphecidae sp. ind.	1	1,04
	Formicidae	Formicidae sp. ind.	1	1,04
	Braconidae	<i>Phanerotoma</i> sp.	1	1,04
		Braconidae sp. ind.	1	1,04
	Trichogrammatidae	<i>Trichograma</i> sp.	1	1,04
Coléoptères	Coccinallidae	<i>Pharoscygnus</i> sp.	72	75
5	10	11	96	100

Un total de 11 espèces appartenant à 10 familles et 5 ordres, est capturé dans la station Tibesbest 1 (Tab. 13). L'ordre le plus riche en espèces est celui des Hyménoptères (5 espèces), suivi par Diptères (3 espèces) puis Lépidoptères; les coléoptères et les Araignées ne présentent qu'une espèce chacun. Les espèces les plus abondantes sont *Pharoscygnus* sp. (75 %), Sarcophagidae sp. ind. (10,42 %), Culicidae sp. ind. (3,13 %) et *Tuta absoluta* (2,08 %),

Aranea sp. ind. (2,08 %), Calliphoridae sp. (2,08 %). Cependant, les espèces les moins abondantes sont Sphecidae sp. ind., Formicidae sp. ind., Braconidae sp. ind. et *Trichogramus* sp. avec une abondance relative de 1,04 % chacun.

A Tibesbest 2, les espèces recensées grâce aux papiers jaunes collants sont enregistrées sur le tableau 14.

Tableau14 - Liste des espèces piégées grâce aux papiers jaunes collants à Tibesbest 2

Ordre	Famille	Espèce	Effectif	Abondance relative (%)
Coléoptères	Coccinellidae	Coccinellidae sp. ind.	1	5,56
		<i>Pharoscygnus</i> sp.	7	38,89
Lépidoptères	Gelechiidae	<i>Tuta absoluta</i>	1	5,56
Diptères	Culicidae	Culicidae sp. ind.	1	5,56
	Calliphoridae	Calliphoridae sp.ind.	2	11,11
Hyménoptères	Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor</i>	1	5,56
		<i>Cataglyphis</i> sp.	1	5,56
		Formicidae sp. ind.	4	22,22
4	5	8	18	100

Les espèces obtenues appartiennent à 5 familles (Coccinellidae, Gelechiidae, Culicidae, Calliphoridae, Formicidae) et 4 ordres (Coléoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères), Comme la station précédente, *Pharoscygnus* sp. sont les plus abondantes (38,89 %), suivie par Formicidae sp. ind. (22,22 %) et Calliphoridae sp. (11,11 %). Le pourcentage le plus faible est consigné chez Coleoptera sp. ind., *Tuta absoluta*, Culicidae sp. ind., *Cataglyphis bicolor* et *Cataglyphis* sp. avec 5,56 % chacun.

Pour les rouleaux de papier jaune (Tab.15), cinq ordres sont recensés comportant 9 familles et 9 espèces. Lépidoptères et Coléoptères sont les plus pauvres en espèces (une espèce par ordre). Cependant, Diptères et Hémiptères sont représentés par deux famille chacun et Hyménoptères en compte trois. Calliphoridae sp. ind. et Aphididae sp. ind. sont les espèces les plus abondantes parmi les espèces collectées dans cette station (39,58 % ; 22,92 % respectivement), par contre *Culex pipiens* et Pyralidae sp. ind. sont des espèces à faible présence (2,08 %).

Tableau 15 - Liste des espèces piégées grâce aux rouleaux de papier jaune (*flycatchers*) à Tibesbest 1

Ordre	Famille	Espèce	Effectif	Abondance relative (%)
Hyménoptères	Braconidae	<i>Phanerotoma</i> sp.	4	8,33
	Formicidae	Hymenoptera sp. ind.	5	10,42
	Chalcididae	Chalcididae sp. ind.	3	6,25
Hémiptères	Aphididae	Aphididae sp.	11	22,92
	Fulgoridae	Fulgoridae sp. ind.	2	4,17
Diptères	Calliphoridae	Calliphoridae sp. ind.	19	39,58
	Culicidae	<i>Culex pipiens</i>	1	2,08
Lépidoptères	Pyralidae	Pyralidae sp.ind.	1	2,08
Coléoptères	Coccinallidae	<i>Pharoscymnus</i> sp.	2	4,17
				100
5	9	9	48	100

IV.3.5 .2 - Piège delta

L'ensemble des espèces capturées par les pièges delta sont rassemblées dans les tableaux 16 à 18.

A Tibesbest 1, les résultats de piège delta (Tab.16) donnent 8 espèces appartenant à 7 familles divisées en 4 ordres. L'espèce la plus abondante est Calliphoridae sp. ind. (37,14 %) suivi par *Phanerotoma* sp. (20 %) et Aphididae sp. (17,14 %). Eurytomidae sp. ind., Culicidae sp. ind. et *Pharoscymnus* sp. affichent des abondances moins importantes avec respectivement 8,57 % ; 5,71 % et 5,71 %. Avec seulement 2,86 % d'abondance relative, *Culex pipiens* et Acari sp.ind. sont les moins abondants.

Tableau 16 - Liste des espèces piégées grâce au piège delta Tibesbest 1

Ordre	Famille	Espèce	Effectif	Abondance relative (%)
Acari	Tetranychidae	Tetranychidae sp.ind.	1	2,86
Coléoptères	Coccinellidae	<i>Pharoscymnus</i> sp.	2	5,71
Diptères	Culicidae	<i>Culex pipiens</i>	1	2,86
		Culicidae sp. ind.	2	5,71
	Calliphoridae	Calliphoridae sp.ind.	13	37,14
Hémiptères	Aphididae	Aphididae sp.ind.	6	17,14
Hyménoptères	Braconidae	<i>Phanerotoma</i> sp.	7	20
	Eurytomidae	Eurytomidae sp.ind.	3	8,57
5	8	8	35	100

Pour la deuxième station (Tibesbest 2), on a cinq familles appartenant à 3 ordres, chacun comprend deux espèces (Tab. 17).

Tableau 17 - Liste des espèces piégées grâce au piège delta Tibesbest 2

Ordre	Famille	Espèce	Effectif	Abondance relative (%)
Diptères	Culicidae	Culicidae sp. ind.	5	27,78
	Calliphoridae	Calliphoridae sp.ind.	6	33,33
Hémiptères	Aphididae	Aphididae sp.ind.	4	22,22
	Fulgoridae	Fulgoridae sp. ind.	1	5,56
Lépidoptères	Pyralidae	<i>Ectomyelois ceratoniae</i>	1	5,56
		Pyralidae sp.ind.	1	5,56
3	5	6	18	100

Les espèces les plus abondantes sont Calliphoridae sp. ind. (33,33 %), Culicidae sp. ind. (27,78 %), et Aphididae sp.ind. (22,22 %). Les espèces à faible abondance sont Fulgoridae sp. ind., *Ectomyelois ceratoniae* et Pyralidae sp.ind. (1,52 % chacune).

Il est à noter ici que les techniques utilisées requièrent le recours à l'acétone pour libérer les individus de la glue. Malheureusement la non disponibilité de ce produit complique la préparation des captures qui restent dans un état difficile à déterminer sans oublier les poussières et sable qui s'accumulent sur les pièges.

Toute tentative de manipuler ces spécimens endommage d'avantage l'individu à identifier. Il est souhaitable de faire recours à d'autres techniques de piégeages supplémentaires.

Le tableau 18 comprend les espèces observées à l'intérieur des grenades ou à proximité pendant l'expérimentation.

Parmi ces espèces, on retrouve des prédateurs opportunistes (*Chrysoperla carnea*, *Sphodromantis viridis*, Scarabaeidae sp.ind), parasites ou parasitoïdes (*Bracon hebetor*) mais malheureusement, aucune espèce n'a été remarquée attaquer *V. livia* (photo 23). Cet aspect requiert plus d'attention et un suivi régulier et minutieux afin de détecter cette relation trophique particulière.

L'utilisation d'ensilage des fruits tombés et des rameaux, n'a donné que 3 espèces: *Aranea* sp. ind., *Ectomyelois ceratoniae* et *virachola livia*. Néanmoins, cette technique a contribué à l'étude de certains paramètres biologiques de *V. livia*.

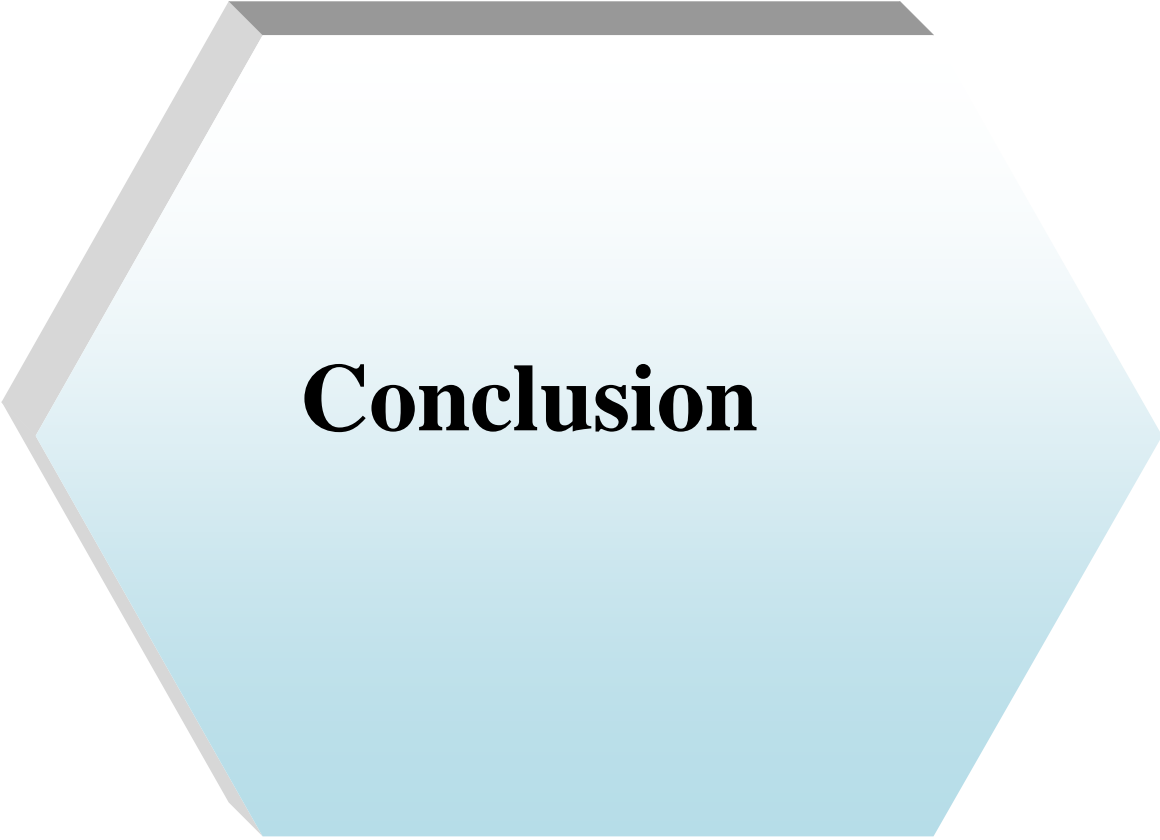
Tableau 18 - Espèces notées à l'intérieur ou à proximité des grenades

Ordre	Famille	Espèce	Tibesbest 1	Tibesbest 2
Coléoptères	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	+	-
	Scarabaeidae	Scarabaeidae sp.ind.	+	+
	Elateridae	Elateridae sp.ind.	+	+
	Dermestidae	<i>Dermestes</i> sp.	+	+
Hémiptères	Pseudococcidae	<i>Pseudococcus maritimus</i>	+	+
	Braconidae	<i>Bracon hebetor</i>	+	+
		Braconidae sp. ind.	+	+
	Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	+	+
	Aphidoidae	Aphidoidae sp.ind.	+	+
	Pentatomidae	<i>Graphosoma semipunctatum</i>	-	+
		<i>Nezara viridula</i>	+	+
Coreidae	Coreidae sp.ind.	+	+	
Hyménoptères	Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor</i>	+	+
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	+	+
Orthoptères	Tettigoniidae	<i>Tettigonia cantans</i>	+	-
Neuroptères	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	+	+
Dictyoptera	Mantodea	<i>Sphodromantis viridis</i>	+	+



Photo 23 - Insectes prédateurs trouvés dans le milieu de *V. livia* (Modifiée)

A: *Chrysoperla carnea* ; B: *Sphodromantis viridis* ; C: *Bracon hebetor* (G x 20) ;
 D : *Cataglyphis bicolor* ; E : *Coccinella septempunctat*



Conclusion

Conclusion

La connaissance d'un prédateur nouveau dans les palmeraies algériennes *Virichola livia* (Lycaenidae, Lepidoptera) a suscité l'actuelle étude menée à Oued Righ dans la localité de Tibesbest (2 sites) près de Touggourt. On s'intéresse à ce bioagresseur sur culture de grenadier menée sous palmeraie. Un suivi sur plusieurs mois entre l'année 2020 et 2021 a permis de détecter la période d'apparition, de détecter ses symptômes ainsi que la connaissance de certains paramètres biologiques et écologiques de ce ravageur. De ce travail ressortent quelques constatations:

Il a été démontré que *V. livia* déclenche son activité dès le mois de mars coïncidant avec l'apparition des boutons floraux et des fleurs sur grenadiers. Le taux d'infestation s'élève progressivement jusqu'à atteindre 18,6 % (sud) à Tibesbest 1 et 7,75 % (ouest) à Tibesbest 2 au cours du mois de mai. Par rapport aux mois d'août et septembre (2020), l'infestation s'accélère et atteint 82,12 % à Tibesbest 1 et 81,42 % à Tibesbest 2.

Les trous de pénétration sont beaucoup plus élevés que le nombre d'œuf déposés pendant la période d'août à septembre de l'année 2020 ; mais pour la période mars-mai 2021, ces deux paramètres sont presque similaires. Généralement, la femelle préfère pondre ses œufs individuellement. L'élevage a montré que l'œuf fécondé est blanc, et l'œuf stérile est gris verdâtre. Chez les adultes, le dimorphisme sexuel est apparent. Au niveau du laboratoire, la durée totale du cycle de vie varie entre 26 et 65 jours. Le cycle débute par un œuf qui passe après l'éclosion par quatre stades larvaires, près-chrysalide, chrysalide et phase adulte. Les résultats obtenus indiquent l'absence de corrélation entre les œufs pondus et les zones de ponte sur fruits.

Par rapport à la polyphagie de ce papillon, au cours de notre expérimentation, on a signalé la présence de *V. livia* sur *Prunus armeniaca* comme hôte et confirmé que la larve acquiert la couleur de son substrat alimentaire. Il faut rappeler que le temps ne nous a pas permis de suivre nos observations sur d'autres plantes hôtes estivales qui peuvent constituer des refuges pour *Virachola livia*.

La recherche d'éventuels prédateurs ou parasitoïdes de *V. livia*, a seulement donné quelques insectes prédateurs généralistes régulateurs biologiques mais non spécifiques.

En perspectives, cette étude doit être poursuivie et complétée par :

- L'étude de la dynamique des populations de ce ravageur, la distribution spatiale.
- L'identification d'autres plantes hôtes de *V. livia*, et l'étude de leurs paramètres biologiques.
- La prospection à la recherche de variétés résistantes chez le grenadier.
- La recherche d'ennemis naturels dans les palmeraies algériennes.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- Aabd-ella A., 2015** - Efficacy of emamectin benzoate, pyridalyl and methoxyfenozide on pomegranate butterfly, *Virachola livia* (Klug) (Lepidoptera: Lycaenidae) in cultivated and reclaimed lands. *Journal of Phytopathology and Pest Management*. 2: 32-42.
- Afaq F., Malik A., Syed D., Maes D., Matsui M. S. et Mukhtar H., 2005** - Pomegranate fruit extract modulates UV-B-mediated phosphorylation of mitogen-activated protein kinases and activation of nuclear factor kappa B in normal human epidermal keratinocytes paragraph sign. *Photochemistry and Photobiology*. 81: 38-45.
- Abbes K., Zouba A., Harbi A., Ghrissi N., Ksantini M. et Chermiti B., 2019** -The pomegranate butterfly *Deudorix livia* (Lepidoptera: Lycaenidae):an emerging pest on dates in Tunisia. *EPPO Bulletin*. (0) :1-6.
- Ali E. A., 2017**- Integrated Control of Some Pests Infesting Pomegranate Trees in Northern Western coast. *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci. (F. Toxicology & Pest control)* Vol.9 (1):59-72.
- Almi A., 2020**-*Etude de quelques aspects bioécologiques de Virachola livia (Klug, 1834) (Lepidoptera : Lycaenidae) dans la palmeraie du Sud-est algérien et essai de lutte*. Doctorat de Sciences agronomiques, Uni. Kasdi Merbah Ouargla, 134p.
- Almi A., Bradai L., Bissati-bouafia S. et Korichi R., 2018** - Appearance of *Virachola livia* (Klug, 1834) (Lepidoptera: Lycaenidae) and study of some biological parameters in an arid region of Algeria. *Ciência técnica vitivinicola*. 33 (10): 85-96.
- Almi A., Korichi R., Bradai L., et Bissati-bouafia S., 2020** - Première étude de la biologie d'un nouveau déprédateur *Deudorix livia* (Lepidoptera, Lycaenidae) sur grenadier en Algérie. *IOBC-WPRS Bulletin*. Vol. 151: 97-104.
- Al-Quran S. A., 2009**- Butterflies of ATA'TA mountain in Tafileh, Southern Jordan. *Acta entomologica serbica* 14 : 241–244.
- Avidov Z., 1958**- A study of a life history of pomegranate butterfly (*Virachola livia* Klug.) in Israel. *Ktav. Rehov* 8:153–167.
- Awadallah A. M., Azab A. K. et El-Nahal A. K. M., 1970**- Studies on the pomegranate butterfly, *Virachola livia* (Klug) (Lepidoptera- Rhopalocera: Lycaenidae). *Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte* 54 : 545-567.
- Bagnouls F. et Gausсен H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 : 3 - 4.

- Bazzine M., 2018**- *Etat d'environnement des écosystèmes aquatiques dans le Bas Sahara algérien*. Thèse doctorat en biologie. Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 198p.
- Beddiaf R., Kherbouche Y., Abdouali R., Eddoud A., Ababsa L., Guezoul O., Souttou K. Sekour M., 2020**- The Infestation State and Reproduction Biology of Pomegranate Butterfly *Virachola Livia* (Lepidoptera: Lycaenidae) in Saharan Area of Algeria. *International Journal of Fruit Science* 10, 12p.
- Beddiaf R., 2020**- *Importance de bio-agresseurs des plantes cultivées dans l'extrême Sud est d'Algérie*. Doctorat de Sciences agronomiques, Uni. Kasdi Merbah Ouargla, 114p.
- Bekkari A. et Benzaoui S., 1991** - *Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de deux régions du Sud-Est algérien (Ouargla et Djamaa)*. Mém. Ing. agro., Inst. nati. form. supér. agro. Saha., Ouargla, 134 p.
- Beladis B., Verheggen F., Baba Aissa N., Boukraa S., Salah Ou Elhadj B., Yagoub L., Doumandji S. et Guezoul O., 2018**- Premier signalement de *Deudorix livia* (Lepidoptera: Lycaenidae) en Algérie: Un ravageur important du grenadier et du palmier dattier. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. (0): 1-6.
- Ben abdennebi M., 2012**- *Le grenadier tunisien (Punica granatum) stimule le transport de glucose dans les cellules musculaires C2C12 via la voie insulino-dépendante de l'Akt et la voie insulino-indépendante de l'ampk*. Mém., Maîtrise en pharmacologie. Univ. de Montréal. 82p.
- Ben moussa O., 2013**- *L'effet de la conduite de l'irrigation sur la productivité du palmier dattier au niveau des palmerais d'Oued Righ (Touggourt)*. Mém. Master, Agro. Univ. Ouargla, 64p.
- Bensaci T. E., Saheb M., Yacine Nouidjem Y., Bouzegag A. et Houhamdi M., 2013**- Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes : cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 2013, volume VII : 211-222.
- Bentima S., 2014** - *Contribution à l'étude des vertèbres dans la région d'Oued Righ*. Mém. Master. Agro, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 97p.
- Benziouche S., 2006** - *L'agriculture dans la vallée de Oued-Righ ; Quelques éléments d'analyse* . *Revue des Sciences Humaines*. Univ. Mohamed Khider Biskra N° :10, 16p.

- Bessaci N. et Sadaoui K., 2018** - *Importance des ravageurs et leurs préjudices sur quelques arbres fruitiers en zones sahariennes (Cas d'Ouargla)*. Mém. Master Agro., Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 91 p.
- Betioui M., 2017**- *Etude de la possibilité d'amélioration de la culture et de la production du Grenadier commun, Punica granatum L. dans la région de Tlemcen*. Mém. de master en agronomie. Univ. de Tlemcen. 79 p.
- Bouaicha R., 2017** - *Analyse du complexe parasitaire du Grenadier Punica granatum (Linné, 1753) dans la région de Touggourt*. Mém. Master agro. Université de Ouargla. 95p.
- Bouaichi N. et Ben abdallah Y., 2019**- *Contribution à l'étude morphologique et dégradation du canal Oued Righ parti sud*. Mém. Master, Agro.univ. Ouargla, 86p.
- Boulal Y., 2008** - *Ecologie trophique de hérisson de désert Paraechinus aethriosopes (Ehrenberg, 1833) dans la région de Djamaâ*. Mém. Ing. Agro., univ.Ouargla, 125p.
- Braham M., 2015** - *Insect larvae associated with dropped pomegranate fruits in an organic orchard in Tunisia. Journal of entomology and nematology. 7: 5-10.*
- Cauchard L., 2013** - *La grenade : Organisation de la filière, opportunités et contraintes pour son développement*. Mém. Ing. Institut Supérieur des Sciences Agronomiques France. 40 p.
- Chehma A., 2005**- *Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas des régions d'Ouargla et Ghardaïa*. Thèse de Doctorat. Univ. d'Annaba. 178 p.
- Chehma A., Bouzegag L. et Chehma Y., 2008**- *Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional Algérien. Fourrages. 194 : 253-56.*
- Chenchouni H., 2011**- *Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Vallée de l'Oued Righ Sahara septentrional Algérien)*. Mém. Mag., bio. univ. Ouargla, 120p.
- Cortin A., 1969** - *Réaménagement de mise en valeur d'Oued-Righ. Etude SOGETHA et SOGREAH*, 201p.
- Debuisson A., 2013**- <https://www.aujardin.info/plantes/grenadier.php>
- Dhouibi M. H., 1982** - *Bio-écologie d'Ectomye ois ceratoniae Ze er (Lepidoptera, Pyralide)*. Thèse Doctorat d'Etat. Scien.Natur. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, 145 p.

- Djelaila Y., 2008** - *Biosystématique des Rongeurs de la région d'El Bayadh*. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El Harrach, 151 p.
- Dossin A., 2019**- *Produire des grenades en agriculture biologique en région provence-alpes côte d'azur*. Chargée de mission Aides, Réglementation, Conversions, Filière Arboriculture. Ed. DRAAF PACA. 12p.
- Dubost D., 2002**- *Ecologie, aménagement et développement agricole des Oasis Algériennes*. Biskra. Algérie. Ed CRSTRA. 423p.
- Elsayed G., Bazaid SA., 2011**- Field investigation of pomegranate fruit worms in Taif and laboratory evaluation of *Bacillus thuringiensis* against *Ectomyelois ceratoniae*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 44 : 28-36.
- Evreinoff V. A., 1957**- Contribution à l'étude du Grenadier. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*. vol. 4 (3): 124-138.
- Gharbi N., 2010** - Laboratory Rearing of the Pomegranate Fruit Butterfly *Virachola livia* on Two Host Plants in Tunisia, *Journal of Plant Protection*. 5: 195-200.
- Ghezlaoui S.B. et Khemies F., 2016** -Situation et perspectives de l'arboriculture en zone de plaine et de montagne semi-aride. Cas de l'Oléiculture. Séminaire national sur la Problématique et les enjeux de l'agriculture Algérienne INRA Algérie. Uni. Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 77p.
- Giuseppe E., Cocuzza M., Mazzeo G., Russo A., Lo giudice V. et Bella S., 2016**- Pomegranate arthropod pests and their management in the Mediterranean area. *Phytoparasitica*. 44: 393-409.
- Habes S., Djabri L., Bettahar A., 2016**- Qualité des eaux dans une région a climat aride cas : des nappes du complexe terminal et continental intercalaire. Sud-est algérien. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n°28: 55-63.
- Hadjoudj M., Souttou K. et Doumandji S., 2015**- Diversity and Richness of Rodent Communities in Various Landscapes of Touggourt Area (Southeast Algeria). *Acta zool. Bulg.*, 67 (3), 2015: 415-420.
- Hanna A. D., 1939** - The Pomegranate Fruit Butterfly *Virachola livia* Klug. Morphology, Life-History and Control. *Ministry of Agriculture, Egypt*, 54 p.
- Heim de Balzac H. et Myaud N., 1962** - *Les oiseaux du nord – Ouest de l'Afrique*. Ed. Paul Le chevalier, Paris, 486p.

- Hmid I., 2014**- *Contribution à la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (Punica granatum L.) : caractérisation physicochimique, biochimique et stabilité de leur jus frais*. Doctorat de Sciences agronomiques, l'Université de Béni Mellal (Maroc) ,177 p.
- INRAA, 2017**- Donnée historique sur l'Institut de la recherche agronomique de l'Algérie, Sidi Mahdi, Touggourt.
- Kahramanoglu I. et Usanmaz S., 2013**- Management strategies of fruit damaging pests of pomegranates: *Planococcus citri*, *Ceratitis capitata* and *Deudorix (Virachola) livia*. *African Journal of Agricultural Research* 8 : 6563-6568.
- katbeh-bader A., Amr Z. S. et Isma'el S., 1998**- The butterflies of Jordan. *Journal of Research on the Lepidoptera*. 37, (2003) : 11-26.
- Khan M. M. H., 2016**- Biology and management of fruit borer *Virachola Isocrates* (Fab.) infesting guava. *J. Agril. Res.* 41(1): 41-51.
- Kinawy M., Al-Waili HM. et Almandhari AM., 2008**- Review of the successful classical biological control programs in Sultanate of Oman. *Egyptian Journal of Pest Control* 18 : 1-10.
- Koull N., 2015**- *Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ)*. Doctorat de Sciences agronomiques, Uni. Kasdi Merbah Ouargla, 165p.
- Kowalski K. et Rzebik-Kowalska B., 1991**- *Mammals of Algeria*. Ed. Ossolineum, Wroklaw, 353 p.
- Ksentini I., Jardak T. et Zeghal N., 2011**- First report on *Virachola livia* Klug. (Lepidoptera: Lycaenidae) and its effects on different pomegranate varieties in Tunisia. *EPPO Bulletin*. 41 : 178 -182.
- Mars M., 1995**- *La culture du grenadier (Punica granatum L.) et du figuier (Ficus carica L.) en Tunisie*. Options méditerranéennes. Ed. CIHEM Montpellier. N°13. 85- 95.
- Mesghouni R., 2008**- *La faune associée aux dattes entreposées dans deux stations de la région de Touggourt (R.A.N.O. / I.N.R.A.) ; Influence des différentes pyrales sur les fruits stockés, Tentative de multiplication des Trichogramma cordubensis (Hymenoptera, Trichogrammatidae)*. Mém. Ing. Agro, Ouargla, 117p.

- Mkaouar R. et Ben jamaa M. L., 2016-** Study on Biology of Pomegranate Playboy *Deudorix livia*, (Klug, 1834) in *Acacia farnesiana*. *Indian journal of applied research* 6: 159-161.
- Mkaouar R., Dhahri M. et Ben jamaa L., 2016-** Some biological aspects of *Virachola livia* on *Acacia farnesiana* in the South of Tunisia. *Turkish Journal of Forestry*, 17: 48-50.
- Mkaouar R., Dhahri M. et Ben jamaa L., 2016-** Confirmation of *Deudorix livia* identification on *Acacia farnesiana* and its first report in Southern Tunisia. *Tunisian Journal of Plant Protection* 11: 165-169.
- Mokhtar A. M., et Al Nabhani S., 2016-** Distribution of *Virachola livia* (Lepidoptera: Lycaenidae) Eggs and Influence of Conspecific Aggregation and Avoidance Behavior. *J. Agr. Sci. Tech.* 18: 1593-1604.
- Müller G. C., Kravchenko V. D., Phillips A., Shwarz-Tzachor R., Benyamini D., 2005-** The first record of the Eremic Lycaenid *Deudorix livia* (Klug, 1834) in Europe (Lepidoptera, Lycaenidae). *Atalanta* 36 : 109-112.
- Obeidat W. et Akkawi M., 2002-** Bionomics and Control of Pomergranate Butterfly *Virachola (Deudorix) livia* (Klug) (Lepidoptera: Lycaenidae) in Northern Jordan. *Dirasat Agricultural Sciences* 29: 1-12.
- ONM Ouargla, 2021-** Ministère des travaux publics et des transports. Office National de la Météorologie, Ouargla.
- Ooreka, 2021-** <https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/139/grenadier>
- Oukablia M., Bellaji A., Chahbar A., Elkacemi M., Lahlou M. et Allabou M., 2004-** Comportement de clones locaux et de variétés étrangères de grenadier (*Punica granatum* L.) conduits dans la région de Meknès. *AL AWAMIA*.no 111: 87-100.
- Ozenda P., 1983 -** *Flore du Sahara*. Ed. C.N.R.S. Paris. 622 p.
- Ozenda P., 1991-** *Flore de Sahara*. (3ème édition mise). Ed. C.N.R.S. Paris, 662 p.
- Ozenda P., 2003 -** *Flore et végétation du Sahara*. Ed. CNRS. Paris. 662 p.
- Saharaoui L. et Gourreau J M., 2014-** Les coccinelles d'Algérie : Inventaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). *Recherche Agronomique*. 6, 1 1-27 INRAA.
- Sayed S. M., Elsayed G., Mahmoud S. F., et Elzahrany O. M., 2015-** Efficacy of *Bacillus thuringiensis* and indigenous *Trichogramma turkistanica* for controlling lepidopterous pests on Taify pomegranate fruits. *African Entomology* 23 : 443-450.

- Sebaa R., 2014**- *Inventaire des orthoptères dans deux stations (Touggourt et Témacine)*. Mém. Mast. bio, Univ. Kasdi Merbah. Ouargla. 73p.
- Silvie P., et Gozé E.E., 1991**- Estimation des pertes de production dues aux ravageurs du cotonnier au Tchad. *Cot. Fib. Trop* 46(1):15–32.
- Slimani N., Chehema A., Faye B. et Huguenin J., 2013**- Régime et comportement alimentaire du dromadaire dans son milieu naturel désertique en Algérie. *Livestock Research for Rural Development*. 25 : 12p.
- Stover E. et Mercure E. W., 2007**- *The Pomegranate : A New Look at the Fruit of Paradise Hort Science*. Additional index words. Ed. USDA/ARS.CA : 1088-1092.
- Teissedre-lemoine H. et Crete X., 2014**- *Le grenadier*. Mas de Carrière. Chambre d'Agriculture de l'Hérault. Ed. CEHM-ADVAH. 5p.
- Trabelsi H., 2016**- *Rôle du dromadaire dans la régénération et la prolifération du couvert floristique des parcours du Sahara septentrional algérien*. Thèse de Doctorat. Université d'Ouargla, 113p.
- Walali L. D., Skiredj A., et Elattir H., 2003**- *L'amandier, l'olivier, le figuier, le grenadier*. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat. Ed. Mader/Pntta.N°105. 4p.
- Wald E., 2009**- *Le grenadier (Punica granatum), plante historique et évolutions thérapeutique récentes*. Thèse de Docteur en Pharmacie, Univ. Henrie Poincaré, Nancy1. 149p.
- Wisam O. et Mazen A., 2002**- Bionomics and control of pomegranate butterfly *Virachola livia* (Klug) (Lepidoptera: Lycanidae) in Northern Jordan. *Dirasat Agr. Sci.*, 29:1–12.
- Zaied Yahiya Y. M., 2014**- Common insects of orders Coleoptera, Lepidoptera and Hemiptera in middle region of Al-Jabal Al-Khdar, Libya. *Middle East Journal of Agriculture Research* 3 : 395–397.
- Zeghti S., Bouras A, Kherbouche Y, Sekour M, 2019**- Assessment of the diversity of Lepidoptera and the importance of useful and harmful species in palm groves (Algeria). *World J. Environ Biosci.* 8, 1:11-20.
- Zouba, A., et Chermiti B., 2015**- Première estimation des dégâts causés par *Virachola livia* Klug (Lepidoptera: Lycanidae) sur palmier dattier en Tunisie. Premier Symposium National sur la Protection Intégrée des plantes, Tunis, Tunisie, 20-21 Avril.

Situation du papillon de grenadier *Virachola livia* Klug, 1834 (Lycaenidae, Lepidoptera) dans la palmeraie d'Oued Righ (cas de Touggourt).

Résumé :

L'étude tente d'évaluer l'ampleur de l'attaque causée par *Virachola livia* Klug, 1834 (Lycaenidae, Lépidoptera) sur grenadier par l'estimation du degré d'infestation des fruits et des fleurs ainsi que l'étude de quelques paramètres bio-écologiques de ce parasite sur terrain (2 sites à Tibesbest 1 et 2 à Touggourt) et au laboratoire. *V. livia* déclenche son activité dès l'apparition des boutons floraux et des fleurs. L'estimation des dégâts révèle 18,6 % au Sud de Tibesbest 1 et 7,75 % à l'Ouest de Tibesbest 2, en mai 2021. Alors que les mois d'août et septembre (2020), et atteint 82,12 % à Tibesbest 1 et 81,42 % à Tibesbest 2. L'élevage enregistre que l'œuf fécondé est blanc, celui stérile est gris verdâtre. Au niveau du laboratoire, les œufs éclosent après 5 à 10 jours sur grenade, les larves accomplissent leur développement total après 10 à 21 jours, la pré-chrysalide dure un jour, 6 à 15 jours pour la chrysalide, et 4 à 18 pour les adultes. Le rapport des sexes note plus de femelle (55%) que de mâles (45%). La morphométrie de toutes les phases confirme des travaux précédents. On a signalé la présence de *V. livia* sur *Prunus armeniaca* comme hôte et confirmé que la larve acquiert la couleur de son substrat alimentaire. Aucun agent biologique spécifique n'a été noté agissant directement sur le papillon du grenadier.

Mots clés: *Virachola livia*, infestation, élevage, grenadier, bio-écologie.

Situation of the pomegranate butterfly *Virachola livia* Klug, 1834 (Lycaenidae, Lepidoptera) in the palm grove of Oued Righ (case of Touggourt).

Summary:

The study attempts to evaluate the extent of the attack caused by *Virachola livia* Klug, 1834 (Lycaenidae, Lepidoptera) on pomegranate by estimating the degree of infestation of fruits and flowers as well as the study of some bio-ecological parameters of this pest in the field (2 sites : Tibesbest 1 and 2 in Touggourt) and in the laboratory. *V. livia* starts its activity as soon as flower buds and flowers appear. The damage estimate reveals 18.6% in the south of Tibesbest 1 and 7.75% in the west of Tibesbest 2, in May 2021. While the months of August and September (2020), and reached 82.12% in Tibesbest 1 and 81.42% in Tibesbest 2. The breeding records that the fertilized egg is white, the sterile one is greenish gray. In the laboratory, the eggs hatch after 5 to 10 days on pomegranate, the larvae complete their development after 10 to 21 days, the pre-chrysalis lasts one day, 6 to 15 days for the chrysalis, and 4 to 18 for the adults. The sex ratio notes more females (55%) than males (45%). Morphometry of all phases confirms previous work. *V. livia* was reported on *Prunus armeniaca* as a host and confirmed that the larva acquires the color of its food substrate. No specific biological agents were noted to act directly on the pomegranate butterfly.

Key words: *Virachola livia*, infestation, breeding, pomegranate, bio-ecological.

حالة فراشة الرمان *Virachola livia* في بستان نخيل واد ريج (حالة تقرت).

ملخص :

حاولت الدراسة تقييم مدى الهجوم الذي تتسبب به *Virachola livia* Klug, 1834 (Lepidoptera، Lycaenidae) على الرمان بتقدير درجة الإصابة بالفاكهة والزهور وكذلك دراسة بعض المعايير الحيوية البيئية لهذا الطفيل في الحقل (موقعان : تبسبست 1 و 2 في تقرت) وفي المختبر. تبدأ *V. livia* نشاطها بمجرد ظهور براعم الزهور والأزهار. يكشف تقدير الضرر عن 18.6% جنوب تبسبست 1 و 7.75% غرب تبسبست 2، في مايو 2021. بينما في شهري أغسطس وسبتمبر (2020)، وصلت إلى 82.12% في تبسبست 1 و 81.42% في تبسبست 2. سجلت التربية أن البويضة المخضبة بيضاء، والعقمة رمادية مخضرة. على مستوى المختبر، يفقس البيض بعد 5 إلى 10 أيام على الرمان، تكمل اليرقات نموها الكامل بعد 10 إلى 21 يوماً، وتستمر مرحلة ما قبل الشرنقة ليوم واحد، و 6 إلى 15 يوماً للشرنقة، و 4 إلى 18 يوماً بالنسبة إلى الكبار. تشير نسبة الجنس إلى عدد الإناث أكبر (55%) من الذكور (45%). يؤكد قياس الشكل لجميع المراحل العمل السابق. تم الإبلاغ عن وجود *V. livia* في *Prunus armeniaca* كمضيف وأكد أن اليرقة تكتسب لون ركيزتها الغذائية. لم يلاحظ أي عامل بيولوجي محدد يؤثر بشكل مباشر على عثة الرمان.

الكلمات المفتاحية: *Virachola livia*، الإصابة، التكاثر، الرمان، الحيوية البيئية.