

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة - الحراش

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA) d'El Harrach



Thèse

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

Département : Zoologie agricole et forestière

Sujet

**ETUDE DES ATTAQUES D'UN RAVAGEUR DE LA VIGNE :
CAS DE CICADELLE AFRICAINE *Jacobiasca lybica* (Bergevin
& Zanon 1922) ET SON IMPACT SUR LA PHYSIOLOGIE DES
FEUILLES DE VIGNE DE CUVE A HADJOUT**

Présentée par Mme GUENDEZ-KERMIA Ramila
Soutenue le : 15 juin 2017

Devant le jury :

Président :	M. DOUMANDJI Salaheddine	Professeur (E.N.S.A) El Harrach
Directrice de thèse :	Mme DOUMANDJI-MITICHE Bahia	Professeur (E.N.S.A) El Harrach
Examineurs :	M. BICHE Mohamed	Professeur (E.N.S.A) El Harrach
	Mme SETBEL Samira	Maître/conf. A (U.M.M) Tizi Ouzou
	Mme FEKKOUN Soumia	Maître/conf. A (U.M.B) Boumerdes
	Mme MARNICHE Faiza	Maître/conf. A (E.N.S.V.) El Alia

Année universitaire : 2016-2017

REMERCIEMENTS

La réalisation de cette thèse fut une occasion merveilleuse de rencontrer et d'échanger avec de nombreuses personnes. Je ne saurais pas les citer toutes sans dépasser le nombre de pages raisonnablement admis dans ce genre de travail. Je reconnais que chacune a, à des degrés divers, mais avec une égale bienveillance, apporté une contribution positive à sa finalisation. Mes dettes de reconnaissance sont, à ce point de vue, énormes à leur égard.

Je pense particulièrement au Professeur DOUMANDJI-MITICHE Bahia, ma directrice de thèse, pour la finesse de ses attitudes sur le plan aussi bien humain que scientifique. Ses remarques successives ont permis d'améliorer les différentes versions de ce travail. Elle a toujours trouvé le juste équilibre entre la liberté qu'elle m'a laissé dans le choix des grandes orientations et dans la détermination des pistes à suivre, d'une part, et un soutien total et sans faille dans les moments délicats, d'autre part. Qu'elle trouve ici, toute ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements pour m'avoir ouvert la première porte de la recherche scientifique.

Je suis très honorée par la présence du Professeur DOUMANDJI Salaheddine du département de zoologie agricole et forestière de l'ENSA d'El Harrach, en tant que président de ce jury. Ses grandes compétences et sa longue expérience dans le domaine entomologique permettront assurément de bien enrichir et améliorer ce travail. J'éprouve une déférence particulière à son égard. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude et mes vifs remerciements pour m'avoir transmis sa passion pour l'univers des insectes.

Tout l'honneur et la gratitude s'adressent également aux examinateurs :

-Le Professeur BICHE Mohamed, du département de zoologie agricole et forestière de l'ENSA d'El Harrach, qui non seulement m'a fait honneur d'examiner ce travail mais en plus il m'a été d'une grande aide. Un Grand Merci pour votre abnégation, votre disponibilité, votre patience légendaire, votre soutien, votre grande sollicitude et vos conseils judicieux.

-Le Docteur, SETBEL Samira de l'université des Sciences Biologiques (UMMTO), qui me fait l'honneur et le plaisir d'examiner ce travail. Sa longue expérience dans la zoologie permettra assurément d'enrichir cette thèse. Qu'elle trouve ici ma gratitude pour sa disponibilité, ses conseils et son aide pour la bibliographie.

-Le Docteur MARNICHE Faiza de l'ENSV d'El Alia qui, grâce à sa connaissance et son expérience dans le domaine de détermination des insectes, et à tous les niveaux, apportera un regard intéressant à ce travail. Je suis très honorée par sa présence. Certainement ses remarques aideront grandement à améliorer ce travail.

-Le Docteur FEKKOUN Soumya de l'UMBB dont la présence dans ce jury est nécessaire au vu de ces compétences biologiques. Ses remarques nous permettront sans aucun doute de bien améliorer cette thèse.

Je voudrais à travers ces mots, mes chers enseignants de l'ENSA d'El Harrach, vous exprimer toute ma gratitude en vous disant merci pour l'enseignement.

Je tiens à exprimer toute ma profonde gratitude et mes plus vifs remerciements, au Docteur DJEBBAR Réda, Maître de conférences (A) à la Faculté des Sciences Biologiques (USTHB), pour m'avoir ouvert les portes de son laboratoire et pour ses conseils judicieux.

Je tiens à remercier Docteur MORSLI Abdelkader du Département de foresterie de l'ENSA d'El Harrach pour ses conseils son aide et ses orientations.

Je tiens à affirmer ma gratitude au Docteur ZOUAIDIA Hanène, DRAI Laila et MORSLI Samira. Elles ont une place très spéciale et précieuse dans mon univers. J'avais eu et j'ai vraiment de la chance et l'honneur de les connaître et d'être proche d'elles. Je les remercie infiniment de m'avoir sacrifié beaucoup de leur temps pour m'aider à établir cette thèse, m'encourager, me soutenir, me réconforter, m'écouter et me conseiller malgré toutes leurs nombreuses tâches. Leur tendresse, leur sollicitude et leurs encouragements m'ont offert la volonté et l'énergie nécessaires pour continuer et surmonter la dure épreuve que j'avais traversée lorsque j'ai perdu mon cher père.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Mme DAHMANE Amina de l'ENSV d'El Alia et Docteur BOUCELHA Lylia pour m'avoir aidée à exploiter les résultats.

Par la même occasion, je tiens à remercier Mme SAHNOUNE Leila qui m'a aidé sur terrain. Sans elle, mon travail aurait été pénible.

Je voudrais exprimer toute ma sympathie et mon indéfectible respect pour Mme CHERCHALI Soraya, secrétaire du département de zoologie agricole et forestière de l'ENSA d'El Harrach et Mme REGUIEG Zahia, secrétaire à l'INPV d'El Harrach.

Un merci affectueux à mes amis(es) et collègues de l'ESSAIA de Beau-Lieu et de l'UMMTO. Je leur dit que nous avons constitué une famille. Permettez-moi de vous exprimer ici ma profonde gratitude et mon indéfectible respect.

Enfin, j'ai une pensée très tendre à l'égard de mon époux. Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

Mes adorables enfants qui m'ont toujours donné l'espoir d'aller de l'avant. Trouvez ici mes chéris, l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon amour indéfectible.

A mes sœurs, frères, tante, oncle, grand-mère, belles-sœurs, beau-frère, nièce et neveux. Vous avez toujours été présents pour les bons conseils. Votre affection et votre soutien m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie professionnelle et personnelle. Veuillez trouver dans ce modeste travail ma reconnaissance pour tous vos efforts.

Toutes mes excuses à celles et à ceux que j'ai oublié(e)s, et encore merci à toutes et à tous.

DEDICACES

Je dédie ce travail

À mon père, GUENDEZ Embarek, décédé il y a peu. J'aurai voulu partager avec toi les joies de ce moment solennel de ma vie. Mais le destin en a décidé autrement. Tu as été un papy en or pour mes enfants qui te pleurent souvent. Tu as été pour moi, un exemple de courage, de persévérance et d'honnêteté dans l'accomplissement du travail bien fait. Tu m'as appris le sens de respect, de l'honneur, de la dignité et de la justice.

À ma mère, partie très tôt, qui serait contente d'apprendre que sa fille a enfin terminé le travail qu'elle avait commencé. Tu étais l'éducatrice exemplaire de la famille, tu n'étais jamais fatiguée. En m'amenant à accepter et aimer les autres avec leurs différences, tu as cultivé en moi les vertus de la tolérance et de l'amour du prochain sur un fond de tendresse et d'affectivité.

J'espère que, du monde qui est votre maintenant, vous appréciez cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de votre âme. Puisse Dieu, le tout puissant, les avoir en sa sainte miséricorde !

Votre fille

SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumés

Introduction.....1

CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

I/1- LA VIGNE.....4

I.1.1- La viticulture dans le monde.....4

I.1.2- Historique de la vigne en Algérie.....4

I.1.3- Systématique de la vigne6

I.1.4- Cycle de la vigne *Vitis* (Linné, 1753).....7

I.1.5- Exigences pédoclimatiques.....8

I.1.5.1- Exigences pédologiques.....8

I.1.5.2- Exigences climatiques.....8

a)- La lumière.....8

b)- La température.....8

c)- L'eau.....9

I.1.6- L'encépagement.....9

I.6.1.1- Cinsaut (cinsaut).....10

a- Ampélographie du cépage.....10

b- Les sols adéquats.....10

c- Le climat idéal.....11

d- Sa sensibilité aux maladies et ravageurs.....11

e- Ses utilisations.....11

I.1.6.2- Carignan.....11

a- Ampélographie du cépage.....11

b- Les sols adéquats.....12

c- Climat idéal.....12

d- Sa sensibilité aux maladies et ravageurs.....12

I.1.6.3- Grenache.....	12
a- Ampélographie du cépage.....	13
b- Les sols adéquats.....	13
c- Le climat idéal.....	14
d- Sa sensibilité aux maladies et ravageurs.....	14
I.2- <i>Jacobiasca lybica</i> (Bergevin & Zanon 1922)	
CICADELLE AFRICAINE DE LA VIGNE.....	15
Introduction.....	15
I.2.1- Classification.....	16
I.2.2- Synonymes.....	16
I.2.3- Zones géographiques de distribution.....	17
I.2.4- Caractéristiques du ravageur.....	18
I.2.4.1- Description morphologique du ravageur.....	18
a- L'adulte.....	18
b- L'œuf.....	19
c- La larve.....	20
d- La nymphe.....	21
I.2.5- Cycle de vie.....	21
I.2.6- Description des symptômes / dégâts.....	23
I.2.7- Conditions favorables à l'infestation.....	24
I.2.8- Méthodes d'observation et seuils d'intervention.....	25
I.2.9- Moyens de lutte.....	25
I.2.9.1- Lutte chimique.....	25
I.2.9.2- Lutte biologique.....	25
I.2.9.3- Lutte préventive.....	26
I.3- LES STRESS DE LA PLANTE.....	
I.3.1- Définition du stress.....	27
I.3.1.1 Stress biotiques.....	27
I.3.1.2- Stress abiotiques.....	28
I.3.1.3- Le stress oxydant chez les plantes.....	28
I.3.2- Système immunitaire des plantes.....	28
I.3.2.1 Signalisation déclenchée par la perception : réponse précoce.....	29
I.3.2.1.1 Production de formes activées de l'oxygène (FAO).....	29
a- Différentes formes de FAO.....	29
b- Lieux de production cellulaire des FAO, en absence de stress..	30
c- Les catalases.....	31

I.3.3- Les éliciteurs : une solution aux maladies.....	32
--	----

CHAPITRE II

REGION D'ETUDE : HADJOUT.....	33
-------------------------------	----

I- Présentation de Mitidja.....	33
---------------------------------	----

I.1. Relief	33
-------------------	----

I.2- Situation géographique de la région d'étude, Hadjout.....	34
--	----

I.3- Facteurs abiotiques de Hadjout ex Marengo.....	36
---	----

I.3.1- Facteurs géologiques.....	36
----------------------------------	----

I.3.2 – Facteurs pédologiques.....	37
------------------------------------	----

I.3.3 - Facteurs hydrographiques.....	37
---------------------------------------	----

I.3.4 - Facteurs climatiques de la région de Hadjout.....	38
---	----

I.3.4.1- Les vents.....	38
-------------------------	----

I.3.4.2- L'Hygrométrie.....	39
-----------------------------	----

I.3.4.3- Les Gelées.....	39
--------------------------	----

I.3.4.4- La température.....	39
------------------------------	----

I.3.4.5- La pluviométrie.....	41
-------------------------------	----

I.3.5. Synthèse climatique de la région d'étude.....	42
--	----

I.3.5.1. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausse.....	42
---	----

I.3.5.2. Quotient pluviométrique (climagramme) d'EMBERGER.....	45
--	----

I.4 - Facteurs biotiques des régions d'étude.....	47
---	----

I.4.1 - Données bibliographiques sur la faune de la région de Hadjout....	47
---	----

I.4.2- Données bibliographiques sur la végétation de Hadjout.....	47
---	----

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

III.1- ETUDE DES ATTAQUES DE L'INSECTE SUR TROIS VARIETES DE VIGNE DE CUVE.....	49
--	----

III.1.1- Site d'étude.....	49
----------------------------	----

III.1.2- Vignoble.....	50
------------------------	----

III.1.3- Techniques d'échantillonnage des populations de <i>Jacobiasca lybica</i>	51
---	----

III.1.4- Méthode d'attraction et de piégeage des populations adultes.....	52
---	----

III.1.5- Dispositif de suivi des populations larvaires et nymphales.....	52
--	----

III.1.6- Estimation de la vigueur des plants.....	53
---	----

III.1.7- Sensibilité variétale.....	53
-------------------------------------	----

III.1.8- Analyse statistique.....	53
-----------------------------------	----

III.2- ETUDE BIOCHIMIQUE.....	54
III.2.1- Détermination de la teneur en pigments foliaires.....	54
III.2.2- Extraction et dosage des protéines totales.....	55
III.2.2.1- Principe.....	55
III.2.2.2- Extraction des protéines.....	55
III.2.2.3- Dosage des protéines totales.....	55
III.2.3- Mesure des activités enzymatiques.....	56
III.2.3.1- Activité catalase totale.....	56
III.2.3.2- Dosage des catalases.....	56
III.2.4- Analyse statistique.....	57
III.3- ETUDE CYTOLOGIQUE IN SITU.....	58
III.3.1- Détection cytologique in situ de l'ion superoxyde (O₂⁻).....	58
III.3.2- Détection cytologique in situ du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂).....	59
CHAPITRE IV : RESULTATS	
IV.1- ETUDE DES ATTAQUES DE <i>Jacobiasca lybica</i> SUR	
TROIS VARIETES DE VIGNE DE CUVE.....	
60	
IV.1.1- Fluctuation des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> durant la campagne 2013 sur grenache, carignan et cinsault.....	60
a- Suivi des Vols.....	60
b- Recensement des larves.....	62
IV.1.2- Fluctuation des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> durant la campagne 2014 sur carignan, grenache et cinsault.....	65
a- Suivi des adultes.....	65
b- Recensement des larves.....	68
IV.1.3- Fluctuation des populations de <i>Jacobiasca lybica</i> durant la campagne 2015 sur carignan, grenache et cinsault.....	70
a- Observation des adultes	70
b- Recensement des larves.....	72
IV.1.4- Comparaison des fluctuations des adultes de la cicadelle pendant 2013-2014-2015 par rapport à la température.....	74
IV.1.5- Sensibilité et vigueur variétale de la vigne vis-à-vis de <i>Jacobiasca lybica</i>.....	74
IV.1.6- Effet des attaques de <i>Jacobiasca lybica</i> sur le rendement viticoles 2013-2014-2015.....	77

IV.2- ETUDE BIOCHIMIQUE.....	79
IV.2.1- Dosage des pigments (chlorophylle totale).....	79
IV.2.2- Dosage des protéines totales.....	80
IV.2.3- Les Catalases.....	81
IV.3- ETUDE CYTOLOGIQUE IN SITU.....	83
IV.3.1- Détection <i>in situ</i> du peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂).....	83
IV.3.2- Détection <i>in situ</i> de l'ion superoxyde (O ₂ ⁻).....	84
CHAPITRE V : DISCUSSION.....	86
V.1- Fluctuation et dégâts des populations adultes et larvaires de <i>Jacobiasca lybica</i>	87
V.2- Effet des attaques de <i>Jacobiasca lybica</i> sur la physiologie de la feuille.....	90
V.2.1- Etude biochimique.....	90
V.2.2- Etude cytologique in-situ.....	92
CONCLUSION.....	96
PERSPECTIVES.....	99
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	101
ARTICLE	
RESUMES	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : production viticoles 2012 en Algérie.....	6
Tableau 2 : Morphologie du stylet, comportement alimentaire et sites d'alimentation de <i>Jacobiasca lybica</i>	23
Tableau 3 : Vitesse moyenne des vents stables (km/h) à Hadjout en 2015 (O.N.M., 2015)	38
Tableau 4 : Hygrométrie (%) à Hadjout-2015- (O.N.M, 2015).....	39
Tableau 5 : Températures moyennes mensuelles pour la période 2005-2015 (O.N.M., 2016)	40
Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2013 (O.N.M., 2016)	40
Tableau 7 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2014 (O.N.M., 2016)	40
Tableau 8 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2015 (O.N.M., 2016)	41
Tableau 9 : Précipitations moyennes pour la période 2006-2015 (O.N.M., 2016)	41
Tableau 10 : Précipitations moyennes pour la période 2013 (O.N.M., 2016)	41
Tableau 11 : Précipitations moyennes pour la période 2014 (O.N.M., 2016)	42
Tableau 12 : Précipitations moyennes pour la période 2015 (O.N.M., 2016)	42
Tableau 13 : Classification des cultures occupant les sols agricoles de la commune de Hadjout	48
Tableau 14: Présentation des cépages de vigne de cuve plantés au niveau du projet viticole de l'O.N.C.V	51
Tableau 15 : Rendement viticole durant les campagnes viti-vinicoles (C.V.V.) 2013, 2014 et 2015	77
Tableau 16 : Taux de chlorophylles totales sur les feuilles de vigne de cuve	80

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte des zones V.A.O.G en Algérie.....	5
Figure 2 : Cycle de la vigne	7
Figure 3 a : Feuille de cinsault	9
Figure 3 b : Grappe de cinsault	9
Figure 4 a : Feuilles de carignan	12
Figure 4 b : grappe de carignan	12
Figure 5 : a- Feuille de grenache	13
Figure 5 : b- Grappe de grenache à maturité	13
Figure 6: Morphologie de la cicadelle a- Vue de dos	16
Figure 6 : b- Vue de face	16
Figure 7 : Adulte de <i>Jacobiasca lybica</i>	18
Figure 8: a-b- Stylets inférieurs chez le mâle adulte de <i>Jacobiasca lybica</i>	19
Figure 8: c- Stylet supérieur	19
Figure 9 : Stade larvaire de <i>Jacobiasca lybica</i>	20
Figure 10 : Larves et exuvies de cicadelle sur face inférieure de la feuille de vigne	20
Figure 11 : Nymphe de <i>Jacobiasca lybica</i>	21
Figure 12 : Cycle de développement de <i>Jacobiasca lybica</i>	22
Figures 13 : Symptômes d'attaque de <i>Jacobiasca lybica</i> sur feuille de vigne de cuve	24
Figure 14 : Schéma d'un stress de la plante	27
Figure 15: Représentation de Lewis du dioxygène	30

Figure 16 : Schéma des dommages induits par les ROS	31
Figure 17 : Limite géographique de la Mitidja	33
Figure 18 : Carte hypsotermique de la wilaya de Tipaza	35
Figure 19 : Rose des vents des villes et/ou communes limitrophes de Hadjout	35
Figure 20 : Carte des sols de la Mitidja occidentale cas de Hadjout ex Marengo	36
Figure 21 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la période de 2006-2015 de la région de Hadjout	43
Figure 22 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de Hadjout (Année 2013)	43
Figure 23 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de Hadjout (Année 2014)	44
Figure 24 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de Hadjout (Année 2015)	44
Figure 25 : Situation de la station d'étude dans le Climagramme d'Emberger	46
Figure 26 : Station viticole d'étude Si Semiani- Hadjout	49
Figure 27 : Plan d'exploitation du projet viticole de l'O.N.C.V	50
Figure 28: Pièges triangulés jaunes installés dans le vignoble	52
Figure 29 : Feuilles de vigne de cuve : a-Feuille de cinsault/-b- Feuille de carignan/c- Feuille de grenache	54
Figure 30 : Solution de bleu de Coomassie G 250	55
Figure 31 : Dosage des protéines selon la technique de Bradford	55
Figure 32 : Courbe étalon des protéines (BSA)	56
Figure 33 : Disque foliaire de feuille de vigne	58
Figure 34 : Fiole contenant la solution de NBT	58
Figure 35 : Disques foliaires dans de l'éthanol	59

Figure 36 : Fluctuation des stades larvaires et adultes sur carignan, en fonction de la température et des précipitations – 2013	60
Figure 37 : Fluctuation des adultes de <i>Jacobiasca lybica</i> sur grenache, en fonction de la température et des précipitations – 2013	61
Figure 38 : Fluctuation des adultes de <i>Jacobiasca lybica</i> sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations – 2013	62
Figure 39 : Fluctuation des larves de <i>Jacobiasca lybica</i> sur carignan, en fonction de la température et des précipitations – 2013	63
Figure 40 : Fluctuation des larves de <i>Jacobiasca lybica</i> sur grenache, en fonction de la température et des précipitations – 2013	63
Figure 41 : Fluctuation des larves de <i>Jacobiasca lybica</i> sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations – 2013	64
Figure 42 : Nombre de générations (G) de <i>Jacobiasca lybica</i> sur carignan , grenache et cinsault -2013-	64
Figure 43 : Fluctuation des adultes de <i>Jacobiasca lybica</i> sur carignan, en fonction de la température et des précipitations – 2014	65
Figure 44 : Fluctuation des adultes de <i>Jacobiasca lybica</i> sur grenache, en fonction de la température et des précipitations – 2014	66
Figure 45 : Fluctuation des adultes de <i>Jacobiasca lybica</i> sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations – 2014	66
Figure 46 : Piège jaune contenant des adultes de <i>J. lybica</i> capturés sur parcelle de carignan.....	67
Figure 47 : Fluctuation des larves de <i>Jacobiasca lybica</i> sur carignan, en fonction de la température et des précipitations – 2014	67
Figure 48 : Fluctuation des larves de <i>Jacobiasca lybica</i> sur grenache, en fonction de la température et des précipitations – 2014	68
Figure 49 : Fluctuation des larves de <i>Jacobiasca lybica</i> sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations – 2014	69
Figure 50 : Nombre de générations (G) de <i>Jacobiasca lybica</i> sur carignan, grenache et cinsault -2014-	69

Figure 51 : Fluctuation des adultes de <i>J. lybica</i> sur carignan en fonction de la température et des précipitations – 2015	70
Figure 52 : Fluctuation des adultes de <i>J. lybica</i> sur grenache en fonction de la température et des précipitations – 2015	71
Figure 53 : Fluctuation des adultes de <i>J. lybica</i> sur cinsault en fonction de la température et des précipitations-2015	71
Figure 54 : Fluctuation des larves de <i>J. lybica</i> sur carignan en fonction de la température et des précipitations – 2015	72
Figure 55 : Fluctuation des larves de <i>J. lybica</i> sur grenache en fonction de la température et des précipitations – 2015	73
Figure 56 : Fluctuation des larves de <i>J. lybica</i> sur cinsault en fonction de la température et des précipitations – 2015	73
Figure 57 : Vigueur et sensibilité du carignan, grenache et cinsault.....	75
Figure 58 : Répartition des attaques d'adultes de <i>J. lybica</i> sur carignan, grenache et cinsault-2015-	76
Figure 59 : Répartition des attaques des larves de <i>J. lybica</i> sur carignan, grenache et cinsault-2015-	76
Figure 60 : Rendement des raisins issus de cépages attaqués par la cicadelle africaine 2013-2014-2015	78
Figure 61 : Dosage des chlorophylles totales sur feuille de vigne avant et après attaque par <i>J. lybica</i>	79
Figure 62 : Dosage des protéines totales sur feuilles de vigne avant et après attaque de <i>J. lybica</i>	81
Figure 63 : Dosage des catalases sur feuilles de vigne avant et après attaque de <i>J. lybica</i>	82
Figure 64 : DAB sur disques foliaires du carignan, cinsault et grenache	83
Figure 65 : NBT sur disques foliaires du carignan, et cinsault	84
Figure 66 : NBT sur disques foliaires du grenache	85
Figure 67 : Symptômes similaires aux attaques de <i>J. lybica</i>	90

Liste des abréviations

- BSA : Bovin serum albumin
- CAT : Catalases
- Chl a : Chlorophylle a
- Chl b : Chlorophylle b
- DAB : 3'3-diaminobenzidine
- DO : Densité optique
- EOR : Espèces oxygénées réactives
- FAO : Formes actives d'oxygène
- G1 : première génération
- Hl : hectolitre
- *J. lybica* : *Jacobiasca lybica*
- M : Mole
- Miohl : millions of hectolitres
- mM : Millimole
- MVF : Matière végétale fraîche
- NBT : Nitroblur-tetrazolium
- P : Précipitation
- Prot : protéine
- RCI : Régulateur de croissance des insectes
- ROS : Reactif oxygen species
- SAU : Superficie agricole utile
- SAD : Stimulateurs de défense des plantes
- SOD : Superoxydase-dismutase
- t.mn⁻¹ : Tour/minute
- VAOG : Vin d'appellation d'origine garantie

INTRODUCTION

La viticulture, liane de la famille des *Vitaceae*, dont la principale espèce cultivée en Europe est *Vitis vinifera* L. Elle est souvent hybridée ou greffée à d'autres espèces (*V. berlandieri*, *V. riparia*, *V. rupestris*...), et est à l'origine de nombreux cépages (Reynier, 2007). La viticulture, pratiquée depuis l'Antiquité (Johnson et Robinson, 2002) représente une forte valeur économique et sociale due à la vente de son produit, le vin. Cependant, la viticulture peut également être pointée du doigt comme étant responsable de conséquences nuisibles pour l'environnement et l'Homme (Marchal, 2011).

La viticulture représente une part non négligeable de l'agriculture mondiale (Johnson et Robinson, 2002). L'agriculture implique le remplacement d'écosystèmes diversifiés (forêts, prairies...) par des parcelles quasiment mono spécifiques, ce qui en fait l'un des principaux agents de déforestation et de destruction des formations herbacées (Ramade, 2005). La fragmentation des habitats due au développement agricole entraîne alors une perte majeure de la biodiversité et une baisse de pression des ennemis naturels sur les organismes nuisibles (Kruess et Tschamtkke, 1994).

Afin d'obtenir une production de qualité optimale, de nombreuses actions de gestion du vignoble sont mises en place par les viticulteurs, dont certaines peuvent accentuer l'impact négatif de cette culture:

-La vigne peut être cultivée sur sol nu pour empêcher la compétition avec les espèces herbacées, contenir le risque de gelée, limiter l'apparition de chlorose... et ainsi augmenter sa vigueur (Reynier, 2007). Cette mise à nu, en plus de participer à la perte d'habitat et de connectivités, rend le sol vulnérable à l'érosion (Ramade, 2005).

- Les maladies et ravageurs portant atteinte à la production de la vigne (Walter *et al.*, 2000; Dubos, 2002; Kreiter *et al.*, 2008) ont incité les viticulteurs à utiliser des pesticides de synthèse pour éliminer de manière rapide et efficace ces contraintes.

Ces produits phytosanitaires sont souvent persistants dans l'environnement et peuvent agir sur l'ensemble de l'écosystème et pas seulement sur les organismes visés (Moore, 1967 cité par Ramade, 2005). Leur infiltration dans le sol, peut polluer les eaux souterraines (Worrall et Besien, 2005) et contaminer par la suite l'ensemble du bassin versant. Les pesticides peuvent également s'insérer dans les réseaux trophiques et atteindre les consommateurs supérieurs non ciblés (Woodwell, 1967).

En outre, depuis plus d'une centaine d'années, la viticulture est soumise, en plus des ravageurs et maladies indigènes, à la pression d'insectes invasifs venus de contrées lointaines. L'intensification des échanges commerciaux, depuis le milieu du XXème siècle augmente le risque de voir apparaître les pucerons, les cicadelles, les coccinelles exogènes qui vont se mettre à pulluler (Sforza, 2008).

Les inventaires faunistiques ont été souvent effectués afin de se familiariser avec les ennemis de la vigne, entre autre, beaucoup d'invertébrés, dont plusieurs Arthropodes (Hilty et Merenlender, 2000).

Avec près d'un million d'espèces décrites sur Terre, dont 90% sont des insectes, les Arthropodes constituent le groupe le plus diversifié du monde vivant. De plus, le nombre d'espèces actuellement connues est sans doute très faible face à la richesse spécifique réelle (Heywood, 1995), du fait que la reconnaissance des espèces et leurs inventaires sont longs et coûteux (Oliver et Beattie, 1993).

En Algérie, les insectes sont la cause première des pertes de produits agricoles (Sauvion *et al.*, 2013). Pour contourner ces difficultés, nous nous sommes limités à étudier une espèce déjà inventoriée en Algérie sur la vigne, la cicadelle verte *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Homoptera, Jassidae) qui s'est avérée être un nouveau bio agresseur sur cette culture. En effet, les premières observations sur vigne remontent à juillet 2002 et reconduites en 2003 et 2004 (Bounaceur *et al.*, 2006), dans les vignobles de la Mitidja Ouest d'où l'insecte s'est propagé rapidement dans tout le pays (Bounaceur et Doumandji-Mitiche., 2007; Bounaceur, 2008; Bounaceur *et al.*, 2008a; Bounaceur *et al.*, 2008b). En effet, il décrit l'ampleur des dégâts sur les feuilles qui s'enroulent, puis jaunissent chez les variétés de raisin blanc ou rougissent chez les cépages rouges et finissent par un dessèchement total du limbe et par conséquent une diminution dans la vigueur du cep qui se répercute sur la quantité et la qualité du raisin ainsi que de son dérivé.

Notre travail effectué durant les campagnes viti-vinicoles 2013, 2014 et 2015 s'articule autour de cinq chapitres :

- Le chapitre I, concerne les données bibliographiques qui portent sur trois paramètres :
 - ✓ La vigne ;
 - ✓ La cicadelle africaine *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon, 1922) ;
 - ✓ Les stress de la plante.
- Le chapitre II, est réservé pour la région d'étude Hadjout;
- Chapitre III, est consacré pour le matériel utilisé et la méthode suivie pour :
 - ✓ L'étude des attaques de l'insecte sur trois variétés de vigne de cuve ;
 - ✓ L'étude biochimique des feuilles de vigne attaquées par ce prédateur ;
 - ✓ L'étude cytologique suite au stress provoqué par cet insecte.
- Le chapitre IV, traite les discussions des résultats obtenus ;

Et enfin, une conclusion générale et des perspectives proposées sur les possibilités de lutter contre ce ravageur.

Le but de notre étude est de :

- Conforter les recherches entreprises par Dr Bounaceur, durant la campagne viticole 2007, sur la fluctuation des populations de cicadelle verte responsables des grillures mais cette fois-ci sur cépages de cuves et voir l'effet du changement climatique sur ce ravageur ; ainsi que déterminer l'influence de la vigueur des ceps et leurs sensibilités envers cet insecte ;
- Démontrer l'effet des attaques de ce ravageur sur la physiologie du limbe par dosage biochimique,
- Montrer l'effet du stress causé par cet agent sur la feuille par des analyses cytologiques.

CHAPITRE I

DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUE

I.1- LA VIGNE

I.1.1- La viticulture dans le monde

La vigne est l'une des espèces fruitières les plus cultivées dans le monde en terme de surface et de valeur économique (Vivier et Pretorius, 2002).

Sa culture existe sur les cinq continents avec une superficie d'environ 8 millions d'ha. La majorité des surfaces viticoles mondiales sont situées en Europe (57,9%), le reste étant réparti entre l'Asie (21,3%), l'Amérique (13%), l'Afrique (5,2%) et l'Océanie (2,7%) (O.I.V, 2007).

La production mondiale de raisins (consommation directe, séchage) est estimée approximativement à 12 millions de tonnes dont 18% (2,2 millions de tonnes) sont acheminés vers le marché extérieur. Les plus grands pays producteurs sont l'Italie, la Chine et les USA (Aigrin, 2003 ; OIV, 2007).

Cependant et selon OIV, (2015), actuellement, une légère croissance du vignoble mondial a été notée et dans laquelle la Chine devient le deuxième vignoble mondial avec près de 800 milliers d'ha. Depuis la fin des mesures d'arrachage dans l'Union Européenne (UE), les plantations en Asie et en Amérique du Sud surcompensent légèrement la diminution du vignoble communautaire et la réduction du vignoble australien.

La production mondiale de vin se situe dans une bonne moyenne (279 millions d'hectolitres), après les forts volumes de 2013 (291 millions d'hectolitres). La consommation mondiale de vins en 2014, estimée à 240 Miohl, enregistre une légère baisse de 2,4 Miohl par rapport à 2013, dans un contexte global de stabilisation depuis 2009. En 2014, les échanges mondiaux de vin ont repris leur augmentation en volume (104 Miohl) (+2%), pour une valeur stable (OIV, 2015).

I.1.2- Historique de la vigne en Algérie

Des fouilles exécutées en 1925 à El -Harrach (près d'Alger) ont mis à jour dans les formations de remblaiements de l'Oued El - Harrach, des débris de vigne, de feuilles et pépins, nettement identifiés (Isnard, 1951).

L'Algérie est très riche en biodiversité de la vigne, sa culture existait depuis l'antiquité bien avant la colonisation (El Heit *et al.*, 2013 ; Sebki, 2013), et particulièrement durant l'empire romain. À l'époque de la colonisation française, le vignoble algérien a atteint son apogée. À la fin des années 1950, le rendement moyen du vignoble algérien passa de 43 hl/ha en 1957 à 39 hl/ha en 1958 pour atteindre 53,19 hl/ha en 1959. Cette dernière année se situait dans le trio de tête des années à plus fort rendement depuis les années 1930. Seules avaient plus produit 1934 avec un rendement de 57 hl/ha et 1938 avec 54 hl/ha (O.N.C.V, 1999).

Depuis 1939, chacun des trois départements avait des rendements en forte augmentation. Dans l'Algérois ils étaient passés de 50 hl/ha à 72, dans l'Oranais de 43 hl/ha à 47 et dans le Constantinois de 46 hl/ha à 48 hl/ha.

Depuis l'indépendance du pays en 1962, la plus grande partie de ce vignoble a été arrachée et a causé en quelque sorte un déséquilibre écologique, car la vigne joue un rôle contre l'érosion.

La consommation actuelle de raisin en Algérie est estimée à 7 kg par an et par habitant. La volonté est d'atteindre un ratio de 12 à 15 kg par an et par habitant.

Le développement de la viticulture en Algérie est inscrit comme l'une des priorités du ministère de l'Agriculture et du Développement rural. L'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (ITAFV) estime que la connaissance et la maîtrise de données technico-économiques permettent d'outiller la mise en place de stratégies nouvelles de développement. L'un des critères à prendre en considération en plus des goûts du consommateur pour développer la viticulture, la connaissance du marché international, sa tendance, sa concentration et les échanges commerciaux. Cela permettra, une fois cette filière développée, d'aller vers l'exportation, chose qui ne se fait malheureusement pas aujourd'hui malgré le fort potentiel de cette filière et la saveur reconnue de ce fruit qu'est le raisin avec ses multiples variétés.

La viticulture algérienne occupe une superficie de 97 000 ha et représente 12% de la SAU occupée par les plantations. Elle constitue la quatrième culture pérenne sur le plan de la surface et représente le deuxième poste à l'exportation. Le diagnostic indique que la filière viticole est constituée de trois sous-filières spécifiques dont le fonctionnement est différent. Entre autres sous-filières, il y a lieu de citer le raisin de cuve qui dispose d'un marché à l'exportation et d'un marché interne. Les acteurs doivent s'engager dans une logique de production de qualité pour développer des parts de marché à l'exportation. Cet objectif nécessite la maîtrise dans la réalisation de vignobles dans les zones VAOG (Vins d'Appellation d'Origine Garantie). La prise en charge de ces zones est aujourd'hui une nécessité si l'Algérie veut s'emparer de parts plus importantes du marché mondial dans ce domaine. Il existe sept zones d'appellation d'origine, représentées (fig. 1) sur lesquelles il convient de mettre l'accent pour un meilleur développement (O.N.C.V, 2015).

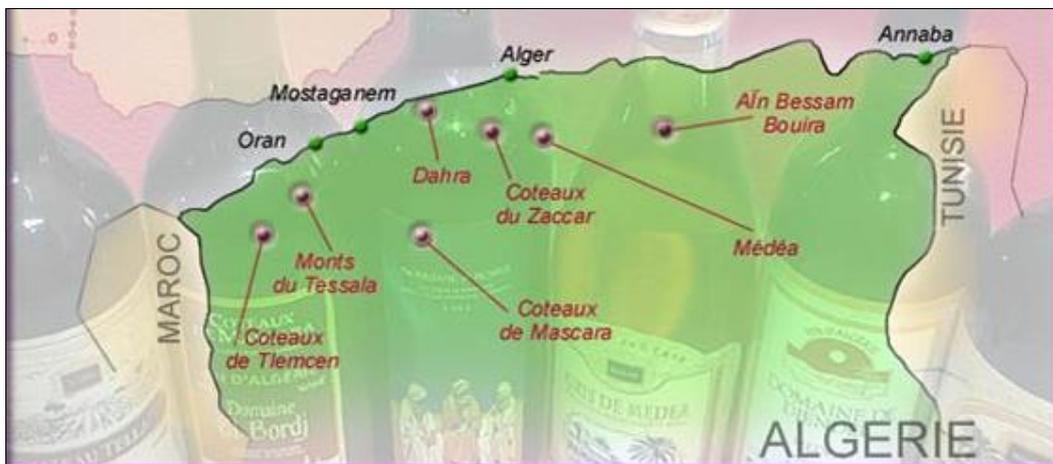


Figure 1 : carte des zones V.A.O.G en Algérie (O.N.C.V., 2015)

Il faut savoir que la superficie et la production en 2009 étaient de :

- la vigne de table : 52 700 ha, dont 39 600 en rapport et de 3 100 000 quintaux.
- la vigne de cuve, la superficie est estimée à 44 170 ha, dont 35 400 ha en rapport. La production est estimée à plus de 150 000 hl.
- la vigne à raisin sec est cultivée sur 124 ha seulement, dont 113 ha en rapport, et produit 2 550 quintaux (Amarni, 2009).

Alors qu'en 2012, la production viti-vinicole est comme suit (Tableau 1) :

Tableau 1 : Production viticoles de 2012 en Algérie (DSA/MADR, 2012)

Type de production	Raisin de cuve	Raisin de table	Raisin sec
Quantité (Quintal)	785 430	5 174 536	42 615

La politique sectorielle pour le développement de la filiaire viticole se base sur quatre éléments, notamment la capacité d'adaptation de la vigne permettant de protéger et de valoriser les zones marginales, particulièrement les zones de relief à climat semi-aride et à sol pauvre. Il s'agit également de valoriser la variété du terroir «H'mar Bouaamar», qui est reconnue, en vue de l'exporter vers l'étranger, d'augmenter la consommation de la population en raisin frais et de produire du raisin sec (Amarni, 2009).

I.1.3- Systématique de la vigne

D'après Reynier, (1991), les vitacées appartiennent au :

- Règne : Végétal
- Embranchement : Spermatophytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Série : Disciflores
- Ordre : Rhamnaleae
- Famille : Vitaceae
- Genre : *Vitis*
- Espèce : *Vitis vinifera* (Linné, 1753).

Selon Huglin et Schneider, (1998), la quasi-totalité des vignes cultivées appartiennent au sous genre *Euvinis* qui possède $2n= 38$ chromosomes.

I.1.4- Cycle de la vigne *Vitis* (Linné, 1753)

Plante pérenne, la vigne occupe le sol trente à cinquante ans et n'entre en production que trois ou quatre ans après la plantation. Sa vie est une succession de cycles annuels interdépendants dont les conditions de végétation au cours d'un cycle, dues au milieu et à l'homme, ont une influence sur le ou les cycles végétatifs suivants (Reynier, 1997).

La vigne doit assurer à la fois le développement des organes végétatifs : rameaux, feuilles, vrilles : c'est le cycle végétatif (fig.2); et le développement des organes reproducteurs : inflorescences, fleurs, baies, raisins c'est le cycle reproducteur (fig.2).

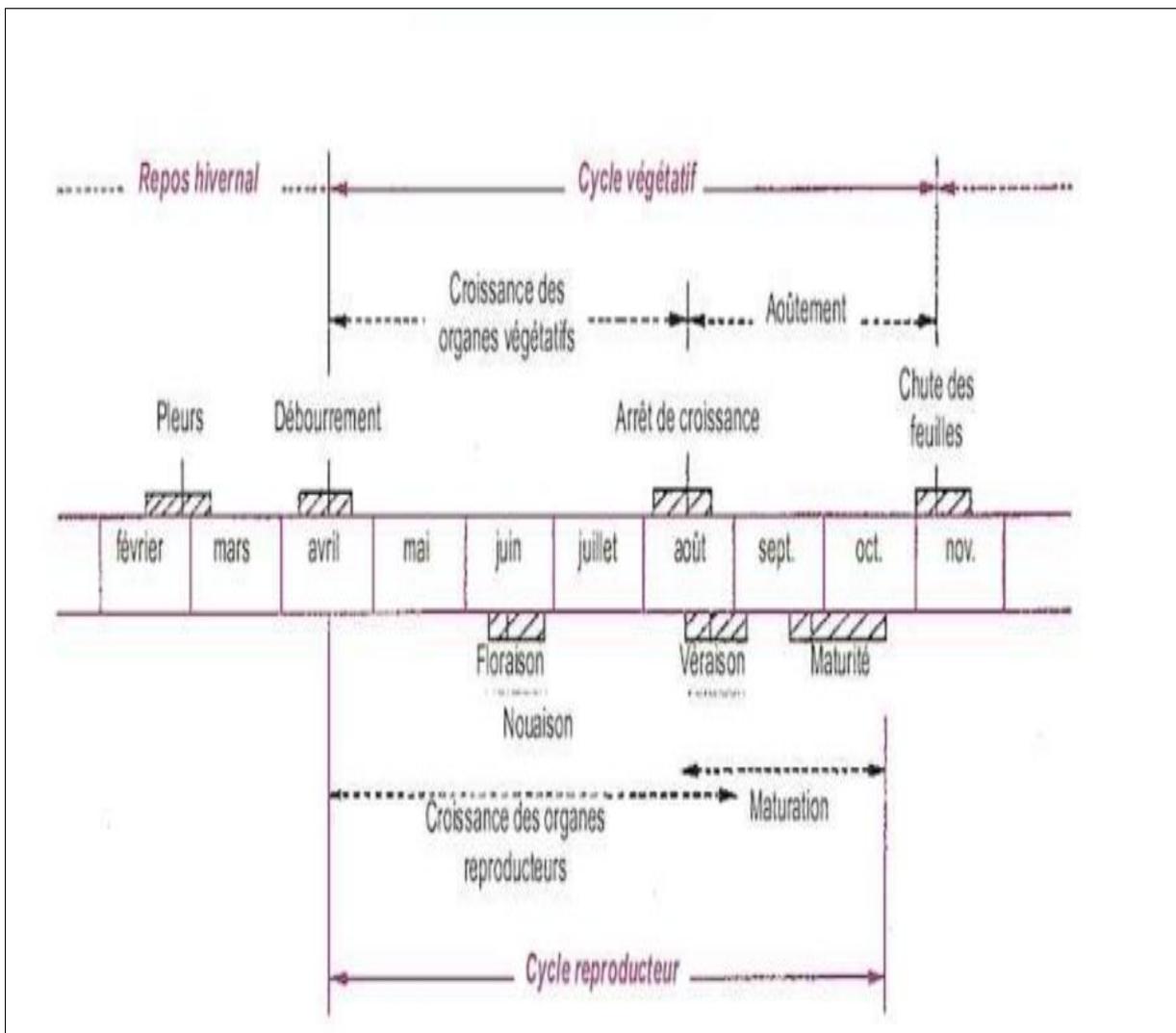


Figure 2 : Cycle de la vigne (Reynier, 2016)

Il est important de noter que lors du débourrement, des bourgeons se forment sur les bois de la vigne. C'est aussi la période propice du début des contrôles contre les maladies de la vigne et les insectes ravageurs.

I.1.5- Exigences pédoclimatiques

Selon Taguemout (2013), la vigne est sujette à une multitude de stress de nature abiotique (température extrême, gelées, carences ou excès en éléments minéraux essentiels ou toxiques) et biotique.

I.1.5.1- Exigences pédologiques :

La vocation d'un domaine viticole est déterminée en grande partie par le sol. Les différences de qualité entre deux milieux viticoles d'une même région géographique, soumis au même climat et ayant le même encépagement sont liées aux caractéristiques des sols : nature de la roche mère, propriété physique et chimique du sol (Reynier, 1991). En fait, la vigne est une plante peu exigeante sur le choix du sol elle peut s'accommoder à divers types de sol du plus fertile au plus pauvre et du plus acide au plus calcaire. Selon ; Crespy (1992) ; Huglin et Schneider, (1998) la notion de sol à vocation viticole évoque des terrains de préférence d'une richesse moyenne à faible, filtrants caillouteux avec des pentes moyennes et un sous- sol rocheux.

I.1.5.2- Exigences climatiques :

Le climat a une influence considérable sur le cycle végétatif de la vigne. La lumière, la température et l'eau sont les trois facteurs climatiques de bases qui vont conditionner la plante et donc le vin.

a) La lumière

Le rayonnement solaire permet aux végétaux de synthétiser des sucres et d'autres métabolites grâce au processus de la photosynthèse. Les durées d'ensoleillement varient suivant les régions ce qui explique la variété de l'encépagement. En effet, chaque cépage a ses préférences climatiques qui lui sont propres.

b) La température

Ce facteur exerce une influence capitale sur le développement de la plante Les conditions de température optimale de la vigne varient suivant les cépages.

La vigne doit trouver suffisamment de chaleur pour que son cycle végétatif et sa maturation se déroulent dans les meilleures conditions.

Les climats tempérés frais permettent une maturation lente et prolongée, favorable à la formation des composés aromatiques dans le raisin. De nombreux vignobles prestigieux bénéficient de ces situations (la Champagne par exemple). Le principal inconvénient lié à ce

climat est la grande variabilité interannuelle qui se traduit par la qualité irrégulière des millésimes.

Néanmoins, il existe des variétés hybrides qui sont aujourd'hui adaptées à la rigueur des pays nordiques si bien qu'elles tolèrent des températures très basses (au-delà de - 20° C).

c) L'eau

Cet élément occupe une place capitale dans tout être vivant, en particulier chez la vigne. Il assure de multiples fonctions métaboliques. D'une manière générale la vigne a toujours été considérée comme peu exigeante en eau, donc résistante à la sécheresse.

L'Algérie offre par ses caractéristiques pédoclimatiques (nature du sol et ensoleillement) les conditions optimales pour la production de raisins (Bendjilali, 1980). Les régions de production de raisins sont surtout situées au nord du pays, parmi elles : à l'ouest Arzew, Mostaganem, Chlef, Mascara, Oran, Tlemcen, Ain Témouchent, Sidi Bel Abbes, au centre, Tipaza, Boufarik, Blida, Chéraga, Ain Bessam et à l'est El Taref,

I.1.6- L'encépagement

Si le climat conditionne fortement le développement de la vigne, chaque [cépage](#) présente des exigences climatiques particulières qui expliquent les différents types d'encépagement suivant les régions viticoles.

Tous les cépages n'ont pas la même vocation viticole. D'après les caractéristiques morphologiques des grappes et des baies, comme par exemple la compacité, la grosseur et la forme des baies, l'épaisseur de la pellicule, la consistance de la pulpe, le nombre de pépins et en fonction de la destination des raisins (Reynier, 1997). En Algérie, les cépages les plus répandus depuis la colonisation à nos jours sont :

- Les principaux cépages à **raisins de cuve** sont, par ordre d'importance le carignan, le cinsault, l'alicante-bouschet, le grenache, mourvèdre et syrah pour les vins rouges ainsi que les vins rosés. Les clairettes, le merséguera et les muscats (Soler, 2011) ainsi que le morastel pour les vins blancs...

- Pour les **raisins de table**, dominaient les muscats, le dattier de Beyrouth, la sultanine, l'Ameur Bou Ameur et le tizourine Bou Afraraet, raisins kabyles à gros grains fermes, etc.

Il arrive que certains cépages aient plusieurs usages (Reynier, 1997). C'est le cas de :

- Cinsault : raisin de cuve et de table
- Muscat d'Alexandrie : raisin de table, raisin sec et raisin de cuve et même production de vin à distiller pour l'élaboration d'alcool
- Sultanine : raisin de table, raisin sec et vin à distiller (production de rakki, ouzou et arak).

Pour notre étude, nous allons nous intéresser à trois cépages de cuve qui sont cités ci-dessous :

I.6.1.1- Cinsault (cinsaut)

Le Cinsault, ou cinsaut, est un cépage du pourtour méditerranéen, au nord comme au sud. Il a une origine provençale. Il exige beaucoup de chaleur et résiste à la sécheresse et au vent. Le Cinsault est un cépage fertile et productif, dont il faut impérativement contrôler le rendement pour obtenir des vins de grande qualité. Ceci est d'autant plus indispensable que le sol est lui aussi profond et fertile. Pourtant, le Cinsault est un cépage peu vigoureux, et ses bois ont un faible diamètre. Son port est retombant et il convient donc de le tailler bien court.

a- Ampélographie du cépage

Le Cinsault se reconnaît à son jeune rameau, dont l'extrémité présente une forte densité de poils couchés. Ses feuilles adultes ont une forme orbiculaire à 5 lobes (fig.3 a), avec un sinus pétiolaire assez profond à fond en V. Sur les lobes latéraux, les dents sont longues par rapport à leur largeur à la base, et ont un côté rectiligne. Parfois, elles ont un côté concave et un côté convexe. Le limbe est légèrement involuté, en particulier au niveau du lobe principal. Sur sa face inférieure, on retrouve une densité faible de poils couchés et une densité moyenne de poils dressés. Les grappes de Cinsault sont grandes (fig. 3 b), cylindro-coniques, plus ou moins compactes; ses baies sont grosses, ellipsoïdes à peau ferme d'une couleur bleuté pruinée. Elles craquent sous la dent, leur chair est juteuse à saveur particulière.



a- Feuille



b- Grappe

Figure 3 : Le cinsault (originales)

b- Les sols adéquats

Afin de réguler sa productivité et d'obtenir des vins de qualité, le Cinsault sera préférentiellement implanté sur terrain pauvre et sec. En revanche, les excès de calcaire peuvent perturber son métabolisme et provoquer une chlorose. Sur de bons terroirs peu fertiles (de schistes par exemple) et avec de faibles rendements, le Cinsault donne des vins

fruités, agréables et souples et notamment d'excellents rosés, dont il est le cépage emblématique en zone méditerranéenne.

c- Le climat idéal

Moyennement vigoureux (Reynier, 1997), le Cinsault est un cépage méridional adapté aux terroirs chauds et très ensoleillés, et il résiste très bien à la sécheresse. Sa période de maturation, lente, le prédispose aux terroirs côtiers, où les cumuls de températures en fin de cycle sont élevés.

d- Sa sensibilité aux maladies et ravageurs

Le Cinsault est sensible aux maladies du bois (Esca, Eutypiose), aux acariens, aux vers de la grappe (Eudemis) et à la pourriture grise. Par contre, il se montre moyennement sensible à l'Oïdium.

e- Ses utilisations

Raisin de cuve, il est principalement utilisé pour produire du vin. Ses raisins sont aussi sur les tables, d'où son appellation **raisin à double fin** ou dénommé œillade (Reynier, 1997).

I.1.6.2- Carignan

Le Carignan est un cépage originaire d'Espagne, et plus précisément de l'Aragon. Appelé mazuela de la rioja (Reynier, 1997), il a été introduit au XII^{ème} siècle dans tout le sud de la France, où il a trouvé sur les bords de la Méditerranée, d'excellentes conditions de production, tant agronomiques que climatiques.

a- Ampélographie du cépage

Pour reconnaître le Carignan, on observe que l'extrémité du jeune rameau de l'année présente une forte densité de poils couchés (Reynier, 2012). Ses jeunes feuilles (fig. 4a) sont brillantes et de couleur jaune. Le rameau de l'année présente également un aspect herbacé et des stries rouges. Les feuilles adultes ont une grande taille et présentent généralement 5 lobes. Le sinus pétiolaire est peu ouvert ou peu fermé. Les sinus latéraux sont de profondeur moyenne. Le limbe a un aspect tourmenté, très gaufré, et présente, sur sa face inférieure, une faible densité de poils couchés. Ses grappes (fig. 4b) et ses baies ont une taille moyenne à grosse (Tintané et Pajotain, 2009).

Le Carignan est un cépage fertile dont il faut absolument brider le rendement si l'on veut élaborer des vins de qualité. Sa fertilité permet une production régulière. Il est facile à conduire mais doit être taillé court (taille en gobelet ou en cordon) pour limiter sa production. Il présente des rameaux à port érigé. Lorsque les vignes sont âgées (jusqu'à 50 ans) et moins productives, elles donnent des raisins de grande qualité.

Il exige beaucoup de chaleur, n'est pas sensible à la sécheresse, ni au vent ; les terrains chauds et secs des coteaux lui conviennent particulièrement.



a- Feuilles



b - Grappe

Figure 4 : Le carignan (Originales)

b- Les sols adéquats

Les terrains bien drainés sont essentiels à un développement harmonieux du Carignan. Les sols calcaires et donc peu acides ont sa préférence.

c- Climat idéal

Cépage méridional par excellence, le Carignan est prédestiné aux terroirs chauds et très ensoleillés ; par ailleurs, il résiste bien à la sécheresse, d'où son implantation naturelle sur les bords de la côte méditerranéenne.

d- Sa sensibilité aux maladies et ravageurs

Le Carignan est relativement peu sensible à la pourriture grise et au mildiou (Reynier, 1997), très peu sensible à l'excoriose. En revanche, sa grande sensibilité vis-à-vis de l'oïdium sur feuilles et sur grappes est bien connue, d'où une implantation idéale en terrain sec et régulièrement venté. Il se montre également sensible aux cicadelles.

I.1.6.3- Grenache

D'origine espagnole (région de l'Aragon), le cépage Grenache est un des cépages les plus cultivés au monde. Cépage par excellence des régions méditerranéennes, il existe sous diverses formes (noir, gris ou blanc) (Reynier, 1997). D'après Soler (2011), le grenache se trouve aussi en Italie, en Grèce, au Portugal, en Algérie, en Tunisie, au Maroc, en Californie, en Argentine et en Australie...

Le grenache noir, connu pour la puissance de ses souches tourmentées, est un cépage très vigoureux, et a un port dressé qui résiste bien aux vents violents de la côte méditerranéenne. Il convient de lui donner une taille courte, souvent en gobelet ou cordon. Le grenache noir

donne ses meilleurs résultats à faible rendement, ce qui est souvent le cas en zone méditerranéenne, où la sécheresse et les sols maigres limitent naturellement sa productivité. Le potentiel d'accumulation des sucres de ce cépage est très élevé mais la couleur chute rapidement lorsque les rendements augmentent (Reynier, 2007). L'acidité est généralement faible. Le potentiel alcoolique du grenache noir permet aussi d'obtenir des vins doux naturels de grande qualité à condition de l'implanter sur des terroirs qualitatifs, de maîtriser parfaitement le rendement et d'obtenir une couleur bien concentrée.

a- Ampélographie du cépage

Le grenache est certainement l'un des cépages le plus facile à repérer. Il présente une feuille verte claire et luisante non poilue (fig. 5a), qui se démarque des autres feuilles, on dit d'elle qu'elle est glabre. Les feuilles adultes ont des dents à côtés rectilignes, une pigmentation anthocyanique des pétioles et des nervures nulle et le limbe est lisse et très tourmenté. Sa face inférieure présente une densité nulle ou très faible de poils couchés et de poils dressés. Enfin, la forme de cette feuille est plutôt arrondie et ne présente pas de lobes bien marqués comme c'est le cas pour la Syrah ou le Cabernet-Sauvignon entre autre. Les sarments se distinguent par leur couleur jaune. Les rameaux de grenache noir ont des entre-nœuds de couleur verte, et l'extrémité des jeunes rameaux présente une faible densité de poils couchés. La peau du fruit (Fig. 5b) est dure, épaisse et bleutée. Ses grappes de belle taille sont lestées de gros grains, ronds et juteux (Reynier, 2000).



a- Feuille



b- Grappe à maturité

Figure 5 : Grenache (originales)

b- Les sols adéquats

Le Grenache Noir se montre bien adapté aux terrains légèrement acides, graveleux, caillouteux, chauds et à forte réverbération, qui lui permettent une longue et bonne période de maturation. Les sols très calcaires et au pH basique lui conviennent moins bien.

c- Le climat idéal

Sa grande tardivité le prédispose uniquement aux zones méditerranéennes strictes, où l'ensoleillement et le cumul de chaleur est assuré sur une période longue, en particulier au moment de sa maturation. Dès que les influences continentales ou océaniques se font sentir, il mûrit moins bien. C'est pourquoi on le trouve en France exclusivement au bord de la Méditerranée qui coïncide avec une zone ventée limitant la pourriture grise, à laquelle il est très sensible.

d- Sa sensibilité aux maladies et ravageurs

Le grenache noir est très sensible à l'esca (Reynier, 1997), au mildiou et à l'excoriose et assez sensible à la nécrose bactérienne, à la pourriture grise et aux vers de la grappe. En revanche, il est peu sensible aux acariens. Le grenache est un cépage très sensible à la coulure (maladie des fleurs de la vigne qui ne sont pas fécondées). Il s'avère que le grenache résiste bien, lorsqu'il n'est pas greffé sur un porte-greffe, aux nématodes *Meloidogyne arenaria* dans les sables du littoral de la Camargue.

Selon Delassus *et al.*, (1933), il existe en Algérie plusieurs ravageurs de la vigne, notamment l'anguillule, l'érinose, les acridiens, les termites, le phylloxéra, les cochenilles les cétoines, les buprestes, les apates, les opatres, les longicornes, les clytres, l'altise, les guêpes, les sphinx, les noctuelles, l'eudémis, la pyrale et les drosophylles

Outre ces nuisibles, il existe aussi 19 genres de nématodes appartenant à 4 groupes trophiques dont le groupe des phytophages est le plus abondant par rapport aux fongivores et aux omnivores aux niveaux des appellations viticoles du centre et de l'ouest d'Algérie. Parmi les phytophages spécifiques à la vigne le genre *Xiphinema* et *Longidorus*, ont été inventoriés dans les stations de l'Ouest d'Algérie dans la wilaya de Ain Temouchent, de Chlef, Sidi Bel Abbès, Mostaganem et Tlemcen régions viticoles par excellence très anciennes ; de même le genre *Xiphinema* a été signalé sur plusieurs parcelles à Alger (Birtouta) (Hoceini *et al.*, 2016).

I.2- *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon 1922) CICADELLE AFRICAINE DE LA VIGNE

Introduction

Les perturbations climatiques soit en tant que déviation des moyennes à long terme (par exemple, l'augmentation progressive des températures), soit en tant que variabilité climatique (par exemple, le décalage des saisons, des événements climatiques extrêmes plus fréquents)- sont devenues une réalité en Afrique et dans le monde entier, entraînant des conséquences dramatiques sur la production agricole.

Les impacts issus des événements extrêmes tels que les inondations et les sécheresses sont évidents. Les impacts indirects, à travers la pression accrue des déprédateurs des cultures par exemple, sont moins visibles et passent souvent inaperçus.

Les variations de température et d'humidité sont les deux plus importants facteurs climatiques susceptibles d'affecter le développement, la reproduction et la survie des insectes. En effet, elles peuvent conduire à :

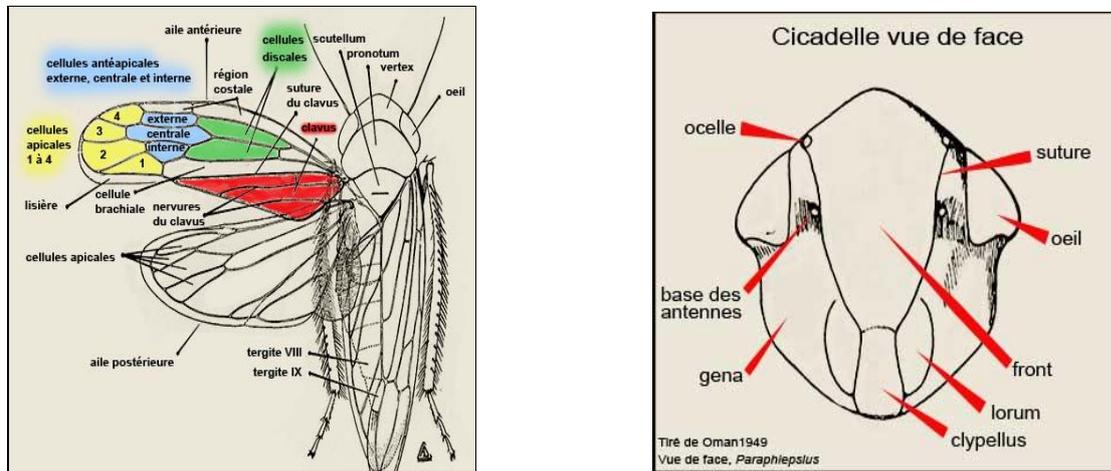
- l'expansion des nuisibles (insectes/maladies) endémiques dans de nouveaux territoires,
- le développement rapide du nuisible sous l'effet de la température, entraînant une multiplicité des cycles de vie du nuisible en une saison,
- l'augmentation des dégâts potentiels occasionnés par les espèces invasives (Tamò, 2015).

Volontairement ou inconsciemment, les hommes sont à l'origine de la quasi-totalité des introductions d'espèces exotiques hors de leur écosystème d'origine. Les espèces envahissantes, exotiques ou non, sont considérées comme la seconde plus grave menace pour la biodiversité après la destruction de l'habitat (Sforza, 2008).

Les Cicadelles ont été présentées sur le plan morphologique par Ribaut (1936). Elles ont été étudiées en France très tôt. Plusieurs entomologistes en Europe apportaient leur contribution aux connaissances « cicadelliennes » parmi eux Edwards J. en 1878 et Then en 1896. Comme pour les autres ordres d'insectes, la classification de ce groupe a reposé longtemps sur des caractères extérieurs: coloration, forme et nervation alaire, aspect des pattes postérieures... Cependant, dès 1878, Edwards avait montré l'intérêt de la structure de certaines pièces génitales du mâle dans la différenciation des espèces. Cette approche fut reprise par Then en 1896 (Della Giustina, 1989).

I.2.1- Classification

La classification des cicadelles a longtemps été basée essentiellement sur leurs caractères morphologiques (dimension, couleur, génitalia, nervures des ailes (fig.6a), position ou absence des ocelles (fig. 6b), forme du vertex, caractéristique des pattes, etc.) et sur leur(s) hôte(s) végétal de prédilection. Aujourd'hui, s'y ajoute l'analyse génétique, sans pour autant faire disparaître l'importance des critères morphologiques.



a- Cicadelle vue de dos

b- Cicadelle vue de face

Figure 6: Morphologie de la cicadelle (tiré de Oman, 1949)

La classification est comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Atelocerata

Classe : Insecta (Hexapoda)

Infraclasse : Neoptera

Sous classe : Pterygota

Ordre : Hemiptera

Sous ordre : Auchenorrhyncha

Super famille : Membracoïdae

Famille : Cicadellidae

Genre : *Jacobiasca*

Espèce : *Jacobiasca lybica* (Bergevin and Zanon 1922) connue aussi sous le nom de *Empoasca lybica*

Jacobiasca lybica est un insecte appartenant à l'ordre des hémiptères qui comprend des familles d'insectes très diverses.

Selon Ribaut (1936 cité par Ribaut 1952), *Jacobiasca lybica* appartient à la sous famille des Typhlocybinae qui ne comprend que des insectes de petite taille.

I.2.2- Synonymes

Chaque pays ayant réalisé des études sur cet insecte lui attribue sa propre dénomination, selon Euphytia (2013), les dénominations européennes sont comme suit :

- Cotton jassid (Grande Bretagne) ;
- Baumwollzikade (Allemagne) ;
- cicada del viñedo (Espagne) ;
- cicalina africana della vite (Italie) ;
- cigarrinha das queimaduras (Portugal)

I.2.3- Zones géographiques de distribution

Décrite de Libye, elle est distribuée depuis l'Afrique du nord jusqu'en Egypte. Elle se trouve également dans la région orientale ainsi que dans la région éthiopienne où elle provoque des dégâts jusqu'aux vignes d'Afrique du sud (Webb, 1987).

Considéré comme espèce polyphage, cette cicadelle a d'abord été signalée comme un ravageur du coton en Egypte et au Soudan (Ripper et George, 1965). Elle a été décrite pour la première fois en Libye par Bergevin & Zanon en 1922 puis comme provoquant des dégâts dans certaines régions viticoles; bord sud-est de l'Espagne: Province de Murcie et d'Almeria (Ruiz Castro, 1943); Sardaigne. Selon (Anonyme, 2008) elle se retrouve en Afrique, Amérique du Sud, Asie, et Sud de l'Europe.

La cicadelle africaine de la vigne a été signalée pour la première fois en Italie (Sicile, Sardaigne) sur la vigne en 1962 (Vidano, 1962 a). Elle a fait depuis son chemin pour se retrouver en Espagne et au Portugal. Elle est localisée également en Amérique du Sud, Asie, et Sud de l'Europe.

Cet insecte occupe les pays de l'Afrique du nord, notamment l'Algérie où il a été repéré sur le vignoble de la Mitidja occidentale par Bounaceur *et al.*, 2006. Cependant, au niveau des autres zones VAOG, entre autre Mascara, les vignobles de cette région sont indemnes de cicadelle africaine *Jacobiasca lybica* (Guendez-Kermia, 2016).

I.2.4- Caractéristiques du ravageur

I.2.4.1- Description morphologique du ravageur

Jacobiasca lybica (Bergevin & Zanon 1922) au nom commun cicadelle africaine, ressemblant de profil à un orthoptère, est un insecte de petite taille dont le dessus de l'avant corps présente des taches blanc jaunâtre.

a- L'adulte

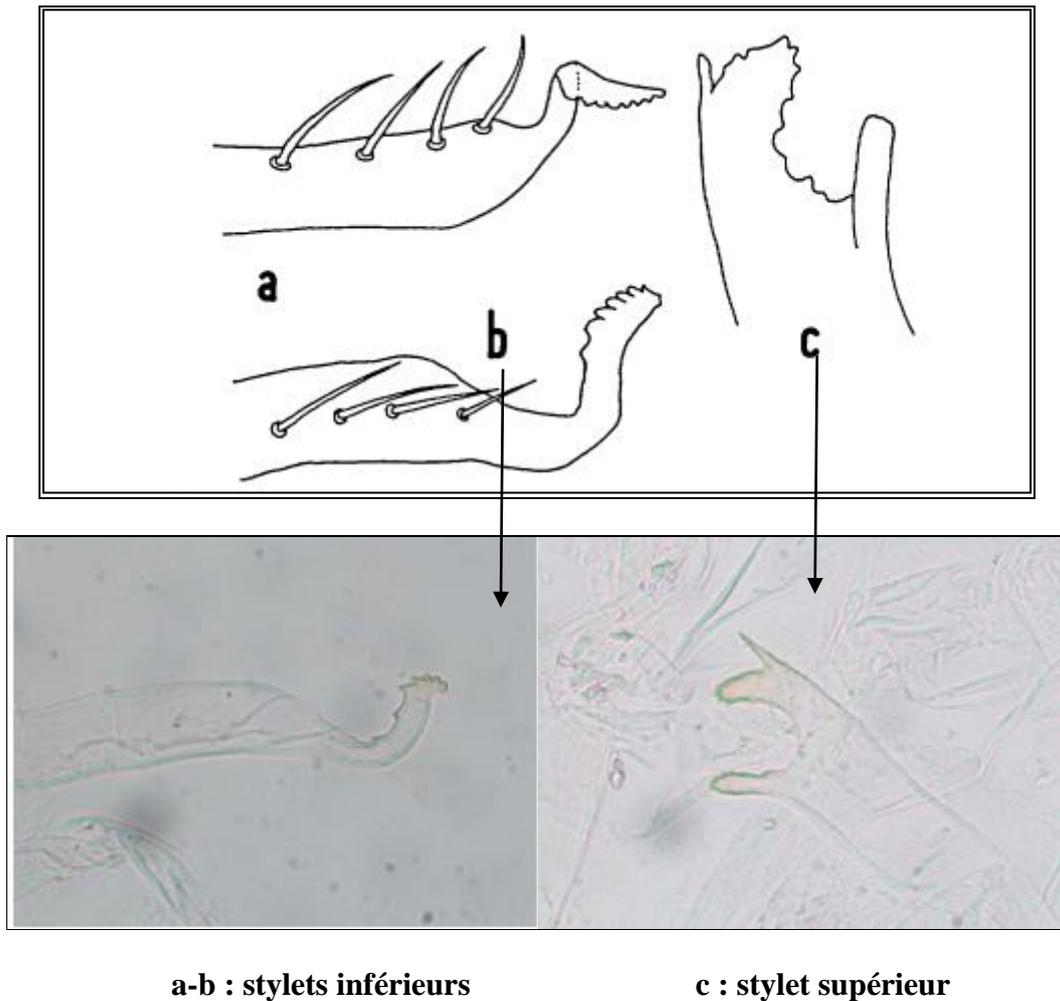
L'adulte de la cicadelle *Jacobiasca lybica* a une forme très allongée (fig. 7). Ses ailes sont plus longues que son corps et d'un blanc translucide à nervation verte. La femelle adulte longue de 2,5 à 3.2 mm est plus grande que le mâle qui mesure 2,6 mm. Des critères pratiques de reconnaissance de l'espèce ont été fournis par Della Giustina (1989). Sa couleur verte est un peu plus sombre qu'*Empoasca vitis* (Maixner, 2003). Le dessus de l'avant corps présente des taches blanc jaunâtre (fig. 7). Le tiers postérieur des élytres est légèrement enfumé. Le mâle porte des appendices supérieurs de forme lamellée, se terminant par deux apophyses (fig. 8c), qui entourent la partie apicale des appendices inférieurs dont l'extrémité est dentée (fig.8 a et b) (Della Giustina, 1989 ; Della Giustina, 2002a et 2002b). Les pattes sont couvertes de petites épines.



Figure 7 : Adulte de *Jacobiasca lybica* (Sforza, 2008)

La couleur, vert tirant sur le jaune, est celle de la plupart des cicadelles de la vigne, dont la distinction pour *J. lybica* repose sur les points blancs bien nets sur la tête, le pronotum et le métathorax.

L'insecte est vivace et saute à la moindre perturbation de son environnement immédiat, ou vole aisément quand il est dérangé. Il peut couvrir de longues distances en étant porté par le vent. Ils s'abritent généralement du soleil à la face inférieure des feuilles et sont surtout actifs le matin et le soir.



a-b : stylets inférieurs

c : stylet supérieur

Figure 8: Stylets chez le mâle adulte de *Jacobiasca lybica* (d'après Ruiz Catro in Della-Giustina, 1989)

b- L'œuf

L'œuf de *Jacobiasca lybica* mesure de 0,5-0,7 mm. Il est très difficile à observer, celui-ci étant inséré dans les tissus de la plante. Les œufs sont verdâtres, relativement grands et cylindriques. Ils sont légèrement incurvés et sont plus larges et sinueusement arrondis à l'extrémité postérieure et un peu plus étroits antérieurement (Cowland, 1947 ; Pearson, 1958 et Habib *and al.*, 1972). Ils sont pondus individuellement dans les feuilles à l'intérieur des nervures principales. Les femelles pondent préférentiellement dans les feuilles complètement étalées (Fos *et al.*, 1997). Le stade œuf dure 6 à 10 jours et le stade larvaire (ressemble à l'adulte) dure 8 à 16 jours (Chougar, 2011).

c- La larve

Elle mesure 0,8 mm à l'éclosion et atteint tout juste 2,3 mm à son complet développement. Ces larves montrent des couleurs très diverses : blanchâtre, vert clair (fig. 9). Il y a cinq stades larvaires qui se distinguent grâce à leur taille, leur forme et la présence d'ébauches d'ailes, visibles dès le quatrième stade larvaire. Les piqures d'alimentation des larves provoquent des dépigmentations foliaires (fig.10).



Figure 9 : Stade larvaire de *Jacobiasca lybica* (Alma, 2002)

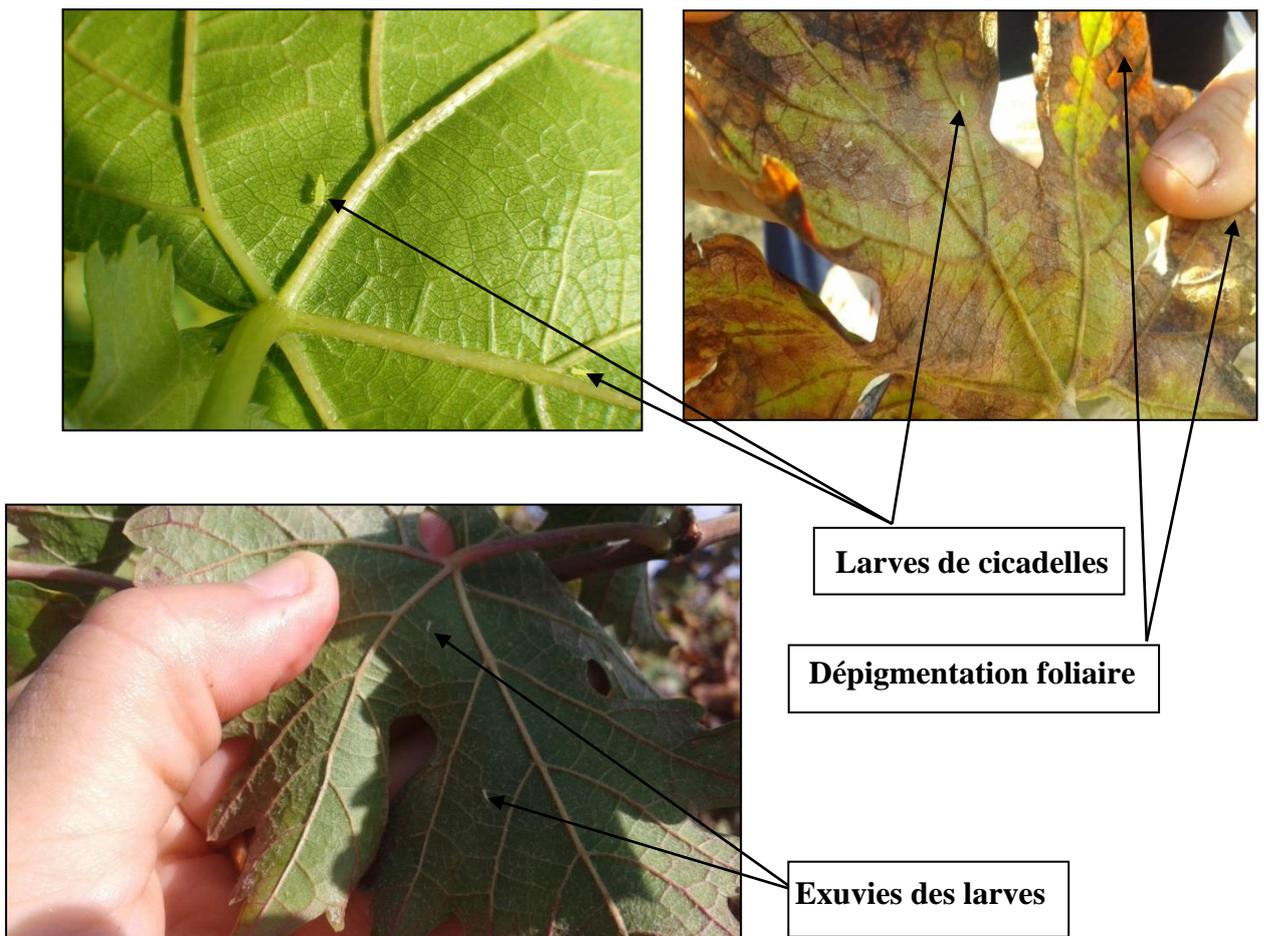


Figure 10 : Larves et exuvies de cicadelle sur face inférieure de la feuille de vigne (originales)

d- La nymphe

La nymphe est de 2,1-2,3 mm de long. Elle est similaire aux adultes. Le corps est généralement vert. Les yeux sont grands, saillants, d'une couleur crème ou rouge brique. Les antennes sont sétiformes, jusqu'à environ une moitié du corps, dirigées latéralement et incolore (Alma, 2002). La nymphe va acquérir des ébauches alaires plus développées (fig. 11).



Figure 11 : Nympe de *Jacobiasca lybica* (originale)

Le déplacement des larves sur les feuilles quand on les dérange est caractéristique; c'est un déplacement latéral (en crabe) (Bijlmakers and Verhoek, 1995).

Selon Lorenz *et al.* (1995) et UG/PIP (2008); dans la journée, les larves et nymphes sont disposées à la face inférieure des feuilles mûres à l'abri de l'ensoleillement (fig. 10), et le soir elles passent sur la face supérieure des feuilles.

I.2.5- Cycle de vie

Della Giustina, (1989) montre que la cicadelle africaine (*Jacobiasca lybica*) n'est pas inféodée à la vigne puisque ses adultes passent leur phase d'hivernation avant d'immigrer dans les parcelles viticoles, sur de nombreuses espèces appartenant à diverses familles botaniques. C'est une cicadelle polyphage, des régions chaudes, d'origine africaine. Au sud du Portugal, comme dans le reste du bassin méditerranéen, la vigne est sa plante-hôte favorite pendant l'été. *Jacobiasca lybica* est considérée comme un ravageur du vignoble du bassin méditerranéen tel que le Portugal, l'Espagne et les deux îles italiennes la Sardaigne et la Sicile (Alma, 2002). Elle est présente localement dans tous les vignobles mais ne vit pas uniquement sur la vigne (Charbeau, 2012). D'autres plantes sont des hôtes pour cet insecte, entre autre les Malvaceae, les Cucurbitaceae, la tomate, le poivron, et l'aubergine.

Ces cultures sont des hôtes pour la cicadelle et des précédents culturaux défavorables à la culture viticole.

En Algérie, *Jacobiasca lybica* effectue trois à quatre générations par an sur la vigne, (Bounaceur *et al.*, 2006 ; Bounaceur *et al.*, 2007). En dehors de la vigne, nous ne disposons pas d'éléments nécessaires quant à son hibernation et les plantes hôtes intermédiaires ainsi que sa polyphagie vu qu'elle n'a jamais été signalée en dehors de ces références.

L'hivernation au stade adulte a lieu sur de nombreuses cultures appartenant à des familles botaniques différentes. En général, l'immigration dans les parcelles de vigne se fait juste après le débourrement, soit le retour des adultes sur vigne au début du mois de mai où la femelle pond, à l'aide de son oviscapte, une cinquantaine d'œufs sur les nervures et le pétiole de la feuille. L'évolution embryonnaire dure 10 à 15 jours. La larve se développe en trois semaines, passant par cinq stades avec l'apparition ainsi de la première génération (G1). Une deuxième (G2) et une troisième (G3) génération vont suivre avec des maxima de larves respectivement en juillet et août (fig. 12). On peut parfois observer une quatrième génération (G4), mais celle-ci est toujours moins importante que la deuxième (Della Giustina, 1989). La cicadelle africaine *Jacobiasca lybica* est polyvoltine, la plupart du temps quatre générations se succèdent dans l'année, se chevauchant partiellement.

Les adultes quittent les pieds de vigne attequés à la fin de la période végétative, en automne. Ils hivernent sur de nombreux végétaux.

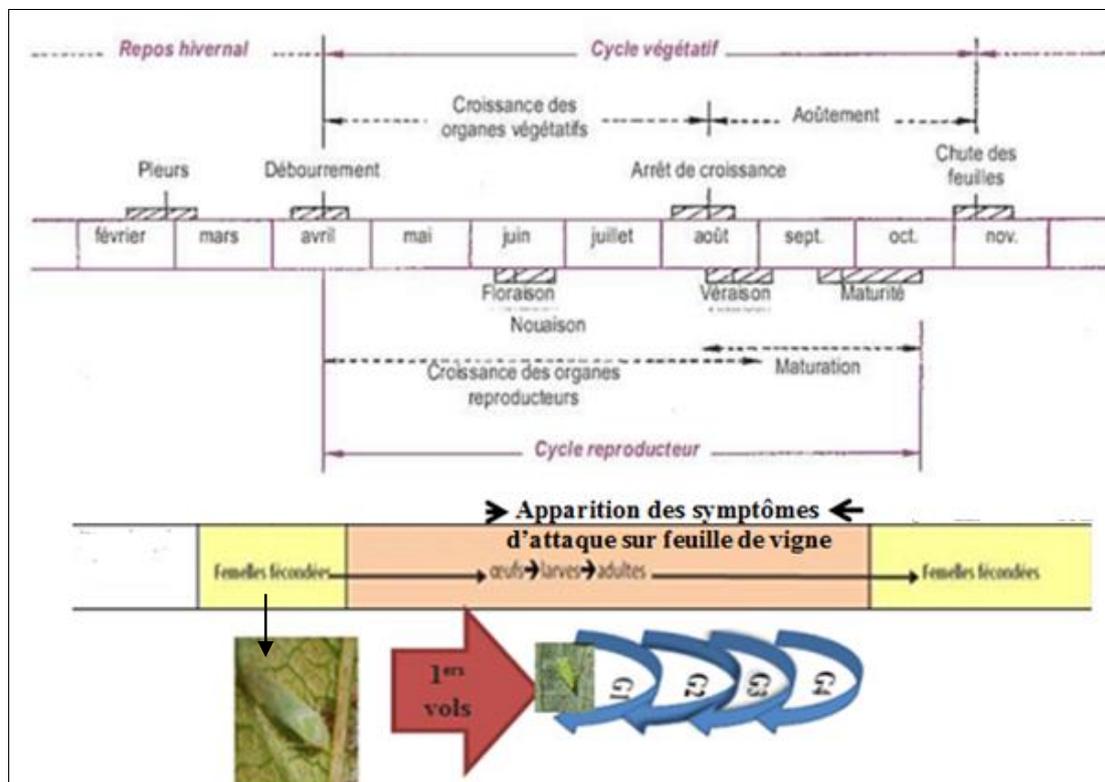


Figure 12 : Cycle de développement de *Jacobiasca lybica* (Reynier, 2016, modifié)

En termes de biologie, les longues périodes de beau temps favorisent l'augmentation des populations de cet insecte, tandis que les périodes de pluie les réduisent.

I.2.6- Description des symptômes / dégâts

Cette cicadelle est le problème phytosanitaire le plus sérieux du vignoble dans le sud de la péninsule ibérique et conduit à des dommages économiques importants dans ces régions à températures estivales élevées.

J. lybica provoque des dégâts qui peuvent ressembler à ceux provoqués par une déficience nutritionnelle, une attaque d'acariens, des brûlures par le soleil. Ils peuvent être confondus avec des maladies ou des carences (OEPP, 2002). Les dégâts n'affectent pas seulement la qualité et la quantité des raisins mais aussi la récolte future, par suite de l'épuisement de la plante.

Se déplaçant latéralement, les larves commencent à être observées début juin ; un pic de population larvaire est atteint fin septembre (4,1 individus/feuille) (Mazzoni *et al.*, 2003). Les basses températures hivernales en Sicile ont raison des fortes populations automnales de l'insecte. C'est pourquoi seuls quelques individus sont retrouvés en janvier sur des espèces végétales sauvages hors parcelle (*Angelica sp.*, *Rubus fruticosus* L.) (Mazzoni *et al.*, 2003). Ceci pourrait expliquer temporairement l'absence, en hiver, de la cicadelle dans les vignobles du sud de la France.

Adultes et larves de la cicadelle s'alimentent sans interruption, ponctionnant toutes les nervures et infestent ainsi le feuillage de la vigne et sucent leur épiderme. Ils se nourrissent sur le xylème, le phloème ou le contenu cellulaire des tissus mésophiles de la plante (Smith, 1926), en provoquant ainsi des dégâts proches de ceux d'*Empoasca vitis* mais plus prononcés (Tableau 2). Les symptômes apparaissent quelques semaines après les piqûres des larves et se caractérisent par des décolorations du limbe (Sentenac, 2004). Elles causent un jaunissement ou un rougissement de la surface foliaire (Quartau et Rrebelo, 1992), qui s'étend du bord vers le centre (OEPP, 2002).

Tableau 2 : Morphologie du stylet, comportement alimentaire et sites d'alimentation de *Jacobiasca lybica* (Hamadttu, 2001)

	Site d'alimentation	Morphologie du stylet	Stylet Pénétration	Référence
<i>J. lybica</i>	Phloème Xylème Mésophile	Avec barbes	Intracellulaire	Smith, 1926 Ripper, 1965

La décoloration gagne les zones internervaires des feuilles, formant des grillures ; puis les feuilles s'enroulent (figure 13). Ceci induit une diminution de la surface foliaire fonctionnelle et entraîne un moindre pouvoir de la photosynthèse, donc un retard de la maturation et

l'aoûtement ainsi que la réduction de la croissance des plantes (Candolfi et *al.*, 1993; Baillod et *al.*, 1993; Bounaceur et *al.*, 2008b).



Grillures de l'extrémité des feuilles de vigne



Enroulement des feuilles de vigne

Figures 13 : Symptômes d'attaque de *Jacobiasca lybica* sur feuille de vigne de cuve. (Originale).

I.2.7- Conditions favorables à l'infestation

La présence de plantes hôtes sauvages ou cultivées autour de la vigne, les périodes chaudes et humides de l'année, un excès de fumure azotée, constituent autant de conditions favorables à la manifestation des infestations de la jasside (*Jacobiasca lybica*) (UG/PIP, 2008).

I.2.8- Méthodes d'observation et seuils d'intervention

Cet insecte, compte tenu de sa nuisibilité, a fait l'objet d'études écologiques et biologiques menées par Vidano (1962 b, c et d). Le seuil de nuisibilité est atteint à partir de 0,5-1 larve par feuille en début d'été. Des observations de la dynamique des populations de *Jacobiasca lybica* sont réalisées sur terrain (vignoble) par la mise en place de pièges attractifs pour capturer les individus adultes de la cicadelle en question. Plusieurs pièges sont utilisés dont le piège Tri-Δnglué © qui est une adaptation des pièges à phéromones type INRA. Il est constitué d'un abri plastique en forme de tente, au fond duquel est disposée une plaque engluée. Les insectes adultes recensés sont attirés vers le piège par attraction chromatique.

Pour les larves une simple observation de la face inférieure de la feuille permettra de percevoir le taux d'infestation.

I.2.9- Moyens de lutte

I.2.9.1- Lutte chimique

Des essais de traitement chimique à base de flufenoxuron ont permis de réduire considérablement les populations, et par conséquent des symptômes foliaires (Mazzoni *et al.*, 2003).

Lorsqu'apparaissent les premiers symptômes d'attaque de la jasside (*Jacobiasca lybica*), il est nécessaire d'effectuer des traitements chimiques si les populations sont importantes ou les décolorations des feuilles sont assez visibles sur les parcelles de culture. D'après UG/PIP (2008), les interventions ne sont pas une urgence après la fructification du gombo. Au Sénégal on conseille de traiter dès qu'il y a plus d'une jasside (*Jacobiasca lybica*) par feuille jusqu'à la première récolte du gombo. Ensuite le seuil d'intervention est de cinq insectes par feuille jusqu'au pic de récolte. Après le pic de récolte, les traitements sont jugés inutiles quel que soit le niveau d'infestation.

Il existe une vingtaine de matières actives homologuées pour la lutte contre la cicadelle verte, (Cluzeau *et al.*, 2000). Le choix du produit devrait se faire en fonction d'autres ravageurs et des auxiliaires présents sur la parcelle. Il semble préférable d'utiliser des régulateurs de croissance des insectes (RCI) comme le flufenoxuron (inhibiteur de synthèse de chitine).

I.2.9.2- Lutte biologique

Pour la cicadelle, le taux de parasitisme avec le parasitoïde *Anagrus atomus* en première génération est important. Mais par la suite, par manque de synchronisation, les populations du parasitoïde chutent avec pour résultat une non efficacité du contrôle en juillet-août (Klerks et Lenteren, 1991).

Toute la difficulté réside dans le recensement et la caractérisation de la fonctionnalité des auxiliaires vis-à-vis des ravageurs de la vigne. En effet, si certains parasitoïdes spécialisés

sont bien présents, ils paraissent incapables à eux seuls de contrôler les pics de population. Il apparaît qu'un certain nombre d'ennemis naturels généralistes s'adaptent pour la prédation ou bien pour parasiter les ravageurs quand ils sont présents, et utilisent d'autres ressources en cas d'effectifs faibles (Duquesne, 2008).

Le cortège parasitaire a été étudié en Italie révélant la présence de plus d'une dizaine d'hyménoptères parasitoïdes (Sforza, 2008).

Il existe un nombre important d'ennemis naturels connus des cicadelles (Arzone *et al.*, 1987 ; Van Helden et Decante, 2001). Le seul ennemi naturel qui semble être utilisable est le parasitoïde *Anagrus atomus* (Klerks et Lenteren, 1991). Ce parasitoïde est un régulateur naturel important des cicadelles infestant des raisins, des fruits des arbres et d'autres cultures dans le centre-sud de la Colombie-Britannique (Lowery *et al.*, 2007).

Les espèces d'*Anagrus* ont été utilisées avec succès, cependant, pour contrôler leafhop-pers sur la pomme, *Malus domestica*; Riz *Oryza sativa*; Raisins, *Vitis sp.* ; Et les cultures de serre (Vidano et Arzone (1982) ; Vidano *et al.*, (1987) ; Chiappini *et al.*, (1996) ; Triapitsyn et Teulon (2002) ; Agboka *et al.*, (2004)) C'est un auxiliaire déjà commercialisé comme moyen de lutte contre la cicadelle de la tomate sous- serre qui reste pour l'instant trop coûteux (Van Helden, 2000).. La punaise miridé *Malacocoris chlorizans*, les *Salticidae* (araignées sauteuses), les fourmis et les chrysopes sont toutes capables de dévorer les larves et les adultes (Sentenac, 2005a et 2005b).

I.2.9.3- Lutte préventive

Des recommandations sont à prendre en considération, pour permettre de réduire efficacement les attaques de jasside sur la culture de vigne.

Il est préférable de :

- Eviter de cultiver la vigne près des Malvaceae, des Solanaceae (la tomate, le poivron et l'aubergine) qui sont des plantes hôtes de la jasside (*J. lybica*) ;
- Respecter l'itinéraire technique de la culture (bonne densité de semis, plan de fumure adéquat, bon désherbage) pour une bonne croissance et vigueur des plantes ;
- Faire un monitoring des populations et des dégâts de nutrition de la cicadelle africaine (*J. lybica*), au cours de la croissance végétative de la vigne, par des contrôles visuels ;
- Effectuer des pulvérisations d'insecticides si les populations de nymphes dépassent un certain seuil (Nault *et al.*, 2004), déterminé par comptage à la floraison et en juillet-août. Un seul traitement peut être nécessaire, en principe à la fin juillet. Si les infestations apparaissent au stade végétatif jusqu'en début floraison, l'emploi en alternance des insecticides peut permettre de contrôler le ravageur et réduire ses dégâts. L'intervalle de pulvérisation peut être de 15 jours en fonction de l'importance des pullulations. En période de fructification il n'est pas utile de façon générale de traiter car les incidences sont moindres à ce stade (UG/PIP, 2008).

I.3- LES STRESS DE LA PLANTE

I.3.1- Définition du stress

Le stress est toute condition externe qui affecte la croissance, le développement ou la productivité d'une plante (fig.14). On distingue les stress biotiques (causés par d'autres organismes) et les stress abiotiques qui se manifestent chaque fois qu'il y a un excès ou un déficit dans l'environnement physique ou chimique de la plante. Le stress aussi bien biotique qu'abiotique, peut réduire la productivité des plantes de 65% à plus de 87%. Actuellement, 10 à 16% des récoltes mondiales sont perdues à cause des nuisibles (Bebber *et al.*, 2013)

Un stress est reconnu par une plante quand il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière. Le changement qui s'ensuit dans l'expression des gènes modifie la croissance et le développement et influence les capacités reproductives de la plante.



Figure 14 : Schéma d'un stress de la plante (Turner, 2014)

I.3.1.1 Stress biotiques

Ils sont nombreux et ont pour origine les organismes phytophages et les pathogènes (virus, bactérie, champignons). Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles (Shilpi & Narendra, 2005).

I.3.1.2- Stress abiotiques

Les basses températures hivernales, les chaleurs extrêmes de l'été, la sécheresse, les radiations élevées, la salinité et la pollution de l'air et des sols ne sont que quelques exemples de ce à quoi une plante doit faire face. Dans l'environnement, des conditions qui génèrent des stress sont créées lorsque les paramètres environnementaux atteignent des valeurs extrêmes. Il peut en résulter des impacts importants sur la physiologie, le développement et la survie des plantes. Bien que la terminologie existante ne fasse pas l'unanimité chez tous les scientifiques, la définition qui peut être la plus pertinente d'un stress biologique serait: une force ou une influence hostile qui tend à empêcher un système de fonctionner normalement (Jones and Jones, 1989). Avec le réchauffement climatique, la pression exercée par certains stress augmentera très certainement. La sécheresse, par exemple, est déjà l'un des principaux facteurs limitant la productivité des récoltes en Amérique du Nord et à l'échelle mondiale (Boyer, 1982; Bartels and Nelson, 1994).

La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés. Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques, entre autre la réduction de la surface foliaire verte.

I.3.1.3- Le stress oxydant chez les plantes

Les variations de l'environnement auxquelles sont sujets les végétaux les contraignent à posséder une forte capacité d'adaptation. Lorsque ces changements sont trop brutaux, ils peuvent provoquer l'apparition d'un stress oxydant caractérisé par la formation d'espèces oxygénées réactives (EOR, ou FAO (Formes actives d'oxygène) ou ROS (reactif oxygen species). Ce stress peut ainsi provenir de facteurs abiotiques (Mittler, 2002). Il peut également être de nature biotique comme l'attaque par des insectes et des animaux, ou par des micro-organismes pathogènes tels des virus, des bactéries ou des champignons. Ces facteurs étrangers à la plante vont bouleverser son métabolisme, conduisant à la formation de composés réactifs qui peuvent induire différentes réactions de la plante (Noctor *and al.*, 2000).

Ces EOR possèdent un fort pouvoir oxydant et vont réagir avec la plupart des molécules biologiques, entraînant d'importantes modifications de leurs propriétés physico-chimiques aux conséquences néfastes pour l'intégrité de la cellule (Gamaa *and al.*, 2008) .

I.3.2- Système immunitaire des plantes

Les végétaux subissent de nombreuses contraintes dues à leur environnement et doivent adapter leur métabolisme et leurs défenses en permanence (Kroniewicz, 2011). Dans la nature, malgré l'apparente immobilité et passivité des plantes face aux agresseurs, la maladie est l'exception plus que la règle. En effet, **les plantes sont dotées d'un système immunitaire évolué et efficace.**

Les végétaux représentent 99% de la biomasse terrestre et ils ont survécu depuis des millions d'années à la multitude de nuisibles qui les attaquent. Les pathogènes, quant à eux, cherchent constamment à déstabiliser les défenses de la plante et trouver de nouvelles armes (Turner, 2014).

Contrairement aux mammifères, les plantes ne possèdent pas d'anticorps ni de cellules macrophages pour détruire les agents pathogènes qui s'attaquent à elles. Elles possèdent en revanche un système de défense chimique très élaboré et produisent des protéines de défense lorsqu'elles sont en contact avec des éléments pathogènes (ADIT, 2001).

Les systèmes immunitaires des plantes montrent des similitudes avec ceux des insectes et des mammifères, mais présentent aussi de nombreuses caractéristiques spécifiques aux plantes. Les plantes peuvent ressentir la présence de pathogènes et les effets de l'infection par des mécanismes différents de ceux des animaux. Comme dans la plupart des réponses cellulaires à l'environnement, les défenses sont activées lorsque les protéines réceptrices détectent directement ou indirectement la présence d'agents pathogènes. Elle déclenchent des réponses telles que l'ouverture du canal ionique, l'explosion respiratoire, les changements de redox cellulaire, des cascades de protéines kinases et beaucoup d'autres réponses qui activent directement des modifications cellulaires (Boyd, 2012).

Le système immunitaire des plantes a été reconnu comme un facteur majeur dans la croissance, dans le développement des plantes, ainsi que pour la résistance des plantes aux maladies, aux déprédateurs et aux stress environnementaux. Le système immunitaire inné fournit une défense immédiate contre l'infection et il se retrouve dans toutes les classes de plantes et d'animaux (Cummins, 2012).

I.3.2.1 Signalisation déclenchée par la perception : réponse précoce

La perception de l'agent pathogène est suivi par l'activation de réponses très précoces généralement observées au niveau de la membrane plasmique des cellules végétales attaquées (Blumwald *et al.*, 1998). Ces réponses, induites quelques minutes après la reconnaissance du pathogène, correspondent entre autre à la génération de formes activées de l'oxygène (ou FAO, EAO ou ROS) en impliquant un complexe protéique à activité type NADPH oxydase générateur de FAO dans l'apoplaste.

I.3.2.1.1 Production de formes activées de l'oxygène (FAO)

d- Différentes formes de FAO

L'oxygène moléculaire (O_2) est un élément indispensable à la vie des organismes aérobies car il joue un rôle fondamental dans leur métabolisme énergétique et la respiration cellulaire. Cependant, cette molécule représente aussi une source potentielle de toxicité pour la cellule. Son implication dans un certain nombre de maladies et de processus dégénératifs a clairement été démontrée.

En effet, l'oxygène moléculaire (O_2) se distingue parmi les autres éléments gazeux par sa biradicalité (deux électrons) (fig.15).

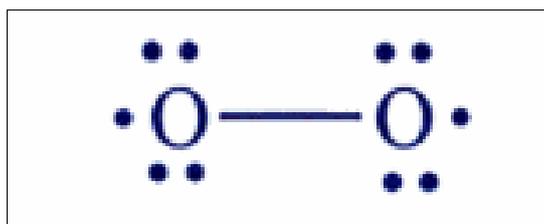


Figure 15: Représentation de Lewis du dioxygène (Hathaway, 2006)

Cette caractéristique rend la molécule de dioxygène stable et donc peu réactive, à moins qu'elle ne soit « activée », ce qui la rend alors dangereuse pour les systèmes biologiques. L'activation correspond à une altération de sa structure électronique, par une suite de réactions d'oxydoréduction, qui conduisent successivement à la formation de diverses molécules que l'on nommera ici « **formes activées de l'oxygène** » ou FAO (tableau 3) jusqu'à l'eau (molécule oxygénée très stable).

Tableau 3 : tableau représentant les formes actives de l'oxygène (Garmier, 2003)

Dénomination	Structure	Symbole chimique
Oxygène triplet	$\uparrow \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} \uparrow$	O_2
Oxygène singulet		O_2^1
Superoxyde	$[\ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} \uparrow]^-$	O_2^-
Radical hydroperoxyde		HO_2^\cdot
Peroxyde d'hydrogène	$\text{H} : \ddot{\text{O}} : \ddot{\text{O}} : \text{H}$	H_2O_2
Radical hydroxyle		OH^\cdot
Ion hydroxyle		OH^-
Eau	$\text{H} : \text{O} : \text{H}$	H_2O

e- Lieux de production cellulaire des FAO, en absence de stress

Lors du fonctionnement normal de la cellule végétale, les FAO sont des sous-produits de processus impliquant des réactions rédox comme la photosynthèse, la respiration et l'oxydation des lipides (Asada, 1999 ; Braidot *et al.*, 1999 ; Noctor *et al.*, 2000 ; Del Rio *et al.*, 2002). D'autres systèmes génèrent des FAO au niveau de l'apoplaste (un complexe NADPH, une amine oxydase, des peroxydases) et sont particulièrement activés par des stress biotiques et abiotiques (Garmier, 2003).

Le peroxyde d'hydrogène et l'anion superoxyde sont tous deux souvent produits par de nombreuses réactions enzymatiques catalysées par des lipooxygénases, des 6 peroxydases, des NADPH oxydases et des xanthines oxydases. La majeure partie des ROS est en général produite dans le chloroplaste (Asada, 1999). C'est spécifiquement la chaîne de transport d'électrons photosynthétique (PETC) des thylacoïdes du chloroplaste qui est considérée

comme la principale source de ROS chez les plantes supérieures (Ivanov and Khorobrykh, 2003). La quantité de ROS produites par la PETe augmente en situation de stress (Krieger-Liszkay and Trebst, 2006).

Les FAO sont capables d'endommager les trois grandes composantes majeurs de la cellule : les lipides, les protéines et les acides nucléiques (Fridovich, 1986). En effet, les dommages induits par les ROS (FAO ou EAO) sont : une peroxydation des lipides, une oxydation des protéines et des mutations de l'ADN (Fig. 16). Ces altérations peuvent conduire à des pertes de fonction et d'intégrité, voire à la mort cellulaire notamment par l'intermédiaire de l'apoptose (mort cellulaire programmée). Les ROS initient également l'apoptose en activant l'ouverture du pore de transition de perméabilité (PTP) (Garait, 2006).

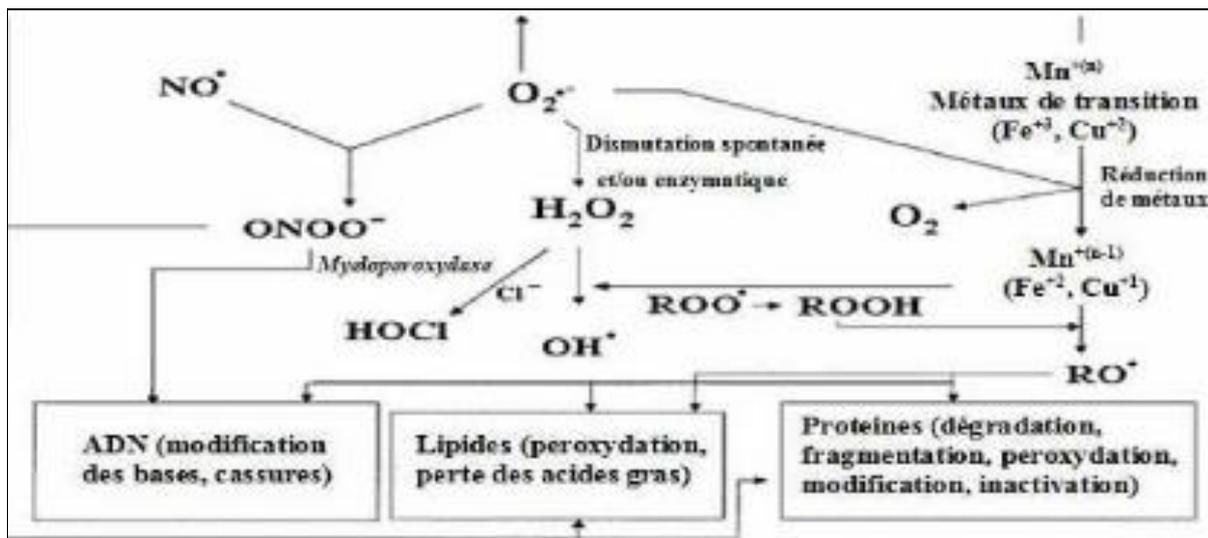


Figure 16 : Schéma des dommages induits par les ROS (Kohen and Nyska, 2002).

Cependant il existe des systèmes, dits antioxydants, qui préviennent l'accumulation des FAO. Ces systèmes sont présents dans presque tous les compartiments cellulaires et peuvent être de nature enzymatique et non enzymatique.

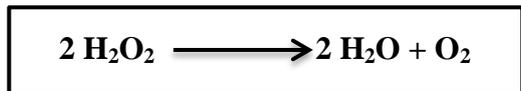
- Non-enzymatique : ce sont les composés phénoliques
- Enzymatiques : les systèmes enzymatiques majeurs de détoxification des FAO sont la superoxyde-dismutase (SOD), les **catalases** et les enzymes impliquées dans le cycle ascorbate/glutathion (Garnier, 2003).

f- Les catalases

La catalase est également responsable de l'élimination d'H₂O₂ par une transformation en H₂O et O₂. Contrairement à d'autres antioxydants, l'affinité de la catalase pour l'H₂O₂ est élevée seulement lorsque les teneurs en peroxyde d'hydrogène sont accrues (Mates *et al.*, 1999 ; Powers & Lennon, 1999). Cette enzyme est abondante dans le foie et les globules rouges chez les cellules animales. Chez les cellules végétales, les catalase (CAT) sont des enzymes majoritairement peroxysomales, mais elles existent aussi dans le cytosol. Leur nom a été donné par Loew en 1901 à cause de la capacité de cette protéine à décomposer le peroxyde

d'hydrogène. La CAT décompose l' H_2O_2 en eau et en oxygène moléculaire sans besoin de réducteurs et donc peut offrir à la plante un mécanisme de dégradation de H_2O_2 efficace nécessitant un minimum d'énergie. Parallèlement elle entraîne une augmentation du taux d'oxygène (Scandalios *et al.*, 1997). Les CAT des plantes supérieures sont des hème-enzymes tetramériques qui existent en multiples isozymes codées par des gènes nucléaires (Scandalios *et al.*, 1997).

Cette enzyme est formée de quatre chaînes polypeptidiques d'environ 500 acides aminés, comportant chacune un hème. Ces hèmes et leur environnement protéique sont les sites actifs de cette enzyme. Pour catalyser la réaction, l'atome de fer d'hème de la catalase réalise une coupure hétérolytique de la liaison O-O du peroxyde d'hydrogène, créant de ce fait une molécule d'eau et un groupement Fe(IV)=O hautement oxydant; ce dernier peut ensuite oxyder une autre molécule de peroxyde d'hydrogène pour donner du dioxygène (Boucelha, 2015 ; Boucelha et Djebbar, 2015).



Les catalases interviennent dans divers processus physiologiques: le développement, la défense et la sénescence (Yang et Poovaiah, 2002). L'expression des CAT est affectée par plusieurs facteurs environnementaux tels que la lumière (Willekens *et al.*, 1997), l'ozone (Ruzsa *et al.*, 1999), la température (Auh and Scandalios, 1997), la salinité (Mhadhbi *et al.*, 2004) et les blessures (Guan and Scandalios, 2000).

I.3.3- Les éliciteurs : une solution aux maladies

Des SDP (Stimulateurs des Défenses des Plantes) ou éliciteurs peuvent « mimer » l'attaque d'un pathogène pour préparer la plante à une véritable arrivée de la maladie.

Un grand nombre d'agents peuvent provoquer une réaction chez la plante, sans toutefois provoquer la maladie. Il s'agit le plus souvent d'extraits microbiens, d'extraits de plantes, de composés organiques, de minéraux et d'agents physiques. Ils sont reconnus par les récepteurs membranaires de la plante, au même titre qu'un véritable pathogène, et la préparent à être plus résistante aux maladies par la suite.

Un éliciteur (ou SDP) est un produit visant à déclencher le système de défense de la plante suffisamment tôt pour éviter le développement de la maladie. Ils ne peuvent donc avoir qu'une efficacité préventive. Quand le pathogène est installé il est alors difficile de le déloger. Des actions directes peuvent être nécessaires (insecticides, fongicides...).

CHAPITRE II

REGION D'ETUDE

CHAPITRE II

REGION D'ETUDE : HADJOUT

Le présent chapitre comporte des informations sur la région d'étude Hadjout située dans la Mitidja occidentale. Il traite l'aspect géographique, pédologique, hydrologique, climatologique et enfin la biodiversité de sa faune et flore.

I- Présentation de Mitidja

I.1. Relief

Orientée parallèlement au relief côtier dans une direction est-nord-est vers ouest-sud-ouest, la plaine de la Mitidja est limitée à l'est par l'oued Boudouaou, à l'ouest par l'oued Nador tandis que ses deux principaux flancs sont bordés par deux reliefs élevés : les collines du Sahel algérois au nord et l'Atlas blidéen au sud. Elle s'allonge d'est en ouest sur une centaine de kilomètres et s'étire sur une profondeur variant de 5 à 20 km. D'altitude moyenne de 50 m, elle présente une faible pente orientée vers la mer. Elle est divisée en deux unités physiques : la Basse Mitidja ou Mitidja Est et la Haute Mitidja ou Mitidja Ouest (fig. 17)

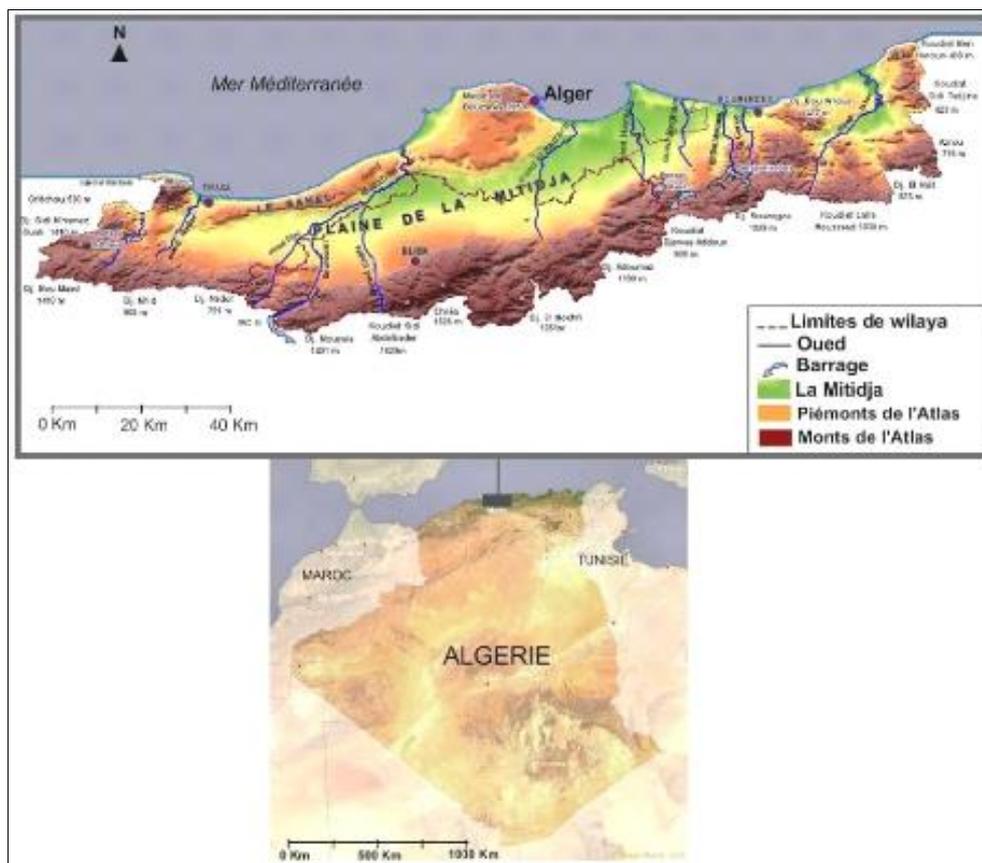


Figure 17 : Limite géographique de la Mitidja (Tirée de Namane, 2009)

Ses sols fertiles bénéficient d'un climat tempéré de type méditerranéen et d'une pluviométrie suffisante. Grande plaine agricole, elle est consacrée à la culture des agrumes dans la partie orientale et à celle de la vigne dans la partie occidentale.

D'ouest en est, la plaine traverse successivement les wilayas de Tipaza, de Blida, d'Alger et de Boumerdès. De nombreuses agglomérations occupent les lisières de la Mitidja, dont quatre importants centres urbains situés aux points cardinaux : Alger au nord, Blida au sud, Boumerdès à l'est et Tipaza à l'ouest, le centre de gravité étant occupé par Boufarik.

Selon Mutin (1977), la Mitidja est une dépression longue d'environ 100 km sur 15 à 20 km de large resserrée entre l'Atlas Tellien au sud, et une chaîne de collines au nord, le Sahel. A l'extrême est, elle est largement ouverte sur la mer, sur une trentaine de kilomètres. Dans sa partie ouest, les collines du Sahel entrent au contact du massif montagneux du Chenoua (905 m) et rejoignent, au plateau de Fadjana, les premières hauteurs de l'Atlas (Djebel Thiberrarine au sud, 853 m).

I.2- Situation géographique de la région d'étude, Hadjout

La région d'étude est située à Hadjout ex Marengo, dans la daïra de Hadjout, wilaya de Tipaza. La ville s'étend sur 52,3 km² et compte 48 561 habitants en 2008. La densité de population est de 928,5 habitants par km² sur la ville.

Située à 98 mètres d'altitude (fig. 18), les coordonnées géographiques de Hadjout en décimales sont :

- **36.5126° de latitude ;**
- **2.41382° de longitude.**

Les coordonnées géographiques sexagésimales de Hadjout sont :

- **latitude nord 36° 30'45"**
- **longitude est 2° 24' 50"**.



Conservation des forêts de la Wilaya de Tipaza

Carte Hypsométrique de la wilaya de Tipaza

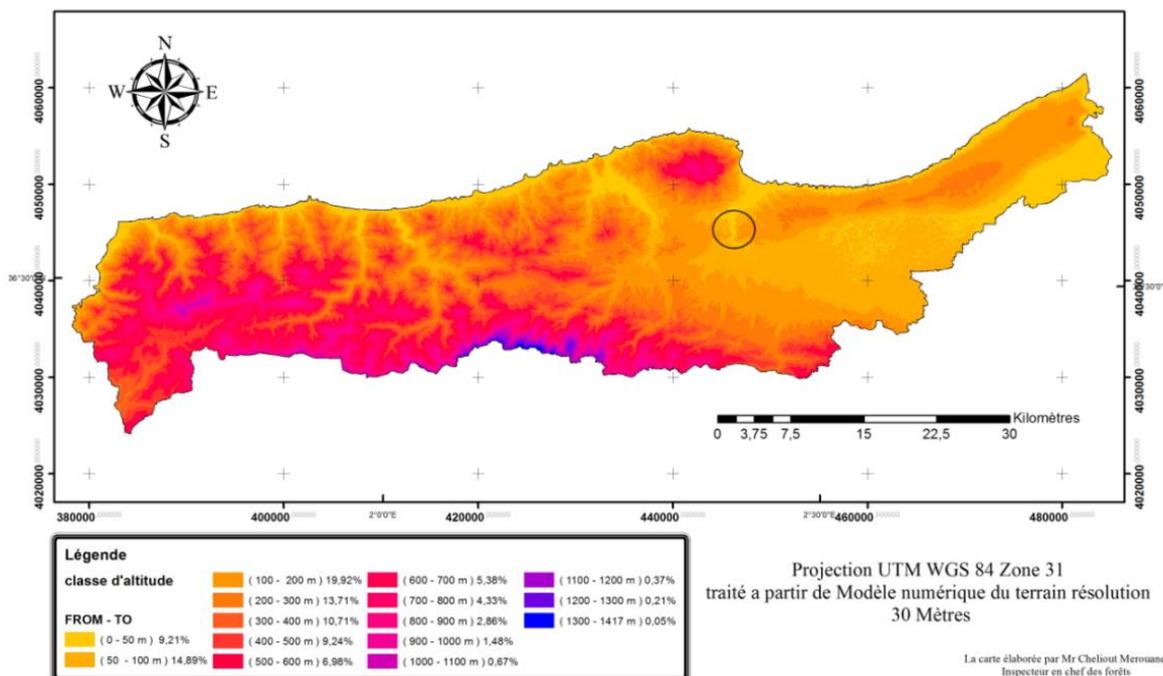


Figure 18 : Carte hypsométrique de la wilaya de Tipaza (Conservation des forêts Tipaza, 2016)

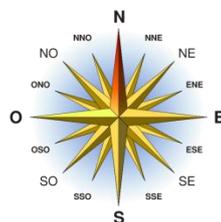
La commune de Hadjout est située au centre-nord de l'Algérie, à proximité du littoral méditerranéen, à 75 kilomètres au sud-ouest d'Alger, à 14 km au sud de Tipaza, à 28 km au sud-est de Cherchell et à 35 km à l'ouest de Blida. Elle est limitrophe des communes de Tipaza, Nador, Sidi Amar, Merad, Bourkika et Sidi Rached (fig. 19).

[Sidi Amar](#)

[Tipaza](#)

[Sidi Rached](#)

[Sidi Amar](#)
[Merad](#)



[Sidi Rached](#)
[Bourkika](#)

[Merad](#)

[Merad](#)

[Bourkika](#)

Figure 19 : Rose des vents des villes et/ou communes limitrophes de Hadjout (originale)

I.3- Facteurs abiotiques de Hadjout ex Marengo

La commune de Hadjout est située dans la plaine de la Mitidja, une des plus importantes plaines d'Algérie, à vocation essentiellement agricole.

I.3.1- Facteurs géologiques

Le cadre structural de la région de Hadjout montre que les sols proviennent d'un encroûtement des glacis du Quaternaire moyen (Mutin, 1977). On retrouve essentiellement des alluvions récents qui correspondent à des dépôts limono-argileux déposés par les crues des oueds Boukourdane et Bou-Yersen (fig. 20).

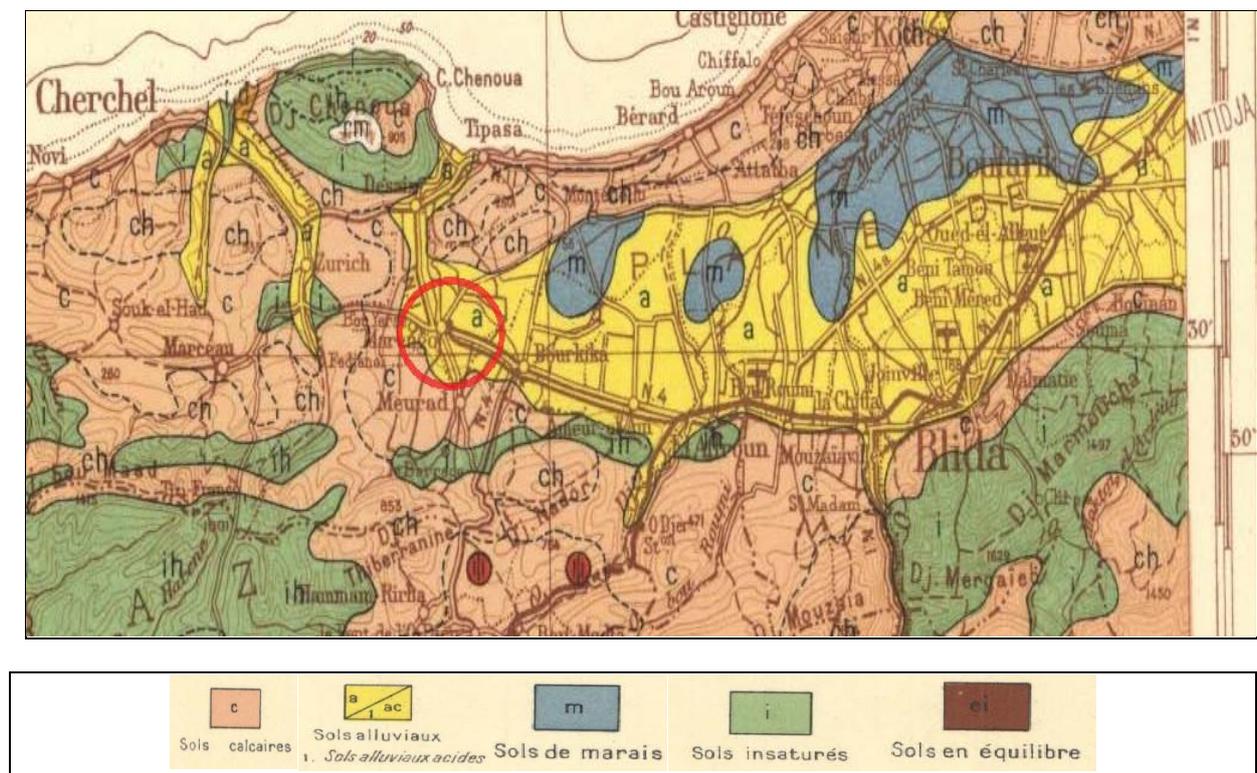


Figure 20 : Carte des sols de la Mitidja occidentale cas de Hadjout ex Marengo (Durand et al., 1954)

Le dernier oued cité ainsi que ses affluents traversent et entaillent profondément le plateau du même nom, substrat constitué d'alluvions caillouteuses (Setbel, 2008). D'autres roches mères ont aussi permis le développement des sols comme les argiles rouges sableuses intercalées de lits caillouteux dont le dépôt a précédé celui des alluvions caillouteuses (Raïssi, 1993). Il faut rappeler la présence au cours du XIX^{ème} siècle et du début du XX^{ème} siècle de marécages notamment celui de Halloula situé près de Sidi Rached qui fut asséché aux environs de 1930 (Ledant et al., 1979).

I.3.2 – Facteurs pédologiques

La plaine de la Mitidja correspond à la zone la plus fertile, mais aussi la plus soumise aux exploitations, et aux activités agricoles du nord de l'Algérie (Bendjoudi et Doumandji, 2007). D'après Benamar (1986), les sols de la Mitidja sont caractérisés par une texture limoneuse en surface et limono-argileuse en profondeur (Bendjoudi, 2008).

Les terres de la région de Hadjout sont compactes et riches en éléments fins, argiles et limons à plus de 60 %. Le pH du sol est compris entre 7 et 7,5. Ce sont surtout les sols rouges, à sesquioxydes de fer qui prédominent. Ils portent de la vigne et des céréales (Mutin, 1977 ; Boucena, 1981).

On y retrouve aussi des sols bruns qui ne sont pas si différents des sols à sesquioxydes de fer. Seule la couleur les distingue. Ces sols, ont subi une brunification et se sont développés sur un manteau rubéfié. Leur texture est de type argilo- limoneux (Mutin, 1977). Les cultivateurs les réservent pour les cultures fruitières (Setbel, 2008).

I.3.3 - Facteurs hydrographiques

Le régime des pluies est irrégulier. De violents orages provoquent des crues parfois importantes à partir de la mi-septembre ou au printemps. La plaine est littéralement sous l'eau. Les alluvions entraînées par les eaux constituent des cônes de déjections assez importants au débouché sur la plaine.

Dans leur cours moyen, les oueds divaguent, changent de lit, entassent sur leurs rives des masses de terre énormes qui, en compartimentant la plaine, la rendent plus difficile à drainer.

La plaine de la Mitidja est partagée en quatre bassins fluviaux (Mutin, 1977). Ce sont ceux de l'oued Nador, de l'oued Mazafran, de l'oued Harrach, et de l'oued Hamiz. Selon le même auteur, le bassin de l'oued Nador est drainé par un certain nombre d'oueds tels que oued Yersen, oued Bou Ardoun, oued Merad et oued Bourkika. La réunion de ces oueds forme l'oued Nador qui traverse la cluse de Tipaza dans la région de Hadjout avant de déboucher dans la baie du Chenoua (Setbel, 2008).

Autrefois, les eaux rassemblaient dans la cuvette de la plaine ne trouvant pas d'exutoire, formaient un lac en grande partie asséché aujourd'hui le lac Halloula. Il mesurait 7 km sur 4 environ, couvrant 1500 à 2000 hectares, le double en hiver. Il était profond de 7 mètres au maximum, de 50 cm à 1 m dans la partie inondable en hiver. Ses eaux pullulaient d'oiseaux aquatiques, cygnes, oies, canards, bécassines, ...Les eaux étaient poissonneuses et, de plus, donnaient lieu à un commerce florissant de sangsues, alors très employées en médecine en Europe. Ses rives étaient infestées de moustiques, véhicules alors insoupçonnés du paludisme. Le lac arrivait en hiver à quelques kilomètres de Marengo, de Bourkika et d'Ameur-El-Aïn.

I.3.4 - Facteurs climatiques de la région de Hadjout

I.3.4.1- Les vents

La moyenne annuelle de la vitesse moyenne maximale des vents stables, de l'année 2015, est de 21 Km/h, avec un pic maximal moyen des vents stables de 25,5 Km/h au mois de mai et juin (tableau 3).

Tableau 3 : Vitesse moyenne des vents stables (km/h) à Hadjout en 2015 (O.N.M., 2015)

Mois	Vitesse moyenne des vents stables (km/h)
Janvier	22,5
Février	27,8
Mars	19
Avril	21,45
Mai	25,5
Juin	25,5
Juillet	19,9
Août	19
Septembre	22
Octobre	19,4
Novembre	17
Décembre	13

L'été est chaud, le printemps et l'automne peu marqués, l'hiver relativement doux. Les gelées blanches sont la règle par temps clair jusqu'en mars-avril.

Les vents les plus redoutés pour les vergers de la Mitidja sont ceux qui soufflent en hiver de l'ouest et du nord-ouest. Modérés, ils frappent, parfois, fortement à la fin de l'automne (novembre) et en hiver (Mutin, 1977). Humides également, les vents d'été qui viennent surtout du nord-est et de l'est mais qui n'apportent pas la pluie, au contact du continent chaud. Ils entretiennent une atmosphère difficilement supportable, mais favorable à la végétation.

La Mitidja est souvent noyée de brume le matin, même au gros de l'été. Lorsque la chaleur a chassé les brumes du matin, elle devient intolérable. Elle est plus supportable quand le vent vient du nord. Le vent du sud, peu fréquent, est un vent brûlant et desséchant qui descend de l'Atlas. Il peut souffler sans répit plusieurs jours, transformant le pays en une fournaise, et cause alors des dégâts importants parfois irrémédiables aux cultures, notamment à la vigne et aux arbres vignobles lorsqu'ils sont insuffisamment protégés (Mutin, 1969 et Mutin, 1977).

I.3.4.2- L'Hygrométrie

L'hygrométrie est assez élevée en hiver où elle peut atteindre les 100%, comme c'était le cas en octobre 2006 (Anonyme, 2006). En 2015, l'humidité relative a atteint 85%. Durant la saison estivale, elle était de 71% au mois de juillet et de 80% au mois d'août (tableau 4).

Tableau 4 : Hygrométrie (%) à Hadjout-2015- (O.N.M, 2015).

MOIS	HYGROMETRIE (%)
Janvier	85
Février	84
Mars	77
Avril	77
Mai	66
Juin	48
Juillet	71
Août	80
Septembre	76
Octobre	72
Novembre	84
Décembre	81

I.3.4.3- Les Gelées

Les gelées sont fréquemment signalées en hiver. Elles causent de graves dommages sur les feuilles les jeunes bourgeons et les pousses donnant un aspect de brûlures (Bounaceur, 2008). Cependant, il n'y a pas eu de journée gélive durant les trois campagnes viti-vinicole (2013-2014 et 2015).

I.3.4.4- La température

D'une manière générale, la température situe la région de Hadjout dans le méditerranéen frais; avec une altitude thermique élevée entre les extrêmes les plus froids "m" et les plus chauds "M".

Les valeurs moyennes de température varient de 11(°C) jusqu'à 26.2 (°C). En hiver, les valeurs minimales (m) diminuent jusqu'à -1(°C). Les valeurs maximales peuvent atteindre un maximum de 44(°C) en été.

Les mois les plus froids sont janvier et février, juillet et août sont les plus chauds.

Les valeurs des températures moyennes mensuelles de la région de Hadjout sont représentées dans le tableau 5.

Les températures moyennes maximales des trois années d'étude (2013 (Tableau 6), 2014 (Tableau 7) et 2015 (Tableau 8)) varient de 15 à 34 (°C). L'année 2015 apparaît comme l'année la plus chaude et la moins pluvieuse (Tableau 8).

Les minimas sont comprises entre 5(°C) enregistrées aux mois de janvier, février et décembre, et 22 (°C) enregistrée au mois d'août.

Tableau 5 : Températures moyennes mensuelles pour la période 2005-2015 (O.N.M., 2016)

2005-2015	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T. moy(°C)	10,77	10,77	13,45	16,36	18,86	22,50	25,68	26,14	23,27	20,50	15,00	11,77
M (°C)	17,00	16,91	19,27	21,91	24,91	28,64	32,00	32,55	29,82	26,45	20,64	17,45
m (°C)	5,09	5,27	7,73	10,00	12,45	15,91	19,18	19,73	17,36	14,55	9,55	6,36

Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2013 (O.N.M., 2016)

2013	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T. moy (°C)	11,5	10,5	14,5	15	17,5	20	24,5	25,5	24	23	14,5	11,5
M (°C)	17	16	20	21	23	27	30	32	30	29	19	17
m(°C)	6	5	9	9	12	13	19	19	18	17	10	6

Tableau 7 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2014 (O.N.M., 2016)

2014	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T. moy (°C)	13	13	13	17	18	22,5	25	26,5	23	21	18	12
M (°C)	18	19	19	24	25	29	32	33	32	28	24	17
m(°C)	8	7	7	10	11	16	18	20	20	14	12	7

Tableau 8 : Températures moyennes mensuelles pour l'année 2015 (O.N.M., 2016)

2015	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
T. moy (°C)	11	10,5	13,5	16,5	19,5	22,5	27	27,5	24	20,5	15,5	13
M (°C)	17	15	20	23	27	29	34	33	30	26	22	21
m(°C)	5	6	7	10	12	16	20	22	18	15	9	5

I.3.4.5- La pluviométrie

Les données de la pluviométrie de la région ont été prélevées dans l'office national de météorologie et sont présentées dans le tableau 9. La région de Hadjout est une des régions jouissant d'une pluviométrie moyennement élevée (environ 600 mm par an). La période pluvieuse s'étale d'octobre à avril et une période sèche pour le reste de l'année.

Tableau 9 : Précipitations moyennes pour la période 2006-2015 (O.N.M., 2016)

Année	Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
2006-2015	P. (mm)	46,74	78,46	82,98	39,03	42,94	11,87	1,74	9,86	21,60	60,74	138,79	73,91	608,66

Les pluies sont irrégulières d'une année à l'autre, et pour un même mois (tableau 10, 11 et 12). Des pluies torrentielles peuvent atteindre et même dépasser 100 mm en 24 heures. Elles sont alors un puissant agent d'érosion, et sans profit pour la végétation.

Tableau 10 : Précipitations moyennes pour la période 2013 (O.N.M., 2016)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
Année													
P. (mm) 2013	92,2	98,4	62,5	79,7	119,4	7	0	3	29,3	3,5	196,8	49,6	741,4

Tableau 11 : Précipitations moyennes pour la période 2014 (O.N.M., 2016)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
Année													
P. (mm) 2014	72,1	48	85	1	5,7	50,9	0	3	8	29,5	96,6	125,5	525,3

Tableau 12 : Précipitations moyennes pour la période 2015 (O.N.M., 2016)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
Année													
P. (mm) 2015	71,6	79,2	48,7	0	10	12,6	0	0	8,9	109,4	84,6	0	425

Marengo et/ou Hadjout se situe dans la partie de la plaine la moins arrosée, le Chenoua et le Mont Zaccar forment un écran aux pluies amenées pas les vents amenés du secteur ouest. Son climat est de type méditerranéen, caractérisé par un été chaud et sec et un hiver doux et humide.

Effectivement, d’après les dernières données pluviométrie de la région de Hadjout, (2006-2015), prélevées auprès de l’office national de météorologie (tableau 9), la région de Hadjout jouis d’une pluviométrie moyennement élevée (environ 600 mm par an). La période pluvieuse s’étale d’octobre à mai et une période sèche pour le reste de l’année.

I.3.5. Synthèse climatique de la région d’étude

II.1.3.5.1. Diagramme ombro-thermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombro-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) est une méthode graphique qui permet de mettre en évidence les périodes sèche et humide de l’année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T), avec $P = 2T$. Un mois est sec lorsque le total des précipitations P (mm) est égal ou inférieur au double de la température T (°C). Les mois secs sont donc définis, quand la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures moyennes.

Une période sèche est une suite de mois secs, elle peut s’exprimer par $(P < 2T)$.

Pour notre région d’étude, la saison humide s’étend sur environ 7 mois (fig. 21) et les premières pluies commencent à partir du mois d’octobre jusqu’au mois d’avril. La saison sèche s’étend de mai à septembre.

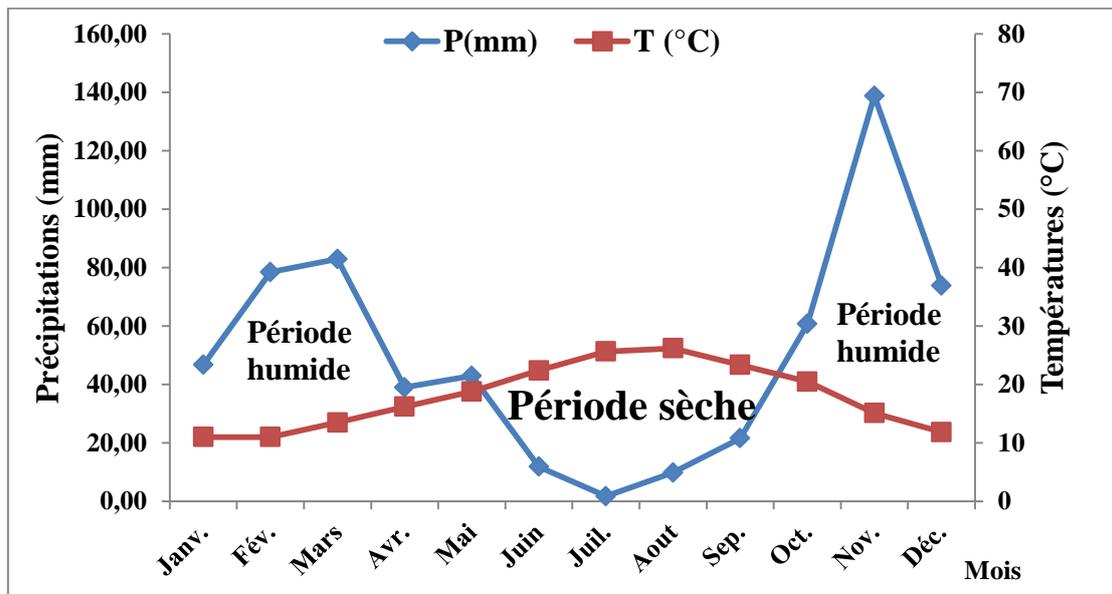


Figure 21 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la période de 2005-2015 de la région de Hadjout

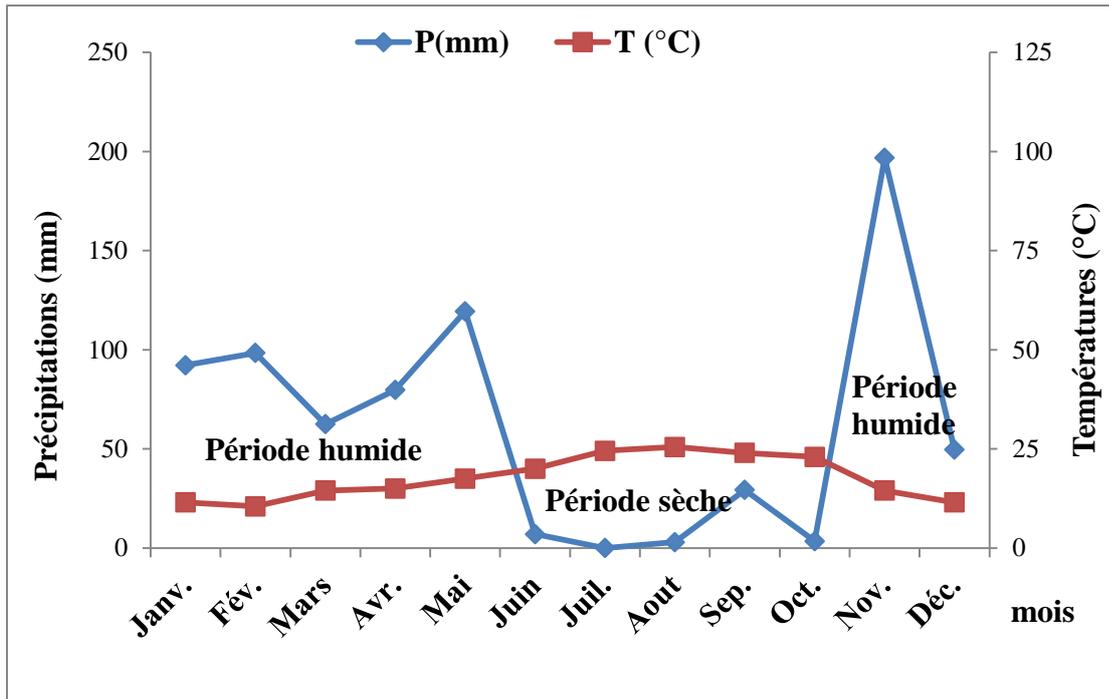


Figure 22 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de Hadjout (Année 2013).

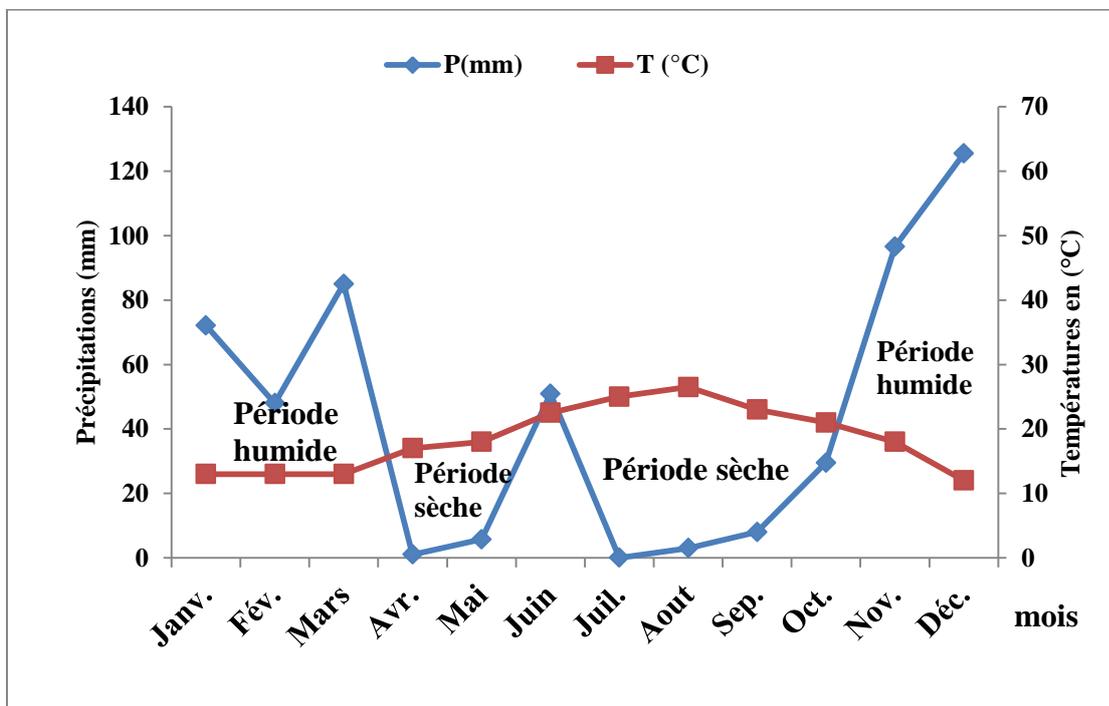


Figure 23 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de Hadjout (Année 2014)

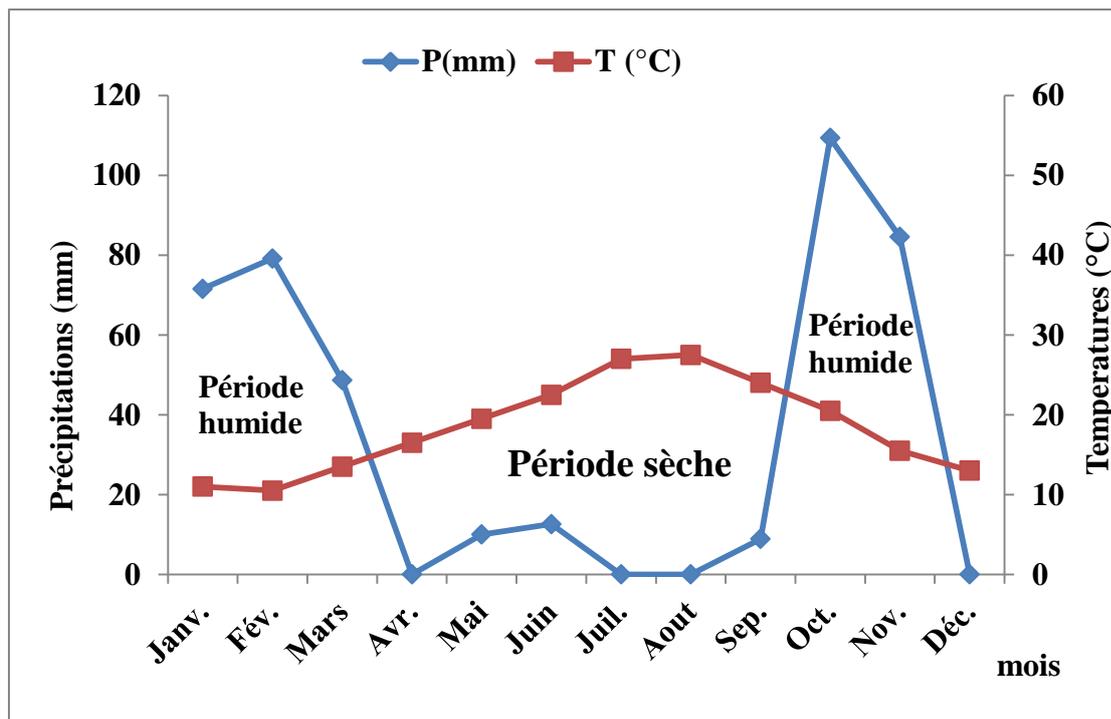


Figure 24 : Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la région de Hadjout (Année 2015)

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен de la région de Hajout pour les 3 années de notre étude sont représentés dans les figures 22, 23 et 24.

Ces graphes identifient différentes périodes sèches ainsi qu'une variation dans la durée des périodes humides entre les années.

Pour l'année 2013, la période sèche s'étend de la fin du mois de mai jusqu'à octobre. La période humide commence à partir du mois de novembre jusqu'au mois de mai.

Concernant l'année 2014, on constate qu'il existe une période sèche, s'étendant de mars jusqu'au mois de septembre avec quelques précipitations enregistrées au mois de juin. Quant à la période humide, elle débute du mois d'octobre persiste jusqu'à mi-mars.

Quant à l'année 2015, la période sèche est plus longue (6 mois) et commence un peu plutôt, à partir du mois d'avril jusqu'au mois de septembre. La période humide s'étendant sur 6 mois uniquement.

I.3.5.2. Quotient pluviométrique (climagramme) d'EMBERGER

Cet indice nous aide à définir les 5 types de climat méditerranéen du plus aride jusqu'à celui de haute montagne. EMBERGER (1955), se base sur le régime des précipitations et des températures et il s'exprime selon la formule suivante :

$$Q2 = \frac{2000 * P}{M^2 - m^2} \quad \text{Ou bien} \quad Q2 = 3,43 * \frac{p}{M - m}$$

Q : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

- **P** = pluviométrie annuelle en mm
- **M** = la moyenne des températures du mois le plus chaud en [kelvin](#)
- **m** = la moyenne des températures du mois le plus frais en kelvin

Les températures sont exprimées en degrés absolus [$T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273.2$]

Le quotient pluviométrique d'Emberger pour la région d'étude a été calculé selon les données climatiques issues de l'office national de météorologie (Alger), les températures sont exprimées en C°. Les précipitations La valeur de Q2 de la région d'étude est estimée de **74,19, avec un P = 608,66 mm, M = 32.8 C° ET m = 4,7 C°.**

Nous constatons une baisse de Q2 depuis 2008 où selon Setbel (2008), il était de **90,6**. Cependant d'après nos calculs et les données climatiques de la région, nous pouvons constater que notre station d'étude reste toujours située dans l'étage bioclimatique **subhumide à hiver frais** (fig. 25).

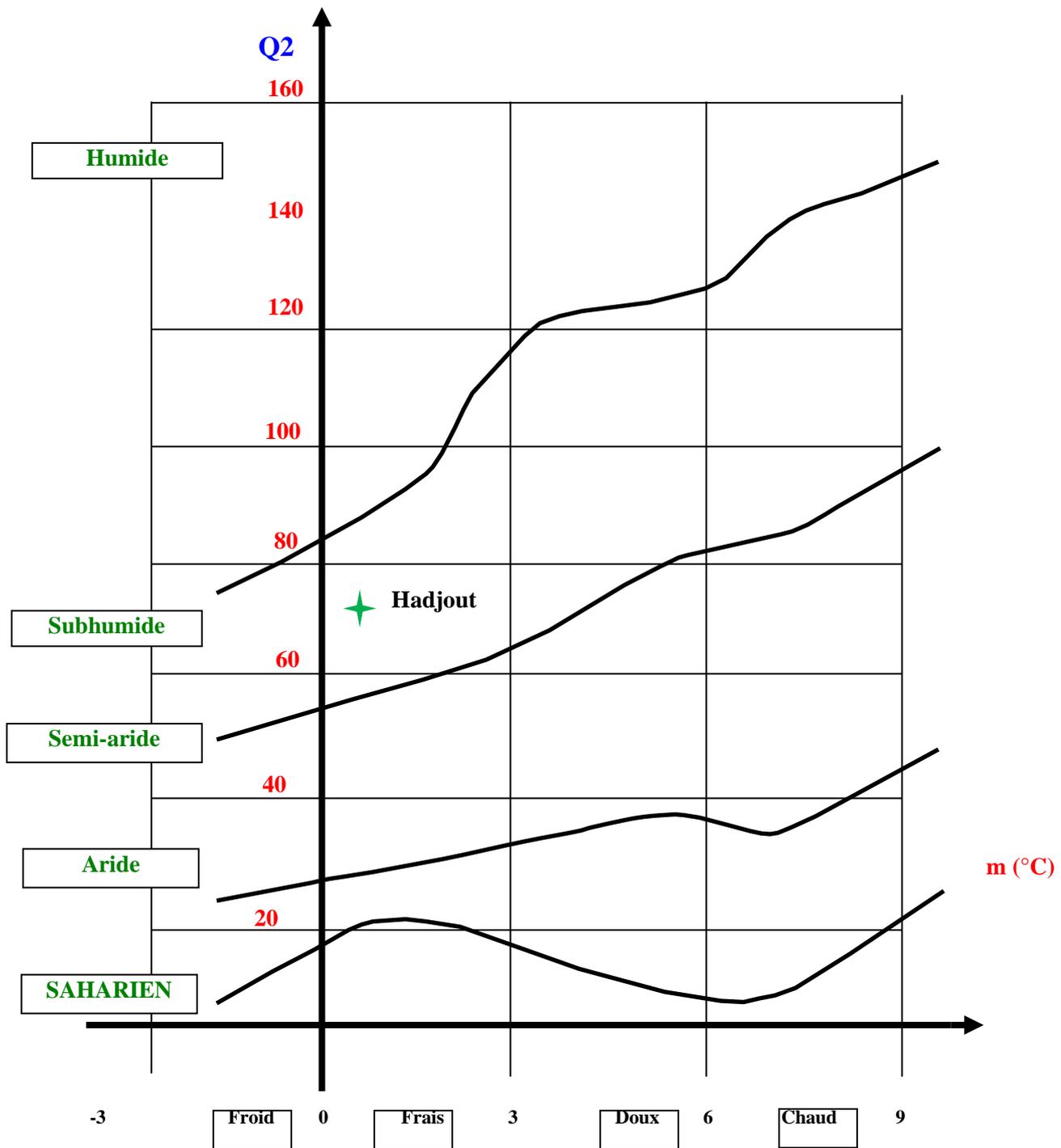


Figure 25 : Situation de la station d'étude dans le Climagramme d'Emberger

I.4 - Facteurs biotiques de la région d'étude

II.4.1 - Données bibliographiques sur la faune de la région de Hadjout

Rares sont les informations bibliographiques sur les Invertébrés de la région de Hadjout. Tout au plus Doumandji (1985) mentionne *Hemiberlesia lataniae* sur *Ceratonia siliqua* à Bourkika. Par contre les mammifères mentionnés dans la région de Hadjout par Kowalski et Rzebik-Kowalska (1991) sont des chauves-souris *Miniopterus schreibersi* (Kuhl, 1819) et *Myotis blythi*, des carnivores Canidae comme *Vulpes vulpes*, des Viverridae avec *Genetta genetta*, des Hyaenidae comme *Hyaena hyaena* et des Felidae avec *Felis silvestris* (Setbel, 2008).

L'arthropodofaune de la région a été décrite par Setbel (2008) dans le cadre de l'exploitation du régime alimentaire du héron garde-bœufs dans un vignoble de la région de Hadjout. Elle a mentionné un nombre important d'insectes soit 2488, par rapport aux autres classes comme les arachnides avec 129 individus et les myriapodes avec 103 individus seulement. De point de vue numérique, c'est l'ordre des Hemiptera, qui constitue le plus d'individus avec 3256 spécimens opophages et 97 individus prédateurs. Il est suivi par l'ordre des Lepidoptera. Parmi celle-ci, 871 individus. Par ailleurs pour les invertébrés l'ordre des Acarina est le plus représenté soit un total de 1524 acariens dont 1485 phytophages et 39 prédateurs (Bounaceur, 2010).

I.4.2- Données bibliographiques sur la végétation de Hadjout

Selon Messahel *et al.* (2013), la diversification des cultures occupant les surfaces agricoles de la Mitidja est importante, avec une prédominance des agrumes et de la vigne (tableau 10). Les sols sont riches et propices aux différentes cultures légumières et maraîchères par excellence ainsi que les céréales. On y retrouve aussi des espèces telles que *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, *Pinus halepensis*, *Pinus resinosa*, *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus nigra*, *Eucalyptus sp*, *Pinus silvestris*, *Acer campestre* et *Plantanus sp* (Raissi, 1993).

Tableau 13 : Classification des cultures occupant les sols agricoles de la commune de Hadjout (Messahel *et al.*, 2013).

Dominance des cultures	Surface occupée (ha)
Agrumes	90,12
Vigne	85,12
Pêchers	39,6
Pomme de terre	30,12
Orge	25,12
Blé	21,11
Tomate	20,12
Maïs fourrager	14,34
Olivier	11,35

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE III MATERIEL ET METHODES

Ce chapitre décrit le site d'étude choisi ainsi que le matériel utilisé et les méthodes suivies pour l'étude des fluctuations des populations de la cicadelle africaine ainsi que l'étude biochimique et cytologique *in situ* sur l'effet des attaques de cet insecte sur la feuille de la vigne

III.1- ETUDE DES ATTAQUES DE L'INSECTE SUR TROIS VARIETES DE VIGNE DE CUVE

III.1.1- Site d'étude

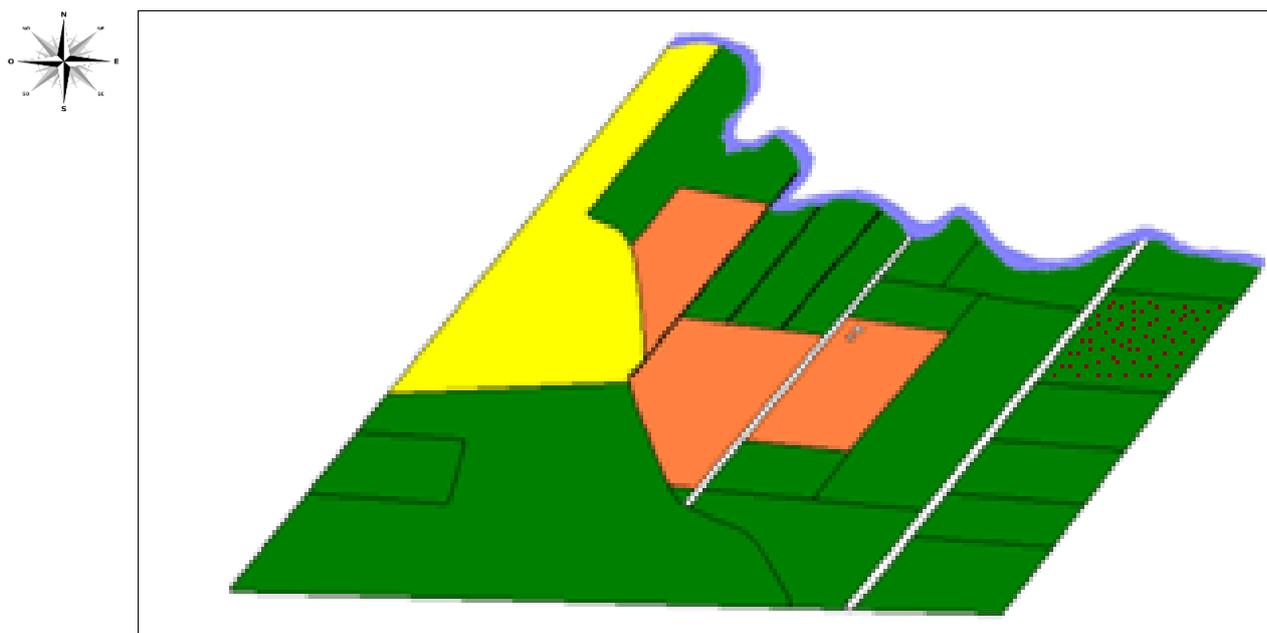
L'étude a été réalisée dans une station viticole située à l'extrême Ouest de la Mitidja ($36^{\circ} 36' N$ $02^{\circ} 24'E$). Ce vignoble fait partie d'une exploitation étatique transformée en EURL « Si Semiani » sur la nationale 42 entre les communes de Hadjout et Bourkika à 80 km à l'Ouest d'Alger (fig.26). La culture de la vigne occupe une superficie de 145 ha.



Figure 26 : Station viticole d'étude appartenant à l'O.N.C.V dans l'enceinte de l'EURL Si Semiani- Hadjout (Google-Earth, 2016)

III.1.2- Vignoble

Les observations ont été réalisées dans un vignoble de cuve appartenant à un projet de l'Office National de Commercialisation des produits Viti-vinicoles « O.N.C.V. » (fig. 27) à l'intérieur même de l'EURL Si Semiani, d'une superficie de 10 ha plantée en greffée-soudé en 1999 (tableau 8) à densité de 3300 plants par hectare orientés nord-sud. Le sol est argilo-limoneux avec un pH de 5,6. Le porte greffe 99 R, trois cépages ont été suivis cinsault, grenache et carignan (Tableau 10). Ces vignobles sont palissés sur trois fils de fer, taillés en cordon de Royat.



PROJET ONCV

Superficie = 10,00 Ha

Année de plantation = 1999

Densité de plantation = 3030

Variétés = Cinsault (3,33 Ha)

Carignan (3,33 Ha)

Grenache (3,33 Ha)

— céréales

— vignes

— citrus

— limite interparcellaire

○ Bassin

○ puit

Figure 27 : Plan d'exploitation du projet viticole de l'O.N.C.V (originale)

Tableau 10 : Présentation des cépages de vigne de cuve plantés au niveau du projet viticole de l'O.N.C.V

Cépages	Superficie de la parcelle	Année de plantation	Porte-greffe
Cinsault	3,33 ha	1999	99 R
Carignan	3,33 ha	1999	99 R
Grenache	3,33 ha	1999	99 R

Des traitements phytosanitaires à base d'un régulateur de croissance le Cascade (100g/l de Flufénoxuron) et de Fastac ont été accomplis pour un large spectre le mois de mai et le mois de juillet pour chaque campagne viti-vinicole (2013-2014 et 2015). Ces insecticides ont un effet sur la cicadelle africaine. D'autres traitements antifongiques à base de cuivre (Curenox et/ou cuivroxy), de zinc et de soufre (Microthiol, soufre fleur, Thiovit et Magna soufre) ont été appliqués contre le Mildiou et l'Oïdium.

III.1.3- Techniques d'échantillonnage des populations de *Jacobiasca lybica*

L'échantillonnage des populations de *Jacobiasca lybica* sur la station viticole de l'O.N.C.V a été réalisé tout le long de l'année (janvier-décembre) de 8h du matin jusqu'à 11h durant les trois campagnes viti-vinicoles (2013, 2014 et 2015). L'étude de la dynamique de la cicadelle africaine *Jacobiasca lybica* a été effectuée selon le dispositif préconisé par Bastide (1989) selon la diagonale, afin de couvrir le maximum des parcelles de vignes.

L'organisation du recensement des relevés des larves et adultes de la cicadelle africaine s'effectuait une fois par semaine durant les trois années viti-vinicole (2013-2014 et 2015).

Les feuilles collectées sont mises dans des sachets en papier sur lesquelles sont indiquées les informations suivantes :

- Date et heure de prélèvement
- Cépage
- Numéro de rang

Une fois au laboratoire, les sachets sont conservés dans un réfrigérateur à 6°C afin d'arrêter le développement des stades larvaires de *Jacobiasca lybica*.

Quant aux adultes, leur technique de piégeage est décrite dans le paragraphe ci-après.

III.1.4- Méthode d'attraction et de piégeage des populations adultes

Les adultes de *Jacobiasca lybica* sont difficiles à repérer surtout sur la face inférieure de la feuille de vigne. Ils sautent à la moindre perturbation de leur environnement immédiat, ou volent aisément quand ils sont dérangés. Pour cela, nous avons mis en place le piège Tri-Anglué © pour capturer ces individus. Ce piège est une adaptation des pièges Delta type INRA. Il est constitué d'un abri plastique en forme de tente, au fond duquel est disposée une plaque engluée. Les insectes adultes recensés sont attirés vers le piège par attraction chromatique. Selon Beck (2003), la couleur jaune vif du piège est la caractéristique permettant de capturer la cicadelle africaine (fig. 28).

Ces derniers sont fixés horizontalement à l'aide d'une pince sur fil de palissage à la hauteur des feuilles les plus basses à raison de 10 pièges par parcelle, soit 1 piège/ha, répartis sur 5 rangs et selon la diagonale de la parcelle (Bastide, 1989). Les plaques engluées étaient remplacées tous les quinze jours, voire une semaine, durant la période de notre étude du mois de mars jusqu'au mois de novembre de chaque année.



Figure 28: Pièges triangulés jaunes installés dans le vignoble (originale)

III.1.5- Dispositif de suivi des populations larvaires et nymphales

Le dénombrement a été réalisé entre le mois de mars et le mois de novembre de chaque année, à partir de 8 heures du matin. Le dénombrement effectué consisté à observer, autour de chacun des pièges, la face inférieure de 200 feuilles (4 feuilles/cep) à raison de 50 pieds par parcelle répartis sur 5 rangs en évitant les bordures (Delbac, 2000). Le prélèvement était aléatoire selon le dispositif de Bastide (1989).

III.1.6- Estimation de la vigueur des plants

La vigueur a été estimée par la pesée du bois de taille au cours du repos végétatif de l'année d'étude et ce à partir du mois de décembre. Un total de 10 ceps est pris au hasard selon la diagonale de la parcelle (Bastide, 1989; Goutouly *et al.*, 2006). La vigueur a été estimée en fonction du poids moyen du bois de taille par souche (Galet, 1993; Reynier, 2000, Bounaceur, 2008).

III.1.7- Sensibilité variétale

La sensibilité variétale envers ce ravageur a été estimée visuellement sur les feuilles attaquées sur 100 pieds pour chaque cépage. Nous avons utilisé l'échelle décrite par Burkness *et al.*, (2000), Nault *et al.*, (2004) citées par Bounaceur, (2008) et qui porte sur une cicadelle de la même famille sur pomme de terre

L'échelle décrit les dégâts comme suit:

- ☞ 1= aucune attaque foliaire,
- ☞ 2= < 10% début du rougissement ou jaunissement des feuilles,
- ☞ 3= 11-50% rougissement ou jaunissement des feuilles,
- ☞ 5= <50% rougissement et jaunissement des feuilles avec grillures,
- ☞ 6= 51-90% rougissement et jaunissement des feuilles avec grillures prononcées,
- ☞ 7= < 90% rougissement et jaunissement des feuilles avec grillures très poncées.

III.1.8- Analyse statistique

Elle est réalisée à l'aide du logiciel « PAST ». Les fluctuations saisonnières sont traitées par l'analyse de la variance « Anova one way ». La vigueur et la sensibilité variétale sont analysées par une méthode de comparaison des moyennes.

III.2- ETUDE BIOCHIMIQUE

Les feuilles attaquées par la cicadelle *Jacobiasca lybica* de carignan, grenache et cinsault ont fait l'objet d'une étude biochimique sur la physiologie de la surface foliaire endommagée, en déterminant la teneur des pigments des feuilles de vigne, en dosant les protéines totales et en mesurant l'activité enzymatique.

III.2.1- Détermination de la teneur en pigments foliaires

10 mg de matière végétale fraîche (MVF) (fig.29 a, b et c) sont broyés à sec dans 2 ml d'acétone à 80 %. Le broyat est centrifugé à 3000 tr.mn⁻¹ pendant 3 minutes. Le surnageant qui contient les pigments est récupéré.



a-Feuille de cinsault



-b- Feuille de carignan



-c- Feuille de grenache

Figure 29 : Feuilles de vigne de cuve

Les densités optiques (DO) sont lues aux longueurs d'onde citées ci-dessous, après l'étalonnage du spectrophotomètre grâce à un blanc préparé à partir de l'acétone à 80%.

$$\lambda_a = 647 \text{ nm et } \lambda_b = 663 \text{ pour la chlorophylle a et b}$$
$$\lambda_c = 470 \text{ nm pour les caroténoïdes}$$

La teneur en chlorophylles et en caroténoïdes est déterminée selon les équations de Lichtenthaler (1987) :

$$\text{chl a} = 12,25 \cdot (\text{DO}\lambda_b) - 2,79 \cdot (\text{DO}\lambda_a)$$
$$\text{chl b} = 21,5 \cdot (\text{DO}\lambda_a) - 5,1 \cdot (\text{DO}\lambda_b)$$
$$\text{chl a} + \text{chl b} = 7,15 \cdot (\text{DO}\lambda_b) + 18,71 \cdot (\text{DO}\lambda_a)$$
$$\text{caroténoïdes} = [1000 (\text{DO}\lambda_c) - 1,82 \cdot (\text{Chl a}) - 85,02 \cdot (\text{Chl b})] / 198$$

Les teneurs en pigments foliaires sont exprimées en $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ de MVS (matière végétale sèche).

III.2.2- Extraction et dosage des protéines totales

III.2.2.1- Principe

Le dosage des protéines est fait selon la technique de Bradford (1976). Cette méthode consiste à utiliser le bleu de Coomassie G 250 (fig. 30), qui forme un complexe d'une coloration bleue avec les protéines. La coloration est proportionnelle à la concentration de protéines présentes et elle se développe rapidement (fig. 31). L'absorption maximum du complexe protéines-bleu de Coomassie se situe à 595 nm.



Figure 30 : solution de bleu de Coomassie G 250



Figure 31 : dosage des protéines selon la technique de Bradford

III.2.2.2- Extraction des protéines

L'extraction des protéines totales est réalisée au froid par le broyage de 100 mg de matière végétale fraîche avec 1 ml du tampon Tris-HCl 0.1 M (pH 8.1), contenant du β mercaptoéthanol (réduit les ponts disulfures) à 0.05 % et du saccharose à 10 %. Les broyats ainsi obtenus ont été centrifugés à 15 000 g à 4° C pendant 10 min. Les surnageants sont récupérés puis conservés à 4° C jusqu'à leur utilisation pour les activités enzymatiques et la séparation des protéines par électrophorèse (Draï, 2012).

III.2.2.3- Dosage des protéines totales

Les protéines solubles sont dosées selon la méthode de Bradford (1976) en utilisant le réactif de Bradford (bleu de Coomassie + éthanol + acide phosphorique). A 50 μ l d'extrait de protéines sont ajoutés 3 ml de réactif de Biorad. L'ensemble est homogénéisé et laissé incuber, à l'obscurité, pendant quelques minutes.

La lecture des densités optiques est réalisée à une longueur d'onde de 595 nm. La teneur en protéines (mg.g⁻¹ MVS) est déterminée par référence à une gamme étalon préparée à partir d'une solution de BSA (Bovin Serum Albumin) à 1 mg.ml⁻¹ (fig. 32).

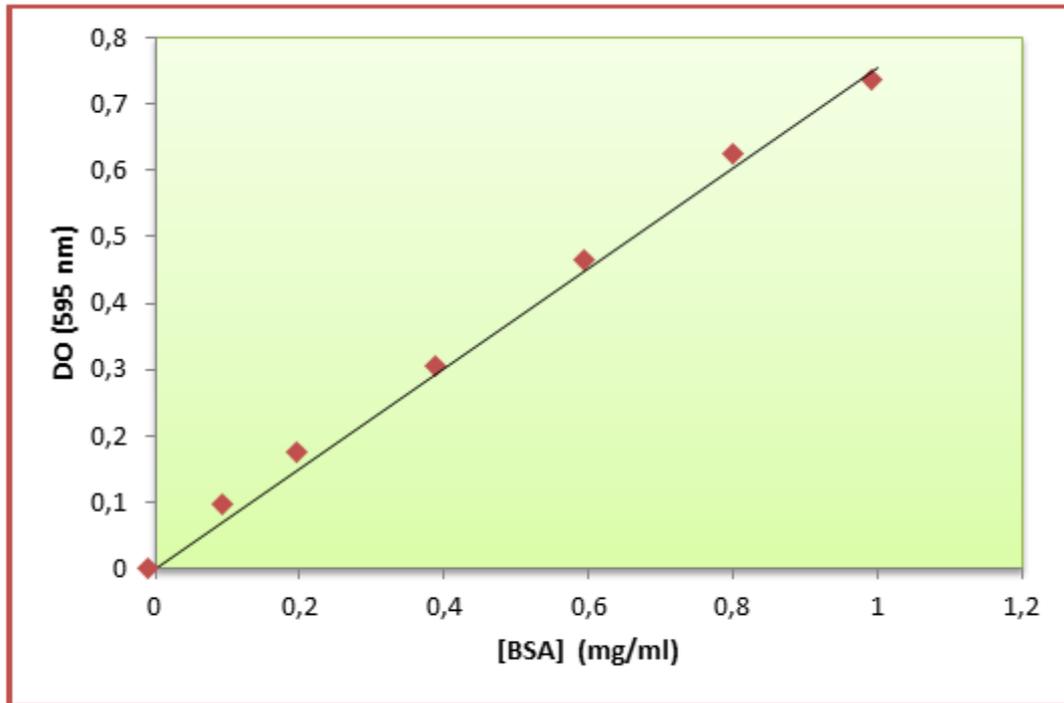
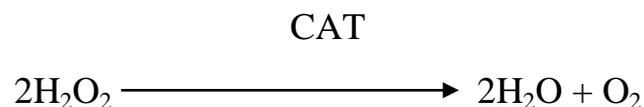


Figure 32 : Courbe étalon des protéines (BSA).

III.2.3- Mesure des activités enzymatiques

III.2.3.1- Activité catalase totale

Le principe de mesure de l'activité catalase repose sur les propriétés de cette famille d'enzymes à dégrader les molécules de H_2O_2



III.2.3.2- Dosage des catalases

Cette activité est mesurée sur des protéines totales extraites comme décrit dans la partie dosage des protéines solubles totales.

L'activité catalase est déterminée en suivant la disparition de l' H_2O_2 ($\epsilon=36M^{-1}.cm^{-1}$) à 240 nm suivant la méthode décrite par Dorey *et al.* (1998). Le mélange réactionnel (1 ml) est constitué de 50 mM d'un tampon phosphate pH 7.5. Le zéro est réalisé à 240 nm contre une cuve en quartz contenant le tampon et 30 μg de protéines. Sont ensuite ajoutés 10 mM d' H_2O_2 . L'ajout de H_2O_2 initie la réaction. Le déclin de l'absorbance est suivi pendant 30 s.

L'activité est exprimée en nmoles de H₂O₂ dégradées par minute et par mg de protéines totales. La conversion de la vitesse initiale en activité spécifique de la catalase est exprimée par la formule suivante :

$$\text{Activité (nmole H}_2\text{O}_2\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{mg}^{-1}\text{ prot)} = \Delta\text{DO} \cdot \text{Min}^{-1} \times 1000 / (36 \times \text{mg protéines})$$

III.2.4- Analyse statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse statistique par le test de Student qui permet de comparer les moyennes des échantillons (on parle de test de conformité). Il tire son nom de la loi où on lit l'écart critique. Le test de Student est utilisé dans le cadre des tests relatifs à la moyenne des échantillons de petite taille.

Dans notre cas, le test de Student nous permet d'évaluer le comportement de chaque variété vis-à-vis du bio-agresseur.

Les degrés de signification sont étudiés aux seuils :

- ☞ P=0.05 pour différence significative
- ☞ P=0.01 pour différence très significative
- ☞ P=0.001 pour différence hautement significative.

III.3- ETUDE CYTOLOGIQUE IN SITU

La troisième partie de cette étude concerne l'analyse cytologique en détectant les différentes formes actives de ROS d'oxygène. A cet effet, le processus observé est le suivant :

III.3.1- Détection cytologique in situ de l'ion superoxyde (O_2^-)

La détection in situ de l'ion O_2^- est réalisée par la méthode de coloration NBT (Nitroblue-tetrazolium) suivant la méthode décrite par Jabs *et al.* (1996) avec quelques modifications.

Des disques foliaires (1cm de diamètre) sont prélevés à l'aide d'un emporte-pièce dans les tissus à étudier (fig. 33).



Figure 33 : Disque foliaire de feuille de vigne (Originale)

Les disques sont placés dans 5ml d'une solution de NBT préparée dans un tampon phosphate 10mM, pH 7,8. Cette solution a été concentrée à 0,5 mg/ml de NBT lors de l'analyse d'échantillons non stressés et 0.1 mg/ml lors de l'analyse des stress biotiques. La solution est infiltrée sous vide dans les disques foliaires. Un contrôle est réalisé par infiltration sous vide, en présence du NBT, d'une solution de SOD (superoxyde-dismutase) (10 unités/ml) avec 10 mM $MnCl_2$. Les échantillons sont ensuite incubés pendant 1h à température ambiante et à l'obscurité dans la solution de NBT. Les disques sont transférés dans l'éthanol 90% et placés à 70°C jusqu'à complète décoloration des tissus. Ils sont par la suite conservés et observés dans du Glycérol 70%(fig.34).



Figure 34 : fiole contenant la solution de NBT (originale)

III.3.2- Détection cytologique in situ du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂)

La détection in situ du H₂O₂ est réalisée par la méthode de coloration au DAB (3,3-diaminobenzidine), comme décrit par Thordal-Christensen *et al.*, (1997), avec quelques réajustements (Garmier, 2003).

Le DAB a la propriété de polymériser en présence de H₂O₂ et forme, au site de la réaction, un polymère brun très stable.

Des disques foliaires (1cm de diamètre) sont prélevés à l'aide d'un emporte-pièce dans les tissus à étudier.

Les disques sont placés dans 5ml d'une solution de DAB à pH 3,8 (préparée dans de l'eau). Cette solution a été concentrée à 0.1 mg/ml de DAB lors de l'analyse d'échantillons non stressés et 0.1 mg/ml lors de l'analyse des stress biotiques. La solution est infiltrée sous vide dans les disques foliaires. Un contrôle est réalisé par infiltration sous vide, en présence du DAB, d'une solution de DAB et d'une solution de 10mM d'acide ascorbique. Les échantillons sont ensuite incubés pendant 14 h à température ambiante et à l'obscurité dans la solution de DAB. Les disques sont transférés dans l'éthanol 90% et placés à 70°C jusqu'à complète décoloration des tissus (élimination de la chlorophylle). Ils sont par la suite conservés et observés dans du Glycérol 70% (fig. 35).



Disques
foliaires dans
de l'éthanol

Figure 35 : Disques foliaires dans de l'éthanol (originale)

CHAPTER IV

RESULTATS

CHAPITRE IV : RESULTATS

IV.1- ETUDE DES ATTAQUES DE *Jacobiasca lybica* SUR

TROIS VARIETES DE VIGNE DE CUVE

L'étude effectuée sur la dynamique des populations de la cicadelle *Jacobiasca lybica* est relativement difficile à apprécier vu que d'une année à une autre les vols de cet insecte ne sont pas similaires, ce qui conforte les travaux entrepris auparavant à Bordeaux et au niveau de la Mitidja d'Alger respectivement par Laurent, 1994 ; Jehanno, 2004 et Bounaceur, 2007. Les observations réalisées durant les trois campagnes viticoles à Hadjout (2013-2014 et 2015) sont citées ci-dessous.

IV.1.1- Fluctuation des populations de *Jacobiasca lybica* durant la campagne 2013 sur grenache, carignan et cinsault

a- Suivi des Vols

Le premier vol observé jusqu'à début mai est le vol d'émigration sur la vigne (génération G0), coïncidant avec la croissance des organes végétatifs, notamment sortie des première feuilles et étalement des feuilles qui seront le foyer de pontes des œufs par les femelles adultes ayant émigré des plantes hôtes pour leur phase d'hivernation. Cependant, le nombre d'adulte est resté faible, avec des moyennes de piégeage de 4 individus par piège au mois de mai. En revanche, le deuxième vol (génération G1) a été plus prononcé avec un pic situé au mois de juin. Un chevauchement entre les vols des générations G1 et G2 est clair sur les graphiques (fig. 36).

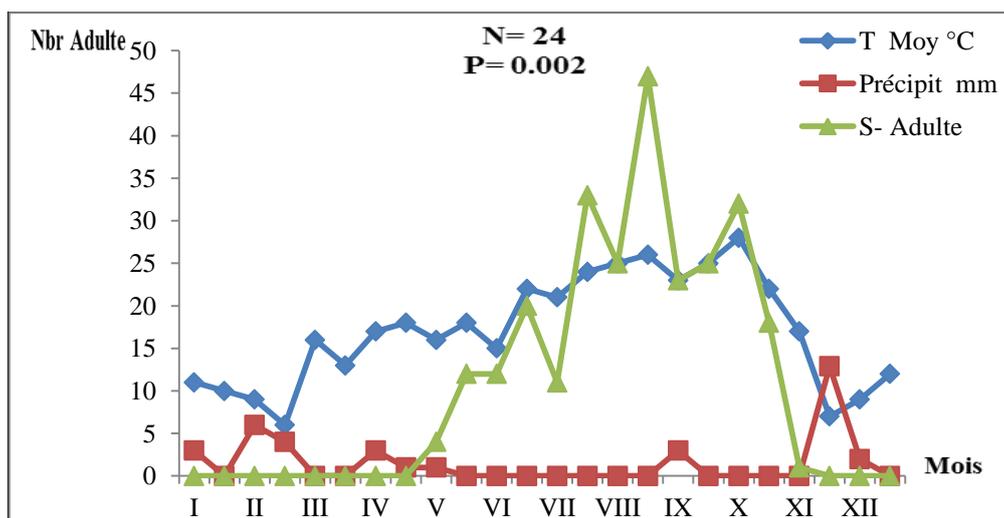


Figure 36 : Fluctuation des adultes de *Jacobiasca lybica* sur carignan, en fonction de la température et des précipitations - 2013

D'après les recensements bruts, on peut supposer que la G1 a commencé son vol vers la deuxième décennie du mois de juin correspondant au premier pic dupliqué par rapport à celui des premiers vols (G0) représenté sur la figure 36. Le nombre d'adultes de la deuxième génération est de 20. Un deuxième pic plus important correspondant à la deuxième génération (G2) a été observé avec un nombre d'adultes capturés de 33 suivis par un troisième pic (G3) avec un nombre d'adulte de 47 et d'un quatrième pic correspondant à la G4 au mois de septembre. En revanche, nous avons noté un cinquième pic significatif au mois d'octobre qui peut représenter la G5 (fig. 36), puisque la température lors de nos prélèvements durant ce mois était arrivée à 28 °C, avec présence d'adultes sur les pièges disposés sur les rangs de carignan avec une moyenne de 35 individus capturés. Sur la parcelle de grenache et cinsault (fig. 37 et 38), le nombre d'adultes capturés était respectivement de 33 et 32. Après cette période, c'est-à-dire vers la fin du mois d'octobre, il y a eu diminution de la fluctuation des adultes sur les parcelles concordant avec la fin de la saison estivale tardive cette année en Algérie et par la perte des feuilles de la vigne et son entrée au repos.

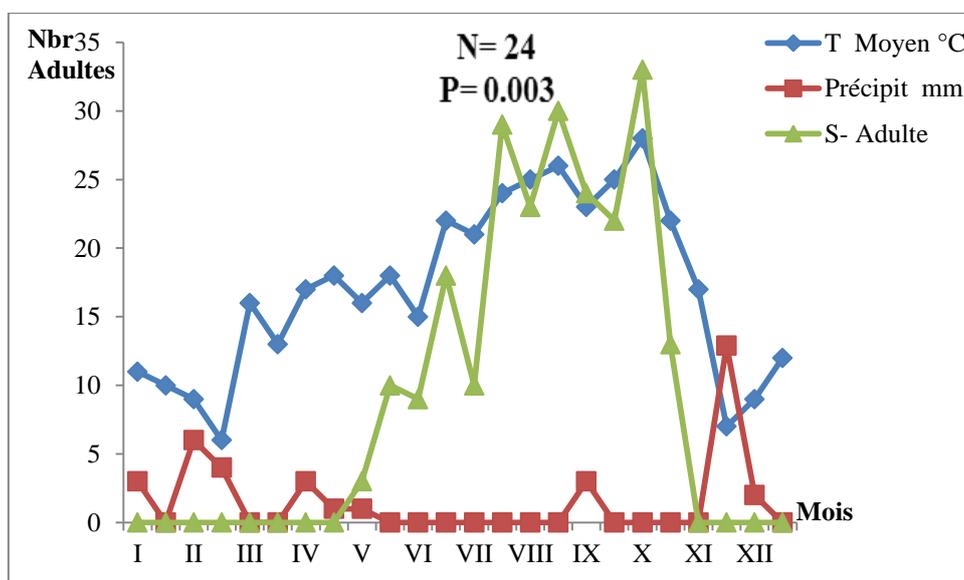


Figure 37 : Fluctuation des adultes de *Jacobiasca lybica* sur grenache, en fonction de la température et des précipitations - 2013

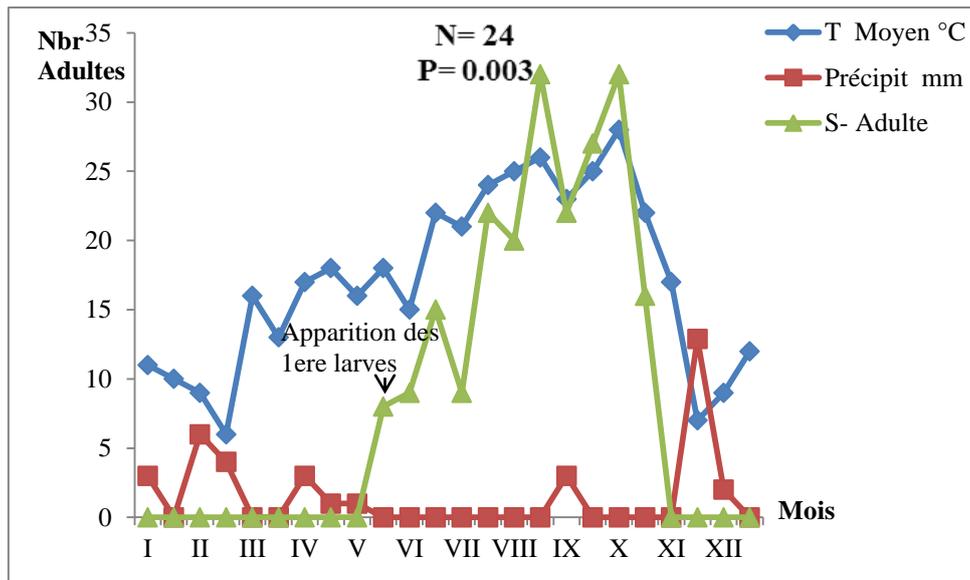


Figure 38 : Fluctuation des adultes de *Jacobiasca lybica* sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations - 2013

La présence des adultes de *Jacobiasca lybica* sur les cépages carignan, grenache et cinsault est très significative avec respectivement $p= 0.002$, $p= 0.003$ et enfin $p= 0.003$.

b- Recensement des larves

Les observations sont relativement hétérogènes selon les parcelles. Il y a eu absence de larves durant le mois de mai correspondant aux premiers vols des adultes de la cicadelle africaine. Ce n'est qu'à partir du mois de juin qu'il y a eu apparition des premières larves correspondant à la G1 avec 20 larves recensées dans la face inférieure de la feuille de vigne. Le nombre de larve a augmenté qu'en fin du mois de juillet correspondant à la G2. Cette faiblesse est dû à l'utilisation des produits phytosanitaires, cités dans la partie présentation de la ferme, pour couvrir les ceps contre les maladies fongiques et les insectes ravageurs. Ceci est relatif pour les trois (fig. 39, 40 et 41). Cependant le premier pic apparait vers la fin du mois de juin, suivi par un deuxième pic vers la mi-juillet. Les deux premières générations se chevauchent. Un troisième pic apparait au mois d'août puis un quatrième au mois de septembre et enfin un cinquième au mois d'octobre, correspondant à la G5 avec un nombre moyen de larves recensées 27individus/feuille sur carignan, 24 individus sur grenache et enfin 23 individus sur cinsault. Les 5 pics en question représentent chacun une génération. A partir de la fin du mois d'octobre nous avons noté diminution des larves sur les surfaces foliaires échantillonnées et vues sur terrain ceci concorde avec la période où la vigne commence à perdre ses feuilles et donc le début de migration des adultes vers d'autres plantes hôtes pour hiverner.

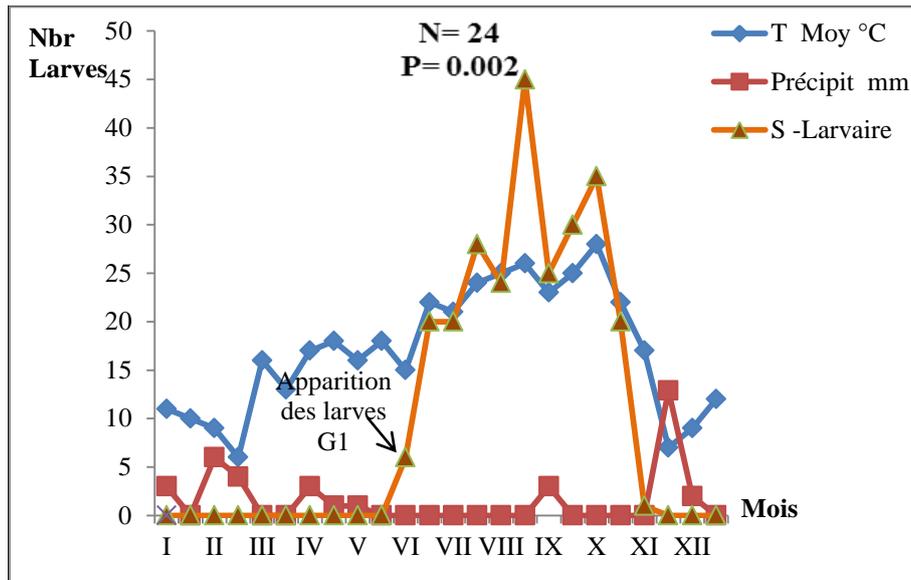


Figure 39 : Fluctuation des larves de *Jacobiasca lybica* sur carignan, en fonction de la température et des précipitations – 2013

Ces observations sont similaires pour l'ensemble des trois cépages étudiés notamment carignan, grenache et cinsault. Les stades larvaires étaient présents avec une moyenne de présence très significative sur le carignan, grenache et cinsault respectivement $p=0.002$, $p=0.004$ et $p=0,003$.

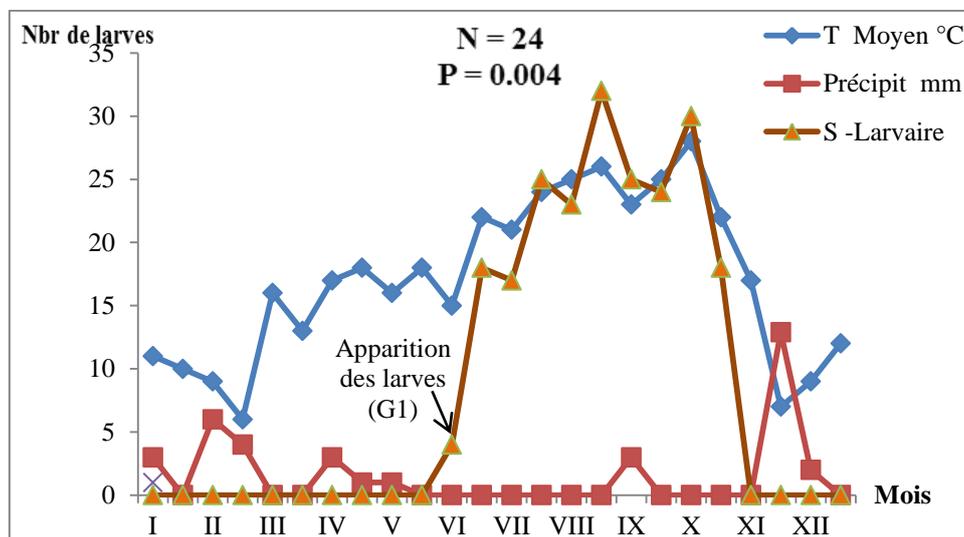


Figure 40 : Fluctuation des larves de *Jacobiasca lybica* sur grenache, en fonction de la température et des précipitations – 2013

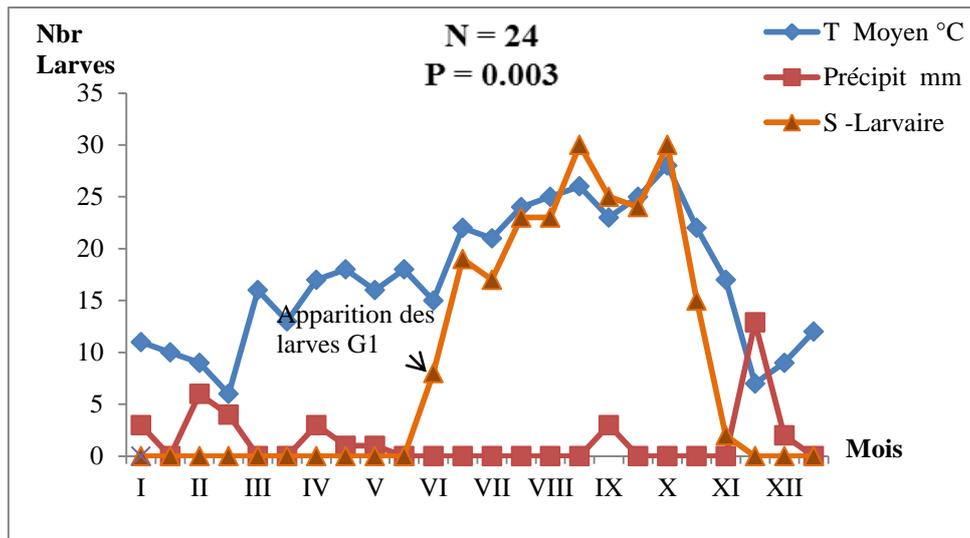


Figure 41 : Fluctuation des larves de *Jacobiasca lybica* sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations – 2013

La campagne 2013 s’est soldée par la présence significative de 5 générations de cicadelle africaine *Jacobiasca lybica* sur les trois cépages en question avec une fluctuation des populations larvaires significative ($p = 0.143$) et celle des adultes avec $p = 0.112$ (fig. 42).

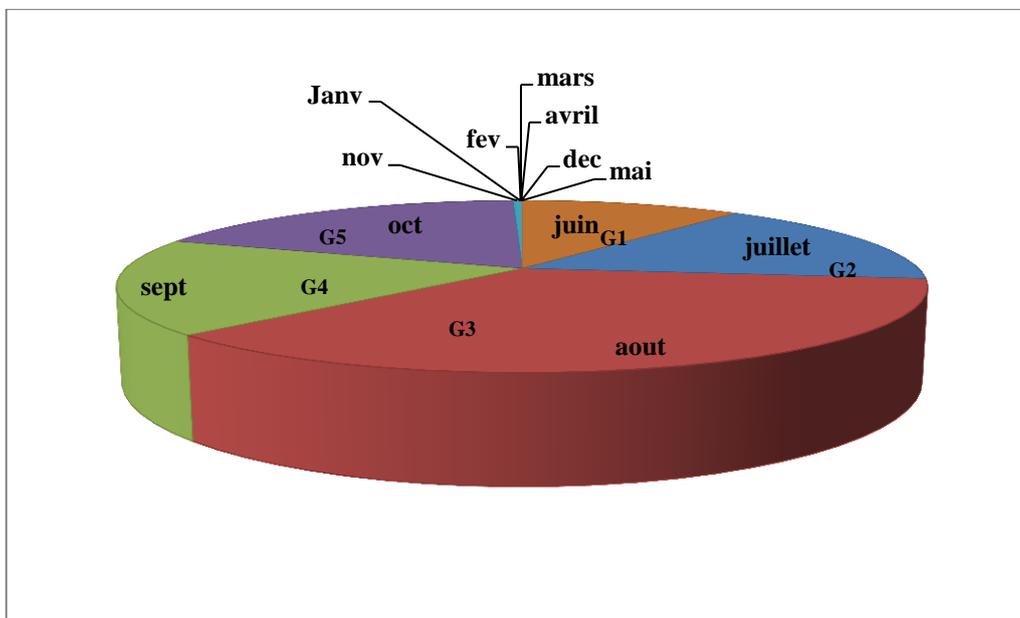


Figure 42 : Nombre de générations (G) de *Jacobiasca lybica* sur carignan, grenache et cinsault -2013-

IV.1.2- Fluctuation des populations de *Jacobiasca lybica* durant la campagne 2014 sur carignan, grenache et cinsault

a- Suivi des adultes

Les fluctuations des populations adultes sont identiques pour les trois cépages (fig. 43, 44 et 45) avec des infestations légèrement en faveur du cépage carignan, suivi par le grenache et enfin le cinsault. On peut dire qu'il existe des variations significatives entre les trois cépages cités auparavant respectivement de $p= 0.001$, $p= 0.002$ et $p= 0.002$.

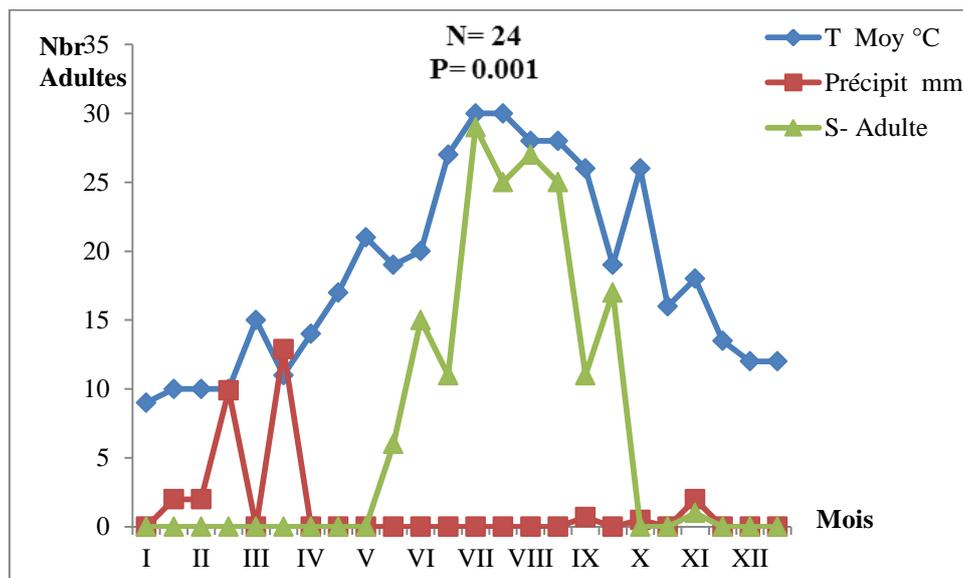


Figure 43 : Fluctuation des adultes de *J. lybica* sur carignan en fonction de la température et des précipitations - 2014

Le premier pic est enregistré à partir de la dernière semaine du mois de mai et début juin, qui correspond à la présence des adultes de G1 capturés avec une moyenne de 26 adultes recensées sur carignan, de 17 sur grenache et de 14 sur le cinsault. Le deuxième pic (G2) des populations adultes de la cicadelle a eu lieu précocement vers la fin juin début du mois de juillet dû à l'augmentation de la température moyenne durant cette période, avec un maxima de 54 individus sur carignan, 43 sur grenache et 39 sur cinsault. Néanmoins, les G3 et G4 sont apparues à la même période que l'année 2013, avec un taux de pullulation assez important.

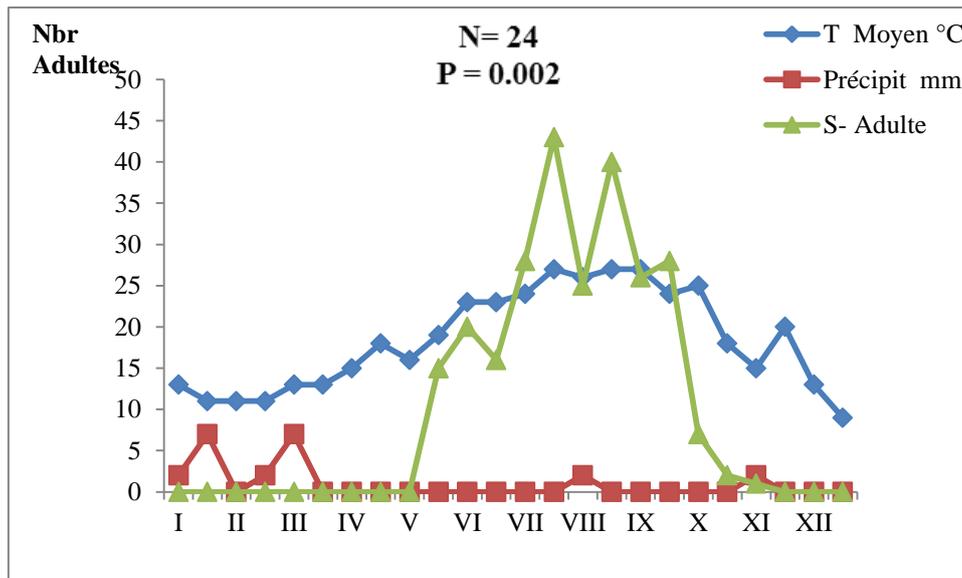


Figure 44 : Fluctuation des adultes de *J. lybica* sur grenache en fonction de la température et des précipitations - 2014

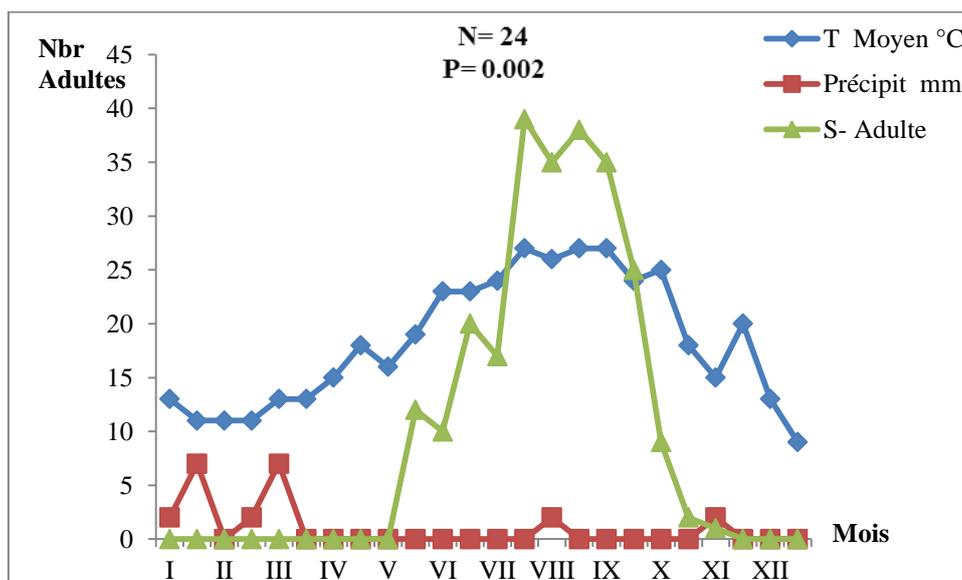


Figure 45 : Fluctuation des adultes de *J. lybica* sur cinsault en fonction de la température et des précipitations - 2014

La présence des adultes capturés sur les parcelles de carignan (fig. 43 et fig. 46) est très significative par rapport au grenache ainsi qu'au cinsault (fig. 45 et 46), et est respectivement de $p=0.001$, $p=0.002$, $p=0.002$.



Figure 46 : Piège jaune contenant des adultes de *J. lybica* capturés sur parcelle de carignan (Originale)

Par ailleurs, nous n'avons observé uniquement que 4 générations (fig. 47) correspondant aux quatre pics bien distincts représentés sur les figures 43, 44 et 45. Ceci s'explique par le fait que la température moyenne du mois d'octobre prélevée était de 21°C, et donc un mois plus frais qu'à la même période en 2013.

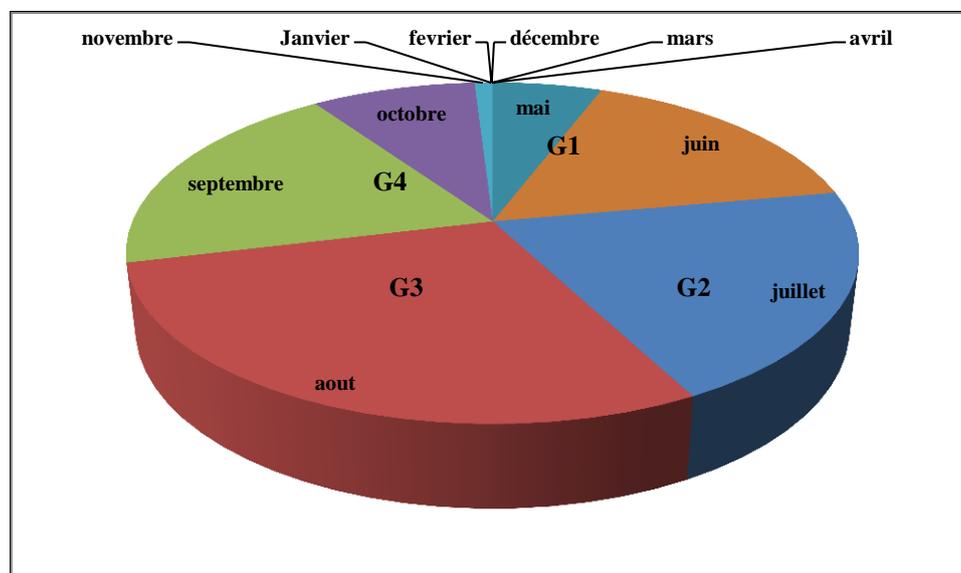


Figure 47 : Nombre de générations (G) de *Jacobiasca lybica* sur carignan , grenache et cinsault -2014-

b- Recensement des larves

Durant la campagne viticole 2014, la dynamique des populations larvaires de la cicadelle africaine est généralement identique pour les trois variétés de vigne de cuve carignan, grenache et cinsault) (fig.48). Cependant, comparé à la campagne 2013, nous avons remarqué qu'à partir de la dernière semaine du mois de mai et début du mois de juin, il y a eu apparition du premier pic correspondant à la présence des larves de la G1 avec un nombre de 22 larves recensées sur carignan, de 19 sur grenache et de 12 sur le cinsault. Cette apparition prématurée est due à la température qui était plus élevée, plus de 20°C, par rapport à 2013. Le pic de populations larvaires de la G2 a eu lieu précocement vers la fin juin début du mois de juillet. Le mois de juin était chaud avec une température moyenne de 23°C a engendré le phénomène de raccourcissement de la durée d'incubation des œufs de la G1 et même de la G2 puisque le pic de température tout le long du mois de juillet était en moyenne de 27°C, avec présence de larves sur les feuilles examinées de carignan de l'ordre de 60, 40 sur le grenache et 35 sur cinsault. Néanmoins, les G3 et G4 sont apparues à la même période que l'année 2013.

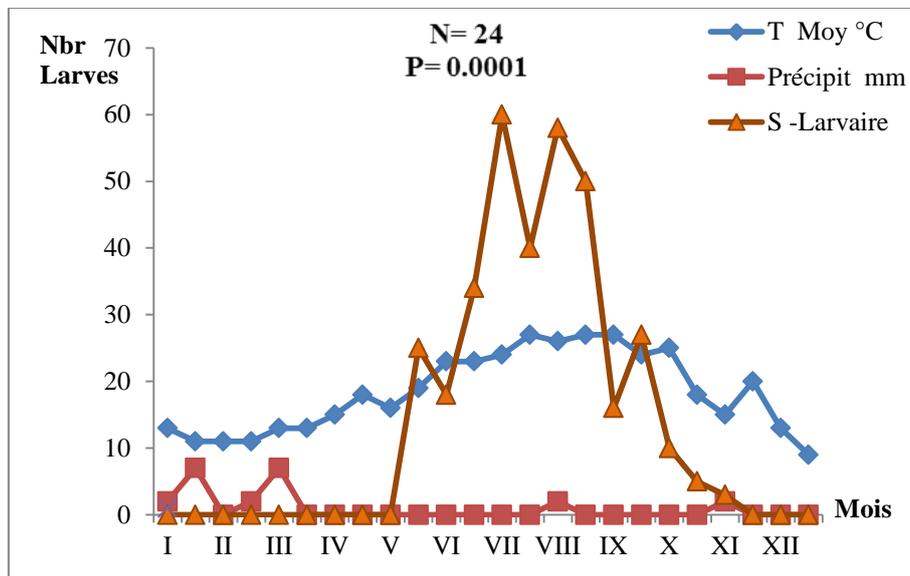


Figure 48 : Fluctuation des larves de *Jacobiasca lybica* sur carignan, en fonction de la température et des précipitations – 2014

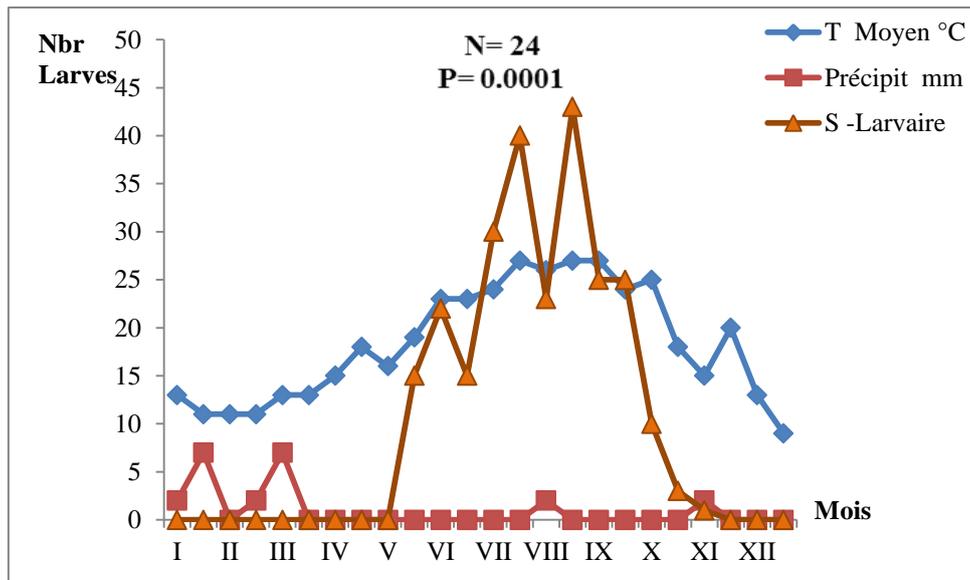


Figure 49: Fluctuation des larves de *Jacobiasca lybica* sur grenache, en fonction de la température et des précipitations – 2014

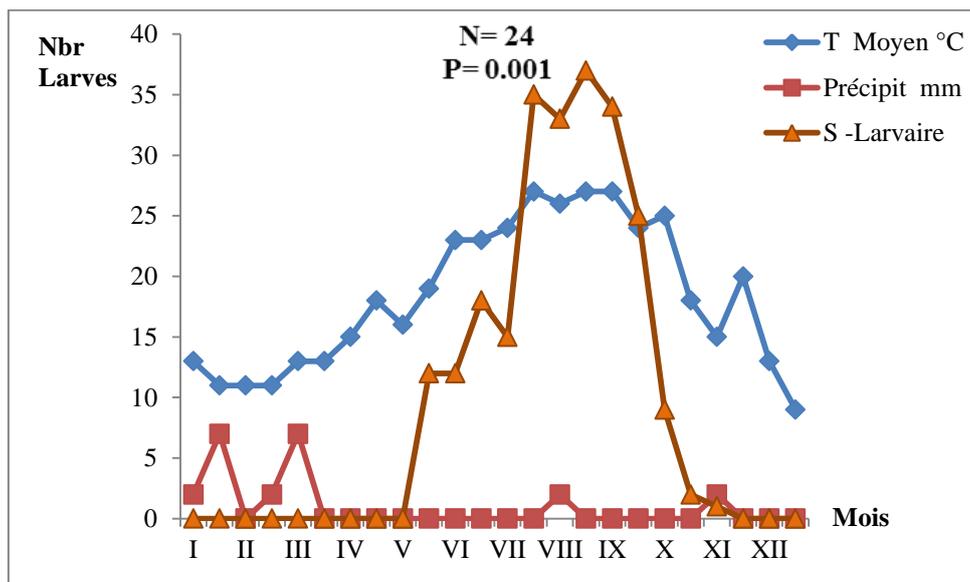


Figure 50: Fluctuation des larves de *Jacobiasca lybica* sur cinsault, en fonction de la température et des précipitations – 2014

Nous avons constaté qu'il y avait une présence très significative des larves capturés sur le cépage carignan par rapport au grenache ainsi qu'au cinsault, et est respectivement de $p=0.0001$, $p=0.0001$, $p=0.001$ (fig.48, 49 et 50).

IV.1.3- Fluctuation des populations de *Jacobiasca lybica* durant la campagne 2015 sur carignan, grenache et cinsault

a- Observation des adultes

L'examen des fluctuations adultes est presque identique à celui pour les trois variétés de vigne de cuve. Nous avons noté une faible infestation du vignoble par ce ravageur. Le nombre d'adultes capturés reste très faible par rapport aux deux années précédentes (fig. 51), il varie de 13 en juin (G1) à 27 en août (G3) (fig. 52 et 53).

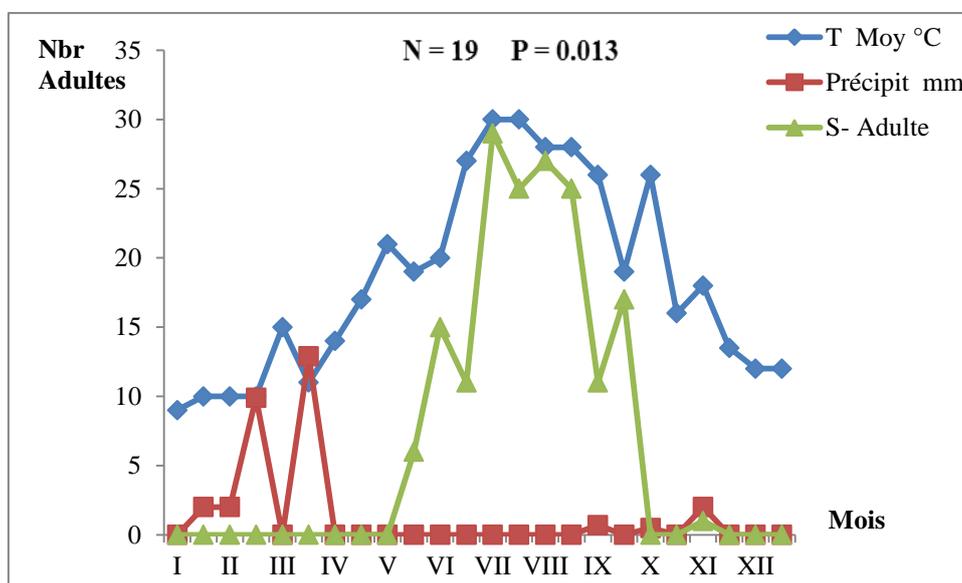


Figure 51 : Fluctuation des adultes de *J. lybica* sur carignan en fonction de la température et des précipitations - 2015

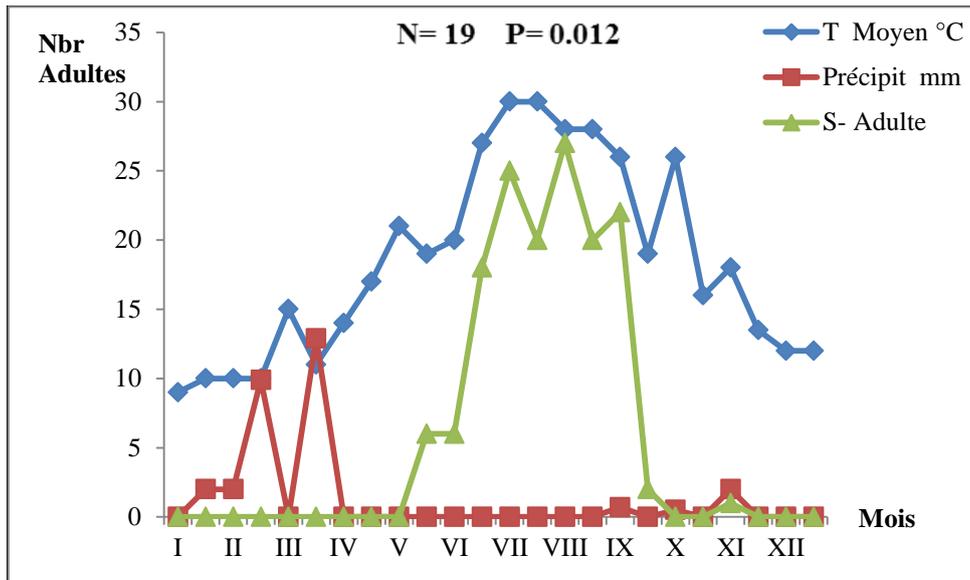


Figure 52 : Fluctuation des adultes de *J. lybica* sur grenache en fonction de la température et des précipitations - 2015

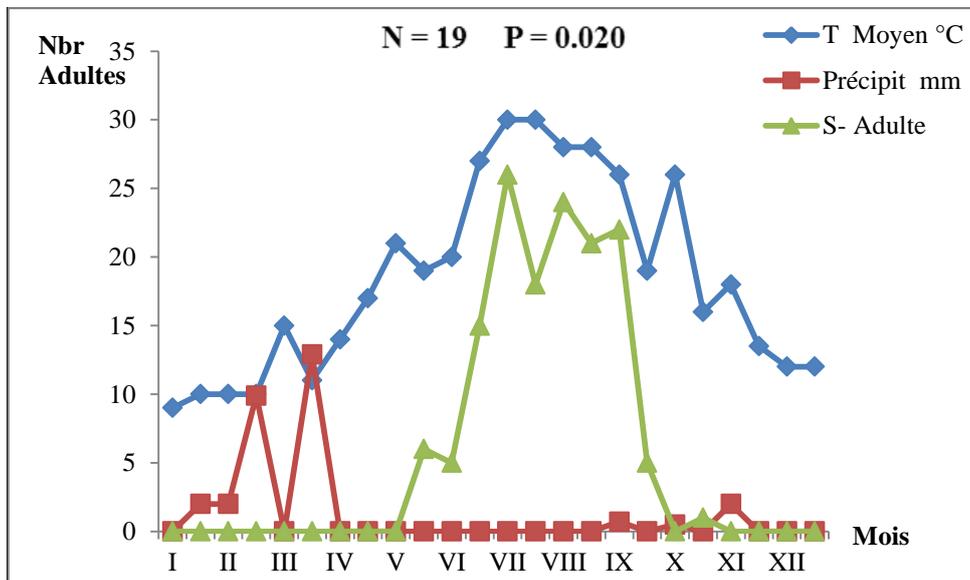


Figure 53 : Fluctuation des adultes de *J. lybica* sur cinsault en fonction de la température et des précipitations - 2015

b- Recensement des larves

Durant la campagne 2015, les sorties effectuées sur les parcelles vigne de cuve (carignan, grenache et cinsault) sont plus ou moins analogues à ceux de 2014. Quatre pics sont observés avec un très faible nombre des populations larvaires. Il est compris entre 6 en juin relatif à la G1 à un maxima de 27 larves de la G3 (fig. 54). La G2 débutera début juillet et se poursuivra jusqu'au début août, date à laquelle on observera, une 3eme génération qui se chevauchera avec la précédente. Dans ce cas, il sera difficile de les distinguer du fait de la concordance de tous les stades de développement du cycle biologique. Dès le mois de septembre, le nombre de larves de la G4 diminue, attestant ainsi que les adultes migrent progressivement vers les refuges hivernaux (fig. 55 et 56).

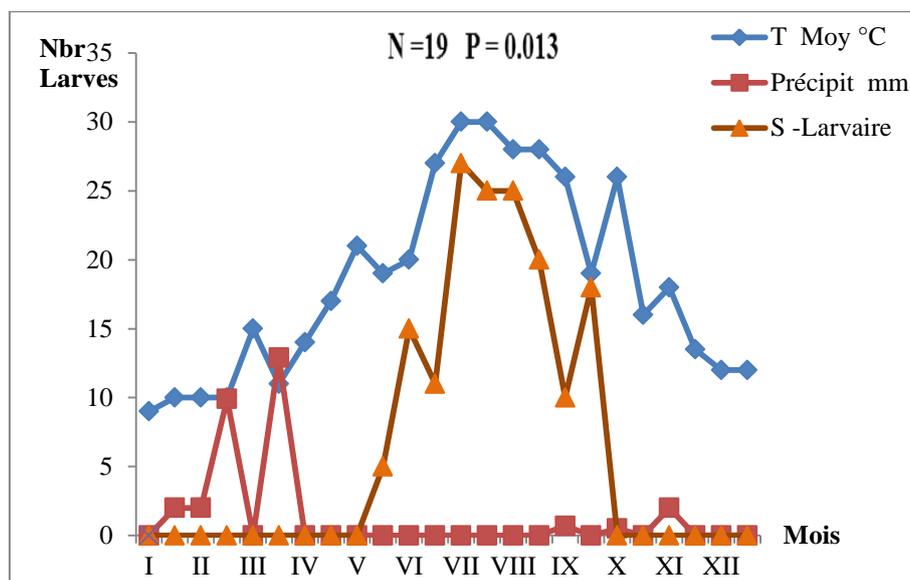


Figure 54 : Fluctuation des larves de *J. lybica* sur carignan en fonction de la température et des précipitations - 2015

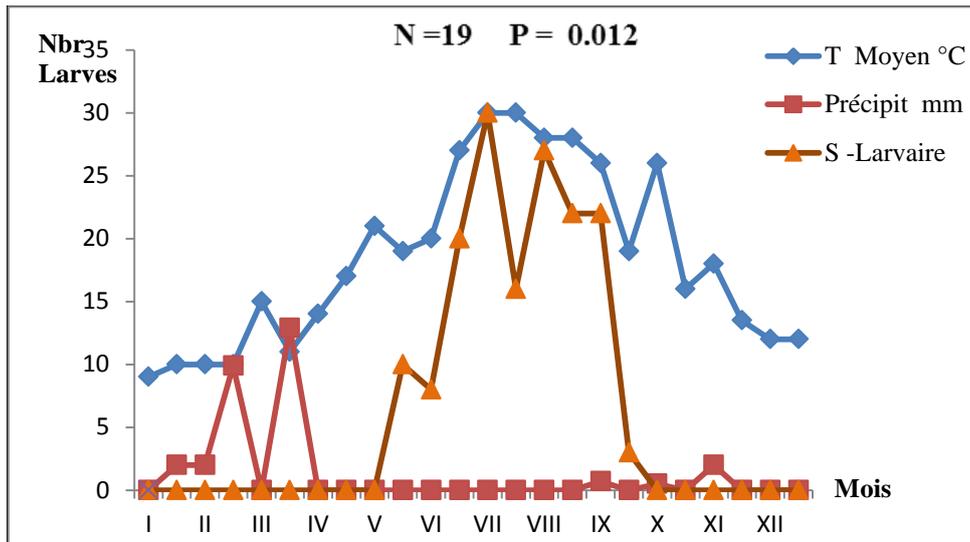


Figure 55 : Fluctuation des larves de *J. lybica* sur grenache en fonction de la température et des précipitations - 2015

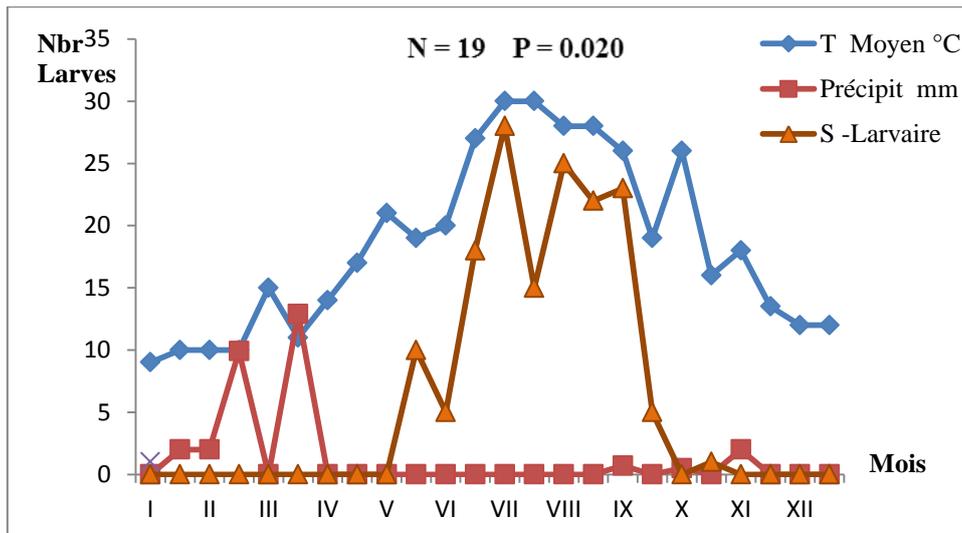


Figure 56 : Fluctuation des larves de *J. lybica* sur cinsault en fonction de la température et des précipitations - 2015

La campagne viticole 2015 a connu une présence pas très importante des cicadelles sur le vignoble. Les quatre générations étaient présentes sans toutefois causées des dommages considérables sur les cépages de vigne de cuve.

IV.1.4- Comparaison des fluctuations des adultes de la cicadelle pendant 2013-2014-2015 par rapport à la température

Les observations réalisées durant les trois campagnes viticoles (2013-2014 et 2015), nous ont permis de constater que le facteur température joue un rôle très important dans la pullulation de ce ravageur.

Effectivement, nos sorties sur terrains nous ont permis de noter que la présence des populations de la cicadelle africaine coïncide avec la période sèche de la région de Hadjout, qui s'étale de mai jusqu'au mois de septembre. Les fortes températures et l'absence des orages d'été ont permis aux adultes de la cicadelle de se reproduire. Même les traitements effectués sur le vignoble contre les maladies fongiques et les insectes ravageurs, n'ont pas inhibé la pullulation de la cicadelle. Il y a une corrélation très significative ($p= 0.0001$) entre la température et la présence de l'espèce (cas de la campagne 2014). Par ailleurs, lorsque la chaleur persiste et va au-delà de la saison estivale comme c'était le cas de l'année 2013, il y a eu présence significative de la cinquième génération (G5), $p= 0.002$ (fig.36).

Les variations de températures peuvent soit écourter la période d'éclosion des œufs lorsque ces dernières, sont élevées en début de saison printanière (cas de la campagne 2014) ou bien raccourcir la période d'émergence d'une génération complète comme c'est le cas de la campagne 2015 car des populations adultes de la G4 ont vite migré vers les autres plantes hôtes afin d'hiverner. En revanche, lorsque la saison estivale s'étale jusqu'au début de la saison automnale, il y a risque de présence d'une cinquième génération, comme nous l'avons constaté lors de la campagne 2013 où la température moyenne au mois d'octobre avait atteint les 25°C (fig. 36, 37 et 38).

IV.1.5- Sensibilité et vigueur variétale de la vigne vis-à-vis de *Jacobiasca lybica*

La comparaison des populations de cicadelles africaine sur les cépages de cuves (carignan, grenache et cinsault) permet de mettre en évidence des différences d'infestations importantes d'un cépage à un autre.

Les sorties sur terrain et les comptages des populations larvaires et adultes des cicadelles africaine, nous ont permis de noter que le cépage carignan est la variété la plus attaquée et la plus sensible (fig. 57). Les dégâts observés ont été en rapport avec les populations présentes sur les trois variétés, avec des taux d'attaque foliaire relativement importants allant jusqu'à 50% pour le carignan, suivi par le grenache 40% et enfin le cinsault avec 10%.

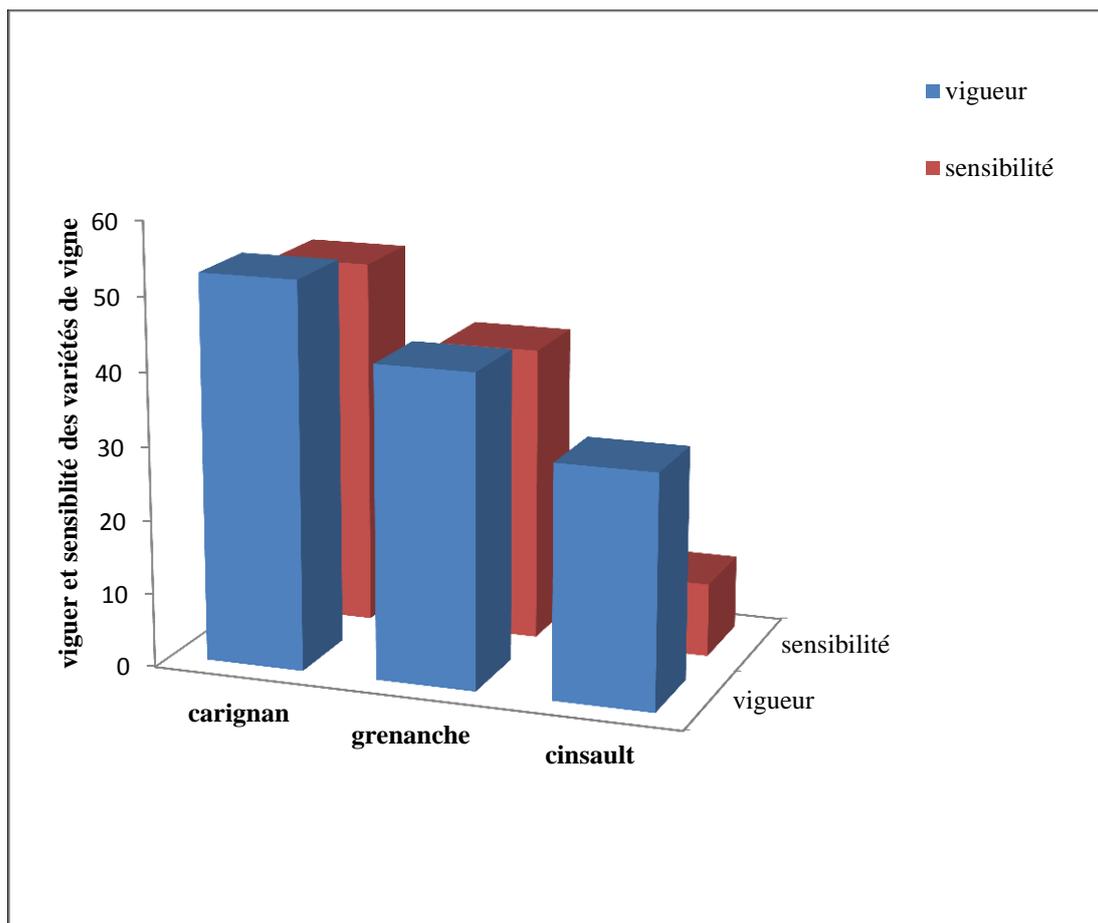


Figure 57 : Vigueur et sensibilité du carignan, grenache et cinsault

Par ailleurs, nous avons noté une corrélation très significative ($p= 0.0001$) existant entre la présence des adultes (fig. 58) et des larves sur carignan (fig. 59) par rapport aux deux autres variétés de vigne de cuve.

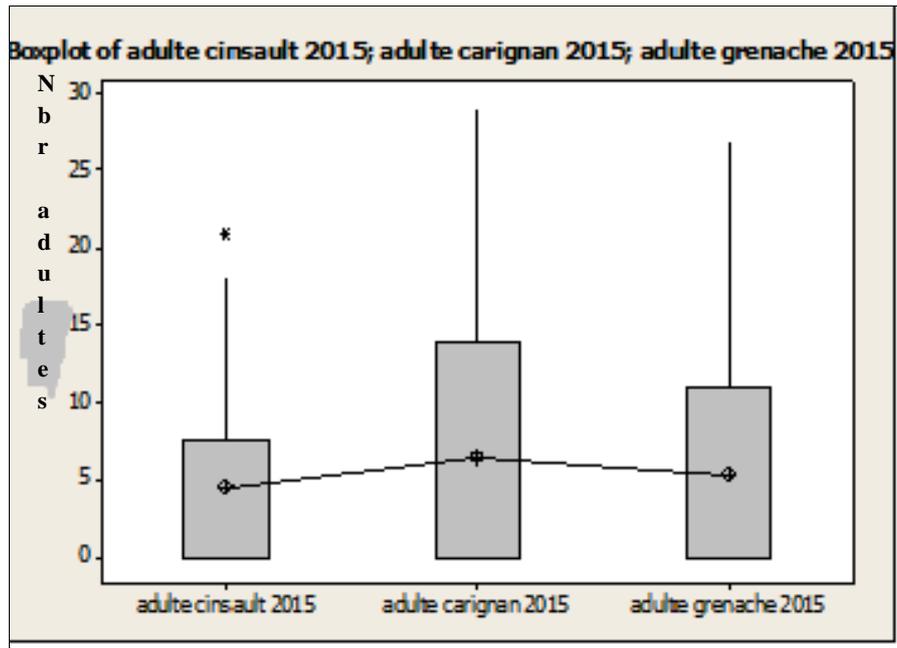


Figure 58 : Répartition des attaques d'adultes de *J. lybica* sur carignan, grenache et cinsault-2015-

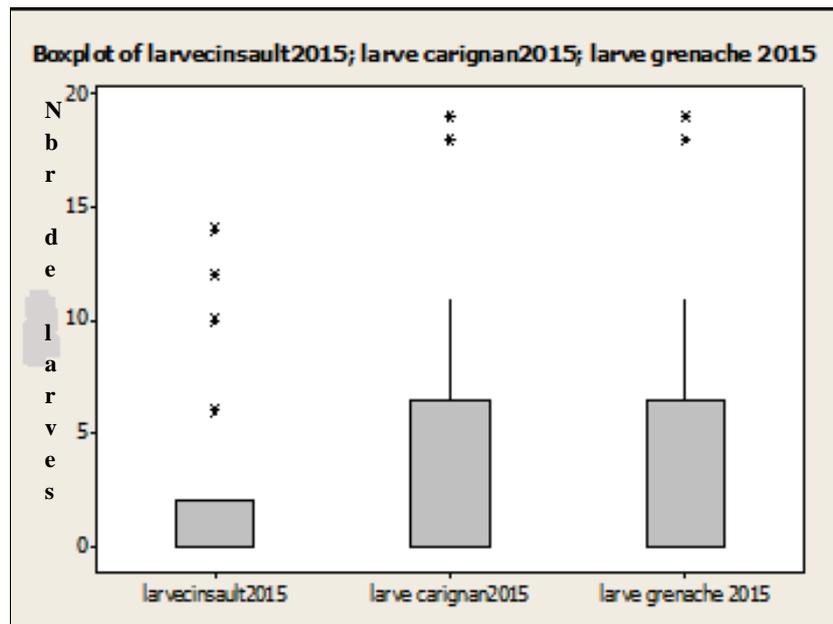


Figure 59 : Répartition des attaques des larves de *J. lybica* sur carignan, grenache et cinsault-2015-

IV.1.6- Effet des attaques de *Jacobiasca lybica* sur le rendement viticoles 2013-2014-2015

Les plantations de vigne de cuve du projet viticole de l'O.N.C.V. au niveau de l'EURL Si Semiani ne connaissent pas une grande différence de rendement de raisin de cuve par hectare pour chaque variété. En effet, nous notons que durant la campagne viti-vinicole (C.V.V.) 2013, le rendement est similaire pour les trois variétés et varie de 62 à 63 qx/ha (tableau11). La moyenne de récolte pour les trois cépages est de plus de 62.5 qx/ha. Nous enregistrons que la présence de la G5 durant la campagne viti-vinicole 2013 n'a pas eu d'impact sur le rendement de la vigne (fig. 60).

Tableau 11 : Rendement viticole durant les campagnes viti-vinicoles 2013, 2014 et 2015

C.V.V Variétés de raisin	Rendement de raisin qx/ha		
	2013	2014	2015
Carignan	63	47	65
Grenache	63	46	64
Cinsault	62	42	60
Total récolte	188	135	189

Une baisse de rendement a été constatée durant la C.V.V. 2014 pour les trois cépages due surtout aux attaques de mildiou et oidium, le taux moyen de récolte est de 45 qx/ha. En ce qui concerne la C.V.V. 2015, le rendement globale des trois variétés de raisin de cuve a augmenté par rapport à la C.V.V. 2014, avec un rendement total de 189 qx/ha soit 65 qx/ha pour le carignan, 64 qx/ha pour le grenache et enfin 60 qx/ha pour le cinsault.

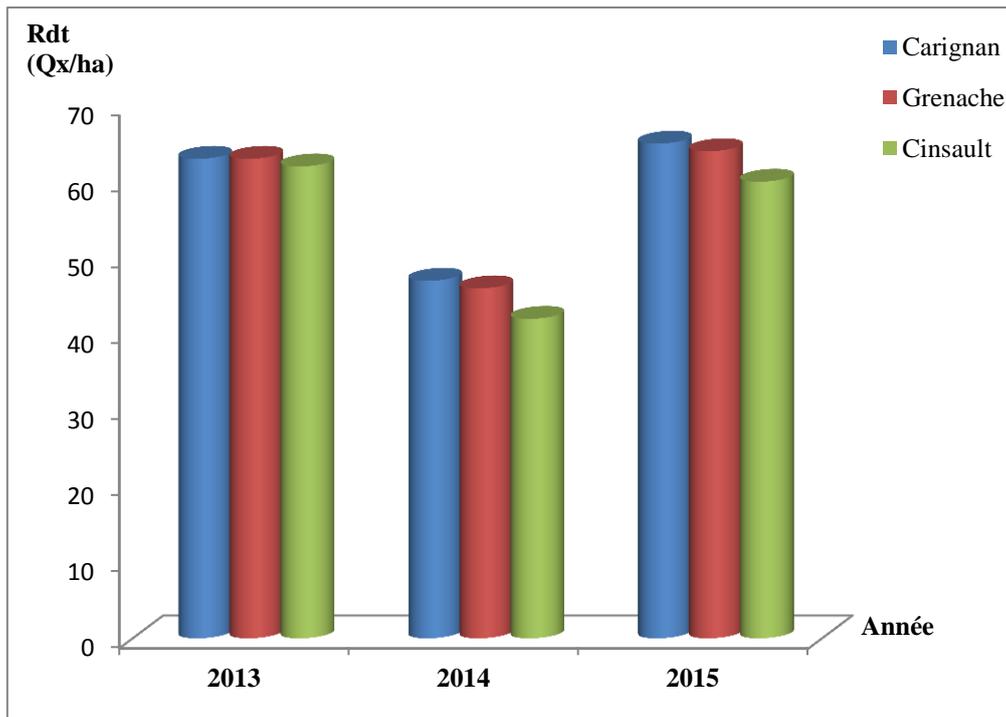


Figure 60 : rendement des raisins issus de cépages attaqués par la cicadelle africaine 2013-2014-2015.

IV.2- ETUDE BIOCHIMIQUE

IV.2.1- Dosage des pigments (chlorophylle totale)

Notre étude a pour but de déterminer le ressort de la chlorophylle après le passage des larves et adultes de la cicadelle sur la surface foliaire de la vigne. Il en est ressorti ce qui suit :

La moyenne de chlorophylle totale avant attaque chez les trois variétés est presque identique avec une différence pas très significative chez le carignan dont la moyenne est de 2.61 mg/g de MFV par rapport au grenache (2,05 mg/g MFV) et le cinsault (2,15 mg/g MFV). Cependant l'effet des attaques de la cicadelle *Jacobiasca lybica* sur l'espace foliaire des trois variétés, carignan-grenache-cinsault, est très impressionnant car il y a une dépigmentation très importante du limbe de la vigne et varie d'un cépage à une autre (fig. 61).

En effet, nous avons relevé que le taux moyen de la chlorophylle totale a baissé pour les trois variétés de vigne de cuve, avec une différence hautement significative entre les feuilles avant attaque et les feuilles attaquées. Il s'agit du carignan et grenache avec un $p < 0.001$ et une moyenne respectivement de 1,15 mg/g MFV et 1,04 mg/g MFV. Quant au cinsault, celui-ci a aussi connu une baisse significative ($p < 0.05$) de la chlorophylle totale avec une moyenne de 1,77 mg/g MFV.

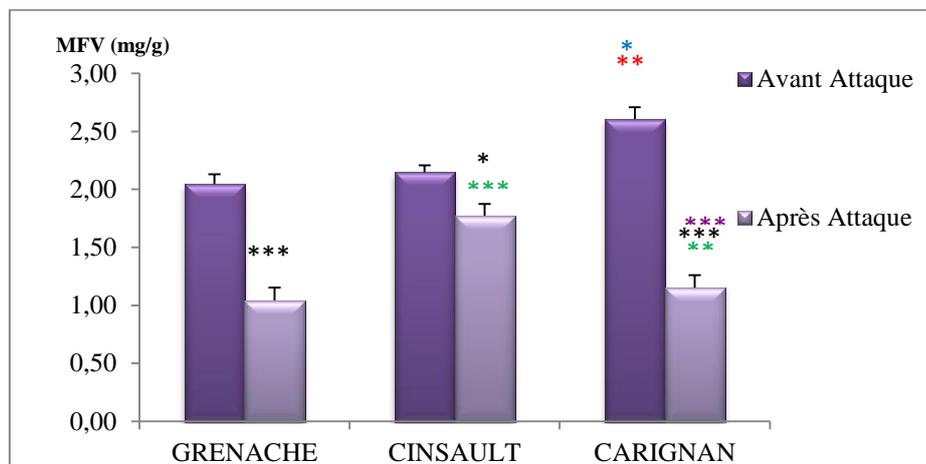


Figure 61 : Dosage des chlorophylles totales sur feuille de vigne avant et après attaque par *J. lybica*

Le taux de chlorophylles totales a chuté considérablement et significativement après dépigmentation pour les trois variétés de vigne de cuve (tableau 13). Nous remarquons que le taux de chlorophylles totales du cépage grenache est passé de 2,05 mg/g MFV avant attaque à 1,04 mg/g MFV après attaque. Le même état a été constaté pour le carignan et cinsault où le taux est passé respectivement de 2,61 mg/g MFV et 2,15 mg/g MFV à 1,15 mg/g MFV et 1,77 mg/g MFV.

Tableau 13 : Taux de chlorophylles totales sur les feuilles de vigne de cuve

	Chlorophylles totales en mg/g MVF Hadjout	
	Avant Attaque	Après Attaque
GRENACHE	2,05	1,04
CINSAULT	2,15	1,77
CARIGNAN	2,61	1,15

Ainsi, on peut dire que le pourcentage de diminution de chlorophylles totales est plus important chez la variété de raisin de cuve carignan avec 55% suivi par le grenache avec 49% et enfin de cinsault avec 17%.

IV.2.2- Dosage des protéines totales

La méthode de Bradford, a initialement été décrite par Dr. Marion Bradford en 1976 et est une des méthodes les plus populaires pour déterminer la concentration de protéines. Elle dépend de la formation d'un complexe entre le bleu de Coomassie G-250 et les protéines en solution. Le colorant existe sous quatre formes ioniques. La forme la plus anionique bleue se lie aux protéines et présente une absorbance à 590 nm. La concentration de protéines peut être évaluée en mesurant la quantité de la forme bleue ionique du colorant et en mesurant l'absorbance de la solution à 595 nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Waterborg et Mattheus, 1984). Le colorant se lie surtout aux résidus **arginine, tryptophane, tyrosine, histidine, et phénylalanine des protéines** (Olson et Markwell, 2007).

Notre étude, nous montre une évolution des teneurs moyennes en protéines totales, extraites à partir des feuilles de vigne avant attaque qui est considérable chez le carignan soit 15,02 mg/g de MVF avec un écart type de 0.23 ± 0.13 comparée à celle du grenache et cinsault qui est presque similaire soit respectivement de 12.42 mg/g et 11.81 mg/g avec un écart type de 0.49 ± 0.28 et 0.29 ± 0.17 (fig. 62).

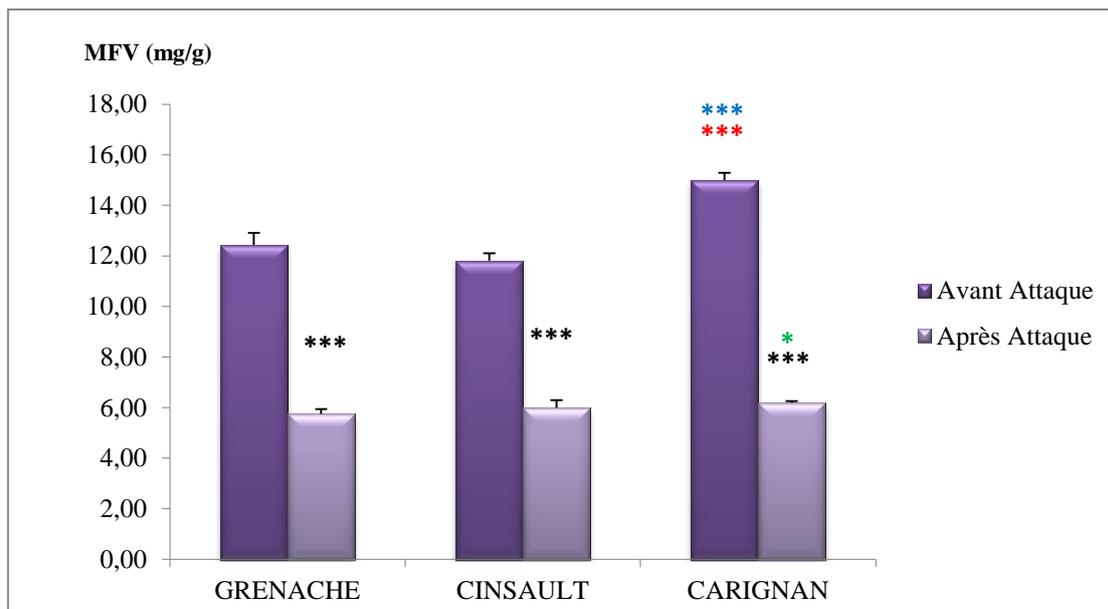


Figure 62 : Dosage des protéines totales sur feuilles de vigne avant et après attaque de *J. lybica*

Après attaque, les protéines solubles totales des feuilles de carignan, grenache et cinsault ont subi une diminution hautement significative ($p < 0.001$) et presque à part égale par rapport aux feuilles non attaquées (fig. 62). En effet, le taux moyen des protéines totales est de 5,77 mg/g de MVF pour le grenache avec un écart type de 0.33 ± 0.19 suivi du cinsault avec une moyenne de 5,99 mg/g de MVF et un écart type de 0.54 ± 0.31 et enfin le carignan avec 6,20 mg/g MVF (0.13 ± 0.07). Cette diminution survient suite au stress subit par les cépages qui a induit à la dégradation des protéines par des protéases et/ou la diminution de la synthèse des protéines.

IV.2.3- Les Catalases

Ainsi, ayant produit une certaine quantité de ROS (Reactif Oxygen Species), l'organisme cherche à contrôler leur niveau pour éviter le stress oxydant. Les ROS sont principalement générés au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale et le chloroplaste sur la chaîne photosynthétique. Parmi les différents paramètres modulant leur production, la nature des équivalents réduits (NADH , H^+ et FADH_2) et l'apport en oxygène sont essentiels.

Dans notre cas, les cépages sont confrontés au stress biotique dû à des attaques de la cicadelle qui ont entraîné un stress oxydatif à cause de la libération de radicaux libres toxiques pour le métabolisme cellulaire comme les superoxydes, les radicaux hydroxyles et peroxydes. Les plantes se défendent contre ces ROS par l'induction de l'activité de certaines enzymes antioxydants comme la catalase.

En effet, l'activité de cet antioxydant « la catalase », a augmenté sous l'effet des attaques de la cicadelle verte. Nous avons eu sur les feuilles non attaquées du grenache, cinsault et carignan des taux de l'activité CAT (catalase) très significativement différents avec des moyennes respectivement de 45,83 ($0,47 \pm 0,27$) ; 30,01 ($0,61 \pm 0,35$) et 14,54 ($0,42 \pm 0,24$), soit une différence hautement significative d'ordre $p < 0.001$.

L'accroissement des taux de l'activité CAT est hautement significative ($p < 0.001$) pour les trois variétés sur les feuilles attaquées, soit 74,57 avec un écart type de $0,78 \pm 0,45$ pour le grenache ; 42,50 ($0,59 \pm 0,34$) pour le cinsault et enfin 27,85 ($0,87 \pm 0,50$) pour le carignan (fig. 63).

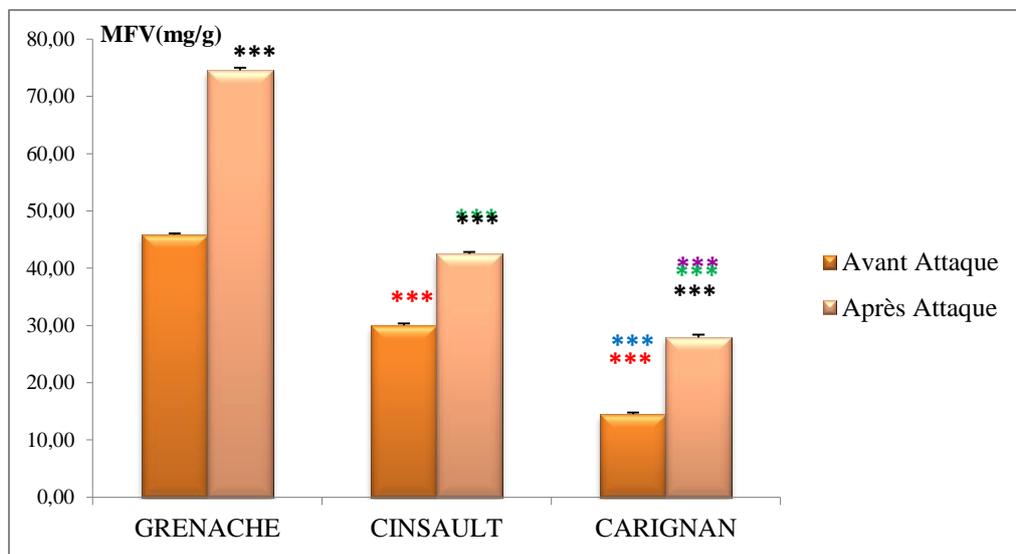


Figure 63 : Dosage des catalases sur feuilles de vigne avant et après attaque de *J. lybica*

IV.3- ETUDE CYTOLOGIQUE IN SITU

L'analyse cytologique de détection des différentes formes activées de l'oxygène dans l'espace foliaire de nos trois variétés viticoles (cinsault, grenache et carignan) nous a permis de :

- Détecter *in situ* l'ion superoxyde (O_2^-) par l'utilisation de la technique de coloration par le NBT telle décrite dans le chapitre matériel et méthode partie 3 ;
- Détecter *in situ* du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) par l'utilisation de la technique de coloration par le DAB.

IV.3.1- Détection *in situ* du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2)

La propriété du DAB (3,3'-diaminobenzidine) est de polymériser en présence de H_2O_2 et forme ainsi au niveau du site de réaction une coloration brune des tissus due à l'accumulation du peroxyde d'hydrogène (fig. 64)

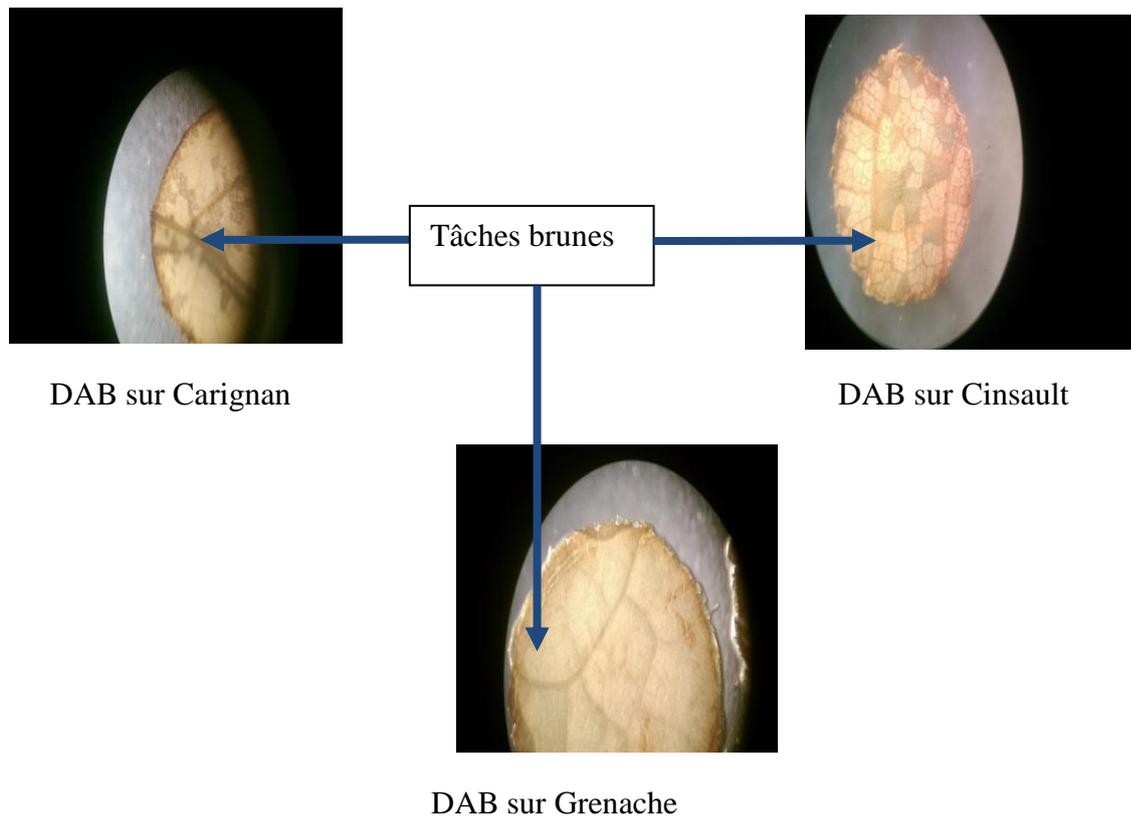


Figure 64 : DAB sur disques foliaires du carignan, cinsault et grenache

Les résultats nous montrent une accumulation de tâches brunes sur la surface du disque foliaire mais plus précisément au niveau des nervures secondaires. Cependant la variété carignan présente une concentration de ces tâches sur son limbe plus que le cinsault et grenache ; ces deux derniers indiquent une similarité entre eux. Cette coloration est un signe que la plante souffre d'un stress oxydatif dû probablement à un déséquilibre entre le système antioxydant et la production des ROS notamment le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) spécialement au niveau des nervures principales et secondaires.

Par ailleurs, nous pouvons interpréter la concentration de ces tâches brunes due aux piqûres d'insecte lors de la ponte puisque les œufs sont dissimulés au niveau de cette zone et que la plante le considère comme un corps étranger à la structure de son limbe ce qui est considéré comme un stress biotique.

IV.3.2- Détection *in situ* de l'ion superoxyde (O_2^-)

Cette opération est connue pour orienter les chercheurs sur la présence de l'ion superoxyde. La propriété du NBT (nitrobleu-tetrazolium) est de présenter une coloration bleuâtre lorsqu'il y a présence d' O_2^- . En effet, L'accumulation de O_2^- est visualisée par une coloration bleu des tissus (fig. 65). Aucune coloration n'est visible chez le contrôle car la SOD transforme le O_2^- en H_2O_2 .

Une concentration de couleur bleue a été détectée sur uniquement les disques foliaires de 2 variétés viticoles mais plus prononcée sur les nervures et les poils du limbe du carignan suivi du cinsault. Ceci indique une forte accumulation de l'ion superoxyde suite aux stress causés par l'insecte qui a pondu ces œufs dans les nervures et par les piqûres causées par les stades adultes et larvaires lors de la succion (fig. 65).

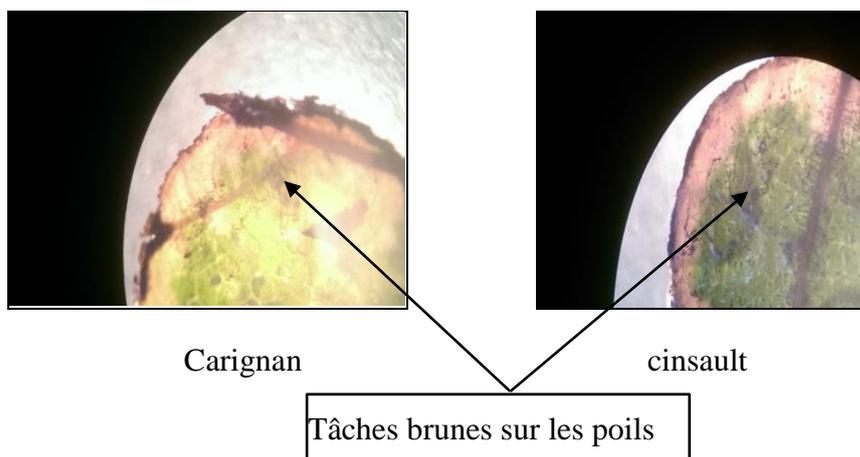


Figure 65 : NBT sur disques foliaires du carignan, et cinsault.

Cependant, la concentration de couleur bleue est quasiment nulle sur les disques foliaires de la variété grenache (fig. 66).



Figure 66 : NBT sur disques foliaires du grenache

La concentration de coloration sur les disques foliaires est localisée surtout au niveau des nervures ainsi que les poils du limbe et non pas sur toute la surface du disque et plus précisément sur les disques foliaires de la variété carignan plus que le grenache et cinsault.

La forte teneur du O_2^- et H_2O_2 sur les nervures atteste les observations entreprises par nos prédécesseurs cependant avec cette méthode de détection de ROS nous montre que la plante réagit lors d'un stress qu'il soit biotique ou abiotique.

Dans notre cas, les trois cépages ont exprimé leur stress d'origine biotique puisqu'ils ont été attaqués par la cicadelle verte par la présence de radicaux libres sur la surface interne du limbe plus exactement au niveau des nervures.

En effet, nous avons constaté que la nervure principale et secondaires les moins robustes sont les plus attaquées, d'où le cas du carignan. Par ailleurs, la présence des poils couchés pourrait contribuer dans la ponte des œufs par les adultes de la cicadelle *Jacobiasca lybica*, puisque la densité des poils couchés entre les nervures est plus importante au niveau du limbe du cépage de cuve carignan que le cinsault et le grenache, et peuvent être ainsi considérés comme étant une barrière de protection des œufs lors de leur enfoncement dans la nervure et leur éclosion.

CHAPTER V

DISCUSSIONS

CHAPITRE V

DISCUSSION

Les cultures sont régulièrement menacées par des insectes ravageurs ou/et vecteurs de maladies. Leur présence en trop grand nombre cause d'importantes pertes de rendement, sur les cultures vivrières, fruitières, légumières et ornementales.

La détection des arthropodes nuisibles est indispensable pour contrôler efficacement leurs populations dans les espaces verts. Il faut anticiper pour gérer écologiquement les populations de nuisibles en limitant l'utilisation des pesticides ou pour les contrôler biologiquement.

Les cicadelles (Hémiptères) forment un groupe d'insectes piqueurs-suceurs riche d'environ 22 000 espèces à l'échelle mondiale (Bostanian *et al.* 2003; Saguez *et al.* 2014). Une multitude d'espèces de cicadelles de la vigne sont présentes au stade adulte en Europe et notamment en France et en Italie (environ 70 espèces). Parmi les Typhlocybinae facultatifs qui se nourrissent du phloème de la vigne, les espèces les plus nocives sont l'espèce cryophile *Empoasca vitis* (Goethe, 1875) dans le nord de l'Italie et en Europe centrale et l'espèce thermophile *Jacobiasca lybica* (Bergevin et Zanon, 1922) dans le sud de l'Europe (Tsolakis, 2013). C'est une espèce méditerranéenne répandue aussi dans le continent africain, notamment les régions éthiopienne et orientale (Alma, 2002), en Afrique du Nord, de l'ouest et de l'est, en Arabie Saoudite...

J. lybica réalise de 3 à 5 générations par an selon la latitude. Cette espèce hiverne à l'âge adulte sur des plantes herbacées et des arbustes de plusieurs familles, telles que Anacardiaceae, Labiatae, Leguminosae et Malvaceae. Après l'hiver, les adultes retournent à la vigne dans les mois d'avril et mai. Cette espèce colonise la face inférieure des feuilles, des tiges de feuilles et des jeunes pousses. Du mois d'octobre au mois de novembre les adultes destinés à hiverner se déplacent dans les plantes d'accueil d'hiver infestant les zones voisines des vignobles.

Les altérations provoquées par l'activité d'alimentation sont très semblables à celles d'*E. vitis*. L'attaque se poursuit sur la vigne d'une manière proximodistale et se poursuit jusqu'à l'automne, ou au moins jusqu'à ce qu'il y ait des feuilles possibles sur la plante. Dans le cas d'infestations lourdes, la nécrose marginale foliaire peut impliquer en même temps tout le feuillage, qui passe par la chute des lames foliaires, mais pas des tiges.

V.1- Fluctuation et dégâts des populations adultes et larvaires de *Jacobiasca lybica*

En Algérie, plus précisément à Hadjout, les adultes de *J. lybica* migrent dès le début du printemps, vers des plantes relais, puis vers la vigne dès qu'elle débouffe. Les symptômes de grillures apparaissent dès le mois de juillet. Néanmoins, La présence des populations de *Jacobiasca lybica* sur différents cépages de vigne, est très difficile à apprécier d'une année à l'autre.

Durant les trois dernières campagnes viticoles (2013-2014 et 2015), les premiers vols de la première génération étaient variables d'une année à une autre selon les conditions climatiques, cas de l'année 2014, où les premiers vols d'immigration ont eu lieu précocement (mois de mai) par rapport aux vols de l'année 2013 et 2015 qui ont eu lieu presque à la même période, c'est-à-dire dernière quinzaine du mois de juin. Ce comportement est dû aux conditions climatiques défavorables à leurs proliférations. Ce phénomène selon Bounaceur, (2010) a déjà été rencontré chez *Empoasca vitis* sur vignobles de Bordeaux. Lors des vols estivaux, une importante hétérogénéité dans la répartition des captures des adultes a été observée, vraisemblablement due au chevauchement des générations. Ce constat reste improbable car d'après Van Helden (2000) et Van Helden *et al.*, (2000), il est difficile de comparer le nombre d'adultes piégés, compte tenu de leurs grandes capacités de vols. En effet, les cicadelles sont capables de longues migrations (Taylor *et al.* (1993) ; Taylor et Shields (1995) ; Honneur *et al.* (2005)), surtout si elles sont emportées par le vent. Les adultes sautent et volent très aisément s'ils sont dérangés. Ils s'abritent généralement du soleil à la face inférieure des feuilles et sont surtout actifs le matin et le soir (Bourdouxhe, 1982).

En 2013, l'examen de la dynamique des vols des populations adultes montre des fluctuations identiques pour trois variétés de vigne de cuve (grenache, cinsault et carignan). Néanmoins, et contrairement aux autres années, il y a 5 pics bien distincts, correspondant à cinq générations. Ceci est dû à la prolongation de la saison estivale qui s'est étalée jusqu'au mois d'octobre. Ce constat rejoint celui effectués par Thiéry et Chuche (2007) qui expliquent que différentes études montrent que l'augmentation de la température moyenne, plus que tout autre paramètre lié aux changements climatiques, est le principal facteur ayant un effet direct sur la durée du cycle de développement, du nombre de générations par an, de densité de population. Elle peut aussi perturber la synchronisation entre des insectes et leurs plantes hôtes en découplant le cycle de l'insecte et celui de sa ressource alimentaire. En revanche, les œufs et larves sont sensibles aux fortes températures (Sher and Shields, 1991). Ils meurent aux delà de 32°C. Les températures dans le cep sont souvent inférieures à la température de l'air du fait de l'évapotranspiration (Ramirez-Davila et Porocayo-Camargo, 2008).

La température est un facteur écologique important qui détermine de grandes régions climatiques terrestres. Le facteur thermique agit directement sur la vitesse de réaction des individus, sur leur abondance et leur croissance (Berlioz, 1950 ; Dajoz, 1971 ; Faurie *et al.*, 1980 ; Ramade, 1984). Thoreau-Pierre (1976) et Setbel (2008) expliquent que les êtres vivants ne peuvent exercer leurs activités que dans une fourchette de températures allant de 0 à 35 °C.

Par ailleurs, nous avons constaté une préférence d'infestation pour le Carignan dont la corrélation est très significative ($p=0,002$) suivi par le grenache et cinsault ($p=0,003$).

La dynamique des individus larvaires de la cicadelle africaine est identique que celle des adultes sur les trois cépages de cuve, avec une infestation significative pour le Carignan ($p=0,003$) suivi par le cinsault et grenache pour une corrélation significative ($p= 0,004$) larvaires.

En 2015, le comportement de ce ravageur était semblable à celui de 2014, avec uniquement 04 générations apparues durant l'année, dû certainement au facteur température où les prélèvements étaient en moyenne de 20°C au mois d'octobre, période, habituellement, pendant laquelle la cicadelle africaine migre vers les plantes hôtes pour hiverner (Shield et Testa, 1999 ; Bullas Appleton *et al.*, 2003).

L'application des traitements insecticides au mois de mai et de juillet n'a pas eu d'effet majeur sur la distribution et la pullulation de ce ravageur. Ceci peut avoir deux explications

- Accoutumance aux traitements insecticides et peut être même éradication des parasitoïdes et/ou prédateurs de cet insecte ;
- Constance des flux de migratoires des populations adultes de cicadelles au cours de la période estivale. Un fait qui conforte le constat élaboré par Bounaceur, en 2008 sur la même ferme pilote.

Le niveau de présence des populations de *Jacobiasca lybica* sur chaque cépage n'est pas constant chaque année (Bounaceur *et al.*, 2006, Bounaceur et Doumandji-Mitiche, 2007 ; Bounaceur *et al.*, 2008a et Bounaceur, 2008), par rapport à celui déjà observé sur *Empoasca vitis* (Decante et Van Helden, 2006a). Ces derniers semblent indiquer que le niveau des populations d'une cicadelle très proche d'*Empoasca vitis* dans une parcelle de vigne est lié à la présence de plantes-hôtes d'hiver et intermédiaires au voisinage des parcelles. Pour le cas de *Jacobiasca lybica*, la migration s'effectue sur des plantes hôtes maraichère de la ferme pilote environnant la parcelle viticole.

Selon Fos *et al.*, (1997), Pavan et Pavanetto (1987) ; Pavan *et al.*, l'âge des feuilles semble être un caractère déterminant pour la ponte. Les feuilles de la base, en début de première génération, sont plus développées que celles des niveaux supérieurs, donc plus aptes à servir de support de ponte. Ces observations correspondent également à celles de Thiéry et Chuche (2007).

En Algérie, ce ravageur reste un ravageur secondaire de la vigne, bien que nous avons constaté que le rendement de raisin en quintal par hectare a diminué de presque de moitié comparé à ceux obtenus en 2008. Certes, les attaques fongiques perpétuelles sont en causes mais toute fois, il ne faut pas négliger la présence de la cicadelle africaine qui peut fatiguer le cep en le privant de presque 50 % des avantages de la chlorophylle, en affectant non seulement la qualité et la quantité des raisins mais aussi la récolte future par suite de l'épuisement de la plante (HYPP Zoologie, 1998). De plus, et selon Thiéry et Chuche, (2007), cette cicadelle présente 5 générations par an et l'on peut s'attendre, comme pour toute espèce polyvoltine, à une augmentation du nombre de générations et donc du nombre total d'individus du fait de l'accroissement de la température moyenne. Ainsi, Yamamura *et al.* (2006) ont montré qu'une élévation des températures hivernales moyennes au Japon induit une augmentation des populations de la cicadelle verte du riz, *Nephotettix cincticeps* (Homoptera, Cicadellidae).

Les travaux entrepris sur les parcelles viticoles, montrent que la répartition de *Jacobiasca lybica* sur les trois cépages de cuves tend en faveur d'une variété à une autre. En effet, durant les trois campagnes viticoles, la préférence de cet insecte a été pour le carignan, grenache et cinsault avec un pourcentage d'occupation respectivement de 50%, 40% et 10%.

Nos constatations rejoignent celles élaborées par Lentini *et al.*, (2000) ; Lentini *et al.*, (2015) qui affirment que carignan est considéré comme un cultivar sensible aux attaques de *J. lybica*. L'attraction légère de cet insecte ravageur envers carignan est en relation avec la vigueur du cépage.

Effectivement du point de vue classement, ce cépage est le plus vigoureux suivi par le grenache et enfin le cinsault. Notre constat, confirme celui effectué par Bounaceur et Doumandji-Mitiche (2009), qui affirment que l'influence de la vigueur semble être un des paramètres majeurs qui influent sur la distribution et la répartition de *Jacobiasca lybica* sur la vigne. Les cépages les plus infestés sont les plus vigoureux, ces derniers étant les plus attractifs pour les cicadelles (Chaboussou, 1975 ; Chaboussou et Carles, 1962 ; Bacrot, 1999 ; Decante, 2007).

D'après Mayse *et al.*, (1991) un excès d'azote et un stress hydrique (Trichilo *et al.*, 1990) irrigations excessives, irrigation par aspersion, peuvent entraîner une pullulation des cicadelles africaines qui compromet très sérieusement la production (Le Gall, 1961) et influencer sur la vigueur de la vigne. Dans les travaux effectués par UG/PIP, (2008), la présence de plantes hôtes sauvages ou cultivées autour de la vigne, les périodes chaudes et humides de l'année, un excès de fumure azotée, constituent autant de conditions favorables à la manifestation des infestations de la cicadelle *Jacobiasca lybica*.

Les caractéristiques ampélographiques des ceps (variété, vigueur, phénologie...), voir d'autres caractéristiques de la parcelle (présence des adventices, topographie, exposition etc.), pourraient exercer la même influence sur *Jacobiasca lybica* (Bounaceur *et al.*, 2008a). En effet, tous ces cépages ne présentent pas la même sensibilité.

Touzeau, 1968 cité par Galet, (1982) signale que les cépages à feuilles tomenteuses hébergent beaucoup moins de larves que ceux à feuilles glabres. Dans notre cas, le carignan était plus infesté que le grenache bien que, les feuilles de ce dernier sont glabres et sa surface foliaire du carignan est nettement plus petite que celle du grenache et cinsault. De ce fait, outre que la vigueur qui est le facteur dominant dans la présence des populations de cicadelle africaine, il existe un autre paramètre qui attire les adultes de *J. lybica*, c'est la texture de la face inférieure de la feuille qui contient peu de poils couchés.

De nombreuses espèces d'insectes utilisent l'information thigmotactique pour déposer leurs œufs. Pourtant, la pubescence est généralement un moyen de défense de la plante qui perturbe ou empêche les déplacements de l'insecte, surtout si celui-ci est de petite taille (Southwood, 1986). D'après Ramaswamy, (1988), la texture joue un rôle important dans le choix du site de ponte.

Pour l'eudémis ou le carpocapse, une surface lisse est favorable à la ponte et à l'adhérence de l'œuf (Thiéry et Gabel, 1993), par contre la noctuelle du maïs *Helicoverpa zea* (Lepidoptera, Noctuidae), c'est une surface pubescente qui est favorable à la femelle qui utilise les trichomes pour s'accrocher lors du dépôt de l'œuf.

Pour notre cas, la présence de poils couchés sur les nervures de la feuille ont permis aux femelles de la cicadelle africaine de s'accrocher pour pondre les œufs entre les nervures, et l'absence des poils dressés a facilité la mobilité de l'insecte, contrairement au cinsault dont les poils couchés et dressés tapissent la face inférieure de la feuille.

Les nervures peuvent également représenter des informations importantes pour le dépôt des œufs et la construction d'ooplaques. Elles peuvent guider la femelle dans l'alignement de ses œufs ou bien stimuler un comportement locomoteur particulier de l'insecte. Mais les signaux physiques à la surface des plantes, bien qu'importants, ne permettent pas de comprendre la spécialisation taxonomique des insectes, qui s'explique essentiellement par un ensemble de composés chimiques (Thiéry *et al.*, 2013).

De nombreuses confusions sont possibles (Lopez *et al.*, 1998), en voici les principales (fig. 67) :



Carence en potasse



Carence en magnésium



Attaques d'acariens

Figure 67 : Symptômes similaires aux attaques de *J. lybica* (Google, 2017)

V.2- Effet des attaques de *Jacobiasca lybica* sur la physiologie de la feuille

V.2.1- Etude biochimique

Chez les insectes piqueurs-suceurs comme les pucerons, cochenilles, aleurodes et cicadelles, le choix et la reconnaissance de la plante hôte passent également par une perception olfactive et gustative au travers de sensilles disséminées sur les antennes et le labium (Backus, 1988). Ces insectes sont capables de « sentir » à courte distance la présence de la plante hôte puis de « goûter » la surface de celle-ci avant la pénétration des pièces buccales (ou stylets) dans les tissus de la plante. Ensuite, l'organe gustatif épipharyngien et hypopharyngien, très développé chez ces insectes, leur permet de diriger les stylets dans le végétal. Le suivi des stylets dans la plante a largement été réalisé chez les phloémophages (pucerons, cochenilles, aleurodes...) comparativement aux xylémophages comme les cicadelles (Thiéry *et al.*, 2013).

Les végétaux sont des organismes photoautotrophes, c'est à dire les producteurs primaires des chaînes alimentaires (à l'exception des plantes parasites et des plantes carnivores). Ils sont capables de capturer l'énergie solaire sous forme de photons et la transformer en carbohydrates, des composés de matière organique. Ce phénomène est appelé photosynthèse. La matière organique ainsi créée peut être allouée à différents compartiments de la plante et être utilisée dans le cadre de la croissance (principalement par la respiration), dans la reproduction, ou être stockée. Cependant, elle peut également être détournée par des consommateurs secondaires tels que les insectes phytophages.

Les cicadelles africaines se trouvent majoritairement sur les feuilles les plus matures. Les larves « piquent » la feuille et prélèvent de la sève. Le prélèvement de sève proprement dit n'a pas de conséquence, mais l'action mécanique de perforation couplée à la salive, probablement toxique pour la vigne, finit par être préjudiciable (effet cumulatif). Les symptômes se manifestent par une décoloration rouge de la feuille, commençant par le pourtour de la feuille et gagnant au fur et à mesure le centre, le pourtour se desséchant alors. La surface utile pour la photosynthèse est donc réduite. La décoloration est toujours délimitée par les nervures ce qui la différencie d'autres symptômes (carence magnésium, maladie du bois notamment).

Les feuilles touchées sont majoritairement les plus matures. Ces feuilles concourent souvent peu à la photosynthèse, du fait de leur âge mais également de leur position peu exposée. De ce fait, la surface foliaire saine est suffisante pour une bonne alimentation du cep, sauf si ce dernier est vieux, malade, a une faible vigueur ou une charge importante.

Les Insectes de type piqueurs-suceurs, s'alimentent exclusivement aux dépens de la sève élaborée et occasionnent des dommages (Sauvion, 1995) tant directs qu'indirects aux plantes (Harmel *et al.*, 2008). Outre leur impact immédiat sur la plante, ils sont bien souvent porteurs de virus, bactéries ou phytoplasmes. Ces ravageurs secondaires peuvent avoir de nombreuses conséquences sur le métabolisme végétal : diminution du taux photosynthétique (Boote *et al.*, 1983, Zangerl *et al.*, 2002).

La perforation des feuilles et l'injection d'une salive liquide dans les tissus végétaux peuvent avoir des effets toxiques (responsables de perturbations de nature physiologique se traduisant par des dépigmentations des feuilles. La croissance d'une plante fortement infestée peut également être perturbée suite au prélèvement de nutriments par l'insecte (Miles, 1989).

De nombreuses études reliant la teneur en pigments à des agressions biotiques ont été menées depuis plusieurs années afin de surveiller les cultures, les forêts ou autres écosystèmes (Penuelas *et al.*, 1995 ; Blanchfield *et al.*, 2006).

Les mesures de taux de chlorophylle sur les feuilles saines et feuilles dépigmentées de trois variétés de vigne de cuve ont démontré que la moyenne de chlorophylle totale avant attaque chez les trois cépages est presque identique avec une différence pas très significative chez le carignan dont la moyenne est de 2,61 mg/g de MFV par rapport au grenache (2,05 mg/g MFV) et le cinsault (2,15 mg/g MFV). Cependant l'effet des attaques de la cicadelle *Jacobiasca lybica* sur l'espace foliaire des trois variétés, carignan-grenache-cinsault, est très impressionnant car il y a une dépigmentation très importante du limbe de la vigne et varie d'un cépage à une autre.

En effet, nous avons relevé que le taux moyen de la chlorophylle totale a baissé pour les trois cépages, avec une différence hautement significative entre les feuilles avant attaque et les feuilles attaquées. Il s'agit du carignan et grenache avec un $p < 0.001$. Quant au cinsault, celui-ci a aussi connu une baisse significative ($p < 0.05$) de la chlorophylle totale.

Ainsi, on peut dire que le pourcentage de diminution de chlorophylles totales est plus important chez la variété de raisin de cuve carignan avec 55% suivi par le grenache avec 49% et enfin de cinsault avec 17%.

Mais la question qui se pose, quel type de chlorophylle préfère la cicadelle *Jacobiasca lybica* ?

Les attaques de la cicadelle *J. lybica* ont dépigmenté la surface foliaire de la feuille puisque le rapport de chlorophylle a/b a diminué. Cet état peut fatiguer, à la longue, le cep et l'amènera au dépérissement dans le futur. Cet état de dépigmentation est un signal de la part du cep qui est stressé.

On désigne par stress, toute condition externe qui affecte la croissance, le développement ou la productivité d'une plante. On distingue les stress biotiques (causés par d'autres organismes) et les stress abiotiques (se présentant à chaque fois qu'il y a un excès ou un déficit dans l'environnement physique ou chimique de la plante). Le stress aussi bien biotique qu'abiotique, peut réduire la productivité des plantes de 65% à plus de 87%.

Les plantations de vigne de cuve au niveau du projet viticole de l'O.N.C.V, implanté dans l'EURL Si Semiani, ne connaissent pas une grande différence de rendement de raisin de cuve par hectare pour chaque variété. En effet, nous notons durant la campagne 2013, un rendement similaire pour les trois variétés d'une moyenne de plus de 62,5 qx/ha. Une baisse de rendement considérable a été constatée en 2014 pour les trois cépages due surtout aux attaques de mildiou et oidium. En ce qui concerne la C.V.V. 2015, le rendement globale des trois variétés de raisin de cuve a augmenté par rapport à la C.V.V. 2014, avec un rendement total de 189 qx/ha soit 65 qx/ha pour le carignan, 64 qx/ha pour le grenache et enfin 60 qx/ha pour le cinsault.

Nous constatons que la présence de la cinquième génération de *J. lybica* durant la campagne viti-vinicole 2013 n'a pas eu d'impact sur le rendement de la vigne. Néanmoins, le rendement durant ces trois années a nettement baissé de presque la moitié comparé à celui de 2008. **Est-ce la présence de cicadelle durant ces années qui a affaibli la vigne?** La réponse peut être positive car en plus des maladies fongiques et des arthropodes ravageurs de la vigne, il y a persistance de la cicadelle depuis son observation par Bounaceur en 2005.

V.2.2- Etude cytologique in-situ

Le stress est reconnu par une plante quand il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière. Le changement dans l'expression des gènes qui s'ensuit modifie la croissance et le développement, et influence les capacités reproductives de la plante.

Deux types de stress existent dans la nature, il s'agit de :

- Stress abiotiques, tels que la sécheresse, le froid et la salinité qui sont les plus fréquents et les plus étudiés. Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques.

- Stress biotiques, qui sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes. Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles (Shilpi & Narendra, 2005).

La réponse au stress se manifeste au niveau de la plante entière par une baisse de la vitesse de la photosynthèse, des dégâts foliaires, une accélération de la sénescence et par une réduction de la croissance et une baisse dans la productivité (Monneveux, 1989).

Lorsqu'une plante est sous stress, elle déclenche une cascade de réactions de défense au sein de la cellule.

Parmi ses réactions, c'est la dégradation des protéines totales dans la feuille attaquée. La méthode de Bradford, a initialement été décrite par Dr. Marion Bradford en 1976 et est une des méthodes les plus populaires pour déterminer la concentration de protéines. Elle dépend de la formation d'un complexe entre le bleu de Coomassie G-250 et les protéines en solution.

Notre étude, nous montre une évolution des teneurs moyennes en protéines totales, extraites à partir des feuilles de vigne avant attaque qui est considérable chez le carignan soit 15,02 mg/g de MVF comparée à celle du grenache et cinsault qui sont presque similaires soit respectivement de 12,42 mg/g et 11,81 mg/g de MVF.

Après attaque, les protéines solubles totales des feuilles de carignan, grenache et cinsault ont subi une diminution hautement significative ($p < 0,001$) et presque à part égale par rapport aux feuilles non attaquées. En effet, le taux moyen des protéines solubles totales est de 5,77 mg/g de MVF pour le grenache suivi du cinsault avec une moyenne de 5,99 77 mg/g de MVF et enfin le carignan avec 6,20 mg/g MVF. La diminution des taux de protéines solubles a une corrélation significative ($p = 0,001$) et survient suite au stress subit par les cépages qui a induit à la dégradation des protéines par des protéases et/ou la diminution de la synthèse des protéines. La réduction du taux de protéines solubles est un signal de stress de la vigne attaquée.

Lorsque la plante est en état de stress, elle cherche à contrôler son état de stress en équilibrant le taux des ROS (Reactive Oxygen Species) par des enzymes entre autre les Catalases.

La catalase catalyse la dismutation du peroxyde d'hydrogène en dioxygène et eau selon l'équation bilan :



Cette enzyme existe chez tous les organismes aérobies chez lesquels elle participe, comme la peroxydase, à la défense contre les dérivés toxiques de l'oxygène. Elle agit pour des concentrations plus élevées en peroxyde que la peroxydase.

Ainsi, ayant besoin d'une certaine quantité de ROS, l'organisme ne cherche pas à éliminer mais à contrôler leur niveau pour éviter ce stress oxydant.

Les ROS sont principalement générés au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale et le chloroplaste sur la chaîne photosynthèse. Parmi les différents paramètres modulant leur production, la nature des équivalents réduits (NADH, H⁺ et FADH₂) et l'apport en oxygène sont essentiels.

En cas de stress biotique ou abiotique, on observe chez les plantes une production rapide et massive d'espèces réactives à l'oxygène. De nombreuses études ont été menées, notamment chez les plantes, afin de préciser quels sont les facteurs qui entraînent ce phénomène. De nombreuses conditions environnementales ont ainsi été définies: la sécheresse, les stress thermiques (hautes et basses températures), l'exposition aux métaux lourds, aux ultraviolets, aux polluants aériens tels que l'ozone et le SO₂, les stress mécaniques, les carences nutritionnelles, **les attaques de pathogènes, des bioagresseurs et/ou déprédateurs**, la salinité et les fortes expositions à la lumière (Ben Naceur *et al.*, 2005).

Dans notre cas, les cépages sont confrontés au stress biotique dû à des attaques de la cicadelle qui ont entraîné un stress oxydatif à cause de la libération de radicaux libres toxique par le métabolisme cellulaire comme les superoxydes, les radicaux hydroxyles et peroxydes. Les plantes se défendent contre ces ROS (Reactive Oxygen Species) par l'induction de l'activité de certaines enzymes antioxydants comme la catalase.

En effet, l'activité de cet antioxydant a augmenté sous l'effet des attaques de la cicadelle *Jacobiasca lybica*. Nous avons eu sur les feuilles non attaquées du grenache, cinsault et carignan des taux moyens de la CAT (Catalase) très significativement différents avec des moyennes respectivement de 45,83 mg/g ; 30,01mg/g et 14,54 mg/g, soit une différence hautement significative d'ordre $p < 0,001$. L'accroissement des taux des CAT est hautement significative ($p < 0.001$) pour les trois variétés sur les feuilles attaquées, soit 74,57 pour le grenache ; 42,50 cinsault et enfin 27,85 le carignan. Le taux élevé des catalases est inversement proportionnel au taux de protéines solubles présentes dans les feuilles dépigmentés.

Puisqu'elles ne peuvent pas fuir physiquement, les plantes ont développé de nombreuses stratégies de défenses. Ces stratégies de défenses leur permettent d'éviter ou de limiter les impacts de stress biotiques comme abiotiques : stress hydrique, températures extrêmes, sol salé, insectes phytophages, mammifères pâturent, champignons, bactéries parasites...

Les défenses peuvent être décrites en tant que défenses structurales (pubescence, présence d'épines, de cires...) ou défenses chimiques (émissions de composés volatiles, productions de protéines de défenses...)

Lors du fonctionnement normal de la cellule végétale c'est-à-dire en absence de stress, les Fomes Activées d'Oxygène (FAO) sont des sous-produits de processus impliquant des réactions rédox comme la photosynthèse (chaîne photosynthétique), la respiration (chaîne respiratoire) et l'oxydation des lipides. L'augmentation des taux (Asada, 1999 ; Braidot *et al.*, 1999 ; Noctor *et al.*, 2000 ; Del Rio *et al.*, 2002) des catalases est due à l'activité des antioxydants qui est liée proportionnellement au stress oxydatif. Ça peut s'expliquer par le fait du stress causé par la cicadelle qui a généré le FAO et déclenché leur accumulation dans la feuille créant ainsi un déséquilibre entre le système antioxydant (CAT) et les ROS activés.

Afin d'éviter la dégénérescence du végétal, les CAT s'activent et réduisent les formes activées d'oxygène en eau et baissent ainsi le niveau des radicaux libres dans la feuille et reprennent l'équilibre biochimique de la feuille.

Ces formes libres sont l'ion superoxyde (O_2^-) et le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2). Ce dernier peut être détecté au laboratoire par l'utilisation de DAB (3,3'-diaminobenzidine) qui se polymérise en présence de H_2O_2 et forme ainsi au niveau du site de réaction une coloration brune des tissus due à l'accumulation du peroxyde d'hydrogène.

Effectivement, l'essai réalisé au laboratoire nous montre une accumulation de taches brunes sur la surface du disque foliaire attaqué mais plus précisément au niveau des nervures secondaires. Cependant la variété carignan présente une concentration de ces tâches sur son limbe plus que le cinsault et grenache ; ces deux derniers indiquent une similarité entre eux. Cette coloration est un signe que la plante est stressée et que son système immunitaire est en réaction en libérant de l'oxygène actif sous forme de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) spécialement au niveau des nervures principales et secondaires afin de se défendre.

La concentration de ces taches brunes est due aux piqûres d'insecte qui dissimule les œufs au niveau de cette zone et que la plante le considère comme un corps étranger à la structure de son limbe.

Quant au O_2^- , il est détecté par l'utilisation du NBT (nitroblue-tetrazolium) qui a la propriété de présenter une coloration bleuâtre lorsqu'il y a présence d' O_2^- . En effet, l'accumulation de O_2^- est visualisée par une coloration bleu des tissus. Aucune coloration n'est visible sur les feuilles saines car la SOD transforme l' O_2^- en H_2O_2 .

Une concentration de couleur bleue a été détectée sur les disques foliaires des trois variétés viticoles mais plus prononcée sur les nervures et les poils du limbe du carignan suivi de cinsault et enfin le grenache. Pour ce dernier, la coloration est nulle car les poils couchés et dressés sur les nervures secondaires et la nervure principale sont absents. Ceci est une réponse de défense de la plante aux stress causés par l'insecte qui a pondus ces œufs dans les nervures et par les piqûres causées par les stades adultes lors de la succion.

La forte teneur du O_2^- et H_2O_2 sur les nervures atteste les observations entreprises par Garmier, (2003). Cependant avec cette méthode de détection de ROS nous montrons que la plante réagit lors d'un stress qu'il soit biotique ou abiotique.

Dans notre cas, les trois cépages ont exprimé leur stress d'origine biotique puisqu'ils ont été attaqués par la cicadelle *Jacobiasca lybica* par la présence de radicaux libres sur la surface interne du limbe plus exactement au niveau des nervures.

En effet, nous avons constaté que la nervure principale et les nervures secondaires les moins robustes sont les plus attaquées, cas du carignan. Par ailleurs, la présence des poils couchés pourrait contribuer dans la ponte des œufs par les adultes de la cicadelle *Jacobiasca lybica*, puisque la densité des poils couchés entre les nervures est plus importante au niveau du limbe du cépage de cuve carignan que le grenache, et peuvent être ainsi considérés comme étant une barrière de protection des œufs lors de leur enfoncement dans les nervures et leur éclosion.

CONCLUSION

Des travaux, conduits au niveau de la plante, permettent de comprendre les différentes stratégies mises en œuvre lors d'un stress biotique. La plante, sous l'effet d'un stress d'attaque de *Jacobiasca lybica*, exprime une réponse que l'on peut caractériser par une défense ou signal d'alerte. Le but de ces recherches est d'orienter les scientifiques sur les moyens de lutte non offensifs à l'environnement en minimisant les attaques de *Jacobiasca lybica* sur le vignoble ou autre culture qu'elle soit pérenne ou annuelle sans toutefois causés un déséquilibre naturel.

La cicadelle africaine, *Jacobiasca lybica* est devenue récemment l'un des ravageurs les plus graves sur le vignoble dans les régions du sud de la péninsule ibérique. Les populations d'insectes sont généralement hétérogènes dans leurs densités. Cette hétérogénéité est souvent considérée comme importante pour le développement des procédures d'échantillonnage pour comprendre les relations prédateur-proie, la compétition intraspécifique et le développement de la lutte rationnelle contre les ravageurs.

Habituellement, 04 générations par an occupent le vignoble de la Mitidja. Néanmoins, l'étude de fluctuation des populations de *Jacobiasca lybica* durant les années viticoles 2013-2014-2015 nous a permis de souligner qu'il pouvait y avoir une cinquième génération de cicadelle *J. lybica* lorsque les conditions climatiques y sont favorables. Tel a été le cas durant la campagne viticole 2013, où il y a eu une extension de la saison estivale jusqu'au mois d'octobre.

Faisant parti des arthropodes qui sont des espèces poïkilothermes dont la vitesse de développement varie avec la température. En effet, Les très fortes infestations par les populations embryonnaires de *Jacobiasca lybica* ont été particulièrement observées pendant la forte saison estivale qui coïncident aux mois de juillet et août et qui convient à l'apparition des 2^{ème} et 3^{ème} générations, qui peuvent être redoutables sur les vignes. Les vols de la première génération surviennent juste au moment du débourrement de la vigne.

Les attaques réalisées par la 1ère et 4ème génération sont relativement faibles. En automne, les adultes mâles et femelles fécondées quittent la vigne et immigrent vers les plantes hôtes pour hiberner.

le dommage causé par la cicadelle est habituellement très sérieux parce qu'il affecte non seulement la qualité et la quantité de raisins, mais aussi parce que les réserves de nutriments des plantes pour la saison suivante sont sévèrement réduites.

Les adultes et les nymphes se nourrissent presque continuellement, perçant et suçant le contenu des cellules du mésophylle. Les feuilles attaquées finissent par changer de couleur et deviennent brûlé par manque de mouvement de la sève.

Nos observations et les informations acquises sur la répartition spatiale de *J. lybica* dans les feuilles de vigne ont montré que l'insecte, préfère la partie à mi-hauteur des pousses de vigne et, surtout, les parties les plus ombragées de la canopée, alors qu'il ne fait pas de discrimination substantielle entre les feuilles primaires et celles trouvées sur les pousses de vigne secondaires. La distribution à l'intérieur du vignoble ne diffère pas substantiellement de celle observée pour *E. vitis*. C'est un insecte clairement thermophile.

En fait, les larves et les adultes de *Jacobiasca lybica* n'étaient pas concentrés dans des zones limitées du vignoble, mais les différences de densité étaient liées à la plante. Le pourcentage de vigne de cuve attaqué était de 50%, sur carignan, suivi par le grenache 40% et enfin le cinsault avec 10%. Cela peut être attribué aux caractéristiques ampélographiques du cépage, en particulier à sa vigueur et de la pilosité de son limbe qui peuvent conditionner à la fois l'oviposition de la femelle et aussi le développement de la progéniture ainsi que leur locomotion. Finalement, on a trouvé que l'insecte était distribué dans un schéma légèrement agrégé dans le vignoble.

L'évolution des populations de cicadelles dépend de plusieurs facteurs, notamment :

- Augmentation de la température (facteur dominant);
- Vigueur de la vigne, les plus sensibles sont les plus touchés par la population de cicadelles ;
- Pilosité du limbe
- Le vent qui est l'un des facteurs favorisant le déplacement et/ou l'envol de cet insecte;

Les résultats obtenus peuvent inciter à réfléchir sur le contrôle des attaques de ce dévastateur sans l'éradiquer afin de ne pas causer un déséquilibre biologique. Ainsi et afin de minimiser la présence de cet insecte il est nécessaire de fixer le moment propice. Pour cela, le meilleur moyen est d'intervenir lorsque les premières larves estivales apparaissent car c'est les plus redoutables. Il est conseillé de surveiller hebdomadairement les adultes de cicadelles capturées 3-4 attractions pièges jaunes (chromotropique) par hectare, à proximité de la végétation (en haut de la canopée), dans les zones de forte vigueur. Ils doivent être relevés hebdomadairement pendant les mois de juin et juillet, période pendant laquelle la génération 2 et génération 3 sont présents et redoutables. Les prises donnent une idée sur la tendance de la population, et déterminer ainsi les seuils d'intervention. Quant aux larves un dénombrement homogène et hebdomadaire sur 100 feuilles étalées et fortement recommandé.

Repérer les cépages vigoureux sur les répartitions de *Jacobiasca lybica*, pourrait offrir de nouvelles perspectives de lutte contre ce ravageur.

Enfin, ces études ont permis de savoir l'étendue des dégâts causés par les cicadelles sur différentes vignes de variétés, quelle que soit leur vigueur. Néanmoins, en plus de la vigueur du cep, la pilosité des limbes pourrait être l'un des facteurs qui permettent à cet insecte d'être dans la condition favorable à sa reproduction.

Par ailleurs, cette étude nous a aidé à percevoir le comportement de la plante lors d'un stress qu'il soit abiotique ou biotique. Les pigments foliaires sont aussi importants dans le monde végétal que les cellules sanguines dans le monde animal : ils permettent l'assimilation de l'énergie lumineuse par la plante. La teneur en pigments foliaires constitue une des principales signatures de l'état physiologique des plantes. La mesure de l'évolution de l'équipement pigmentaire dans les feuilles permet de déterminer le stade phénologique, différencier les populations d'un écosystème, révéler les carences et les situations de stress éventuelles.

La dépigmentation de la surface foliaire de carignan dominait par rapport au grenache et cinsault avec un pourcentage respectivement de 55%, 49% et 17%. Ce qui confirme la sensibilité du carignan aux attaques de la cicadelle africaine.

La dépigmentation des surfaces foliaires de la vigne, nous a permis de détecter les formes d'oxygène activé (O_2^- ou H_2O_2). Leur présence est significative sur la surface foliaire des variétés de vigne de cuve réservées pour cette recherche. Leur apparition est localisée au niveau des sites et/ou zone de piqures et pontes, de la cicadelle africaine, sur les feuilles de vigne qui prennent une coloration bleuâtre due à la concentration du O_2^- surtout sur les poils du limbe, quant au H_2O_2 celui-ci se manifeste par des taches brunes sur les nervures de la feuille.

Ces formes de radicaux libres sur les feuilles lors d'un stress est un signal transmis par la plante qui met en exercice son système immunitaire pour se défendre. Cette conclusion vient suite aux essais effectués au laboratoire de physiologie végétale dans lequel nous nous sommes aperçu que lors d'un stress oxydatif, il y a la dégradation des protéines nécessaires pour la survie de la plante et apparition de catalase qui se manifeste pour protéger la plante lors d'un stress biotique.

Il existe des Eliciteurs ou des SDP (Stimulateurs des Défenses des Plantes) pouvant mimer l'attaque d'un pathogène pour préparer la plante à une véritable arrivée de la maladie.

Un grand nombre d'agents peuvent provoquer une réaction chez la plante, sans toutefois provoquer la maladie. Il s'agit le plus souvent d'extraits microbiens, d'extraits de plantes, de composés organiques, de minéraux et d'agents physiques. Ils sont reconnus par les récepteurs membranaires de la plante, au même titre qu'un véritable pathogène, et la préparent à être plus résistante aux maladies par la suite.

Un éliciteur (ou SDP) est un produit visant à déclencher le système de défense de la plante suffisamment tôt pour éviter le développement de la maladie. Ils ne peuvent donc avoir qu'une efficacité préventive. Quand le pathogène est installé il est alors difficile de le déloger. Des actions directes peuvent être nécessaires (insecticides, fongicides...).

PERSPECTIVES

Ainsi, il convient de noter que pour les prochains jours, plusieurs stratégies peuvent être suivies pour endiguer ce fléau, il s'agit de :

- Une lutte biologique qui peut être mise en œuvre en créant des conditions idéales pour le développement bien sûr des insectes prédateurs ou parasitoïdes présents dans le vignoble. Dans cette perspective est par exemple pratique à végétier, à proximité des vignes, des haies ou des arbustes non attaqués par la cicadelle ;
- Avoir recours aux insecticides sélectifs permet également la préservation de l'entomofaune utile. D'ailleurs, cet insecte montre une certaine puissance pendant sa présence comparé à d'autres dévastateurs qui peuvent affecter la vigne en dehors de la moisissure, l'oïdium, le phylloxéra, le tétranyque rouge et l'esca ;
- Intervenir avec des produits sélectifs biodégradables qui assurent également une plus grande efficacité. Les traitements insecticides doivent être mis en œuvre à partir de mi-Juin, mais seulement si le seuil d'intervention est atteint ;
- Pour contenir les populations de cicadelles, il est important de corriger la gestion agronomique, qui évite la luxuriance végétative excessive en raison de l'irrigation à haut volume ou d'engrais azotés non équilibrés. De telle pratique réduit la vigueur du cep et par conséquent limite le potentiel de croissance de cicadelles.

Cette étude nous permet de conforter les recherches réalisées par des scientifiques sur la cicadelle *Jacobiasca lybica*. Dans l'ensemble, on peut conclure que les informations disponibles concernant la biologie sont contradictoires et vagues et que d'autres études sont nécessaires. En Algérie, cet insecte est classé parmi les ennemis secondaires de la vigne sans doute, par une plus grande présence d'entomofaune dévastatrice. Pour cela, des études d'évolution de la dynamique des populations, de cet insecte, sur les dernières années sont indispensables pour une bonne compréhension des phénomènes dont nous sommes actuellement les témoins. La caractérisation de la structure génétique des populations du ravageur et des autres insectes nuisibles nous paraît aussi essentielle.

De plus, les ennemis naturels en Algérie eux-mêmes ne sont pas bien connus, donc avant que l'on ne considère l'ennemi naturel, il est nécessaire d'étudier et de recenser les prédateurs ou parasitoïdes locaux qui ont le pouvoir de réduire les populations de *Jacobiasca lybica*.

Il existe des ennemis naturels de *Jacobiasca lybica* qui semblent être les plus prometteurs parmi eux, les espèces d'*Anagrus* (en particulier *A. atomus*) et le champignon entomopathogène *Erynia radicans*.

En outre, l'activation de la réponse immunitaire des plantes est récemment devenue une cible de l'industrie des biotechnologies pour la lutte contre les ravageurs des plantes. Il est ainsi intéressant de songer à produire les éliciteurs (ou SDP) qui sont des éléments à prendre en compte si l'on veut aller vers une agriculture raisonnée. Ils permettent parfois de limiter les passages des traitements. Mais ils restent complémentaires de stratégies de lutte conventionnelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AGBOKA K., TOUNOU A.K., AL-MOAALEM R., POEHLING H.-M., RAUPACH K. and BORGMEISTER C., 2004-** Life-table study of *Anagrus atomus*, an egg parasitoid of the green leafhopper, *Empoasca decipens*, at four different temperatures. *BioControl* 49: 261-275.
2. **AIGRIN N., 2003** - Note de conjoncture mondiale. *Bull. OIV* : 424 – 454.
3. **ALMA A., 2002** - Auchenorrhyncha as pests on grapevine Di.Va.P.R.A. *Entomologiae Zoologiae applicatae all'Ambiente « Carlo Vidano »*, 531-538.
4. **AMARNI B., 2009** - Perspectives prometteuses pour la viticulture Son développement est inscrit comme une priorité par le ministère de l'Agriculture. Article, *Quotidien La Tribune*, pp. 3-4.
5. **ANONYME, 2006** - *Relevés climatologiques (2005-2006)*. Manuscrit I.T.A.F.V., Boufarik, 18p.
6. **ANONYME, 2008** - Fiche technique. *COLEACP – UGPIP*. Bruxelles – Belgique : 41- 45.
7. **ARZONE A., VIDANO C. and ARNO C., 1987-** Predators and parasitoids of *Empoasca vitis* and *Zygina rhamni* (Rhynchota Auchenorrhyncha). *Proc, 6th, Auchenorrhyncha meeting, Turin. Italy. From 07 to 11 Sept. 1987*: 623-629.
8. **ASADA K., 1999** - The water-water cycle in chloroplasts: Scavenging of Active Oxygens and Dissipation of Excess Photons. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 50 (1): 601-639.
9. **AUH C. K. and SCANDALIOS J. G., 1997** - Spatial and temporal responses of the maize catalases to low temperature. *Physiol. Plant.*, 101: 149-156.
10. **BACKUS E.A., 1988** - Sensory systems and behaviours which mediate Hemipteran plant-feeding: a taxonomic overview. *Journal of Insect Physiology*, 34: 151-165.
11. **BACROT J., 1999** - *Lutte biologique contre la Cicadelle verte (Empoasca vitis Goethe) par lachers du parasitoïde Anagrus atomus Haliday*. Mémoire d'Ing. Trav. Agri. ENITA de Bordeaux, 38 p.
12. **BAGNOULS F. et GAUSSEN H., 1953** - Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 88 : 193-239.

13. **BAILLOD M., JERMINI M., ANTONIN Ph., LINDER C., MITTAZ Ch., CARRERA E. and UDRY V., 1993** - Stratégie de lutte contre la cicadelle verte *Empoasca vitis* (Goethe). Efficacité des insecticides et problématiques liées à la nuisibilité. *Revue Suisse de Viticulture. Arboriculture Horticulture*, 25 (2) : 133-141.
14. **BARTELS D. and NELSON D., 1994** - Approaches to improve stress tolerance using molecular genetics. *Plant Cell Environ.* 17: 659-667.
15. **BASTIDE A., 1989** - *Méthodologie d'échantillonnage sur terrain sur terrain*. Ed. Masson, Paris, 280 p.
16. **BEBBER D. P., RAMOTOWSKI M. A. T. and GURR S. J., 2013** - Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Crop Pest Distributions. Nature Climate Change*. 3: 985 – 988.
17. **BECK K., 2003** - *Développement d'un dispositif pour la capture simultanée de deux insectes ravageurs de la vigne : Empoasca vitis et Lobesia botrana*. Rapport de stage de maîtrise en Biologie des Populations et des Ecosystèmes, Bordeaux. 10 p.
18. **BENAMAR A., 1986**- *Contribution à la cartographie des sols de la région de Hammedi (plaine de la Mitidja Est) et évaluation de la fertilité physique*. Mémoire Ingénieur, Inst. Nat. Agro, El Harrach, 50p.
19. **BENDJILALI Y., 1980** - *Le raisin de table dans le centre du pays, situation actuelle et possibilité de développement*. Thèse Ing. I.N.A de Mostaganem. 96 p.
20. **BENDJOUDI D., 2008** - *Etude de l'avifaune de la Mitidja*. Thèse de doctorat, INA El Harrach, juin 2008, 261 p.
21. **BENDJOUDI D. et DOUMANDJI S., 2007** - Données nouvelles sur la distribution et le comportement du pigeon ramier *Columba palambus* Linné, 1758 en Mitidja. *Journées internationales Zoologie Agri.et For.*, 8-10 avril 2007, INA El Harrach, p.80.
22. **BEN NACEUR M., CHEIKH-M'HAMED H., MAALEM S. et RAHMOUNE C., 2005** - Les indicateurs précoces de la tolérance à la salinité. *1^{er} Colloque Euro-méditerranéen de Biologie Végétale et Environnement*, Annaba, 28-30.
23. **BERLIOZ J., 1950** - *Systématique*, pp. 845 - 1055 in GRASSE P.P. *Traité de Zoologie, les oiseaux*. Ed. Masson et Cie., Paris, T.XI, 1164 p.
24. **BIJLMAKERS H.W.L. et VERHOEK B.A., 1995** - *Guide de Défense des Cultures au Tchad. Cultures vivrières et maraîchères. N'Djamena, 1995*. Rapport FAO, Rome, 414 p.

- 25. BLANCHFIELD A.L., ROBINSON S.A., RENZULLO L.J. et POWELL K.S., 2006** - Phylloxera-infested grapevines have reduced chlorophyll and increased photoprotective pigment content - Can leaf pigment composition aid pest detection?, *Functional Plant Biology*, 33(5):507-514.
- 26. BLUMWALD E., AHARON G. S., and LAM B. C. H., 1998** - Early signal transduction pathways in the plant-pathogen interactions. *Trends Plant Sci.* 3: 342-346.
- 27. BOOTE K.J., JONES J.W., MISHOE J.W. and BERGER R.D., 1983** - Coupling pest to crop growth simulators to predict yield reductions. Symposium: *Estimating Yield Reduction of Major Food Crops of the World*: 1581–1587.
- 28. BOSTANIAN N.J., VINCENT C., GOULET H., LESAGE L., LASNIER J., BELLEMAR J. and MAUFFETTE Y., 2003** - The arthropod fauna of Quebec vineyards with particular reference to phytophagous arthropods. *J. Econ. Entomol.*, 96: 1221–1229.
- 29. BOUCELHA L., 2015** - *Compréhension des mécanismes régissant l'endurcissement des graines de Vigna unguiculata (L.) Walp.* Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle En Sciences de la Nature et de la Vie. Spécialité : Génétique, Physiologie Moléculaire et Microbiologie des Plantes, université Houari Boumediene, Bab Ezzouar, juin 2015, 167 p.
- 30. BOUCELHA L. et DJEBBAR R., 2015-** Influence de différents traitements de prégermination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 19(2), 160-172.
- 31. BOUCENA A., 1981-** *Etude agro-pédologique de la Mitidja Ouest. Zone de Hadjout.* Agence Nationale des Ressources Hydriques (A.N.R.H.). Rapport I, Alger, 30 p.
- 32. BOUNACEUR F., 2008** - A preliminary account of the green leafhopper *Jacobiasca lybica* in the Northern Vineyards of Algeria. *XX International Congress of Zoology.* University Pierre and Marie Curie. Paris, 26-29 August 2008
- 33. BOUNACEUR F., 2010** - *Dynamique Spatio-temporelle et Dégâts de Lobesia botrana (Denis & Schiffermuller, 1776) (Lepidoptera : Tortricidae), Jacobiasca lybica(Bergerin& Zanon, 1922), (Hemiptera : Jassidae) et Planococcus ficus (Signoret, 1875) (Hemiptera : Pseudococcidae) dans les Vignobles de la Mitidja.* Thèse de doctorat, E.N.S.A, El Harrach, 134 p.

- 34. BOUNACEUR F. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2007** - La Cicadelle des Grillures: Nouveau Ravageur sur vigne en Algérie. *Journées Internationales sur la Zoologie Agricole et Forestière. INA El Harrach Alger, du 8 au 10 Avril 2007.*
- 35. BOUNACEUR F. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2009** - Premières Données sur *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Homoptera, Jassidae) sur Vigne en Algérie. *Eur. J. Sci. Res.* 33 (2): 234-248.
- 36. BOUNACEUR F., GUENDOZ-BENRIMA A., and DOUMANDJI-MITICHE B., 2008a** - Monitoring in the population activity of the green leafhopper *Jacobiasca lybica* (Berger & Zanon) at Mitidja vineyards in North of Algeria. *Congrès International sur la Biodiversité des Invertébrés en Milieux Agricoles et Forestiers.* INA El Harrach Alger, du 14 au 17 Avril 2008.
- 37. BOUNACEUR F., AMEURLAIN S., GUENDOZ-BENRIMA A. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2006** - Présence et Dynamique des populations de la Cicadelle verte sur cépages de cuves nouvellement introduits en Algérie. *9ème Congrès Arabe pour la Protection des Végétaux. Damas du 18 au 23 Novembre 2006. Control in Viticulture. Bull. IOBC,* 23 (4):181-183
- 38. BOUNACEUR F., GUENDOZ-BENRIMA A., DAHANE F. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2008 b** - Incidences des attaques larvaires des cicadelles des grillures sur la qualité des moûts et des vins dans diverses appellations en Algérie. *Séminaire International « La Biotechnologie au service du secteur Agroalimentaire »* Université de Blida, du 17 et 18 Juin 2008.
- 39. BOURDOUXHE L., 1982** - *Liste des insectes ravageurs des cultures maraichères. Dynamique des populations des principaux ravageurs des cultures maraichères au Sénégal.* Centre pour le Développement de l'Horticulture (ISRA). Cambérène. F.A.O, août, 1982, 112 p.
- 40. BOYD J., 2012** - Links touch-activated genes to both growth and insect defense. A bit touchy: Plants' insect defenses activated by touch. *Rice University News & Media,* April, 2012.
- 41. BOYER JS., 1982-** «Plant productivity and environment». *Science* 218: 443-448
- 42. BRADFORD M.M., 1976** - A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem,* 72: 248–254.
- 43. BRAIDOT E., PETRUSSA E., VIANELLO A. and MACRI F., 1999** - Hydrogen peroxide generation by higher plant mitochondria oxidizing complex I or complex II substrates. *FEBS Lett.* 451: 347-350.

- 44. BULLAS APPLETON E. S., GILLARD C. and SCHAAFSMA A.W., 2003** - Biology and management of the potato leafhopper, *Empoasca fabae* (harris) (Homoptera: Cicadellidae) on field crops in Ontario. *J. Ent. Soc. Ont.* 134: 3-17
- 45. BURKNES E.C., O'ROURK P.K., HUTCHISON W.D., 2000** - Control of European corn borer and potato leafhopper on snap beans, *Arthropod Manage Tests*, pp.1-2.
- 46. CANDOLFI M.P., JEREMINI M., CARRERA A. and CANDOLFI – VASCANCE M.C., 1993** - Rapevine leaf gasexchange, plant growth, yield, fruit quality and carbohydrate reserves influenced by the grape leafhopper, *Empoasca vitis*. *Entomologia Experimentalis and Applicata*, 69: 289-296.
- 47. CHABOUSSOU F., 1975** - *Les facteurs cultureux dans la résistance des Agrumes vis à vis de leurs ravageurs. Sémin. Les Insectes et Acariens des agrumes, vis à vis de leurs ravageurs. Sémin. Les Insectes et Acariens des agrumes, Minist. Ens. Sup. et Rech. Scien., I.N.A. El Harrach, Alger 39 p.*
- 48. CHABOUSSOU F. et CARLES J.P., 1962** - Observation sur le piégeage sexuel des mâles d'eudémis (*Lobesia botrana*). *Revue de Zoologie Agricole et Appliquée*. 61 : 81-98.
- 49. CHARBEAU S., 2012** - *Protection du vignoble. Guide de viticulture durable Charente, Chapitre 6, 50p.*
- 50. CHIAPPINI E., TRIAPITSYN S.V. and DONEV A., 1996-** Key to the Holarctic species of *Anagrus Haliday* (Hymenoptera: Mymaridae) with a review of the Nearctic and Palearctic (other than European) species and description of new taxa. *Journal of Natural History* 30: 551-595.
- 51. CHOUGAR S., 2011** - *Bioécologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta (MERICK, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de magister spécialité Sciences Biologiques Option: Ecologie et Biodiversité Animales des Ecosystèmes Continentaux. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 122 p.*
- 52. CLUZEAU S., PETERNELLE M.C. et CHOUTELLIER C., 2000** - *Index phytosanitaire. ACTA 36^{ème} édition, 180 p.*
- 53. CONSERVATION des FORETS de TIPAZA, 2016** - *Carte hypsotermique de la wilaya de Tipaza, document interne, 1p.*
- 54. COWLAND J.W., 1947** - The cotton jassid (*Empoasca lybica* Berg.) in the Anglo-Egyptian Sudan and experiments on its control. *Bull. Entomol. Res.*, 38 : 99-115.

55. **CRESPY A., 1992** - *Viticulture d'aujourd'hui*. 2^{ème} Ed., Tec. Et Doc. Lavoisier, Paris, 240 p.
56. **DAJOZ R., 1971** - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 434 p.
57. **DECANTE D. and VAN HELDEN M., 2006** - Population ecology of *Empoasca vitis* (Goethe) and *Scaphoideus titanus* (Ball) in Bordeaux vineyards: influence of migration and landscape. *Crop protection*, 25 (7): 696 - 704.
58. **DECANTE D. 2007** - *Répartition spatio-temporelle et migration de la cicadelle verte Empoasca vitis Goethe dans un agro-écosystème viticole*. Thèse de Doctorat, Université Bordeaux II, 105p.
59. **DELIASSUS M., LEPIGRE A. et PASQUIER R., 1933**. *Les ennemis de la vigne et les moyens pratiques de les combattre. Tome I. Les parasites animaux*. Bibliothèque du colon de l'Afrique du nord. Alger, Imprimerie Jules CARBONEL, 249p
60. **DELBAC L., 2000** - *Epidémiologie de la flavescence dorée de la vigne, détection du phytoplasme et dynamique des Scaphoideus titanus (Ball) en Gironde*. Mémoire d'Ingénieur. ENITA de Bordeaux, 60 p.
61. **DELLA GIUSTINA W., 1989** - *Homoptères Cicadellidae, volume 3 compléments. Faune de France*. Fed Française des sociétés de sciences naturelles INRA éditions, 350p.
62. **DELLA GIUSTINA W., 2002 a** - Les cicadelles nuisibles à l'agriculture. 1^{ère} partie. *Insectes*, 126 : 3-6.
63. **DELLA GIUSTINA W., 2002 b** - Les cicadelles nuisibles à l'agriculture. 2^e partie. *Insectes*, 127 (4) : 25-28.
64. **DEL RIO G., LENTINI A. and SERRA G., 2001** - Spatial distribution and sampling of *Jacobiasca lybica* on grapevine. Integrated Control in Viticulture. *IOBC wprs Bulletin*, 24 (7) :211-216.
65. **DEL RIO L.A., CORPAS F.J., SANDALIO L.M., PALMA J.M., GOMEZ M. and BARROSO J.B., 2002** - Reactive oxygen species, antioxidant systems and nitric oxide in peroxisomes. *J. Exp. Bot.*, 53: 1255-1272.
66. **DOREY S., BAILLIEUL F., SAINDRENAN P., FRITIG B. and KAUFFMAN S., 1998** - Tobacco class I and II catalases are differentially expressed during elicitor-induced hypersensitive cell death and localized acquired resistance. *Mol. Plant Microbe Interact*, 11: 1102–1109.

- 67. DOUMANDJI S., 1985** - Les Cochenilles diaspines du Caroubier *Ceratonia siliqua* en Algérie. *Ière Journées d'études scientifiques à l'INES d'agronomie de Blida*, 10 et 11 avril, 1985, 15 p.
- 68. DRAI L., 2012** - *Effet d'un stress hydrique sur la formation des protéines de stress et quelques activités enzymatiques chez deux variétés de lentille lens culinaris L. Draï.* Thèse de Magister, Physiologie Végétale, Université Houari Boumedienne, Bab Ezzouar, 277 p.
- 69. D.S.A (Direction des Services Agricole d'Alger), 2012** - *Vigne en Algérie*. Rapport : Etat des lieux, 4p.
- 70. DUBOS B., 2002** - *Maladies cryptogamiques de la vigne – Champignons parasites des organes herbacés et du bois de la vigne*. Edition Féret II, Bordeaux., 208p.
- 71. DUQUESNE L., 2008** - Auxiliaires, biodiversité et viticulture durable. *Dossier Technique 11, Viticulture Œnologie*, Chambre infos, 16-9.
- 72. DURAND J-H., ANSTEDT M., BOULAIN J., BRICHETEAU J., CHARLES G., DUTIL P., EHRWEIN J-H. et JASEIX-BELLON M.R., 1954** - *Carte des sols de l'Algérie. Echelle 1/500 000°*. Première édition, Inspection Générale de l'Agriculture, 1 p.
- 73. EL HEIT K., HAMAMA A., SEBKI S., MEGHEZZI S., AGOUAZI O. et DERRIDJ A., 2013** - Caractérisation ampélographique et ampélogométriques des cépages *vitis vinifera l. ssp vinifera* autochtones d'Algérie. *Ciencia E Technica Vitivinicola*, vol. 28, 952-956.
- 74. EMBERGER L., 1955** - Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Bot. Géol. Fac. Se.* 7(11): 3-43.
- 75. FAURIE C., FERA C. et MEDORI P., 1980** - *Ecologie*. Ed. Baillièrre J.B., Paris, 168 p.
- 76. FOS A., DELBAC L., LEUAN-PENTIER P. et STOCKLET J., 1997** - Etude de la répartition spatiale d'*Empoasca vitis* Goethe (Homoptera, Typhlocybidæ) et apports pour l'échantillon 1- Répartition sur le cep de vigne. *Jour. Inter. Sci. Vigne Vin*, 31(3), 119-125.
- 77. FRIDOVITCH I., 1986** - Biological effects of the superoxide radical. *Arch Biochem. Biophys.*, 15 ; 247(1): 1-11.
- 78. GALET P., 1982** - *Les maladies et les parasites de la vigne: Les parasites animaux*. Imprimerie du Paysan du midi, T. II, Montpellier, 1004 p.

- 79. GALET P., 1993** - *Précis de viticulture*. 6^e Ed Tec et Doc, Montpellier (Hérault), 582 p.
- 80. GAMAA F., BREHELINB C., GELHAYEA E., MEYERB Y., JACQUOTA J-P., REYC P. and ROUHIERA N., 2008** - Functional analysis and expression characteristics of chloroplastic Prx IIE, *Physiologia Plantarum* 133: 599–610
- 81. GARAIT B., 2006** - *Le stress oxydant induit par voie métabolique (régime alimentaire) ou par voie gazeuse (hyperoxie) et effet de la GLISOD*. Thèse Doctorat, Biologie cellulaire. Université Joseph Fournier. Grenoble I, France, pp. 23-25.
- 82. GARMIER M., 2003** - *Implication de la mitochondrie végétale dans l'état redox cellulaire et réponse au stress biotique*. Thèse de doctorat, université Paris XI, U.F.R. scientifique d'Orsay, France, pp. 16-25.
- 83. GOUTOULY J.P., DRISSI R., FORGET D. and GAUDILLERE J.P., 2006** - Characterisation of vine vigor by ground based NDVI measurements. In proceeding of *VIth International Terroir Congress*. ENITA, Bordeaux, 237-242
- 84. GUAN L.M. and SCANDALIOS J.G., 2000** - Hydrogen-peroxide-mediated catalase gene expression in response to wounding. *Free Radical Biol Medicine.*, 28: 1182-1190.
- 85. GUENDEZ-KERMIA R., SETBEL S., MORSLI S. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2016** - Impact of *Jacobiasca lybica*'s attacks on the physiology of the vine leaf. *Advances in Environmental Biology*, 10(5): 133-143.
- 86. HABIB A., BADAWI A. and HERKAYLY F., 1972** - Biological studies on certain species of leafhoppers (Hemiptera, Cicadellidae) in Egypt. *Z. Angrew. Entomol.*, 71 : 172-178.
- 87. HAMADTTU A.F., 2001** - *The use of neem products for sustainable management of homopterous key pests on potato and eggplant in the Sudan*. Doctorat thesis in Agric. University of Khartoum-Sudan, 165 p.
- 88. HARMEL N., FRANCIS F., HAUBRUGE E. et GIORDANENGO P., 2008** - Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. *Cah. Agric.*, 17(14), 395-400.
- 89. HATHAWAY B. A., 2006**. *Organic Chemistry the Easy Way. Barron's E-Z Series Easy way*, Ed. Barron's, United State of America, 399 pages.
- 90. HEYWOOD V. H., 1995** - *Global Biodiversity Assessment. Magnitude and distribution of biodiversity, chapter 3*. Cambridge University Press, London, 191p.

- 91. HILTY J. and MERENLENDER A., 2000** - Faunal indicator taxa selection for monitoring ecosystem health. *Biological Conservation*, 92: 185-197.
- 92. HOCEINI F., BOUNACEUR F., NEBIH D., BERRABAH D., HOCEINI A., BABA ALI D. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2016-** Structure trophique et répartition géographique des nématodes associés à la vigne en Algérie. *Revue Écologie-Environnement* (12) : 2016, 68-75.
- 93. HONNEUR A.J., SHIELDS E.J. and LEMBO JR A., 2005** - Estimating the Potato Leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera: Cicadellidae) Overwintering Range and Spring Premigrant Development by Using Geographic Information System. *J. Economic Entomol.* , 98(3):757-764.
- 94. HUGLIN P. et SCHNEIDER C., 1998** - *Biologie et écologie de la vigne*. 2^e Ed. Lavoisier Tec & Doc, Paris, 370 p.
- 95. IPGRI, UPOV et OIV., 1997-** *Descripteurs de la Vigne (Vitis spp.)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 63 p.
- 96. ISNARD H., 1951** - *La Vigne en Algérie*. Etude géographique. Ed. Ophrys, Paris, 278 p.
- 97. JABS T., DIETRICH R.A. and DANGL J.L., 1996** - Initiation of runaway cell death in Arabidopsis mutant by extracellular superoxide. *Science*, 273: 1853-1856.
- 98. JEHANNO V., 2004** - *Migration de la Cicadelle verte et répartition de l'Eudémis sur une appellation en lutte obligatoire contre la flavescence dorée*. Mémoire. Ing.Trav.Agr., ENITA de Bordeaux ,35 p.
- 99. JOHNSON H. et ROBINSON J., 2002** - *L'Atlas Mondial du Vin*. 5^e ED. Flammarion, Paris, 352p.
- 100. JONES HG. et JONES MB., 1989** - Introduction : Some terminology and common mechanisms. In *Plants Under Stress*. Jones HG, Flowers TJ et Jones MB, eds. pp 1-10. Cambridge UK. Cambridge University Press.
- 101. KLERKS W. and LENTEREN J.C., 1991-** Natural enemies of *Jacobiasca lybica* (De Berg) : A littérature survey. *Proc.exper.&Appl.Entomol.*, N.E.V. Amsterdam, Vol. 2 : 208-213
- 102. KOHEN R. and NYSKA A., 2002.** Oxidation of biological systems : oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*. 30: 620-650

- 103. KOWALSKI K. and RZEBIK-KOWALSKA B., 1991-** *Mammals of Algeria*. Ed. Polish Academy of Sciences, Instit. Syst. Evol. Anim, Wroclaw, Warszawa, Krakow, 353 p.
- 104. KREITER S., ESMENJAUD D., MARTINEZ M., SFORZA R., THIERY D., VAN HELDEN M. et YVON M., 2008 -** *Ravageurs de la vigne*. Ed. Féret, Bordeaux, 231p.
- 105. KRIEGER-LISZKAY A. et TREBST A., 2006.** «Tocopherol is the scavenger of singlet oxygen produced by the triplet states of chlorophyll in the PSII reaction centre». *J. Exp. Bot.* 57: 1677-1684.
- 106. KRONIEWICZ L., 2011 -** *Caractérisation physiologique et fonctionnelle du transporteur anionique ATCLC-C chez Arabidopsis thaliana*. Thèse de doctorat de l'université de la méditerranée Aix-Marseille, Spécialité: Biologie Végétale, 205p.
- 107. KRUESS A. and TSCHARNTKE T., 1994 -** Habitat fragmentation, species loss, and biological control. *Sciences*, 264: 1581-1584.
- 108. LAURENT J.C., 1994 -** Jaune ou verte, flavescence ou grillures. *Viti* 1(85) :20-23.
- 109. LEDANT J.P., JACOB J. P. et HILY C., 1979 -** L'intérêt ornithologique du marais de Réghaia (Alger). *Séminaire international avifaune algérienne, 5-11 juin 1979, Inst. Nat. Agro., El Harrach*, 15 p.
- 110. LENTINI A., DELRIO G. and SERRA G., 2000 -** Observations on the infestations of *Jacobiasca lybica* on grapevine in Sardinia. *IOBC-WPRS Bull.*, 23 (4): 127-129.
- 111. LENTINI A., COCCO A., PERETTO R., MUSCIANESE D., 2015 -** Ifitofagi Della Vite In Sardegna note di biologia e di difesa integrata. *Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Sardegna* : 32-36.
- 112. LE GALL J., 1961 -** Les Problèmes Phytosanitaires Posés Par La Culture Du Cotonnier au Maroc, *Al Awamia*, 1 : 75 – 105.
- 113. LICHTENTHALER H.K., 1987-** Chlorophylls and Carotenoids, Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology., Elsevier*, Vol. 148: 350-382.
- 114. LOPEZ M. A., OCETE R., OCETE M. E., PEREZ M. A., KAJATI I., DANCSHAZY S., RULL G., SZENDREY G. and KAPTAS T., 1998 -** Ensayo de técnicas blandas de control sobre *Jacobyasca lybica* De Berg. (Homoptera, Cicadellidae) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae) en el Marco del Jerez. *Bol. San. Veg. Plagas* , 24: 127-142.

115. **LORENZ K. H., SCHNEIDER B., AHRENS U. and SSEEMULLER E., 1995** - Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification of ribosomal and nonribosomal DNA. *Phytopathology* , 85 :771-776.
116. **LOWERY THOMAS D., TRIAPITSYN SERGUEI V. and JUDD G. J.R., 2007** - Leafhopper host plant associations for Anagrus parasitoids (Hymenoptera: Mymaridae) in the Okanagan Valley, British Columbia. *J. Entomol. Soc. Brit. Columbia*, 104, 9-16.
117. **MAIXNER M., 2003** - A sequential sampling procedure for *Empoasca vitis* Gothe (Homoptera, Achenorrhyncha). *IOBC-WPRS Bulletin*, 26 (8) :209-216.
118. **MARCHAL Th., 2011** - *Étude de la biodiversité des Arthropodes en fonction des éléments paysagers dans le vignoble de Saint-Émilion*. Master "Biologie Chimie Environnement". Mention professionnelle "Biodiversité et Développement Durable". Université de Perpignan, 24 p.
119. **MATES J.M., PEREZ-GOMEZ C. and NUNEZ De CASTRO I., 1999** - Antioxydants enzymes and human diseases. *Clin. Biochem.* 32, 595-603.
120. **MAYSE M.A., ROLTSH W.J and ROY R.R., 1991** - Effects of nitrogen fertilizer on population dynamics of leafhoppers on grapes. *Proc. of the Int. Symp.pn nitrogen in grapes and wine, Seattle, USA*, 18-19 Juin 1991: 295-299.
121. **MAZZONI V., LUCCHI A., VARNER M., MATTEDI L., BACCHI B. and BAGNOLI B., 2003** - First remarks on the leafhopper population in a vine-growing area of south-western Sicily. –*Meeting of the IOBC/wprs Working Group “Integrated control in viticulture”*, Volos (Hellas), 18-22 March 2003: 227-231.
122. **MESSAHEL M., CHABACA M. N., BAHBOUH L. S., BENHAFID M. S., MIHOUBI M. K. et SALHI Ch., 2013** - *Etude et Valorisation des Eaux Usées épurées en irrigation (cas des périmètres agricoles de la Mitidja)*. Rapport général du projet PNR 2. ENSH, Blida, 72 p.
123. **MHADHBI H., JEBARA M., LIMAM F. and AOUANI M.E., 2004** - Rhizobial strain involvement in plant growth, nodule protein composition and antioxydant enzyme activities of chickpea- rhizobia symbioses: modulation by salt stress. *Plant Physiol. Biochem.*, 42: 717-722.
124. **MILES P.W., 1989** - *The responses of plants to the feeding of Aphidoidea: principles*. In Minks AK, Harrewijn P, (eds.) *Aphids : Their biology, natural enemies and control*. Vol. 2C, Elsevier, Amsterdam (The Netherlands): 23-47.
125. **MITTLER R., 2002** - Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci*, 7(9), 405-410.

126. **MONNEVEUX P., 1989** - Quelles stratégies pour l'amélioration génétique des céréales d'hiver ? Dans : *Jour. Scie. de l'AUPELEF*, Tunis, 4-9 Déc., ENSA-INRA, Montpellier, 24 p.
127. **MOORE N. W., 1967** - A synopsis of the pesticide problem. *Advances in ecological research*, 4: 75-129.
128. **MUTIN G., 1969** - *L'Algérie et ses Agrumes*. Revue de géographie, Vol 441, 36 p.
129. **MUTIN G., 1977** - *La Mitidja décolonisation et espèces géographiques*. Ed. OPU, Alger, 607 p.
130. **NAMANE L., 2009** - *Suivi des irrigations dans une exploitation agricole de la mitidja ouest commune de mouzaia*. Mémoire d'Ingéniorat, Spécialité Hydraulique, ENSA d'El Harrach, Alger, pp. 3-4.
131. **NAULT B.A., TAYLOR A.J., URWILER M., RABAEY T. and HUTCHISON W.D. 2004** - Neonicotinoid seed treatments for managing potato leafhopper infestations in snap bean. *Crop Protection*, 23:147-154.
132. **NOCTOR G., VELJOVIC-JOVANOVIC S. and FOYER C.H., 2000** - Peroxide processing in photosynthesis antioxidant coupling and redox signaling. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci*, 355: 1465-1475.
133. **O.E.P.P., 2002** - Good plant protection phytosanitaire. *Bulletin OEPP*, Vol. 32, issue 2, 367-369.
134. **O.I.V. (Office International de la Vigne et des vins), 2015** - *Bilan de l'OIV sur la situation vitivinicole mondiale 2015*. Bilan du 38^{ème} Congrès mondial de la vigne et du vin, juillet 2015, 4p.
135. **OLIVER I. and BEATTIE A. J., 1993** - A Possible Method for the Rapid Assessment of Biodiversity. *Conservation Biology*, 7: 3, 562-568.
136. **OLSON B. and MARKWELL J., 2007** - Assays for determination of protein concentration. *Curr. Protoc. Protein. Sci.* 1: 3 - 4.
137. **OMAN P. W., 1949** - The Nearctic leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae). A generic classification and check list. *Memoirs of the Entomological Society of Washington* 3: 1-253.
138. **O.N.C.V (Office National de Commercialisation des produits Viti-vinicoles), 1999** – *Rapport interne. Statistique*, O.N.C.V., Alger. 6p.

139. **O.N.C.V (Office National de Commercialisation des produits Viti-vinicoles), 2015** - *Rapport interne de gestion. Rendement-objectif-*, Alger. 4p
140. **O.N.M., 2006** - *Bulletin d'information climatique et agronomique*. Ed. Off. Nat. Météo, cent. Clim., Dar Beida, 18 p.
141. **O.N.M., 2015** - *Bulletin d'information climatique et agronomique*. Ed. Off. Nat. Météo, cent. Clim., Dar Beida, 16p.
142. **PAVAN F. and PAVANETTO E., 1987** - *Seasonal abundance of Thyphlocibinae at different leaf position*.135-141. In *Influence of environmental factors on the control of grape pests, diseases & weeds*. Ed Balekema, Rotterdam, 351p.
143. **PAVAN F., PAVANETTO E. and DUSO C., 1987** - *Dinamica di popolazione di Scaphoideus titanus Ball nell Venezia. Atti. Conv. Inter. Flavescenza dorata della vite*. Vicenza-Verona : 149-155.
144. **PEARSON E.O., 1958** - *The insect pests of cotton in tropical Africa*. Ed. Empire Cotton Growing Corporation and Dominion Wealth institute of Entomology, London, 355p.
145. **PENUELAS J., FILELLA I., LLORET P., MUOZ F. et VILAJELIU M., 1995** - *Reflectance assessment of mite effects on apple trees, International Journal of Remote Sensing*, 16(14):2727-2733
146. **POWERS S.K. and LENNON S.L., 1999** - *Analysis of cellular responses to free radicals: focus on exercise and skeletal muscles. Proc. Nutr. Soc.*, 58 (10): 25-1033.
147. **QUARTAU J. A. et REBELO M. T., 1992** - *Estudos preliminares sobre os cicadélidos que constituem pragas das vinhas em Portugal (Homoptera, Cicadellidae). Boi. San. Veg. Plagas*, 18: 407- 417.
148. **RAISSI O., 1993** - *Etude agro-pédologique de la plaine de Hadjout, wilaya de Tipaza*. Ed. Agence nationale des ressources hydriques (A.N.R.H.), Alger. Rapport I, 51 p.
149. **RAMADE F., 1984** - *Éléments d'Écologie – Écologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
150. **RAMADE F., 2005** - *Éléments d'Écologie – Écologie appliquée*. Ed. DUNOD, Paris, 864 p.

151. **RAMASWAMY S.B., 1988** - Host finding by moths: sensory modalities and behaviours. *Journal of Insect Physiology*, 34, 235-249.
152. **RAMIREZ-DAVILA J-F. et POROCAYO-CAMARGO E., 2008** - Spatial distribution and mapping of *Jacobiasca lybica* (Bergevin and Zanon) (Hemiptera: Cicadellidae) egg populations in irrigated sherry vineyards. Distribución espacial y mapeo de *Jacobiasca lybica* (Bergevin y Zanon) (Hemiptera: Cicadellidae) de las poblaciones de huevos en viñedos de regadío. *Rev. Chilena ent.*, 34: 37-55.
153. **REYNIER A., 1991**- *Manuel de viticulture*. 6^e édition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 411 p.
154. **REYNIER A., 1997**- *Manuel de viticulture*. 7^e édition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 499 p.
155. **REYNIER A., 2000** - *Manuel de viticulture*. 8^e édition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, 512p.
156. **REYNIER A., 2007** - *Manuel de viticulture*. 9^e édition. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 532 p.
157. **REYNIER A., 2012** - *Manuel de viticulture. Guide technique du viticulteur*. 11^e édition. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 583 p.
158. **REYNIER A., 2016** - *Manuel de viticulture. Guide technique du viticulteur*. 12^e édition. Coll. Cave et Terroir, Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 587 p.
159. **RIBAUT H., 1936** - *Faune de France, 31 Homoptera Auchenorrhyncha (Typhlocibidae)*. Ed. Libr. de la Fac. des Sciences, Paris, 228 p.
160. **RIBAUT H., 1952** - *Faune de France, 57 Homoptera Auchenorrhyncha II (Jassidae)*. Ed. Libr. De la Fac. Des Sciences, Paris, 474 p.
161. **RIPPER W. E. and GOERGE L., 1965** - Cotton pests of the Sudan. Their habits and control. *Oxford Blackwell Scientific pub.* Bulletin bibliographique, Vol. 21, 345 p.
162. **RUIZ CASTRO A., 1943** - Dos tiflocibidos nuevos en España, que atacan a la vid y al pimiento. *Est. Centr. Fitopat. Agr. Trab.*, 101 : 1- 47.

- 163. RUZSA S.M., MYLONA P. and SCANDALIOS J.G. 1999** - Differential response of antioxidant genes in maize leaves exposed to ozone. *Redox Rep.*, 4: 95-103.
- 164. SAGUEZ J., OLIVIER C., HAMILTON A., LOWRY T., STOBBS L., LASNIER J., GALKA B., CHEN X., MAUFFETTE Y. and VINCENT C., 2014** - Diversity and abundance of leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidæ) in Canadian vineyards. *J. Insect Sci.*, 14 :73.
- 165. SAUVION N., 1995** - *Effets et modes d'action de deux lectines à mannose sur le puceron du pois, Acyrthosiphon pisum (Harris). Potentiel d'utilisation des lectines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons.* Thèse doctorat, Inst. Nat. Sci. Appli., Lyon, 195 p.
- 166. SAUVION N., CALATAYUD P-A., THIÉRY D. and MARION-POLL F., 2013** - *Interaction insectes-plantes.* Ed. IRD, Marseille pp. 11-16.
- 167. SCANSALIOS J.G., GUAN L. and POLIDORD A.N., 1997** - Catalases in plants: gene structure, properties and expression. Scandalios J.G. Ed. Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defences. *Cold Spring Laboratory Press.* Cold Spring Harbor NY, 406p.
- 168. SEBKI S., 2013** - *Contribution à la caractérisation phénologique et agronomique des vitis vinifera l.ssp autochtones d'Algérie.* Thèse de Magistère Laboratoires des Ressources Naturelles : Viticulture/Arboriculture. Faculté des Sciences et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou, 124 p.
- 169. SENTENAC G., 2004** - Antagonistes naturels des insectes ravageurs de la vigne. *Cahier Tech. de l'ITV* : 66-70.
- 170. SENTENAC G., 2005 a** - Les antagonistes naturels d'*Empoasca vitis* Goethe en bourgogne. Etude de faisabilité d'une lutte biologique (première partie). *Progrès Agricole et Viticole*, 122 (3): 57-59.
- 171. SENTENAC G., 2005 b** - Les antagonistes naturels d'*Empoasca vitis* Goethe en bourgogne. Etude de faisabilité d'une lutte biologique (deuxième partie). *Progrès Agricole et Viticole*, 122 (4) : 79-87.
- 172. SERRA G., COCCO A., MAMELI M. G., DERLIO G and LENTINI A., 2013** - Influence of regulated deficit irrigation and partial rootzone drying on leafhoppers infestations on grapevine. Integrated Protection and Production in Viticulture. *IOBC-WPRS Bulletin*, 1 (85): 117-120.

- 173. SETBEL S., 2008** - *Expansion du Héron garde-bœufs en Algérie. Processus, problèmes et solutions.* Thèse de Doctorat, I.N.A. d'El Harrach, 248p.
- 174. SFORZA R., 2008** - Espèces invasives en viticulture. *AFPP, 8^{ème} conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier* – 22 et 23 octobre 2008, pp. 535-680.
- 175. SHER R.R., and SHIELDS E.J., 1991**- Potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) oviposition and development under cool fluctuating temperatures. *Environmental Entomology*, 20: 1113-1120.
- 176. SHIELDS J. and TESTA A.M. 1999** - Fallmigratory flight initiation of the potato leafhopper *Empoasca fabae* (Homoptera, Cicadellidae): observation in the lower atmosphere using a remote piloted vehicle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 97 (4): 317-330.
- 177. SHILPI M. and NARENDRA T., 2005** - Cold, salinity and drought stresses. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1 (444): 139 – 158.
- 178. SMITH K.M., 1926** - A comparative study of the feeding methods of certain Hemiptera and of the resulting effects upon the plant tissue with special reference to the potato plant. *Ann. Appl. Biol.*, 13: 109-139.
- 179. SOLER J., 2011** - *Les vins d'Algérie.* Brochure : les grands secteurs de l'agriculture algérienne. Revue et augmenté par OFALAC d'Alger. 2 p.
- 180. SOUTHWOOD S.R., 1986** - *Plant surfaces and insects* - in overview Juniper B. and Southwood S.R., *Insects and the plant surface*, Edward Arnold, London, 360p.
- 181. TAGUEMOUT M., 2013** - *Contribution à la caractérisation morphométrique des pépins de quelques cépages Vitis vinifera ssp vinifera autochtones d'Algérie.* Thèse de Magistère Laboratoires des Ressources Naturelles : Viticulture/Arboriculture. Faculté des Sciences et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou, 182 p.
- 182. TAMO M., 2015** - Climate change challenges for insect science in Africa. Plenary inaugural keynote presentation. *21th conference of the African Association of Insect Scientists Oct 19-23, 2015 Cotonou, Benin.*
- 183. TAYLOR P.S., HAYES J.L. and SHIELD E.J., 1993** - Demonstration of pine feeding by *Empoasca fabae* (Homoptera, Cicadellidae) using an elemental marker. *Journal of Kansas entomological Society*, 66:250-252.

- 184. TAYLOR P.S. and SHIELD E.J., 1995** - Development of migrant source populations of the leafhopper *Empoasca fabae* (Harris) (Homoptera, Cicadellidae). *Environmental entomology*, 24: 1115-1121.
- 185. THIERY D. and GABEL B., 1993** - Inter-specific avoidance of egg-associated semiochemicals in four tortricids. *Experientia*, 49, 998 -1001.
- 186. THIERY D. et CHUCHE J., 2007** - Réflexion sur le devenir d'insectes du vignoble dans le contexte d'un réchauffement climatique global. 8^{ème} Journée Technique Du CIVB 13 Mars 2007, 90-101.
- 187. THIERY D., DERRIDJ S., CALATAYUD P.A., MAHER N. et MARION-POLL F., 2013** - L'insecte au contact des plantes. Interactions insectes-plantes. *IRD*, 23 : 347-368.
- 188. THORDAL-CHRISTENSEN H., ZHANG Z., WEI Y. and COLLINGE D.B., 1997** - Subcellular localization of H₂O₂ accumulation in plants. H₂O₂ accumulation in Papillae and hypersensitive response during barley-powdery mildew interaction. *J. Plant*, 11: 1187-1194.
- 189. THOREAU-PIERRE B., 1976** - *Facteurs écologiques, notions de dynamique de population. Echantillonnages et exploitation mathématiques et statistiques des résultats*. Doc. Poluc. Dép.Zool. Agri. Inst. Nat. agro., (I.N.A.), El Harrach, 41p.
- 190. TINTANE S. et PAJOTAIN V., 2009** - *Encyclopédie des Cépages de France*. Ed. Anivin, Paris, 120p.
- 191. TRIAPITSYN S.V. and TEULON A.J., 2002-** On the identity of Anagrus (Hymenoptera: Mymaridae) egg parasitoids of Froggatt's apple leafhopper, *Edwardsiana crataegi* (Douglas) (Homoptera: Cicadellidae), in Christchurch, New Zealand. *New Zealand Entomologist* 25: 91-92.
- 192. TRICHILO P.J., WILSON L.T. and GRIMES D.W., 1990** - Influence of irrigation management on the abundance of leafhoppers (Homoptera: Cicadellidae) on grapes. *Environmental Entomology*, 19: 1803-1809.
- 193. TSOLAKIS H., 2013** - Observations on population dynamics of leafhoppers in Western Sicily vineyards. Integrated Protection and Production in Viticulture *IOBC-WPRS. Bull.*, Vol. 85: 197-202.
- 194. TURNER M., 2014** - Plantes : une défense en « zig-zag ». Vegenov BVB. Activateurs d'idée végétale. *Santé des plantes*, pp. 2-3.

195. **UG/PIP, 2008** - Itinéraire technique. Pour le Gombo en pays ACP. *Les ennemis du gombo et méthodes de lutttes phytosanitaires*, 1 : 41-42.
196. **VAN HELDEN M., 2000** - *La cicadelle verte (Empoasca vitis Goethe). Les ravageurs de la vigne*. Ed. Féret, Bordeaux, 231 p.
197. **VAN HELDEN M. and DECANTE D. 2001** - The possibilities for conservation biocontrol as a management strategy against *Empoasca vitis*. *IOBC-WPRS Bulletin*, 24 (7): 291-299.
198. **VAN HELDEN M., CHAUVIN B., BUIGUES L., MONTEYNE E., DECANTE D. et CLERGEAU M., 2000** - La cicadelle verte, un insecte migrateur. *Viti*, 1 (249): 18-20.
199. **VIDANO C., 1962 a** - Sulla alterata morfogenesi in Auchenorrhichi parassitizzati e sulle sue interferenze speciografiche (Hemiptera, Homoptera, Jassidae). *Att. Acad. Sci. Torino*, 96: 557-574.
200. **VIDANO C., 1962 b** - Ampelopatie da Tinocibidi. La *Empoasca libyca* Bergevin nuovo nemico della vite in Italia. *Ita. Giornal Agr.*, 55 : 329-346.
201. **VIDANO C., 1962 c** - Massiccio attacco aile viti insulari dell' *Empoasca libyca*. *Giornale. Agr.*, 45 : 1-8.
202. **VIDANO C., 1962 d** - La *Empoasca libyca* Bergevin nuovo nemico della vite in Italia. – *Ita . Giornal Agr.*, 4 : 330-346.
203. **VIDANO C. and ARZONE A., 1982** - Biotaxonomy and epidemiology of Typhlocybinae on vine. In: *Ist International Workshop on Leafhoppers and Planthoppers of Economic Importance*, 1: 75-85.
204. **VIDANO C., ARZONE A. and ARNO A., 1987**. *Researches on natural enemies of viticolous Auchenorrhynca*, pp 97-101. In R. Cavalloro (Ed.), *Integrated pest control in viticulture. Proceedings of a meeting of the EC Experts' Group*, Portoferraio, 26-28 Sept, 1985, Amsterdam.
205. **VIVIER M.A. and PRETORIUS I.S., 2002** - Genetically tailored grapevines for the wine industry. *Trends in Biotechnology*, 20 (11): 472-478.
206. **WALTER B., BOUDON-PADIEU E. et RIDE M., 2000** - *Maladies à virus, bactéries et phytoplasmes de la vigne*. Ed. Féret, Bordeaux, 191p.
207. **WATERBORG J. and MATTHEUS H., 1984** - The lowry method for protein quantitation. *Methos Mol. Biol.*, 1 : 1- 3.

208. **WEBB M.D., 1987** - The identity of *Empoasca distinguenda* Paoli (= *E. citrusa* Theron), a citrus pest in South Africa (Hom., Auchenorrhyncha, Cicadellidae). *Entomo. Mon.Mag.*, 123: 41- 44.
209. **WILLEKENS H., CHAMNONGPOL S., DAVEY M., SAUDNERS M., LANGEBARTELS C., MONTAGU M.V., INZE D. and CAMP W.V, 1997-** Catalase is a sink for H₂O₂ and is indispensable for stress defense in C3 plants. *The EMBO Journal.*, 16: 4806-4816.
210. **WOODWELL G. M., 1967** - Toxic substances and ecological cycles. *Scientific American*, 21(3): 24-31.
211. **WORRALL F. and BESIEN T., 2005** - The vulnerability of groundwater to pesticide contamination estimated directly from observations of presence or absence in wells. *Journal of Hydrology, Elsevier*, vol. 303, issues 1-4 : 92-107.
212. **YAMAMURA K., YOKOZAWA M., NISHIMORI UEDA Y. and YOKOSUKA T., 2006** - How to analyze long-term insect population dynamics under climate change: 50-year data of three insect pests in paddy fields population. *Ecology*, 48: 31-48.
213. **YANG T. and POOVAIAH B.W., 2002-** Hydrogen peroxide homeostasis: Activation of plant catalase by calcium/calmodulin. *Proc Natl Acad Sci.*, 99: 4097-4102.
214. **ZANGERL A.R., HAMILTON J.G., MILLER T.J., CROFTS A.R., OXBOROUGH K., BERENBAUM M.R. and DE LUCIA E.H., 2002** - Impact of folivory on photosynthesis is greater than the sum of its holes. *P.N.A.S.*, 99 (2) :1088–1091.

AUTRES REFERENCES :

- **ADIT, 2001-** Ambassade de France au Canada ; 1/09/2001 ; Vigie Agronomie & Industrie Alimentaire numéro 65.
http://www.adit.fr/adit_edition/prod.../VAG_65_1.html
- **CUMMINS J., 2012** - Le système immunitaire des végétaux engendre de nouveaux biopesticides". Santé Lutte antiparasitaire OGM Nanotechnologie Plant Immune System Spawns New Biopesticides. **ISIAS** Actualités Environnement.
<http://www.isias.lautre.net/spip.php?article212>
- **EPHYTIA, 2013.** Les ravageurs des cultures et leurs dégâts. Insecta. INRA. Science et Impact, <http://ephytia.inra.fr/fr/C/11080/hypp-Les-ravageurs-des-cultures-et-leurs-degats-HYPPZ>

- **GOOGLE-EARTH, 2016** -Data SIO, NOAA, US Navy, NGA GEBCO. Image Digital group.
- **HYPP, 1998.** Cicadelle africaine de la vigne. INRA. <http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/3jaclyb.htm>
- **O.I.V. (Office International de la Vigne et des vin), 2007.** Liste of descriptors for grapevine cultivars and species (Vitis L.). <http://news.reseau-com.cept.net/images/oiv/Client/2.Edition-caracters-ampelographiques-OIV.pdf>

RESUME/ ETUDE DES ATTAQUES D'UN RAVAGEUR DE LA VIGNE : CAS DE CICADELLE AFRICAINE *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon 1922) ET SON IMPACT SUR LA PHYSIOLOGIE DES FEUILLES DE VIGNE DE CUVE A HADJOUT

La viticulture est soumise, en plus des ravageurs et maladies indigènes, à la pression d'insectes invasifs venus de contrées lointaines. Notre travail, effectué à Hadjout (nord- ouest d'Alger) sur trois variétés de vigne de cuve cinsault, grenache et carignan, était focalisé sur l'étude d'une espèce inventoriée depuis 2002 en Algérie sur la vigne, la cicadelle verte *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Homoptera, Jassidae). A Hadjout l'ampleur des dégâts de la deuxième génération sont très significatifs avec un pourcentage de vigne attaqué de 50% pour le carignan, suivi par le grenache 40% et enfin le cinsault avec 10%. Les dégâts se manifestent sur les feuilles qui rougissent et finissent par un dessèchement total du limbe ; par conséquent une diminution dans la vigueur du cep. L'étude de la dynamique des populations de la cicadelle africaine a prouvé l'existence de la quatrième génération moins redoutable que la deuxième.

Du point de vue physiologique, l'étude biochimique des effets des attaques de la cicadelle sur les feuilles de vigne nous a permis de constater la diminution du taux de chlorophylle a chlorophylle b avec une sensibilité significative du carignan suivi du grenache et enfin le cinsault. C'est un état de stress oxydatif accompagné par la dégradation des protéines nécessaires pour la survie de la plante et apparition de catalase qui se manifeste pour protéger la plante lors d'un stress biotique.

Par ailleurs, l'étude cytologique nous a aidé à détecter la présence de forme d'oxygène activé (O_2^- ou H_2O_2) qui lors d'un stress, leur présence est significative sur la surface foliaire des variétés de vigne de cuve réservés pour cette recherche. Leur apparition est localisée au niveau des sites et/ou zone de piqures et pontes de la cicadelle *Jacobiasca lybica* sur les feuilles de vigne qui prennent une coloration bleuâtre due à la concentration du O_2^- surtout sur les poils du limbe, quant au H_2O_2 celui-ci se manifeste par des tâches brunes sur les nervures de la feuille.

Mots clé : Cicadelle, Hadjout, carignan, grenache, cinsault, chlorophylle, stress oxydatif, catalase, protéine, O_2^- et H_2O_2

SUMMARY / STUDY OF THE ATTACKS OF A PESTS OF THE VINE: THE CASE OF AFRICAN CICADELLE *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon 1922) AND ITS IMPACT ON THE PHYSIOLOGY OF THE VINE LEAVES IN HADJOUT

The increase of wines' rate is subdued, in addition to native pests and diseases, to the overwhelming insects from foreign countries. Our work, carried out in Hadjout (northwest of Algiers) on three varieties of cinsault, grenache and carignan vines, focused on the study of a species inventoried since 2002 in Algeria, on the vine, the green leafhopper *Jacobiasca lybica* (Bergevin & Zanon) (Homoptera, Jassidae). We noticed at Hadjout the extent of the damage of the second generation is very remarkable with a percentage of vine attacked 50% for the carignan, followed by 40% Grenache and finally The cinsault with 10%.

The damage has a great impact on the leaves which turn red and has totally desiccated the leaf blade; Consequently, there was a decrease in the vigor of the vine. The study of the population dynamics of the African leafhopper has proved the existence of the fourth generation less numerous than the second. From a physiological point of view, the biochemical study of the effects of leafhopper attacks on vine leaves revealed a decrease in chlorophyll a chlorophyll b with a significant sensitivity of carignan followed by grenache and finally cinsault. It is a state of oxidative reaction accompanied by the degradation of the proteins necessary for the survival of the plant and appearance of catalase that contributes itself to protect the plant during its biotic reaction. Furthermore, the cytological study helped us to find out the occurrence of activated oxygen (O_2^- or H_2O_2), which during this reaction is significant on the leaf area of the vine varieties reserved for this research purpose. Their appearance is localized at the sites and / or zone of jasad stitches and bridges on the vine leaves which take a bluish coloring due to the density of O_2^- especially on the hairs of the limbus, as for H_2O_2 this one appeared with brown spots on the veins of the leaf.

Key words: Leafhopper, Hadjout, carignan, grenache, cinsault, chlorophyll, oxidative stress, catalase, protein, O_2^- and H_2O_2 .

المخلص دراسة هجوم آفات الكروم : حالة قافزات الأوراق الإفريقية (*Jacobiasca lybica* (1922) زنون وبريجفين) وأثرها على فسيولوجيا أوراق الكروم في منطقة حجوط

تخضع زراعة الكروم ، بالإضافة إلى الآفات والأمراض المستوطنة إلى ضغط الحشرات الغازية من مناطق بعيدة . قمنا بهذه الدراسة في منطقة حجوط (شمال غرب العاصمة) وذلك على ثلاثة أصناف من كرمة كوف سنسولت، كريناش و كاريقتان. وقد قمنا بالتركز على دراسة الأنواع التي تم جردها على الكروم في الجزائر منذ عام 2002 : قافزات الأوراق الخضراء جاكروبيسكا لبيبيكا *Jacobiasca lybica* (بريجفين و زنون) (متشابهات الأجنحة جاسيدا). لاحظنا في منطقة حجوط حجم الضرر في الجيل الثاني كبير جدا بنسبة ضرر 50 ٪ على كريناش تليها 40 ٪ كاريقتان وأخيرا 10 ٪ سنسولت. يحدث الضرر على الأوراق التي تحمر و في نهاية المطاف تجف كليا مما يؤدي إلى انخفاض في قوة الكرمة. أثبتت دراسة ديناميات مجموعات قافزات الأوراق الإفريقية ان الجيل الرابع هو أقل خطر من الجيل الثاني.

من وجهة نظر فسيولوجية، الدراسة البيوكيميائية لأثار هجمات قافزات الأوراق على أوراق العنب سمحت لنا أن نلاحظ انخفاضا في معدل الكلوروفيل أ و الكلوروفيل ب مع حساسية ملحوظة لدى كاريقتان تليها كريناش وأخيرا سنسولت. وهي حالة توتر تأكسدي مرفوق بانحلال بروتينات ضرورية لحياة النبات مع ظهور الكاتالاز الذي يتجلى لحماية النبات خلال التوتر الحيوي.

علاوة على ذلك، ساعدت الدراسة الخلوية للكشف عن وجود شكل لأكسجين منشط (O_2^- أو H_2O_2) حيث أنه أثناء الإجهاد يتم وجوده بكمية معتبر على سطح الورقة لأصناف كرمة كوف المستعمل في هذا البحث. يتم ظهوره على مستوى مواقع و/ أو منطقة اللدغات و التوبيوض للاجسيد على ورق الكرمة التي تأخذ لون مزرق بسبب تركيز O_2^- خصوصا على شعيرات اطراف الورقة اما فيما يخص H_2O_2 فانه يتضح على شكل بقع بنية اللون على اضلاع الورقة.

H_2O_2 و O_2^- كلمات البحث: قافزات الأوراق، حجوط ، سنسولت، كريناش، كاريقتان، الكلوروفيل، التوتر التأكسدي، الكاتالاز، البروتين،