



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة محمد شريف مساعديّة

- سوق أهراس -

UNIVERSITE MOHAMED CHERIF MESSAADIA

SOUK - AHRAS

INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

MEMOIRE

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE EN BIOLOGIE

ENVIRONNEMENTALE

OPTION : BIOLOGIE ANIMALE

THEME

**Les facteurs du dépérissement des subéraies de
l'Edough (Séraïdi). Etude des ravageurs des feuilles
et des glands du chêne-liège (*Quercus suber* L.)**

Présenté par :

Saadi Hamza

Devant la commission d'examen :

Président: Mr. Benslama Mohamed

Professeur

Université d'Annaba

Directeur de thèse : Mr. Ouakid M.Laid

Professeur

Université d'Annaba

Examineur : Mr. Maazi M. cherif

Maître de conférences

Université de Souk-Ahras

Examineur : Mr. Bairi Abdelmajid

Professeur

Université d'Annaba

2012-2013

Remerciements

Je tiens tous d'abord à exprimer ma très grande gratitude et ma reconnaissance la plus sincère à Monsieur **Ouakid Mohamed Laid**, professeur à l'université Badji Mokhtar. Annaba, qui a dirigé ce travail et avoir su m'apporter l'encadrement nécessaire à sa réalisation.

Mes remerciements vont également à Monsieur **Benslama Mohamed**, professeur à l'université Badji Mokhtar. Annaba, pour avoir accepté de présider notre jury de mémoire et n'a ménagée aucun effort pour mettre à ma disposition tous les moyens pour réaliser ce travail.

Mes reconnaissances vont également à Monsieur **Bairi Abdelmadjid**, professeur à l'université Badji Mokhtar. Annaba, et Monsieur **Maazi Mohamed Cherif**, Maitre de conférence à l'université Mohamed Chérif Méssaadia de Souk Ahras pour avoir accepté d'examiner et participer à notre jury de mémoire.

Mes vifs remerciements vont à tous ceux qui ont collaboré à l'achèvement de ce travail.

Saadi Hamza

Dédicace

Avant tout nos sincères remerciements reviennent à Allah le tout puissant pour tous ses dons.

Je dédie ce modeste travail à mes parents qui ont consacré leurs vies, pour que j'atteigne ce niveau et qui m'ont d'affection, conseils et d'encouragements.

A mes frères et mes sœurs. Comme je dédie ce mémoire à ma femme et surtout à ma petite « Chaïma » que je l'aime très fort et que dieu la Bénit.

A toute ma famille élargie 'grands et petits' à mes proches, voisins et amis.

Sans oublier bien sur toute l'équipe du chêne liège ; L'équipe blattes ; L'équipe drosophile et L'équipe du Culex.

Saadi Hamza

SOMMAIRE

1. Introduction.....	01
2. Matériel et méthodes.....	04
2.1. Présentation de la région et des sites d'études.....	04
2. 1.1 Situation géographique.....	04
2.1.2. Caractères mésologiques de la région.....	05
2.1.2.1. Géologie et Orographie.....	05
Relief et géomorphologie.....	05
2.1.2.2. Les sols.....	06
2.1.2.3. Réseaux hydrographique.....	08
2.1.2.4. Éléments de la climatologie générale.....	06
La Température.....	06
Les précipitations.....	07
Humidité relative.....	13
Les vents.....	13
Evaporation du plan d'eau.....	14
2.1.2.5. Diversité écologique et végétation.....	15
2.1.2.6. Présentation des sites d'étude.....	16
2.2. Le Matériel Biologique.....	18
2.3. Relevés caractéristiques des arbres.....	25
Relevés dendrométriques.....	25
Relevés d'exploitation.....	26
2.3.1. L'examen de la cime.....	26
2.3.2. L'examen du tronc et des branches.....	28
2.6. L'examen des feuilles et des rameaux.....	29
2.7. L'examen des glands.....	31
2.7.1. Récolte et biométrie des glands.....	31

2.7.2. Traitement insecticide.....	32
2.7.2.1. Présentation des l'insecticides utilisés.....	32
Description de spinosad.....	32
2.7.2.2. Préparation des doses utilisées et traitement.....	33
2.7.2.3. Effet du traitement insecticide sur la germination des glands traités.....	34
2.8. Germination et croissance du chêne liège.....	34
2.8.1. Germination.....	34
2.8.2. Le temps moyen de germination.....	34
2.8.3. Le taux de germination.....	35
2.9. La croissance et développement.....	35
2.9.1. Paramètres mesurés lors de la croissance.....	35
2.9.2. Biomasse aérienne et racinaires.....	36
3. Résultats.....	37
3.1. Relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres échantillons.....	37
Relevés dendrométriques.....	37
Relevés d'exploitation.....	38
3.2. Etat de la cime.....	38
3.2.1. Evolution de la défoliation.....	38
3.2.2. Evolution de la décoloration.....	39
3.2.3. Indice de dépérissement pendant les années d'étude.....	40
3.3. Etat du tronc, l'écorce et la zone sous corticale.....	41
3.4. Etat sanitaire des feuilles.....	46
3.4.1. Etude des feuilles saines.....	49
Surface des feuilles saines.....	49
3.4.2. Etude des feuilles attaquées.....	51
Surface des feuilles attaquées.....	51

Type d'attaque des feuilles.....	53
Evaluation de la surface attaquée des feuilles du site Sidi Temmem.....	56
Evaluation de la surface attaquée des feuilles du site El Berouaga.....	56
3.4.3. Etude des feuilles nécrosées.....	57
Surface des feuilles nécrosées.....	57
Evaluation de la surface nécrosée des feuilles du site Sidi Temmem.....	59
Evaluation de la surface nécrosée des feuilles du site El Berouaga.....	60
3.4.4. Étude des feuilles galles.....	60
Surface des feuilles présentant des galles.....	60
Type d'attaque des feuilles galles.....	62
3.4. Etude des glands.....	64
3.4.1. Biométrie des glands sains.....	64
3.4.2. Biométrie des glands infestés.....	66
3.4.3. Détermination des insectes des glands.....	68
3.4.3. Étude sanitaire des glands.....	73
3.4.4. Etude d'infestation des glands.....	74
3.4.4.1. Le taux d'infestation par espèce.....	74
3.4.4.2. Types d'infestation.....	76
3.5. Traitement.....	78
3.6. Effet du Spinosad sur la germination des glands traités.....	79
Le temps moyen de germination (TMG).....	81
3.7. Effet du Spinosad sur le développement et la croissance des plantules.....	82
3.7.1. Croissance des tiges.....	82
3.7.2. Longueur de la plus grande feuille.....	84
3.7.3. Nombres des feuilles.....	85

3.8. Le poids sec de la partie aérienne et de la partie racinaire.....88

4. Discussion.....90

Conclusion.....100

Résumé

Abstract

ملخص

Références bibliographiques

Liste des Tableaux

N°	Titres	Page
1	Tableau.01. Situation géographique de la station.	06
2	Tableau.02. températures moyennes mensuelles en (mm) station Séraïdi. (2001-2011)	07
3	Tableau.03. Précipitations mensuelles (mm) de la région de Séraïdi. (2001-2011)	08
4	Tableau.04. les précipitations de l'année humide (2007/2008) et l'année sèche (2009/2010).	09
5	Tableau.05. Coefficients Pluviométriques de la station Séraïdi (2001/2011).	10
6	Tableau.06. Températures moyennes mensuelles (2T°C) ; Précipitations mensuelles (mm) de la station Séraïdi (2001/2011).	10
7	Tableau.07. Données concernant le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger.	12
8	Tableau.08. Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle en (%) de la région de Séraïdi (2001-2011).	13
09	Tableau.09. Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s)de la région de Séraïdi. (2001-2011)	14
10	Tableau.10. Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Séraïdi. (2001-2011)	15
11	Tableau.11. Situation géographique des sites d'études.	16
12	Tableau.12. Répartition et superficies des peuplements de chêne-liège en Algérie.	23
13	Tableau.13. Classes de notation de la défoliation et les principales catégories d'arbres atteints.	27
14	Tableau.14. Classes de décoloration des feuilles.	27
15	Tableau.15. Classes de décoloration des feuilles en fonction de l' « ID».	28
16	Tableau.16. Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc et branches.	28

17	Tableau.17. Classes de notation de la déhiscence du liège.	29
18	Tableau.18. Echelle de notation de la glandée.	31
19	Tableau.19. Propriétés physiques et chimiques du spinosad.	32
20	Tableau.20. Relevés dendrométrique des arbres échantillons des deux sites d'études.	37
21	Tableau.21. Relevé d'exploitation des arbres échantillons des deux sites d'études.	38
22	Tableau.22. Taux de la défoliation des deux sites d'étude.	39
23	Tableau.23. Taux de la décoloration des deux sites d'étude.	39
24	Tableau.24. Description de l'état sanitaire du tronc, de l'écorce et de la zone sous corticale du site Sidi Temmem durant les 2 années d'étude.	42
25	Tableau.25. Description de l'état sanitaire du tronc, de l'écorce et de la zone sous corticale du site El Berouaga durant les 2 années d'étude.	44
26	Tableau.26. Surfaces (cm ²) des feuilles saines récoltées dans le site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.	49
27	Tableau.27. Surfaces (cm ²) des feuilles saines récoltées dans le site El Berouaga durant les deux années d'étude.	49
28	Tableau.28. Distribution de fréquences de la surface des feuilles saines du site Sidi Temmem.	50
29	Tableau.29. Distribution de fréquences de la surface des feuilles saines du site El Berouaga.	50
30	Tableau.30. Surfaces (cm ²) des feuilles attaquées récoltées au niveau du site Sidi Temmem durant les deux années d'études.	51
31	Tableau.31. Surfaces (cm ²) des feuilles attaquées récoltées au niveau du site El Berouaga durant les deux années d'études.	51
32	Tableau.32. Distribution des fréquences de la surface des feuilles attaquées du site Sidi Temmem.	52
33	Tableau.33. Distribution des fréquences de la surface des feuilles attaquées du site El Berouaga.	52
34	Tableau.34. Statistiques descriptives des feuilles nécrosées du site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.	57
35	Tableau.35. Statistiques descriptives des feuilles nécrosées du site El Berouaga durant les deux années d'étude.	58
36	Tableau.36. Distribution des fréquences de la surface des feuilles nécrosées du site Sidi Temmem.	58
37	Tableau.37. Distribution des fréquences de la surface des feuilles nécrosées du site El Berouaga.	59

38	Tableau.38. Statistiques descriptives des feuilles présentant des galles d'Edough en 2011.	61
39	Tableau.39. Distribution des fréquences de la surface des feuilles présentant des galles du site Sidi Temmem en 2011.	61
40	Tableau.40. Distribution des fréquences de la surface des feuilles présentant des galles du site El Berouaga en 2011.	62
41	Tableau.41. La longueur moyenne ($m \pm s$) en cm, des glands sains récoltés sur les deux sites d'étude.	64
42	Tableau. 42. le diamètre moyen ($m \pm s$) en cm, des glands sains récoltés sur les deux sites d'étude.	65
43	Tableau.43. le poids moyen ($m \pm s$) en cm, des glands sains récoltés sur les deux sites d'étude.	65
44	Tableau.44. la longueur moyenne ($m \pm s$) en cm, des glands infestés récoltés sur les deux sites d'étude.	66
45	Tableau.45. le diamètre moyen ($m \pm s$) en cm, des glands infestés récoltés sur les deux sites d'étude.	67
46	Tableau.46. le poids moyen ($m \pm s$) en cm, des glands infestés récoltés sur les deux sites d'étude.	68
47	Tableau.47. Liste des insectes trouvés à l'intérieur des glands du chêne-liège.	68
48	Tableau.48. nombre des larves mortes et vivantes pendant la période de traitement.	78
49	Tableau.49. Différentes étapes de germination des glands témoins du site l'Edough après 4 semaines de traitement.	79
50	Tableau.50. Différentes étapes de germination des glands traités (1g/L) après 4 semaines du site l'Edough.	79
51	Tableau.51. Taux de germination des glands sains et traités après 4 semaines.	80
52	Tableau.52. Temps moyen de la germination des glands témoins et traités (en jours).	81
53	Tableau.53. Taille de la tige des plantules issues des glands témoins du site d'Edough.	83
54	Tableau.54. Taille de la tige des plantules issues des glands traités (1g/l) du site d'Edough.	83
55	Tableau.55. Taille de la tige des plantules issues des glands traités (500mg/l) du site d'Edough.	83
56	Tableau.56. longueur de la plus grande feuille de la plantule issue des glands témoins du site d'Edough.	84
57	Tableau.57. longueur de la plus grande feuille de la plantule issue des glands traités (1g/l) du site d'Edough.	85
58	Tableau.58. longueur de la plus grande feuille de la plantule issue des glands traités (500mg/l) du site d'Edough.	85

59	Tableau.59. Nombre des feuilles de la plantule issue des glands témoins du site d'Edough.	86
60	Tableau.60. Nombre des feuilles de la plantule issue des glands traités (1g/l) du site d'Edough.	86
61	Tableau.61. Nombre des feuilles de la plantule issue des glands traités (500mg/l) du site d'Edough.	86
62	Tableau.62. Poids sec (g) des parties aériennes (tiges+feuilles), et le poids sec(g) des racines (m±s).	88

Liste des Figures

N°	Titres	Page
1	Figure.01. Localisation géographique des sites d'étude.	4
2	Figure.02. Croquis orographiques de la région d'étude.	5
3	Figure.03. Diagramme Ombrothermique de la station Séraïdi (2001/2011).	11
4	Figure.04. Situation de la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger (1955).	12
5	Figure.05. Aire naturelle de répartition du chêne liège.	22
6	Figure.06. Aire naturelle de répartition algérienne du chêne liège.	23
7	Figure. 07. La bactérie utilisée dans la production de spinosad.	33
8	Figure.08. Structure du spinosad.	33
09	Figure.09. Evolution de l'indice de dépérissement (ID) des deux subéraies étudiées en 2010 et 2011.	40
10	Figure.10. Répartition des feuilles du site Sidi Temmem en fonction de l'état sanitaire.	46
11	Figure.11. Répartition des feuilles du site El Berouaga en fonction de l'état sanitaire.	47
12	Figure.12. Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au site Sidi Temmem.	53
13	Figure.13. Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au site El Berouaga	54
14	Figure.14. Evolution du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles endommagées du site Sidi Temmem.	56
15	Figure. 15. Evolution du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles endommagées du site El Berouaga.	57
16	Figure.16. Evolution du taux(%) de la surface foliaire nécrosée du site Sidi Temmem.	59
17	Figure.17. Evolution du taux(%) de la surface foliaire nécrosée du site El Berouaga.	60
18	Figure.18. Répartition des galles des feuilles récoltées du site Sidi Temmem en 2011.	62
19	Figure.19. Etat sanitaire des glands au niveau du site Sidi Temmem.	73

20	Figure.20. Etat sanitaire des glands au niveau du site EL Berouaga.	74
21	Figure.21. Taux d'infestation par espèce au niveau du site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.	75
22	Figure.22. Taux d'infestation par espèce au niveau du site El Berouaga durant les deux années d'étude.	76
23	Figure.23. Types d'infestations au niveau du site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.	77
24	Figure.24. Types d'infestations au niveau du site El Berouaga durant les deux années d'étude.	77
25	Figure.25. pourcentage de la germination des glands sains et traités pendant 28 jours.	80
26	Figure.26. vitesse de germination des glands témoins et traités.	81
27	Figure.27. Variation de la biomasse aérienne et racinaire.	88

Liste des Photos

N°	Titres	Page
1	Photo.01. La subéraie Sidi -Temmem.	17
2	Photo.02. La subéraie d'El Berouaga.	17
3	Photo.03. Suintement noirâtre.	45
4	Photo.04. liège déhiscente.	45
5	Photo.05. Croûte carbonneuse.	45
6	Photo.06. Flore lichénologique.	45
7	Photo.07. Trous d'insectes xylophages.	45
8	Photo.08. Crevasse.	45
09	Photo.09. Les différents aspects des feuilles récoltées dans les deux sites d'étude.	48
10	Photo.10. Feuille attaquée en décapeuse.	55
11	Photo.11. Feuille attaquée en perforation.	55
12	Photo.12. Feuille attaquée en décapeuse et perforation.	55
13	Photo.13. <i>Dryomia lichtensteini</i> .	63
14	Photo.14. <i>Neurotherus minutulus</i> .	63
15	Photo.15. <i>Eriophyies</i> sp.	63
16	Photo.16. Larve de <i>curculio</i> sp (à gauche), adulte (à droite).	72
17	Photo.17. Larve de <i>Cydia splendana</i> (à gauche), adulte (à droite).	72
18	Photo.18. Larve de <i>Cydia fagiglandana</i> (à gauche), adulte (à droite).	72
19	Photo.19. Larve d'espèce inconnue.	72
20	Photo.20. Plantules issues des glands témoins (3 ^{ème} mois de croissance).	87
21	Photo.21. Plantules issues des glands traités à 1g/l (3 ^{ème} mois de croissance).	87
22	Photo.22. Plantules issues des glands traités à 500 mg/l (3 ^{ème} mois de croissance).	87
23	Photo.23. Représentation de la différence entre la longueur de la partie aérienne et racinaire des plants de chêne liège à la fin de l'expérimentation.	89
24	Photo.24. Système racinaire des plants de chêne liège à la fin de l'expérimentation.	89

1. INTRODUCTION

L'importance de la biodiversité de la forêt méditerranéenne fait d'elle l'une des régions du monde les plus renommées par l'existence de Parcs naturels, alors que son riche potentiel en matière de produits fournis pourrait conduire à l'épuisement des ressources et au déclenchement de conflits entre divers usagers. De plus, en absence d'une politique forestière valorisante, le milieu forestier méditerranéen se dégrade et devient la proie d'une exploitation humaine anarchique (**Boudy, 1950**).

La forêt algérienne appartient à cet ensemble, elle présente un élément essentiel de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de différentes régions du pays .Sa situation actuelle se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne en effet, la persistance des facteurs destructifs tels que les incendies, le surpâturage, les défrichements et les attaques parasitaires, ne fait qu'accentuer le processus de dégradation du système forestier en place (**Lopes, 1996**).

L'Algérie couvre une superficie de 2,388 millions de Km², le Sahara couvre près de 84% de son territoire à savoir 2 millions de Km², la partie Nord est constituée par des terres à vocation forestière qui occupent 250 000 Km² soit un peu plus de 10% de la superficie totale, les conditions pédoclimatiques étant favorables au développement des forêts (**Natividade, 1956**).

Les forêts algériennes de chêne-liège sont comprises entre les frontières marocaines et tunisiennes et s'étendent du littoral méditerranéen au nord jusqu'aux chaînes telliennes au sud et représentent un peu moins du quart des superficies forestières mondiales (entre 429000 et 480 000ha selon les inventaires et les auteurs) (**Boudy, 1955 ; Valette, 1992 et Zine, 1992**).

Les principales subéraies algériennes sont localisées dans le Tell Oriental, situées essentiellement en zones subhumides et humides au Nord-Est de l'Algérie jusqu'à la frontière tunisienne. Le chêne-liège s'étend d'une manière assez continue le long de la zone littorale et reste disséminé sous forme d'ilôts de moindre importance dans la partie Ouest. Elles se répartissent à travers 22 wilayas (**Zeraïa, 1981**).

Le chêne-liège est considéré comme l'une des essences forestières dont l'aire, naturellement inextensible est étroitement limitée au bassin méditerranéen occidental. Ses forêts produisent une grande quantité de liège (environ 300million de Kg par an) dont 87%

vient d'Europe (55% Portugal, 28% Espagne, 1% France, et 3% en Italie) et le reste d'Afrique de nord (4% du Maroc, 6% d'Algérie, 3% Tunisie) (**Lopes, 1996**).

L'importance économique de la subéraie ne se limite pas à la seule production de liège en effet, les fruits et le feuillage, qui nourrissent le bétail, et les dépôts de bois issus de la taille, qui sont utilisés pour la production du bois de chauffage ou du charbon, sont une ressource fondamentale pour certaines communautés rurales (**Sousa, 1995**).

La production nationale du liège a connu des fluctuations annuelles parfois importantes, pendant l'époque coloniale, elle oscillait en moyenne entre 9000 tonnes (1867 et 1925) et 32.000 tonnes (1930-1960). Après l'indépendance, cette production a nettement régressée pour des raisons diverses et le volume annuel est devenu en effet assez irrégulier et varie de 8 à 35 000 tonnes, soit une moyenne de l'ordre 14.000 tonnes ce qui correspond à une réduction d'environ 60 % par rapport à la phase précédente Plusieurs facteurs sont à l'origine de cette situation, le plus important étant la dégradation sanitaire des subéraies (**D.G.F, 2003**).

En Algérie, la dégradation du patrimoine forestier est signalée depuis l'époque coloniale, où furent détruits quelques 116 000 ha de forêts au profit de l'extension de la viticulture, ce qui a entraîné le refoulement de la paysannerie pauvre sur les piémonts aux abords des forêts (**Lopes, 1996**).

« Les dépérissements » sont des maladies à étiologie complexe, qui se développent lorsque les végétaux ont subi un stress dû à l'interaction de plusieurs facteurs adverse, abiotiques et biotiques. Les infections causées par ces derniers peuvent être si fortes qu'elles empêchent la reprise végétative des arbres atteint lorsque l'influence négative des facteurs de stress diminue (**Franceschini et al ; 1993 ; Munoz et al ; 1996**).

Les problèmes sanitaires des subéraies Algériennes remontent au début du siècle dernier suite à l'apparition du phénomène de dépérissement, surtout au centre et même à l'ouest, sur des jeunes sujets (moins de 15 ans) et des arbres adultes. Actuellement, la majorité des subéraies se trouvent dans un état déplorable et une grande partie est vouée encore à disparaître. Un recours à la régénération serait indispensable pour la réhabilitation de ces forêts, d'où l'importance des glands, qui jouent un rôle capital dans la régénération de cette essence (**Messaoudene, 2000**).

Nous avons mis en place durant deux années (2010- 2011) un réseau de surveillance permanent constitué de deux stations d'observation (Sidi-Temmem et El-Berouaga), au niveau de la forêt de l'Edough qui permet d'étudier l'état sanitaire des subéraies et les différents facteurs du dépérissement du chêne-liège. Cette étude est divisée en deux parties.

La première concerne l'évaluation de l'état sanitaire du peuplement de chêne-liège à travers l'examen de la cime, du tronc, les feuilles, les rameaux et les fruits (glands).

Sur ces mêmes sites, nous avons initié une étude des feuilles et des glands qui consiste à évaluer l'attaque des insectes sur les échantillons récoltés, ainsi que l'évaluation de l'infestation des différentes larves carpophages trouvées dans les glands.

La deuxième partie est un essai insecticide contre les insectes du gland, pour cela nous avons utilisé le Spinosad qui a été classé comme un bio insecticide. Nous étudierons les différents taux de mortalité en fonction des doses pour chaque espèce ravageur des glands, ainsi que l'évaluation de son effet différé sur la germination des glands et même sur le développement et la croissance après traitement.

2. MATERIEL & METHODES

2.1. Présentation de la région et des sites d'études

2. 1.1 Situation géographique ;

La forêt domaniale de l'Edough est formée d'un seul tenant dans l'espace forestier compris entre le Cap de Fer à l'Ouest et l'agglomération d'Annaba à l'Est .Ce massif dont l'altitude atteints 1008 m au Kef Sbaa est bordé par la méditerranée aux Nord et Nord Est, au sud, sud Est par le lac Fetzara et les riches plaines agricoles d'Annaba. Au Nord-Ouest par la plaine de Senhadja et les massifs de Chétaïbi.

La flore du massif forestier de l'Edough est caractérisée par deux essences principales : le chêne-liège, qui occupe 3419 ha et le chêne zeen, qui couvre en massif compacts toutes les parties humides ou fraîches des versants Nord et Est.La Forêt domaniale de l'Edough s'étend sur une superficie de 527402.45 ha répartis administrativement sur le territoire de la Wilaya d'Annaba.

Séraïdi est un village forestier très ancien, connu sous le nom de Bugeaud. Depuis 1845, dans cette région on trouve l'une des plus importante subéraie de chêne-liège de l'est Algérien .Située au Nord-Est du pays à 13 km à l'ouest d'Annaba et à 1008 m d'altitude (DGRF, 2006).



Figure.01. Localisation géographique des sites d'étude. Source : Google Earth

2.1.2. Caractères mésologiques de la région

2.1.2.1. Géologie et Orographie

Relief et Géomorphologie :

Ce qu'on peut remarquer dans la région de l'Edough, c'est les fortes pentes de ces versants qui restent souvent convexes jusqu'au fond des vallées très nombreuses, c'est là le modèle classique d'un massif gneissique, d'autant que l'altitude est 1008 m au Kef Sbaa et l'orientation de la ligne de crête perpendiculairement aux vents dominants du Nord-Ouest y entraînant une pluviosité relativement abondantes et des températures hivernales ne descendent jamais très bas.

Les interfluves sont recouverts par les plus belles forêts de chaines d'Algérie, le phénomène d'étagement se caractérise par l'apparition de quelque châtaigner et surtout par le passage des chênes-lièges aux chênes zens près des sommets.

La présence des vallées entaillent profondément le socle et rendant tous déplacement difficile. Les cours d'eau les plus importants sont : Oued El Amels, Oued Erbiha, Oued Efris, Oued sahel, Oued Bagrat (DGF, 2002).

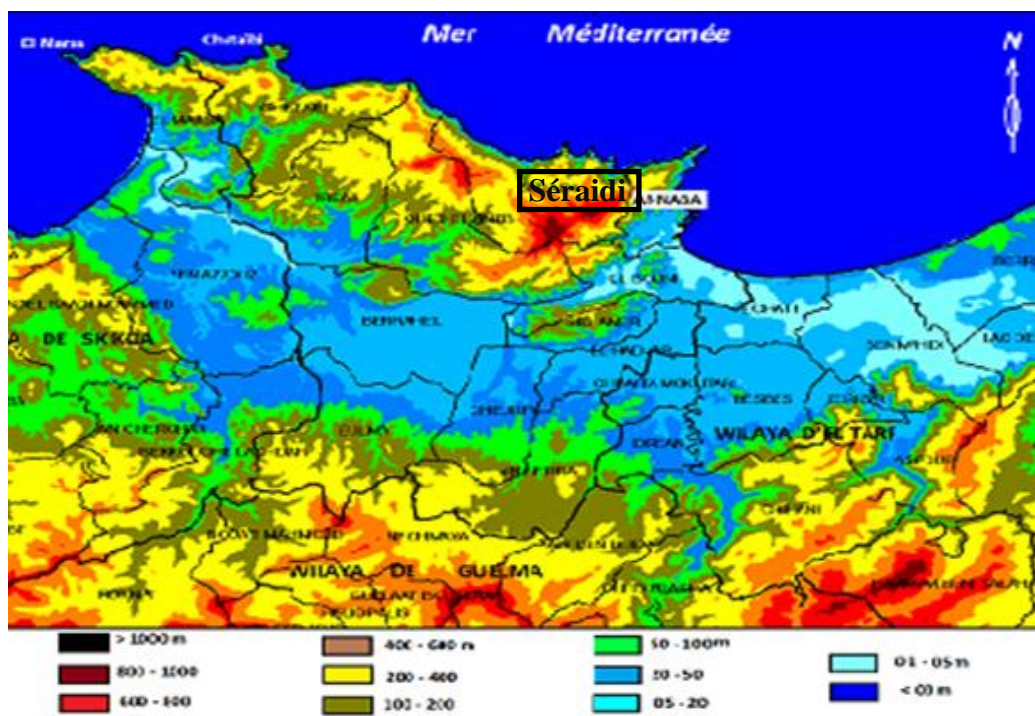


Figure.02. Croquis orographiques de la région d'étude. Source : MNT Google maps

2.1.2.2. Les sols :

L'étude pédologique de la forêt domaniale de l'Edough a fait ressortir plusieurs types de sols répartis dans les classes suivantes :

Classe des sols peu évolués.

Classe des sols à sesquioxyde de fer.

Classe des sols brunifiés (DGRF, 2006).

2.1.2.3. Réseaux hydrographique

S'élevant à 1008 m, Djebel d'Edough constitue le point culminant de ce massif montagneux et presque escarpé sur tout son versant Nord. Les principales lignes de crête ont une orientation générale Est-Ouest, mais le réseau hydrographique danse conjugué à l'irrégularité du relief donne un terrain accidenté. L'altitude décline d'Est en Ouest en ayant comme repère le point 1008 m ou culmine le massif.

Par ailleurs, le réseau hydrographique très danse et très ramifié, est caractérisé par des cours d'eau se justifie par la pluviométrie importante que reçoit cette zone (DGRF, 2006).

2.1.2.4. Éléments de la climatologie générale

Le massif de l'Edough est situé sur la frange littorale de la région d'Annaba à plus de 800 m d'altitude.

La présente étude a été faite selon l'observation effectuée au niveau de la station météorologique de Séraïdi durant la période 2001 -2011.

Tableau.01. Situation géographique de la station météorologique de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2010)

Altitude (m)	Longitude	Latitude	Période d'observation
870	07 ° 41'E	36° 55'N	2001/ 2011

Dans notre étude, on s'est basé sur des facteurs très importants à l'étude climatologique qui sont :

La Température :

La température est un facteur très important régissant le phénomène d'évapotranspiration et le déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

Le tableau 02 donne la répartition mensuelle des températures moyennes recueillies à la station météorologique de Séraïdi durant une période de 10 ans (2001-2011).

Tableau.02. Températures moyennes mensuelles en (mm) station Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
2001-2002	9,1	7,8	17,6	11,8	15,8	22,5	25,5	25,5	19,4	21,0	11,1	7,1	16,18
2002-2003	7,6	8,8	10,6	13,1	17,1	23,9	23,8	23,6	19,9	17,8	12,4	9,7	14,95
2003-2004	6,7	5,9	10,1	13,7	17,3	25,4	28,3	28,1	20,1	18,0	12,6	7,7	16,16
2004-2005	7,5	9,2	10,2	11,9	14,5	21,2	2,9	25,8	21,2	20,4	10,1	8,2	13,59
2005-2006	5,0	3,9	10,8	12,7	19,6	22,8	25,2	22,9	18,8	17,9	12,1	6,9	14,88
2006-2007	5,5	6,8	11,5	15,5	19,7	24,0	26,1	22,7	21,2	19,8	13,5	9,1	16,28
2007-2008	10,2	9,0	9,0	13,7	17,6	21,8	25,2	24,8	20,6	16,0	10,8	7,4	15,51
2008-2009	8,7	8,8	9,2	13,8	17,3	20,7	25,2	25,6	21,2	17,4	11,1	7,3	15,05
2009-2010	7,2	6,2	10,9	11,1	18,8	22,5	27,1	25,5	19,8	15,2	13,9	10,6	15,73
2010-2011	7,6	9,4	11,1	13,2	15,1	19,7	25,1	24,3	19,6	17,0	11,5	9,4	15,25
Moyenne mensuelle	7,51	7,58	11,10	13,05	17,3	22,6	23,4	24,8	20,2	18,0	11,9	8,3	15,49

Le tableau ci-dessus, montre la variation des températures de 2001 à 2011. On remarque une température minimale au mois de janvier (7,51°C) et une maximale au mois d'Aout (24,8°C) avec une température moyenne mensuelle égale à 15,49°C.

Les précipitations

La pluie est un facteur très important à l'étude climatologique conditionnant l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des sources. Les données recueillies à la station de Séraïdi sur une période de 10 ans (2001-2011) sont données par le tableau suivant.

Tableau.03. Précipitations mensuelles (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Préc annuelle
01-02	267,9	108,5	28,7	72,3	44,9	17,0	00	4,30	52,10	5,00	181,6	147,2	229,50
02-03	65,9	75,9	71,4	74,8	29,9	18,0	28,1	48,4	44,6	122,5	235,7	265,1	1080,30
03-04	403,6	168,5	66,1	270	25,5	00	00	00	107,2	68,0	69,50	365,3	768,90
04-05	244,4	43,1	122,0	154	37,3	30,7	00	00	42,7	14,6	147,6	72,8	909,40
05-06	249,8	274,2	132,6	189	11,5	4,8	8,2	44,1	45,2	21,2	103,1	387,0	636,80
06-07	218,2	128,6	96,6	47,1	39,0	3,6	00	16,6	29,8	40,0	130,5	373,3	1123,30
07-08	64,1	108,5	334,4	61,4	17,3	93,1	22,0	74,0	81,6	196,6	165,2	251,9	1470,10
08-09	34,8	27,0	239,3	39,5	53,8	13,4	10,1	00	113,5	70,6	122,4	250,6	975,00
09-10	134,6	36,5	32,0	82,0	32,8	00	00	20,0	21,3	47,1	57,8	76,4	540,50
10-11	270,4	121,1	135,0	60,1	57,4	32,2	00	5,7	54,8	255,3	253,3	110,2	1355,50
Moy mens	195,3	109,2	125,8	105	34,9	21,3	6,90	21,3	59,3	84,09	146,7	229,9	978,93

Ce tableau montre que la précipitation moyenne annuelle est de 978,93 mm/an. La variation des précipitations est importante d'un mois à un autre. Les mois de décembre et janvier sont les mois où on enregistre le maximum des précipitations (jusqu' à 229,9 mm), le minimum est enregistré au mois de Juillet (6,90 mm).

Distribution interannuelle des précipitations mensuelles :

La variation des précipitations en fonction du temps sont importantes. En effet, on peut remarquer une grande différence entre l'année la plus arrosée (2007/2008) avec 1470 mm et seulement 540,50 mm de pluies enregistrés lors de l'année (2009/2010), qui est la plus sèche (tableau 04).

Tableau.04. les précipitations de l'année humide (2007/2008) et l'année sèche (2009/2010) [AS : Année Sèche ; AH : Année Humide ; Ob : Observation]. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)

Mois Année	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jul	Aout	Total	Ob
2009-2010	21,3	47,1	57,8	76,4	134,6	36,5	32,0	82,0	32,8	00	00	20,0	540,50	AS
2007-2008	81,6	196,6	165,2	251,9	64,1	108,5	344,4	61,4	17,3	93,1	22,0	74,0	1470,10	AH

Coefficient pluviométrique :

Ce paramètre climatique, joue un rôle très important dans la détermination des années excédentaires et déficitaires.

Il est calculé par la formule suivante :

$$H = \frac{Hi}{\hat{H}}$$

H : coefficient pluviométrique.

Hi : Pluviométrie de l'année considérée.

\hat{H} : Pluviométrie moyenne pour une période de n années.

Le coefficient pluviométrique est en relation proportionnelle avec la pluviométrie.

Plus le coefficient pluviométrique est grand ($H > 1$), plus l'année correspondante est excédentaire et plus le coefficient pluviométrique est petit ($H < 1$), plus l'année correspondante est déficitaire.

Les valeurs des coefficients pluviométriques présentées dans le tableau (05) mettent en évidence des années excédentaires et des années déficitaires.

Pour la station de Séraidi, on remarque 06 années déficitaires : 2001/2002 ,2003/2004 ,2004/2005 ,2005/2006 ,2008/2009 ,2009/2010, et 04 années excédentaires : 2002/2003 ,2006/2007 ,2007/2008 ,2010/2011, avec un maximum de 1470 mm en 2007/2008 et minimum de 540,50 mm en 2009/2010.

Tableau.05. Coefficients Pluviométriques de la station Séraidi. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)

Années Hydrologiques	Hauteur annuelle de pluie en mm (Hi)	Coefficients pluviométrique (H)
2001-2002	929.50	0.95
2002-2003	1080.30	1.10
2003-2004	768.90	0.78
2004-2005	909.40	0.92
2005-2006	636.80	0.65
2006-2007	1123.30	1.14
2007-2008	1470.10	1.50
2008-2009	975.00	0.99
2009-2010	540,50	0.55
2010-2011	1355,50	1.38

Synthèse et classification du climat

Exprimé en courbes juxtaposées, le diagramme met en relation $P= 2T$.

A partir des données concernant les précipitations mensuelles moyennes (**P**) ainsi que celle de température (**T**), l'analyse de la courbe ombrothermique (Figure 04) durant une période de 10 ans (2001-2011), montre que la région d'étude est soumise à un climat méditerranéen caractérisé par deux saisons distinctes :

L'une humide marquée par une forte pluviosité allant du début du mois de Septembre jusqu'au début de Mai par de faibles températures.

L'autre est sèche, relativement courte s'établant de la fin du mois Mai jusqu'au début de mois de Septembre.

Tableau.06. Températures moyennes mensuelles ($2T^{\circ}C$) ; Précipitations mensuelles (mm) de la station Séraidi. (D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
T(°C)	15,02	15,16	22,2	26,1	34,56	45,28	46,8	49,96	40,36	36,1	23,82	16,68
P(mm)	195,37	109,2	125,8	105,1	34,94	21,28	6,84	21,31	59,28	84,09	146,7	230

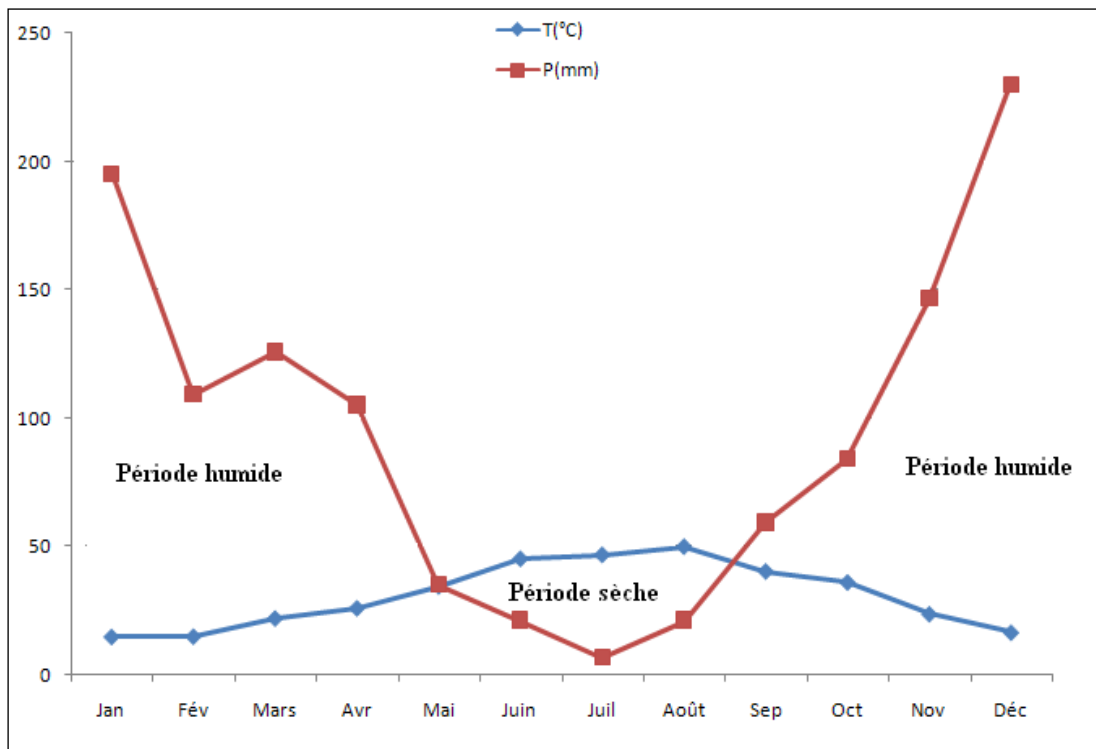


Figure.03. Diagramme Ombrothermique de la station Séraïdi (2001/2011).

Emberger a réalisé un climagramme où l'on trouve l'ensemble de ces étages associés chacun à la température moyenne minimale au mois le plus froid et le coefficient pluviométrique correspondant. Ce climagramme permet de caractériser le climat d'une région et le classer dans un étage bioclimatique.

Calcul du quotient pluviométrique d'Emberger :

Le calcul du quotient pluviométrique « Q_2 » d'Emberger est pour déterminer l'étage bioclimatique de la région ; Ce quotient pluviométrique d'Emberger « Q_2 » est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat.

La formule utilisée pour le calcul est la suivante :

$$Q_2 = \frac{2000P}{(M - m)}$$

P : Précipitation annuelles en mm.

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré de Kelvin (°K) ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré de Kelvin (°K).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau.07. Données concernant le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

La région	M (°K)	m (°K)	P (mm)	Q ₂	Période
Séraïdi	301,61	278,02	978,93	143,20	2001-2011

Situation de la zone d'étude dans le climagramme d'Emberger :

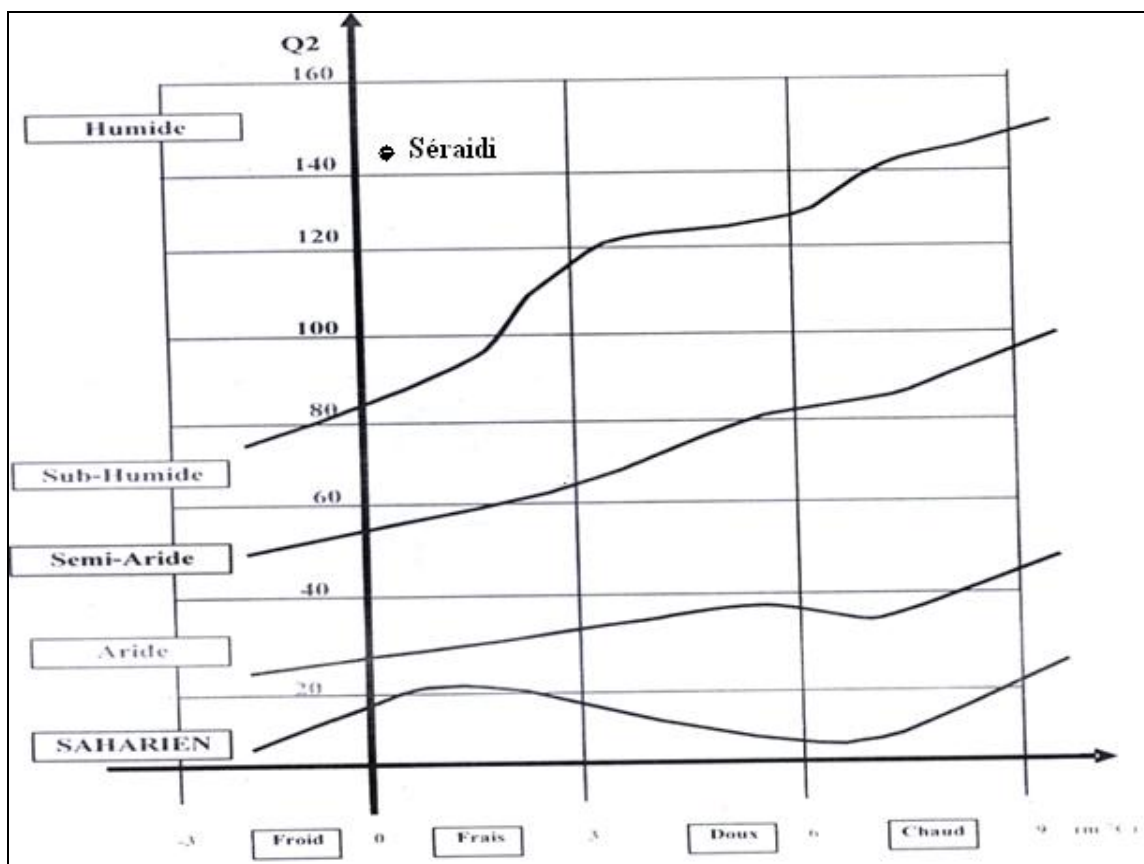


Figure.04. Situation de la région d'étude dans le Climagramme d'Emberger (1955).

Humidité relative :

L'humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle enregistrée au niveau de la station météorologique de Séraidi durant la période (2001-2011).

Tableau.08. Humidité de l'air moyenne mensuelle et annuelle en (%) de la région de Séraidi.
(D'après la station météorologique de Séraidi 2001-2011)

Mois Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
2001-2002	72	75	60	75	75	54	55	58	81	65	84	84	69,83
2002-2003	75	78	75	72	61	50	62	67	75	66	75	81	69,75
2003-2004	89	85	75	77	74	53	53	48	81	75	80	83	72,75
2004-2005	87	74	78	76	76	65	62	58	69	56	89	85	72,92
2005-2006	87	86	73	72	62	63	61	65	77	73	77	85	73,42
2006-2007	80	83	68	67	65	51	57	71	65	64	77	85	69,42
2007-2008	74	83	82	77	70	69	56	59	74	84	79	87	74,50
2008-2009	79	80	80	68	71	69	61	60	67	74	77	84	72,50
2009-2010	86	78	72	78	67	55	49	61	29	83	62	73	66,08
2010-2011	82	74	74	80	72	72	62	64	77	68	81	68	72,83
Moyenne mensuelle	81,1	79,6	73,7	74,2	69,3	60,1	57,8	61,1	69,5	70,8	78,1	81,5	71,40

Le mois le plus sec de l'année est juillet avec l'humidité relative moyenne de l'air égale à 57,8 %, les mois les plus humides sont décembre et janvier dont l'humidité relative varie dans les limites de 81,10 à 81,50 %.

Les vents :

Le vent est l'un des éléments les plus déterminants des régimes pluvieux, de l'évaporation et par conséquent du climat. D'après les données de la station météorologique de Séraidi, les vents dominants sont du Nord au Sud. Pour caractériser le régime des vents nous avons dépouillés les données de la station météorologique de Séraidi.

Tableau.09. Vitesse moyenne mensuelle du vent en (m/s)de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois Année	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
2001-2002	2,2	1,8	1,7	1,3	0,7	0,4	0,8	0,5	1,1	0,6	1,9	2,4	1,28
2002-2003	12	17	2,3	1,6	1,3	0,3	1,3	1,0	1,3	1,5	3,1	2,4	3,89
2003-2004	3,5	2,1	1,2	3,6	1,9	1,6	1,6	1,5	3,1	3,4	2,4	5,8	2,64
2004-2005	7,5	3,9	3,5	4,3	3,1	2,5	1,4	1,7	3,1	1,8	3,2	5,5	3,46
2005-2006	4,6	5,8	3,0	2,9	2,4	1,9	1,4	2,7	1,9	1,3	3,4	3,5	2,90
2006-2007	2,8	3,9	6,1	3,6	1,6	2,4	0,7	1,4	2,8	3,4	3,1	2,3	2,84
2007-2008	3,1	5,4	2,3	2,9	3,6	1,6	0,9	1,7	2,2	3,4	4,2	3,7	2,92
2008-2009	2,5	1,5	5,2	4,5	3,0	2,0	1,9	0,5	2,5	1,8	4,6	4,5	2,88
2009-2010	4,8	4,4	3,0	3,3	1,8	1,8	1,1	1,4	1,9	3,4	3,2	6,6	3,06
2010-2011	5,7	6,3	3,2	2,9	3,5	2,4	1,9	1,7	3,4	3,7	5,4	5,9	3,83
Moyenne mensuelle	4,87	5,21	3,24	3,09	2,29	1,69	1,30	1,41	2,33	2,43	3,45	4,26	2,96

La vitesse moyenne annuelle du vent est 2,96 m/s. La vitesse moyenne mensuelle minimale du vent est de 1,30 m/s (Juillet), celle moyenne mensuelle maximale atteint 5,21 m/s (Février).

Evaporation du plan d'eau :

C'est la quantité d'eau évaporée ou transpirée par le sol, et les végétaux. Voici des valeurs de l'évaporation du plan d'eau d'après la station météorologique de Séraïdi (en millimètre).

Tableau.10. Evaporation moyenne mensuelle en (mm) de la région de Séraïdi. (D'après la station météorologique de Séraïdi 2001-2011)

Mois Année	Jan	Fév	Mar s	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyenne annuelle
2001-2002	64,0	49,4	126	56,7	80,2	145	173	152	61,4	111,	36,6	133	99,06
2002-2003	37,8	39,1	50,2	59,3	95,5	13,9	11,2	97,3	62,3	74,8	54,2	31,6	52,27
2003-2004	22,1	20,0	42,2	52,5	61,1	131	149	164	52,7	61,1	37,7	28,6	68,50
2004-2005	27,6	45,4	39,9	40,8	46,2	82,2	118	129	81,1	101	20,4	25,2	63,07
2005-2006	15,8	18,4	52,8	53,6	96,3	95,7	124	100	60,0	50,7	39,6	22,3	60,77
2006-2007	21,4	21,9	86,5	67,6	85,5	14,4	135	73,0	79,5	79,6	41,1	24,5	58,59
2007-2008	42,7	23,4	30,3	41,5	68,2	86,0	121	118	63,5	36,5	37,9	20,9	57,49
2008-2009	29,2	28,7	38,1	66,5	71,2	80,8	12,7	112	82,5	50,8	42,3	22,9	53,14
2009-2010	21,3	26,7	43,5	55,9	77,1	114	156	110	44,4	35,6	62,4	56,5	67,95
2010-2011	22,1	20,0	42,2	52,5	61,1	131	149	164	52,7	61,1	37,7	28,6	68,50
Moyenne Mensuelle	30,4	29,3	55,2	54,56	72,9	89,4	115	122	64,1	66,2	40,9	39,7	64,94

La moyenne mensuelle annuelle de la quantité d'eau évaporée dans la région de Séraïdi est 64,94 mm/an. La grande quantité d'eau évaporée est enregistrée au mois d'Aout (122 mm), et on remarque que la quantité d'eau évaporée est diminuée au mois de Février (29,3 mm).

2.1.2.5. Diversité écologique et végétation

La couverture végétale du massif de l'Edough est constituée essentiellement d'essences forestières à savoir ; (Chêne-Liège, Chêne-Zeen, Pin-Manitime) et d'autre espèces secondaires moins répandues (**DGRF, 2006**).

La faune du massif de l'Edough n'est plus la même l'Ours et le Lion ont complètement disparu, le dernier Lion tué en Algérie, l'a été dans l'Edough vers 1890. On signale parfois une Panthère, mais il reste des Sangliers, des Chacals, des Renards, des Chats sauvages, des Porcs-qui-piques et quelques Lièvres. Parmi les oiseaux on peut citer, la Bus, l'Epervier, le Pigeon ramier, le Merle, la Grive et le Geai (**DGRF, 2006**).

2.1.2.6. Présentation des sites d'étude

Pour évaluer l'état sanitaire de cette forêt nous avons choisi la subéraie d'El-Berouaga et la subéraie de Sidi-Temem situées au niveau du village de Séraïdi, dont le choix à été basé sur les critères suivants : la possibilité d'accéder aux sites d'études, la présence d'une subéraie homogène.

- La subéraie de Sidi-Temem située au Sud du village de Séraïdi à 822 m d'altitude près de la station Téléphérique, le peuplement du chêne-liège présente un aspect dominant (pure), avec un sous bois composé des espèces suivantes ; Ronce, Daphnée et le Trèfle blanc.

Ce site localisé dans une zone qui présente une forte pente mais la présence d'une végétation dense interdit le ruissellement diffus et par la même favorise l'érosion linéaire, la fréquentation humaine reste importante.

- la subéraie d'El Berouaga située au Nord du village de Séraïdi à 788 m d'altitude, le peuplement du chêne-liège n'est pas mélangé avec d'autres essences, avec un sous bois composé de ; Daphnée, Ronce et le Trèfle blanc.

Ce site localisé dans une zone qui présente une faible pente et même une faible fréquentation humaine mais la présence du pâturage reste importante.

On signale la présence des Sangliers, des Chats sauvages et aussi la présence des oiseaux qu'on peut citer le Pigeon et le Merle au niveau des deux sites d'étude.

Tableau.11. Situation géographique des sites d'études .source Google Earth

	Longitude	Latitude	Altitude (m)
Sidi Temmem	07 ° 41' 00,97'' E	36° 54' 33,73'' N	822
El Berouaga	07 ° 41' 32,16'' E	36° 54' 52,78'' N	788



Photo.01. La subéraie Sidi -Temmem.



Photo.02. La subéraie d'El Berouaga.

2.1. Le Matériel Biologique :

- Le Chêne-liège :

Le chêne-liège est une espèce très polymorphe, il existe 14 formes ou races Nord-africaines dont la race marocaine et la race numidienne.

Le chêne-liège (*Quercus suber* L) est une espèce typiquement méditerranéenne, endémique de la Méditerranée occidentale, elle est décrite pour le premier foie par Linnee en 1753 (**Nativadade, 1956**).

Le liège est un produit naturel provenant de l'écorce du chêne liège, c'est une masse homogène de cellules mortes liées par une substance grasse le rendant imperméable à l'eau et aux gaz, d'où son utilisation par les fabricants de boissons.

Cette caractéristique donne au liège des propriétés très utiles pour l'industrie : un faible poids, une grande élasticité et une grande résistance mécanique. Autrement dit, c'est un assemblage de cellules remplies d'air (42 millions par cm³), dont deux sont parfaitement étanches, ce qui explique qu'en dehors de sa légèreté et son élasticité, il bénéficie d'une caractéristique isolante contre la chaleur (empêche la propagation du feu), le froid, le son et les vibrations. C'est aussi un produit abrasif qui sert à polir le cristal (**Yessad, 2000**).

La taxonomie retenue pour le chêne liège est la suivante :

Règne : végétal

Ordre : Fagales

Embranchement : Spermaphyte

Famille : Fagaceae

Sous embranchement : Angiosperme

Sous famille : Quercoïdeae

Classe : dicotylédones

Genre : *Quercus*

Sous classe : Apétales

Espèce: *suber* (L.)

En Algérie, le chêne liège est reconnu selon les noms suivants :

El Féline : cette dénomination est probablement due au fait de la dénomination grecque Phelloderus (Phellos : liège)

Aqchouch: dans les régions de grande Kabylie.

Fernane: dans les régions de petite Kabylie (**Bouhraoua et al. 2002**).

Belloute : dans notre région d'étude.

Principales caractéristiques botaniques

- Allure générale

Le chêne-liège est un arbre de taille moyenne 10 à 15m, peut atteindre 20 à 25m, il présente un tronc robuste atteignant 4 à 5m de circonférence, la cime est irrégulière, s'étalant en longueur, l'arbre présente un couvert léger laissant passer la lumière (**Fraval, 1991**).

- Longévité

La longévité du chêne liège varie selon les conditions du milieu physique, il peut fêter 500 anniversaires, mais les levées successives de liège diminue fortement cette remarquable longévité qui, compte tenue de l'état de dégradation des subéraies (abandon, feu successifs,...) est descendu à environ 150 à 200 ans, les levées successives de liège, avec des rotations de 9 à 11 ans, sont possibles jusqu'à 150 à 200 ans (**Nativadade, 1956**).

- Feuilles

Les feuilles présentent un polymorphisme très marqués, généralement coriaces, plus au moins dentées ou pas, ovales, assez souvent renflées, vertes foncées et glabres sur leurs parties supérieures, grises, blanchâtre et duveteuses sur leurs parties inférieures.

Les feuilles sont pseudo sempervirentes, elles ont plus d'un an, meurent et tombent quelques mois après le développement des jeunes feuilles. Leurs tailles varient de 3 à 6cm en longueur et de 2 à 4cm en largeur. Le pétiole peut atteindre 2cm (**Boudy, 1950, Nativadade, 1956 et Maire, 1961**).

Selon **Yessad (2000)**, l'arbre peut perdre la totalité de ces feuilles après une forte glandée, à la suite de conditions atmosphériques défavorables ou après une récolte exagérée de liège.

- Fleurs

Le chêne-liège est monoïque et allogame, les fleurs mâles pendent en chatons (de 4 à 8cm de long à l'extrémité des rameaux de l'année précédente, elles sont longues de 4 à 8cm (**Fraval, 1991**). Les fleurs femelles sont de petites boutons écailleux qui poussent isolés ou en groupe de trois ou maximum sur les rameaux de l'année en cours. Le climat et l'exposition conditionnent la floraison qui commence dès l'âge de 12-15 ans et se déroule entre la fin Avril et la fin Mai (**Piazzetta, 2005**).

- Fruits

Le fruit de chêne liège présente une forme et des dimensions très variables 2 à 5 cm en longueur et 1 à 2 cm en largeur. La maturation des glands a lieu dans l'année de floraison, les glands tombent en Octobre et Novembre, parfois jusqu'à Janvier (**Pizzetta, 2005**). Selon **Saccardy (1937)**, la fructification commence dès l'âge de 15 ans. Les bonnes glandées se répètent tous les 2 ou 3 ans. Les glands sont amers, ils sont rarement consommés par l'homme, mais ils constituent un aliment du choix pour le bétail et le sanglier.

- Rameaux

Le houppier est constitué d'un couvert léger en raison de son feuillage grêle et de sa ramification peu serrée. L'arbre développe un port large et étalé, en situation isolée, une forme arrondie, étroite et haute. Les rameaux sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux (**Piazzetta, 2005**).

- Ecorce (liège)

Le liège est un tissu parenchymateux formé par l'assise subero-phellodermique, il couvre le tronc et les branches. Le liège de première formation (liège mâle) est dur, crevassé et à peu de valeur, il représente une bonne protection contre le feu.

Le liège de qualité (liège femelle de reproduction) se forme après enlèvement du premier et atteint l'épaisseur commercialisable de 30mm au bout d'une douzaine d'années. On le prélève ensuite tous les 9-15 ans (démasclage) (**Fraival, 1991**).

- Racines

L'enracinement est constitué par un puissant et profond pivot, la longueur maximale observée pour cette partie traçante est de 32cm. Le chêne liège est capable d'opposer une concurrence radriculaire à toutes les espèces phanérogames du tapis végétal.

L'enracinement se développe fortement et avec rigueur au détriment de la tige dans les premières années. Atteignant jusqu'à 55 à 60cm. Il permet l'approvisionnement en eau et en élément minéraux, et peuvent s'emmêler avec les racines des arbres voisins (échange des substances nutritives) (**Sauvage, 1961**).

Aire naturelle de répartition de chêne liège

- Aire mondiale

Les exigences très précises en climat et en qualité du sol du chêne liège font que son aire de croissance naturelle mondiale s'établit sur le pourtour du bassin méditerranéen sur la façade atlantique du Portugal entre les latitudes Nord 31° et 45° (**Natividade, 1956**).

La répartition mondial du chêne liège est représentée sur la carte (comporte ainsi les territoires suivants :

-Sur la façade atlantique, trois taches principales :

L'une en France, l'autre au Portugal et en Espagne et enfin dans le nord ouest du Maroc

- Trois autres taches le long des cotes de la méditerranée occidentale en France (la Corse), en Italie (la Sicile et la Sardaigne), en Afrique du nord (Maroc, Algérie, Tunisie) (**Chiheb et Aouadi, 1998**).

Natividade (1956) souligne que la limite vers le nord dépasse à peine le 44^{ème} parallèle en Algérie et en Tunisie, ne descend pas la 36^{ème} parallèle, alors qu'au Maroc, en raison de l'influence océanique, la limite du chêne -liège descend au-delà de la 33^{ème} parallèle.

La subéraie mondiale compte d'environ 1 704 000 hectares (Yessad, 2000), répartis exclusivement sur sept pays.

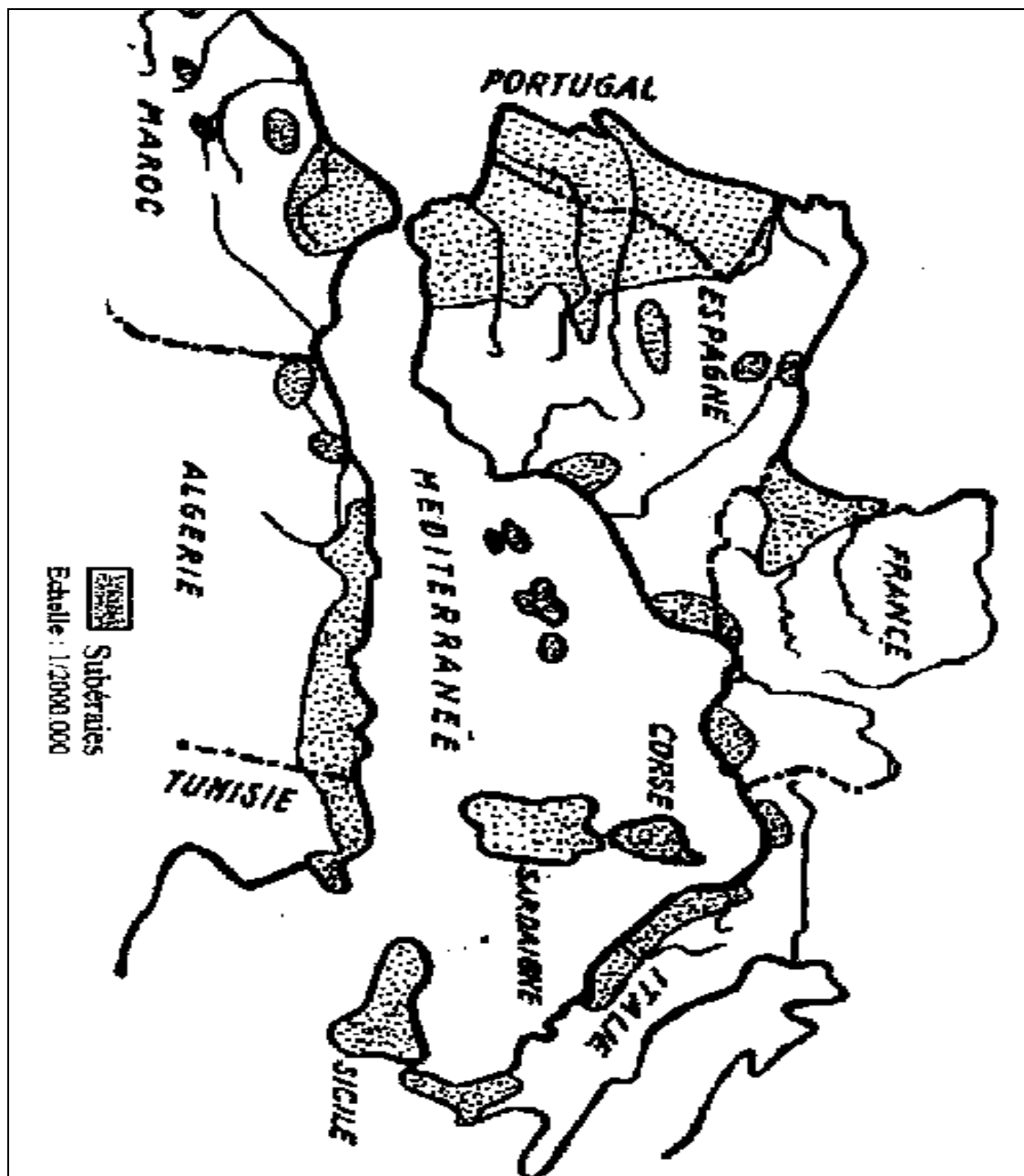


Figure.05. Aire naturelle de répartition du chêne liège (Natividade, 1956).

- Aire de répartition Algérienne

En Algérie, la forêt du chêne liège est localisée entre le littoral est une ligne passant approximativement par Tizi-Ouzou, Kherrata, Guelma et Souk-Ahras. Il est également représenté à l'ouest dans la région de Tlemcen et Mascara (Fig.06) (DGF, 2003).



Figure.06. Aire naturelle de répartition algérienne du chêne-liège (DGF, 2003).

La subéraie Algérienne couvre une superficie de 440.000 h ce qui représente 11% de la superficie forestière Algérienne et 18% de la subéraie mondiale (DGF, 2003).

En Algérie, les principales subéraies algérienne sont située essentiellement en zone subhumide et humide au nord, et entre l'algérois et la frontière Tunisienne, où elles s'étendent de la mer jusqu'à 1200 m d'altitude (Zeraia, 1981). A l'ouest algérien la superficie occupée par la subéraie passe de 9400 ha dans les années 50 pour atteindre environ 6000 ha (Bouharaoua, 2003).

Tableau.12. Répartition et superficies des peuplements de chêne-liège en Algérie (Yessad, 2000).

Subéraie orientale	Skikda	40 000 ha
	Jijel - El-Milia	40 000 ha
	Guelma	20 000 ha
	Annaba - El-Tarf	30 000 ha
	Tizi-Ouzou	10 000 ha
	Bouira	1 5 00 ha
Subéraie occidentale	Tlemcen	2 000 ha
	Chleff	3 000 ha
	Médéa	200 ha
	Blida	1 000 ha

Exigences écologiques de chêne-liège

-Les facteurs édaphiques

Le chêne liège est une espèce calcifuge préfère les sols siliceux tel que les grés numidiens (Algérie, Tunisie) et les sables pliocène (Maroc) ou à la rigueur argilo siliceux. Cependant, des populations de chêne liège ont été observées sur des sols calcaires en Italie (**Marion, 1951**).

Il s'accommode de sols peu fertiles, superficiels ou lourds (riches en argile), mais recherche plutôt des textures légères (sables), bien aérés et riche en matière organique.

Les contraintes édaphiques sont responsables d'une bonne part du taux d'échecs des plantations des semis du chêne-liège, Ces derniers s'installent d'autant plus facilement que la couverture de sable est moins épaisse (**Boudy, 1951 ; Lepoutre, 1965**).

Le tassement du sol par le piétinement fréquent rend difficile l'opération d'enracinement (**Hasnaoui, 1995**).

- La température

C'est une essence relativement thermophile, elle demande des températures douces, dont l'optimum se situe entre (13°C et 18°C), les amplitudes thermiques du chêne liège comprises entre -9°C et 40°C (**Boudy, 1952**).

-L'humidité

C'est une essence xérophile, le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'eau moins de 60% même en saison sèche, et une précipitation annuelle comprise entre 400 mm et 700 mm (**Alatou et al, 2005**).

- La lumière

Le chêne liège est une espèce héliophile, il exige une forte insolation. Des observations quantifiées, confirment que la survie des semis et leur croissance augmente sensiblement avec l'éclairement relatif (**Chollet, 1997**).

- **L'altitude** : L'aire de développement du chêne-liège dépend du relief, il pousse à une altitude pouvant atteindre 1550 m en Algérie, mais ne prospère bien que jusque vers 900-1000 m (**Debeaccorps, 1956**).

- Economie du liège

Le liège provient de six pays principaux qui sont : le Portugal, l'Espagne, l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la France, près de 80 % de la production mondiale annuelle provient des trois premiers pays cités ci-dessus. Alors que l'Union Européenne est le premier producteur et consommateur mondial de liège, le secteur traverse actuellement une crise grave liée à des difficultés d'approvisionnement en matière première de qualité. En effet, l'état des subéraies se dégrade, d'une part parce que les prix offerts à la production ne sont pas incitatifs, d'autre part leur gestion s'intégrait dans des systèmes agro-sylvo-pastoraux actuellement perturbés (**Chollet, 1997**).

2.3. Relevés caractéristiques des arbres

Afin de caractériser le peuplement de chêne-liège de notre sites d'études, nous avons effectué sur terrain et au laboratoire plusieurs relevés de différentes natures (observations et notes, mesures et analyses). Ces relevés sont répartis en deux grandes catégories, l'une caractérisant les stations d'observations (relevés stationnelles) et l'autre les arbres-échantillons (relevés caractéristiques des arbres).

Dans la présente étude, 2 sites ont été choisis avec 30 arbres chacun. La sélection des arbres échantillons est parfaitement neutre puisqu'on les a choisis sans tenir compte de leur état sanitaire apparent. A partir du premier arbre repéré indifféremment dans le peuplement, le reste des arbres a été sélectionné par la méthode du plus proche voisin (**Bouhraoua, 2003**). Chaque arbre sélectionné a été numéroté à une peinture blanche non toxique. grosse.

Les mesures effectuées sur les arbres échantillons sont regroupées en classes déterminant, ainsi deux types de relevés:

Relevés dendrométriques

Ils déterminent la croissance des arbres et contiennent des mesures de la circonférence du tronc prise à 1,30 m du sol (au mètre ruban), la hauteur de l'arbre (estimation visuelle) et la hauteur des premières branches (au mètre ruban) (**Bouhraoua, 2003**).

Relevés d'exploitation:

Ils caractérisent la qualité avec laquelle le liège a été exploité. Ils comportent des mesures de la hauteur d'écorçage de la dernière levée, le nombre d'écorçages (en comptant le nombre de couches de liège apparentes), la circonférence à hauteur d'homme (1,70m) et le coefficient de démasclage « Cd ». Cet indice s'obtient en divisant la hauteur démasclée par la circonférence à hauteur d'homme.

$$\text{Cd} = \text{hauteur démasclée} / \text{circonférence à hauteur d'homme}$$

En ce qui concerne la méthode adoptée pour l'évaluation de l'état sanitaire du peuplement de chêne-liège, elle consiste essentiellement à examiner chaque partie des arbres échantillons. Cet examen est réalisé sur le houppier des arbres, le tronc, les branches, les feuilles, les rameaux et les glands (**D.S.F., 1991b, Bakry et Abourouh 1996 a**).

2.3.1. L'examen de la cime

Consiste à évaluer visuellement la vitalité des arbres du site et par conséquent l'état sanitaire des forêts. Pour cela, une observation automnale (fin Septembre et début Octobre) est réalisée pour l'appréciation de la réponse des arbres à certaines conditions écologiques défavorables de l'été. L'examen de la cime permet de mettre en évidence deux principaux symptômes : la défoliation (la perte foliaire) et la décoloration (coloration anormale) qui sont considérés le plus comme des indicateurs, que de véritables mesures de la vitalité (**Landmann, 1988; Bonneau et Landmann, 1988**).

La défoliation

Traduit la perte éventuelle de feuilles dans la partie fonctionnelle de la cime. Selon **Bouhraoua (2003)**, sa notation repose sur l'examen de la ramification d'abondance et l'état physiologique des branches et des rameaux. L'estimation de la perte des feuilles consiste à découper la cime de l'arbre en zones homogènes, à estimer les pertes par zone et définir ensuite la note. Les différentes notes ainsi obtenues sont regroupées en 5 grandes classes (Tableau 13).

Tableau.13. Classes de notation de la défoliation et les principales catégories d'arbres atteints.

Classes	% du feuillage affecté	Signification des classes	Classes	Catégorie sanitaire
1	0-10 %	Arbre non défolié	1	arbre sain
2	15-25 %	Arbre faible défolié		
3	30-60 %	Arbre modérément défolié ou modérément dépérissant	2	arbre affaibli
4	65-95 %	Arbre fortement défolié ou dépérissant	3	arbre dépérissant
5	100 %	Arbre mort ou sec	4	arbre mort

La décoloration

Traduit un changement par rapport à la coloration habituellement observée sur le feuillage du chêne-liège (vert foncé lustré). Elle est notée par rapport au feuillage présent. Afin d'évaluer la décoloration, on procède comme suit: on découpe le houppier en 4 zones égales, on estime quelle proportion du feuillage de chaque zone présente une coloration anormale et on fait la somme des 4 zones pour définir la note (Tableau14) (**Bouhraoua, 2003**).

Tableau.14. Classes de décoloration des feuilles.

Classes	Proportion de feuillage décoloré	Signification des classes	Catégorie de coloration
1	1 - 10 %	Pas de décoloration	Coloration normale
2	15 - 25 %	Faiblement décoloré	Coloration anormale
3	26 - 60 %	Modérément décoloré	
4	> 65 %	Gravement décoloré	
5	100%	Très gravement décoloré	

L'indice de dépérissement (ID)

Permet d'exprimer d'une façon directe l'état général du peuplement à partir de l'ensemble des arbres pris individuellement (**Bouhraoua, 2003**).

$$ID = \frac{(n1.p1) + (n2.p2) + (n3.p3) + (n4.p4)}{N}$$

N_i : Nombre d'arbres de la classe i

P_i : Poids de la classe i (1 si $i = 1$, 2 si $i = 2$)

N : Effectif total d'arbres observés dans la station.

Ainsi, nous distinguons 4 niveaux de dépérissement en fonction des valeurs obtenues (Tableau 15).

Tableau.15. Principales catégories de dépérissement du peuplement du chêne-liège prises en compte en fonction de l' « ID ».

Indice de dépérissement (ID)	Statut sanitaire
$ID < 1,5$	Non dépérissant ou sain
$1,6 < ID < 2,0$	En début de dépérissement
$2,1 < ID < 2.5$	En dépérissement assez grave
$ID > 2,6$	En dépérissement grave ou fortement dépérissant

2.3.2. L'examen du tronc et des branches

Il consiste en des observations visuelles sur une hauteur ne dépassant pas les 3m. Ces observations sont effectuées en automne. D'après **Bouhraoua (2003)**, chaque tronc est observé et décrit à l'aide d'un certain nombre de paramètres résumés dans le Tableau 16.

Tableau.16. Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc et branches.

Descripteurs	Notes	Signification des notes
Présence de crevasses	1 - 4	1 (aucune), 2 (faible : 1- 10% de surface crevassée) 3 (moyenne; 11- 25%), 4 (forte : > 25%)
Ecoulement divers	1 - 4	1 (aucune), 2 (faible), 3 (moyen), 4 (important)
Croûte carbonneuse	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
Déformation	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
Trous d'insectes xylophages	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
Suintements noirâtres	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
Flore lichénologique	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
Action de l'Homme	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)

L'examen du tronc

Porte sur deux principaux indices; la présence des crevasses (partie manquante du tronc correspondant au bois altéré) et l'émission des gourmands. Par ailleurs, d'autres indices secondaires sont pris en considération pour l'état du tronc: les déformations d'origine surtout pathologique (tumeurs en particulier) et l'action de l'homme (déliégeage illicite, des blessures diverses et des traces d'incendies).

L'examen de l'écorce et la zone sous corticale

Permet de mettre en évidence la pénétration d'insectes xylophages, d'écoulements d'origines diverses, de nécroses et de croûtes charbonneuses d'origine fongique situées dans les infractuosités (**Bouhraoua, 2003**).

Nous avons pris en considération la qualité de la couche du liège ainsi que la proportion de surface productive détériorée. L'appréciation de la qualité du liège à l'œil nu et au toucher repose respectivement sur sa texture extrême et la difficulté avec laquelle il se décolle de la couche mère : un liège est considéré comme déprécié lors qu'il est sec et se détache aisément par fragmentation. Un liège sain en revanche est élastique et adhère bien à la mère (**Bouhraoua, 2003**).

La proportion de surface détruite est déterminée par rapport à la surface totale de la partie du tronc observée. La proportion ainsi obtenue a été enregistrée en utilisant la notation suivante (Tableau17).

Tableau.17. Classes de notation de la déhiscence du liège.

Note	% de déhiscence
1	0% de déhiscence : tronc complètement sain
2	Faible : 1 à 10 % de surface productive perdue
3	Moyen : 11 à 25 %
4	Assez fort : 26 à 50 %
5	Fort : 50 à 75 %
6	Très fort : > 75 %

La zone sous corticale est observée après écorçage des arbres (âgés, malades ou dépérissant) présentant un début de décollement. Pour ce qui concerne les agents biotiques, on

s'est focalisé sur les champignons phytopathogènes dont les traces sont facilement observées sur les parties ligneuses. Il s'agit des suintements noirâtres dus au Charbon de la mère (*Hypoxylonmediterraneum*), Armillaires, polypores et la flore lichénologique.

2.6. L'examen des feuilles et des rameaux

Au niveau de la partie inférieure de chaque arbre présent dans nos sites d'études, 4 rameaux feuillés de 10 cm ont été sélectionnés selon les 4 points cardinaux, à raison d'un rameau par orientation.

Après avoir effectué une récolte, on procède directement, au laboratoire, à couper les feuilles au hasard des rameaux qu'on a prélevés des arbres échantillons. Ces dernières atteignant le nombre 500 vont être classées selon leur état sanitaire, placées séparément dans des boîtes en plastiques pourvues d'étiquettes (feuilles saines, attaquées, nécrosées, galles, attaquées et nécrosées, attaquées et présentant des galles, nécrosées et présentant des galles ; attaquées, nécrosées et présentant des galles). Puis mesurées (longueur, largeur) et cela pour chacun de nos sites d'étude.

Ensuite, on étudie 100 feuilles saines, 100 feuilles attaquées, 100 feuilles nécrosées et 100 feuilles galles, et une fois celles-ci mesurées on calcule les surfaces. La surface foliaire est calculée par la formule de **Moneville (1944)**:

$$\text{Surface foliaire} = (\text{Longueur du limbe}) \times (\text{Largeur du limbe}) \times (0,94)$$

En ce qui concerne les feuilles nécrosées ou attaquées, on essaye d'évaluer leur proportion nécrosée ou endommagée et de les classer selon leur taux de surface détruite ou abimée.

Quant aux feuilles ayant des galles, d'une part on dénombre leurs galles et l'espèce qui attaque les feuilles.

Analyse Statistique

Les différentes variables étudiées ont fait l'objet d'un traitement statistique incluant une statistique descriptive, ou comparative par des tests métriques (t, z), par le logiciel XL Stat.

2.7. L'examen des glands

La régularité de la glandée

La glandée a été évaluée en automne et cela avant la tombée des glands. Pour cette appréciation, nous avons attribué l'échelle de notation présentée dans ce Tableau (**Bouhraoua, 2003**).

Tableau.18. Echelle de notation de la glandée.

Note	Glandée
0	Nulle (0-10)
1	Faible à très faible (20 %)
2	Moyenne (50 %)
3	Abondante (≥ 50 %)

2.7.1. Récolte et biométrie des glands:

La récolte est faite en fonction de la maturité des glands à partir du mois de septembre jusqu'au mois de novembre, il suffit de les ramasser par terre. On ramasse manuellement les glands murs physiologiquement soit par cueillage direct sur l'arbre soit ramassés par terre. Il est nécessaire d'attendre quinze (15) jours après la chute des premiers glands qui sont généralement sains ou parasités (déformations morphologiques, taille et poids non conformes). Les glands récoltés doivent être de couleur brune uniforme, sains à l'intérieur, on procède alors au nettoyage telle que l'élimination des brindilles, et d'autre débris végétaux.

Au laboratoire, les glands prélevés ont fait l'objet de mesures (longueur, diamètre et poids) réalisés respectivement à l'aide d'un pied à coulisse manuel et une balance électronique.

Après cette opération on dissèque 100 glands pris d'une manière aléatoire sains ou troués, pour voir le nombre de larves qui se trouve dans chaque gland et de même sur 100 glands infestés et qui consiste à évaluer l'attaque des insectes sur les glands récoltés, ainsi que l'évaluation de l'infestation des différentes larves carpophages trouvées dans ces derniers.

2.7.2. Traitement insecticide

2.7.2.1. Présentation des l'insecticides utilisés

Nous avons traités les glands de chêne-liège par un bio insecticide le Spinosad qui agit en dépolarisant les neurones de l'insecte affectant et ceci par contacte ou ingestion induisant la paralysie puis la mort de l'insecte.

Description de Spinosad :

C'est un insecticide d'origine biologique composé d'un mélange de deux métabolites du (Spinosynes A et D) synthétisés par la bactérie *Saccharopolyspora spinosa*, du groupe des Actinomycète du sol.

Son nom chimique est (EZ)-1-(6-chloro-3-pyridylméthyl)-N-nitroimidazolidin-ylidèneamine, son poids moléculaire est de 731.45g/mol, et sa densité est de 0.512 g/ml à 20°C ; d'une apparence Solide et d'une couleur gris pâle à blanc, ce produit résulte de la fermentation de l'actinomycète découverte durant les années 1980 (Touati L, 2009).

Il expose l'insecte à un haut degré de toxicité sélective et son spectre d'activité inclut des espèces de plusieurs ordres: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Isoptera, Lepidoptera et Thysanoptera. Le mode d'action du spinosad est unique car il agit en dépolarisant les neurones de l'insecte affectant à la fois les récepteurs GABA et nicotiniques et ceci par contact ou ingestion induisant la paralysie puis la mort de l'insecte (Touati L, 2009).

Tableau.19. Propriétés physiques et chimiques du spinosad (Touati L, 2009).

Nom chimique	(EZ)-1-(6-chloro-3-pyridylméthyl)-N-nitroimidazolidin-ylidèneamine.
Nom proposé	Spinosad
Formule chimique	C ₄₁ H ₆₅ NO ₁₀
Poids moléculaire	731.45g/mol
Apparence et odeur	Solide et d'une couleur gris pâle à blanc
Densité	0.512 g/ml à 20°C
Solubilité dans l'eau	290 ppm eau pH 5 à 20°C 235 ppm eau pH 7 à 20°C 16 ppm eau pH 9 à 20°C
Solubilité dans les solvants organiques	Acétone, Acétonitrile, CH ₂ Cl ₂ , Acétate d'amyle, Hexane, Méthanol, Isopropanol, 1-Octanol, Toluène
Température de fusion	84,0 - 99,5°C

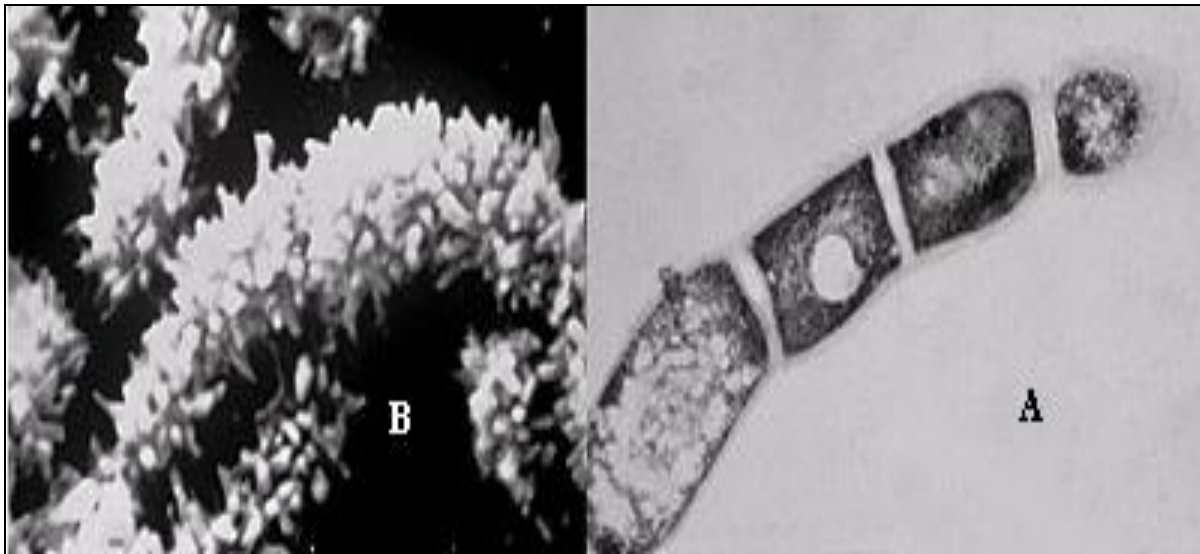


Figure. 07. La bactérie utilisée dans la production de spinosad *Saccharopolyspora spinosa* : (A : Coupe longitudinale de la bactérie B : Surface épineuse de la bactérie) (Touati L, 2009).

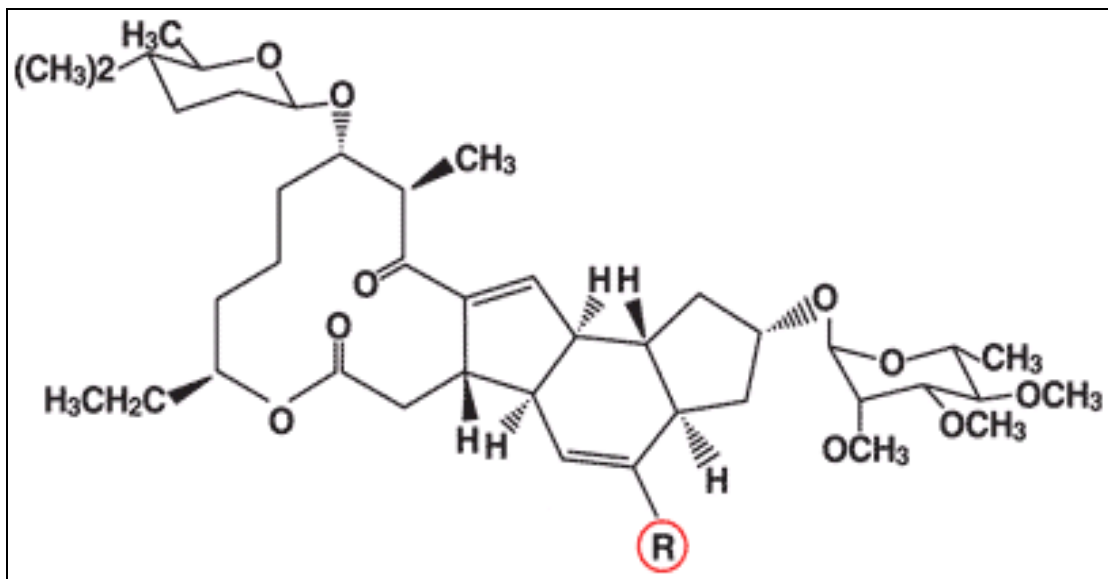


Figure.08. Structure du spinosad (selon spinosynes R= H : A ; R =CH3 : D) (Touati L, 2009).

2.7.2.2. Préparation des doses utilisées et traitement

A partir d'un produit commercial du spinosad (480 g/l) nous avons préparé une solution mère à 2 g/l pour cet insecticide, puis on a préparé deux doses : 500 mg/l et 1g/l, après des essais préliminaires. Le traitement par les deux doses est réalisé par pulvérisation

jusqu'au ruissellement du produit sur 2 lots contenant plus de 200 glands. Un autre lot servant de témoin est aspergé d'eau distillée. Après 24h du traitement on prélève 5 glands de chaque répétition puis on dissèque les fruits pour compter le nombre de larves mortes et le nombre de larves vivantes. La dissection se fait après 24h, 3jours, 7 jours, 10 jours et 15 jours.

2.7.2.3. Effet du traitement insecticide sur la germination des glands traités

Dans notre étude nous avons voulu savoir quelle est le pouvoir germinatif des glands sains et même pour les glands traités, pour cela les glands sont répartis en deux lots: lot des glands sains et un autre lot des glands sains traités.

Les glands, d'abord imbibés pendant 48 heures à 20°C, sont désinfectés 10 à15 mn dans une solution de chlorure de sodium à 80 % puis mis à germer dans du sable stérile (200°C/2h), maintenu humide durant 28 jours à 20°C et à l'obscurité. Nous considérons qu'un gland germe dès que la radicule perce le péricarpe et montre un géotropisme positif (Merouani *et al*, 2005).

2.8. Germination et croissance du chêne liège

2.8.1. Germination

En plus des taux de germination notés chaque semaine, on note aussi les différentes étapes de germination : les glands ne présentant aucun altération morphologique notés Intact (I), les glands présentant une rupture du péricarpe (RP), ceux présentant une forte rupture du péricarpe (FRP), les glands dont le germe mesure moins de 5 mm notés (G< 5mn) et enfin ceux dont le germe est supérieur à 5mm (G> 5 mm).

2.8.2. Le temps moyen de germination

Le temps moyen de germination est calculé par la formule donnée par Maziliak, (1982).

$$\text{TMG} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + \dots \dots \dots N_nT_n}{N}$$

TMG : temps moyen de germination

N1 : nombre de graine germant au temps T1

N : nombre total des semences ayant germé à la fin du temps de l'essai

2.8.3. Le taux de germination

Calculé par la formule donnée par **Maziliak, (1982)**.

$$\text{TG\%} = \frac{\text{Nbre de semences germés}}{\text{Nbre total des semences}}$$

TG% : taux de germination

2.9. La croissance et développement.

Afin d'évaluer le développement de la plante, l'essai de croissance est réalisé en conditions semi contrôlées au laboratoire ; les glands germés de chaque lot (10 pour les glands témoin et 10 pour les glands traitées) sont transférés dans des pots remplis de sable. Les graines semées ont été placées dans une chambre à 25⁰C pour 10 h de lumière de jour pour 14 h dans l'obscurité durant 105 jours. L'arrosage s'effectue régulièrement, une fois par semaine, avec de l'eau de robinet. Chaque semaine on mesure la taille de la tige, le nombre des feuilles, enfin la longueur des plus grandes feuilles de chaque plante.

Au bout de 105 jours, on sépare les différentes composantes de la racine et de la tige et de la feuille et on mesure le poids de chaque organe, la masse sèche a été déterminé après avoir séché au 105⁰C pendant 24 h.

2.9.1. Paramètres mesurés lors de la croissance

- Hauteur de la tige

On a mesuré la hauteur de la tige depuis le ras du sol jusqu'à l'apex, à l'aide d'une règle graduée. La mesure est faite une fois par semaine pendant 100 jours.

- Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles est un bon indicateur des capacités assimilatrices de la plante et de sa production en biomasse.

- Longueur des feuilles

La longueur des feuilles est mesurée à l'aide d'une règle graduée (**Merouani, 1996**).

2.9.2. Biomasse aérienne et racinaires

A la fin de l'expérimentation les plants sont démontés soigneusement, pour garder le maximum de masse racinaire, on lave la partie racinaire pour éliminer les particules indésirables. La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'aide d'une lame au niveau du collet.

- **Poids sec** : Le poids sec est déterminé après passage à l'étuve à 105°C pendant 24 heures, après on pèse la partie aérienne puis la partie racinaire à l'aide d'une balance de précision (1/100) (**Fischesser et Dupuis Tate, 1996**).

3. RESULTATS

3.1. Relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres échantillons

- Relevés dendrométriques

Site Sid Temmem:

Les mesures réalisées sur les circonférences des arbres échantillonnés du site Sidi Temmem donnent une moyenne de $1,35 \pm 0,35$ m. Le minimum est de 0,8 m et le maximum de 2,6 m. D'après les relevés, la hauteur moyenne de ces arbres est de $9,32 \pm 1,59$ m; avec un minimum de 7 m et un maximum de 13m.

Ces relevés montrent que les circonférences à hauteur d'homme ont une moyenne de $1,36 \pm 0,35$ m avec un minimum de 0,80 m et un maximum de 2,6 m. la hauteur de la première branche de ces arbres ont une moyenne de $3,58 \pm 1,61$ m (minimum, 1,7 m; maximum 9 m). (Tableau20)

Site d'El Berouaga:

Les sujets de notre site El Berouaga ont une hauteur moyenne de $11,41 \pm 1,77$ m; comprise entre un minimum de 8 m et un maximum de 15m. La circonférence moyenne est de $1,58 \pm 0,33$ m.

La hauteur de la première branche est de $4,01 \pm 1,90$ m; celle-ci varie entre un minimum de 0,75 m et un maximum de 8,5 m. La circonférence à hauteur d'homme est de $1,44 \pm 0,34$ m variant entre un minimum de 1,00 m et un maximum de 2,60m.

Tableau.20. Relevés dendrométriques des arbres échantillons des deux sites d'études
(m \pm s, max, min).

	Sidi-Temmem	El Berouaga
Circonférence (m)	$1,35 \pm 0,35$ (0,8-2,6)	$1,58 \pm 0,33$ (1,2-2,3)
Hauteur totale (m)	$9,32 \pm 1,59$ (7-13)	$11,41 \pm 1,77$ (8-15)
Hauteur 1 ^{ère} branche (m)	$3,58 \pm 1,61$ (1,7-9)	$4,01 \pm 1,90$ (0,75-8,5)
Circonférence à hauteur d'homme (m)	$1,35 \pm 0,35$ (0,8-2,6)	$1,44 \pm 0,34$ (1-2,6)

- Relevés d'exploitation

Site Sid Temmem:

Concernant les relevés d'exploitations, la hauteur d'écorçage dans ce site est de $1,83 \pm 0,32$ m; une valeur minimale de 1,36 m et maximale de 3,00 m; ce qui donne un coefficient d'écorçage moyen de 1,41. (Tableau.21).

Site d'El Berouaga:

La hauteur moyenne d'écorçage des arbres de ce site varie de 1, 2 m à 3,00m avec une moyenne de $1,88 \pm 0,38$ m. Le coefficient d'écorçage moyen se situe 1,37. (Tableau21)

Tableau.21. Relevé d'exploitation des arbres échantillons des deux sites d'études
(m \pm s, max, min)

	Sidi-Temmem	El Berouaga
Hauteur d'écorçage (m)	$1,83 \pm 0,32$ (1,36-3)	$1,88 \pm 0,38$ (1,2-3)
Nombre d'écorçage	1-4	1-6
Coefficient d'écorçage	1,41	1,37

3.2. Etat de la cime

3.2.1. Evolution de la défoliation

Site Sid Temmem:

Au site Sidi Temmem nous avons enregistré en 2010 une faible défoliation sur 62,5% des arbres, 30% des arbres sont sains, alors que 7,5% des arbres sont modérément défoliés. Les résultats sont différents pour l'année 2011, une augmentation de la classe des arbres sains avec 40% en revanche, la catégorie des arbres affaiblis diminue à 52,5%, par contre le pourcentage des arbres modérément défoliés est quasi-semblable à celui de l'année précédente.

Site d'El Berouaga:

L'année 2010 se caractérise par un taux élevé des arbres affaiblis avec 57,5%, 35% des arbres sont sains et juste 7,5% qui sont modérément défoliés. Par contre pour l'année 2011 on a marqué que le taux des arbres sains est abaissés avec 20% et un taux élevé des arbres affaiblis avec 62% et aussi un accroissement du taux des arbres modérément défoliés avec 17,5%.

Tableau.22. Taux de la défoliation des deux sites d'étude.

Classes de défoliation (%)	2010				2011			
	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4
Sidi-Temmem	30	62,5	7,5	-	40	52,5	7,5	-
El Berouaga	35	57,5	7,5	-	20	62,5	17,5	-

3.2.2. Evolution de la décoloration

Concernant la décoloration, globalement elle est en fluctuation pour le site El Berouaga par contre la proportion d'arbres décolorés est en progression pour le site Sidi Temmem.

La décoloration est presque faible en 2010 dans les 2 sites, puisque 90% (90% Cl 1 et 10 % Cl 2) des arbres échantillons présentent une absence de décoloration à Sidi Temmem, et 55% (55% Cl 1 et 45 % Cl 2) à El Berouaga.

L'année 2011, on remarque une augmentation de la décoloration à Sidi Temmem de 10% à 30% des arbres échantillons qui présentent une faible décoloration par contre une faible progression à El Berouaga qui passe de 45% à 47,5% (Tableau. 23).

Tableau.23. Taux de la décoloration des deux sites d'étude.

Classes de décoloration (%)	2010			2011			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C4
Sidi-Temmem	90	10	-	70	30	-	-
El Berouaga	55	45	-	52,5	47,5	-	-

3.2.3. Indice de dépérissement pendant les années d'étude

Le calcul de l'indice de dépérissement durant les deux années d'étude indique que le peuplement de chêne-liège du site Sidi-Temmem et même El Berouaga sont en début de dépérissement puisque l'indice de dépérissement est inférieur à 2 ($1,6 < ID < 2,0$) pour les deux sites mais il progresse d'une année à l'autre, pour le site Sidi Temmem l'indice passe de 1,78 en 2010 à 1,80 en 2011, pour le site El Berouaga l'indice de dépérissement augmente de 1,72 à 1,77.

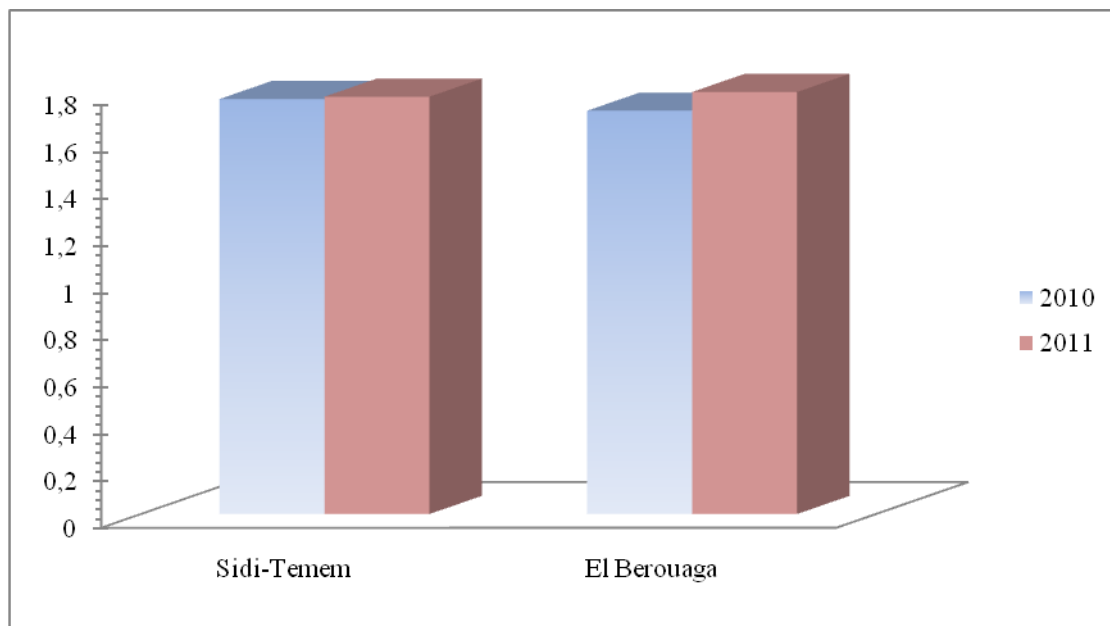


Figure.09. Evolution de l'indice de dépérissement (ID) des deux subéraies étudiées en 2010 et 2011.

- **3.3. Etat du tronc, l'écorce et la zone sous corticale**

- **Site Sidi Temmem :**

Les arbres du chêne-liège du site Sidi Temmem, présentent au niveau du tronc 57,5% de crevasses réparties en deux classes 2 et 3 ; la classe 2 est la plus dominante avec 95,5% et ce en 2010, l'année qui suit on remarque une augmentation du pourcentage du crevasse 62,5% réparties en trois classes 2, 3 et 4 par le passage d'une partie de la classe1 à la classe 2 (80,8%) , à la classe 3 (15,2%) et même à la classe 4 (4%).

En 2010 la proportion de la surface de liège déhiscent atteint les 50% des arbres et qui varie entre les classes 2, 3 et 4 et c'est la classe 2 qui domine avec 75%, celle-ci varie entre 1 à 10% de la déhiscence du liège. En 2011 ce taux augmente à 97,5% réparti en trois classes 2, 3 et 4 par le passage d'une grande partie de la classe1 à la classe 2 (53,83%), à la classe 3 (35,89%) et même à la classe 4 (10,25%).

Les écoulements sont observés sur 30% des arbres et diminue proportionnellement à 17,5% l'année qui suit. Les suintements noirâtres infestent presque la moitié des arbres avec 52,5%, mais on remarque une régression de ce taux qui arrive à 50% en 2011.

Les trous d'insectes xylophages affectent les arbres échantillons au niveau du tronc ; avec 60% en 2010 et 80% en 2011, au niveau de la zone sous corticale les trous d'insectes xylophages affectent 20% en 2010 et 26% en 2011. Les suintements noirâtres affectent la moitié des arbres 52,5% en 2010 et diminue en 2011 à 50%.

La flore lichénologique se développe en abondance et couvre tout les arbres échantillons à des proportions variables. Au niveau du tronc ; l'action de l'homme se traduit par des blessures qui touchent 42,5% des arbres échantillons en 2010 et qui diminue en 2011 à 40%. Le déliègeage illicite se trouve en 2010 uniquement sur 15% des arbres, ce taux augmente et atteint 27,5% des arbres échantillons en 2011 avec une absence totale de traces d'incendies.

L'observation de l'écorce et de la zone sous corticale montre que l'écoulement est observé sur 12,5% des arbres et augmente jusqu'à 17,5% pour l'année suivante.

La croûte charbonneuse est observée sur presque 15% des arbres échantillons, on note une augmentation de ce taux en 2011 avec 20%. une portion des arbres (12,5%) paraissent irréguliers par la présence des déformations. Le liège est de bonne qualité pendant les deux années d'étude sur la totalité des arbres échantillons.

Tableau.24. Description de l'état sanitaire du tronc, de l'écorce et de la zone sous corticale du site Sidi Temmem durant les 2 années d'étude.

Classes (%)		Année	C1	C2	C3	C4	C5
Descripteurs							
Crevasse	2010	42,5	55	2,5	-	-	
	2011	37,5	50,5	9,5	2,5	-	
% surface liège déhiscente	2010	50	37,5	7,5	5	-	
	2011	2,5	52,5	35	10	-	

		2010	2011
Ecoulement divers		30%	17,5%
Trous d'insectes xylophages		60%	80%
Suintement noirâtre		52,5%	50%
Flore lichénologique		100%	100%
Action de l'homme	Traces d'incendies	0%	0%
	Blessures	42,5%	40%
	Déliègeages Illicites	15%	27,5

		2010	2011
Trous d'insectes xylophages		20%	26%
Ecoulement		12,5%	17,5%
Déformation		12,5%	12,5%
Croûte carbonneuse		15%	20%
Qualité du liège		Bonne	

- **Site El Berouaga :**

Au niveau du tronc, en 2010 plus de la moitié du peuplement ne présente aucune crevasse (77,5%) ; 22,5% sont faiblement crevassés, en 2011 une proportion des arbres passe de la classe 1 à la classe 3 avec 2,5% et qui sont moyennement crevassés.

La proportion de la surface de liège déhiscent est importante, atteint les 52,5% des arbres et qui varie entre la classe 2 (90,47%) et la classe 3 (9,52%), ce taux augmente en 2011 ; la classe 2 est la plus abondante 75,67%, et une partie de la classe 1 passe à la classe 3 (21,61%) et à la classe 4 (2,70%).

Les écoulements sont présents sur 72,5% ce taux diminue en 2011 à 32,5%, en ce qui concerne les trous d'insectes xylophages, ils sont presque omniprésents au niveau du tronc sur la totalité des arbres du site avec 80% en 2010 et 90% en 2011, au niveau de la zone sous corticale les trous d'insectes xylophages affectent 50% en 2010 et 62,5% en 2011.

Durant l'année 2010 le pourcentage de suintement noirâtre est de 35% et augmente en 2011 à 52,5%. La flore lichénologique présente chez 97,5% des arbres échantillons en 2010, ce taux augmente en 2011 à 100%.

L'action de l'homme se manifeste en 2010 par 35% de blessures, 12,5% de déliègeage illicite, ce taux diminue en 2011 à 25% de blessures et 10% de déliègeage illicite, avec une absence totale de traces d'incendies.

Concernant la zone sous corticale ; nous avons observés une faible manifestation de l'écoulement (12,5%), ce taux des écoulements diminue à 10% en 2011.

La croûte charbonneuse affecte 42,5% des arbres, ce taux diminue à la deuxième année d'observation à 20%. Parmi les arbres échantillonnés 7,5% présentent des déformations.

L'appréciation à l'œil nu de la qualité du liège est considérée comme bonne sur la totalité des arbres observés durant les deux années d'étude.

Tableau.25. Description de l'état sanitaire du tronc, de l'écorce et de la zone sous corticale du site El Berouaga durant les 2 années d'étude.

Classes (%)		Année	C1	C2	C3	C4	C5
Descripteurs							
Crevasse		2010	77,5	22,5	-	-	-
		2011	75	22,5	2,5	-	-
% surface liège déhiscente		2010	47,5	47,5	5	-	-
		2011	7,5	70	20	2,5	-
		2010			2011		
Ecoulement divers		72,5%		32,5%			
Trous d'insectes xylophages		80%		90%			
Suintement noirâtre		35%		52,5%			
Flore lichénologique		97,5%		100%			
Action de l'homme	Traces d'incendies	0%		0%			
	Blessures	35%		25%			
	Déliègeages Illicites	12,5%		10%			
		2010			2011		
Trous d'insectes xylophages		50%		62,5%			
Ecoulement		12,5%		10%			
Déformation		7,5%		7,5%			
Croûte carbonneuse		42,5%		20%			
Qualité du liège		Bonne					



Photo.03. Suintement noirâtre.



Photo.04. liège déhiscente.



Photo.05. Croûte carbonneuse.



Photo.06. Flore lichénologique.



Photo.07. Trous d'insectes xylophages.



Photo.08. Crevasse.

3.4. Etat sanitaire des feuilles

Site de Sidi Temmem:

Sur les 500 feuilles prélevées des arbres du site Sidi Temmem 21,2% présentent des feuilles saines, 7,2% des feuilles nécrosées, 43,2 % de feuilles attaquées. Ainsi que les doubles attaques (attaquées et nécrosées en même temps) sont présentées avec un taux de 28,4% et on note une absence total des galles en 2010.

Pour l'année qui suit 12% présente des feuilles saines, 11,4% des feuilles nécrosées, 45,4% de feuilles attaquées et 0,6% des feuilles présentant des galles. Ainsi que les multiples attaques sont présentées avec un taux de 30,6% présentent plus d'une atteinte, 29% de feuilles sont attaquées et nécrosées en même temps, 0,2% des feuilles sont nécrosées avec galles, 1,2% sont attaquées et présentent des galles, 0,2% feuilles sont triplement atteintes (nécrosées attaquées et galles).

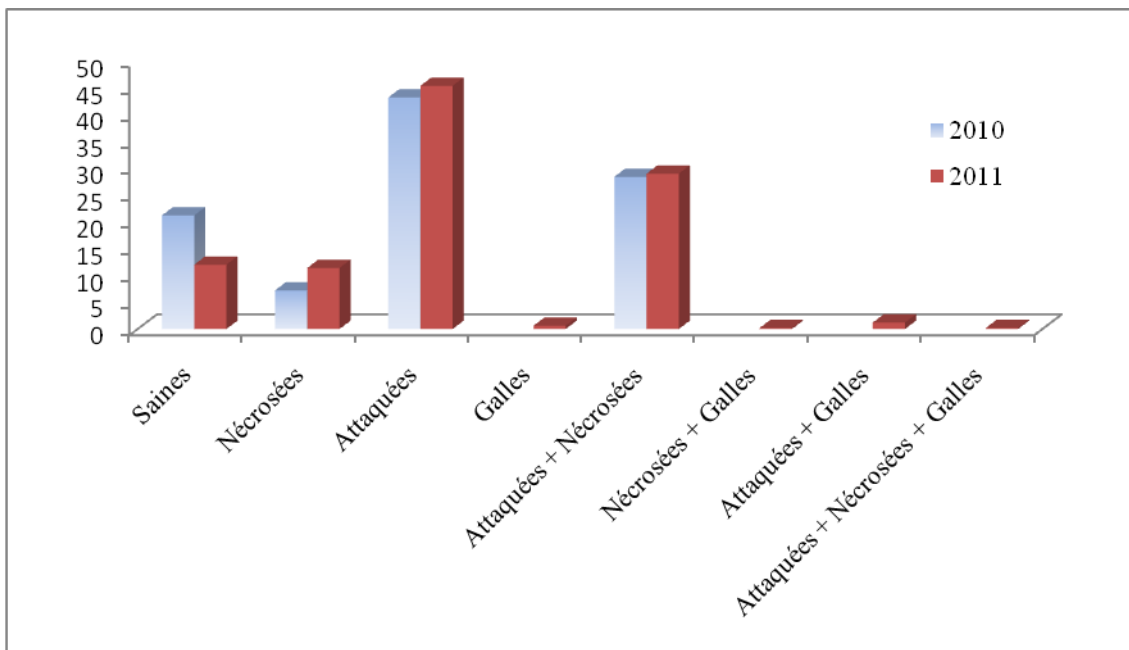


Figure.10. Répartition des feuilles du site Sidi Temmem en fonction de l'état sanitaire.

Site d'El Berouaga:

Au niveau du site El Berouaga, 14,4% présente des feuilles saines, 7,6% des feuilles nécrosées, 47,6 % de feuilles attaquées. Ainsi que les feuilles attaquées et nécrosées en même temps sont présentées avec un taux de 30,4% et on remarque aussi une absence des galles en 2010.

Durant l'année 2011, les feuilles saines présentent 10,2%, les nécrosées 26,4 %, les feuilles attaquées 20,2% et 0,2% des feuilles présentant des galles.

On note un taux de 43% présentent plus d'une atteinte, 41,6% de feuilles sont attaquées et nécrosées en même temps, 0,6% des feuilles sont nécrosées avec galles, 0,8% feuilles sont triplement atteintes.

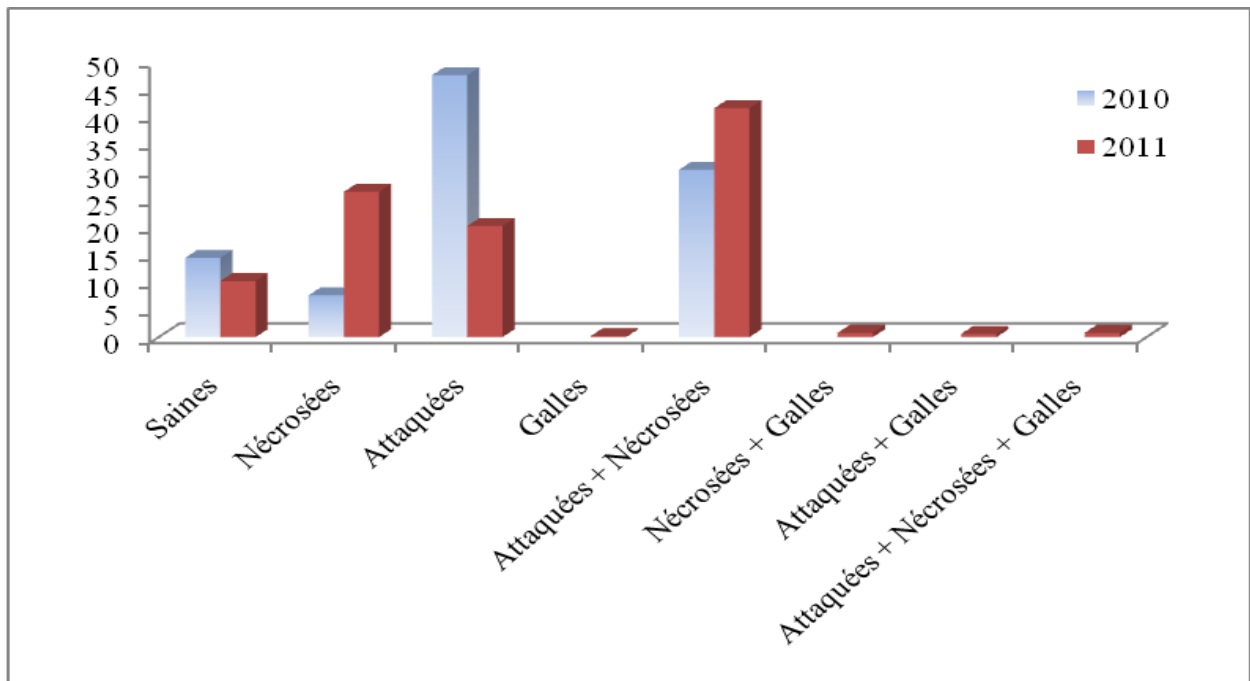


Figure.11. Répartition des feuilles du site El Berouaga en fonction de l'état sanitaire.

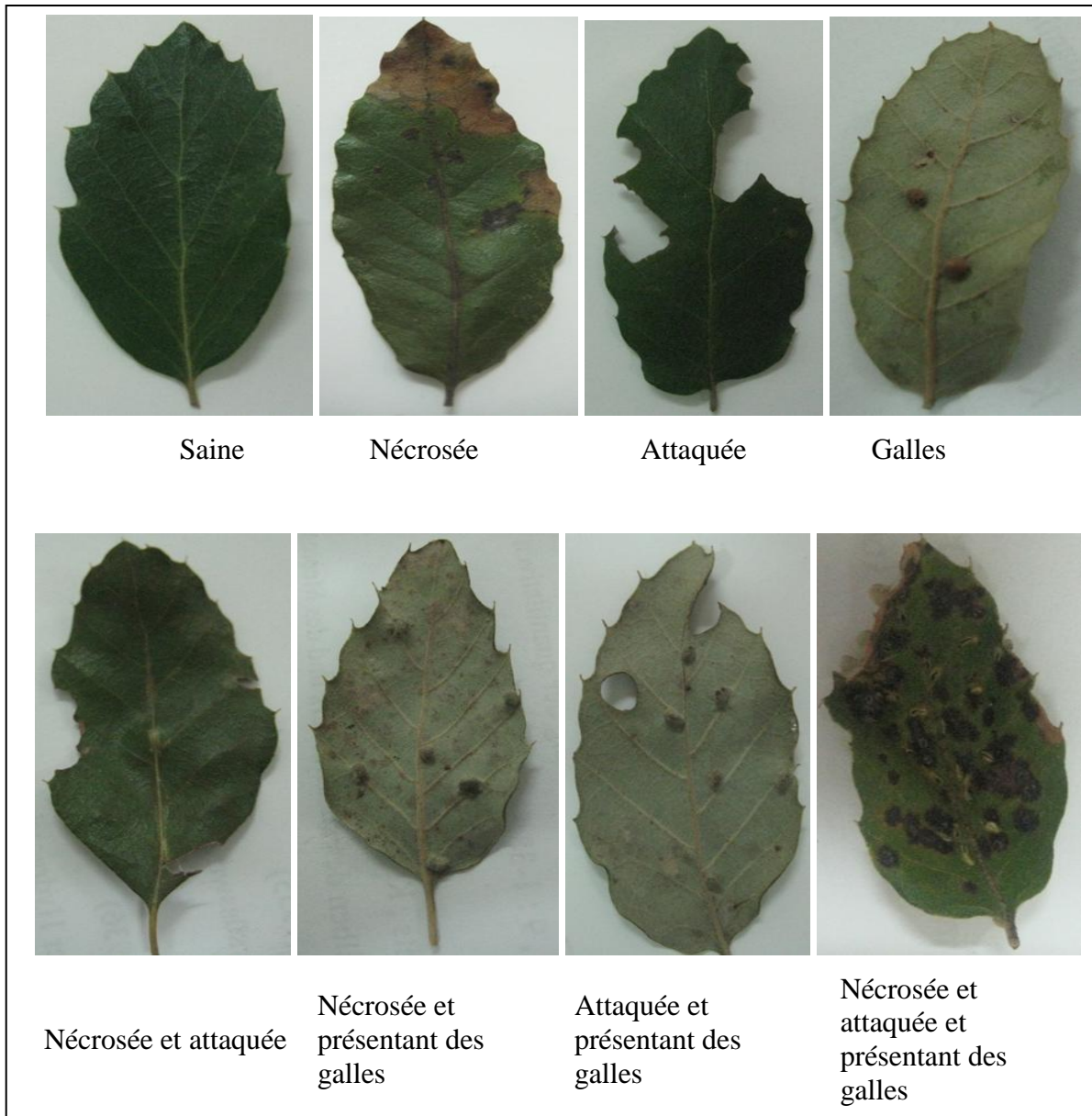


Photo.09. Les différents aspects des feuilles récoltées dans les deux sites d'étude.

3.4.1. Etude des feuilles saines :

Surface des feuilles saines

La surface moyenne des feuilles saines au niveau du site Sidi Temmem en 2010 est de $11,83 \pm 4,40$ cm avec un minimum de 4,03cm, un maximum de 28,57 cm, une variance de 19,37.

Durant l'année 2011 la surface moyenne des feuilles saines est de $11,34 \pm 5,61$ cm², le minimum est de 3,52cm² alors que le maximum est de 27,94cm² et la variance est de 23,7.

Tableau.26. Surfaces (cm²) des feuilles saines récoltées dans le site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
2010	11,83	4,40	19,37	4,03	28,57
2011	11,34	5,61	23,7	3,52	27,94

En 2010 Les feuilles saines récoltées dans le site d'El Berouaga, présentent une surface moyenne de $12,47 \pm 5,84$ cm² et une variance de 34,11 cm².

Pour l'année qui suit la surface moyenne des feuilles saines est de $19,78 \pm 3,91$ cm², son minimum est de 5,12 cm², son maximum est de 38,35 cm² et la variance est de 26,21.

Tableau.27. Surfaces (cm²) des feuilles saines récoltées dans le site El Berouaga durant les deux années d'étude.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
2010	12,47	5,84	34,11	2,44	30,19
2011	19,78	3,91	26,21	5,12	38,35

Distribution des fréquences de la surface des feuilles saines du site Sidi Temmem :

Selon la surface foliaire calculée au niveau du site Sidi Temmem on remarque que les petites feuilles (classe 1) sont les plus dominantes avec 53% variant entre une surface de 4 ,03 à 12,09cm² ,43% qui sont de taille moyenne (classe 2) et 4% qui sont des grandes feuilles (classe 3).

Pour l'année qui suit (2011), la classe 1 est représentée par 45% de petites feuilles variant entre une surface de 1,52 à 20,33cm², 31% des feuilles sont de taille moyenne et les 13% restants sont de grandes feuilles dont la surface atteint 32,9 cm². (Tableau 29).

Selon ces résultats on remarque que la surface foliaire diminue d'une année à l'autre.

Tableau.28. Distribution de fréquences de la surface des feuilles saines du site Sidi Temmem.

Classes	2010			2011		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Borne inférieure	4,03	12,09	20,14	1,52	20,33	39,14
Borne supérieure	12,09	20,14	28,20	20,33	39,14	57,94
Fréquence	53	43	4	45	31	13

Distribution des fréquences de la surface des feuilles saines du site El Berouaga:

Les feuilles saines que nous avons récoltées des arbres d'El-Berouaga présente 48% des petites feuilles ayant une surface qui varie entre 2,44 et 11,69 cm², 42% des feuilles moyennes ayant une surface allant de 11,69 à 20,94 cm² et 10% des grandes feuilles mesurant jusqu'à 30,19 cm² de surface.

Les différentes données obtenues en 2011 sur les feuilles saines indiquent que la classe des petites feuilles est dominante avec 80% ayant une surface qui varie entre 3,91 et 15,867 cm².

On remarque aussi que la surface foliaire diminue d'une année à l'autre au niveau du site El Berouaga.

Tableau.29. Distribution des fréquences de la surface des feuilles saines du site El Berouaga.

Classes	2010			2011		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Borne inférieure	2,44	11,69	20,94	3,91	15,86	27,82
Borne supérieure	11,69	20,94	30,19	15,86	27,82	39,78
Fréquence	48	42	10	80	7	1

3.4.2. Etude des feuilles attaquées :

Surface des feuilles attaquées

En ce qui concerne les feuilles attaquées, la surface foliaire moyenne au niveau du site Sidi Temmem est de $15,98 \pm 5,00 \text{ cm}^2$, le minimum est de $1,2 \text{ cm}^2$, le maximum est de $3,7 \text{ cm}^2$, avec une variance de 24,99.

En 2011, le taux de surface foliaire moyenne des feuilles attaquées augmente à $17,37 \pm 7,44 \text{ cm}^2$ avec un minimum de $5,24 \text{ cm}^2$ et un maximum de $38,80 \text{ cm}^2$.

Tableau.30. Surfaces (cm^2) des feuilles attaquées récoltées au niveau du site Sidi Temmem durant les deux années d'études.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
2010	15,98	5,00	24,99	4,79	31,57
2011	17,37	7,44	55,42	5,24	38,80

La surface moyenne des feuilles attaquées au niveau du site El Berouaga en 2010 est de $17,0 \pm 8,47 \text{ cm}^2$, le minimum est de $4,0 \text{ cm}^2$, le maximum est $49,12 \text{ cm}^2$, avec une variance de 71,78.

En 2011 la surface moyenne des feuilles attaquées est de $14,81 \pm 6,79 \text{ cm}^2$, avec un minimum de $5,92 \text{ cm}^2$, un maximum de $47,04 \text{ cm}^2$ et une variance de 46,19.

Tableau.31. Surfaces (cm^2) des feuilles attaquées récoltées au niveau du site El Berouaga durant les deux années d'études.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
2010	17,00	8,47	71,78	4,00	49,12
2011	14,81	6,79	46,19	5,92	47,04

Distribution des fréquences de la surface des feuilles attaquées du site Sidi Temmem :

Les différentes données obtenues en 2010 sur les 100 feuilles attaquées récoltées dans le site Sidi Temmem indiquent que la classe 2 qui présente des feuilles à une taille moyenne domine avec 50%, la classe 1 est représentée par 37% de feuilles variant entre 4,79 et $13,72 \text{ cm}^2$, avec un pourcentage de 12% présente la classe 3 qui sont des feuilles de grandes taille.

En 2011, on note que les feuilles attaquées réparties en trois classes dont la classe 1 est la dominante avec 48% de feuilles variant entre 5,25 et 16,43 cm², 43% des feuilles sont de taille moyenne et 09% restants sont de grandes feuilles dont la surface atteint jusqu' à 38,80 cm².

On remarque que l'attaque des insectes affecte essentiellement les petites feuilles alors que les feuilles de la 2^{me} et 3^{me} classe ne sont quasiment pas atteintes.

Tableau.32. Distribution des fréquences de la surface des feuilles attaquées du site Sidi Temmem.

Classes	2010			2011		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Borne inférieure	4,79	13,72	22,64	5,25	16,43	27,62
Borne supérieure	13,72	22,64	31,57	16,43	27,62	38,80
Fréquence	37	50	12	48	43	9

Distribution des fréquences de la surface des feuilles attaquées du site El Berouaga :

En 2010, Sur les 100 feuilles attaquées récoltées au niveau du site El Berouaga, 33% présentent une surface foliaire moyenne, avec 63% appartenant à la classe des petites feuilles et uniquement 04% pour les grandes feuilles.

L'année qui suit, on note 81% appartiennent à la classe 1 et dont l'étendue est de 5,92 à 19,63cm², 18% pour la classe 2 avec une étendue de 19,63 à 33,33 m² et enfin un pourcentage négligeable de 1% des feuilles de la classe 3 avec une surface foliaire pouvant atteindre jusqu'à 47,04 cm².

Tableau.33. Distribution des fréquences de la surface des feuilles attaquées du site El Berouaga.

Classes	2010			2011		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Borne inférieure	4,00	19,04	34,08	5,92	19,63	33,33
Borne supérieure	19,04	34,08	49,12	19,63	33,33	47,04
Fréquence	63	33	4	81	18	1

Type d'attaque des feuilles :

Sidi Temmem:

Sur les feuilles attaquées récoltées du site Sidi Temmem on constate que 47% des feuilles récoltées sont attaquées en décapeuse et on enregistre aussi 4% des feuilles attaquées par perforation. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation représentent 49%.

L'année qui suit, 58% des feuilles sont attaquées en décapeuse tandis que les feuilles attaquées par perforation représentent 10% de l'ensemble d'attaque. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation représentent 32% (Figure12).

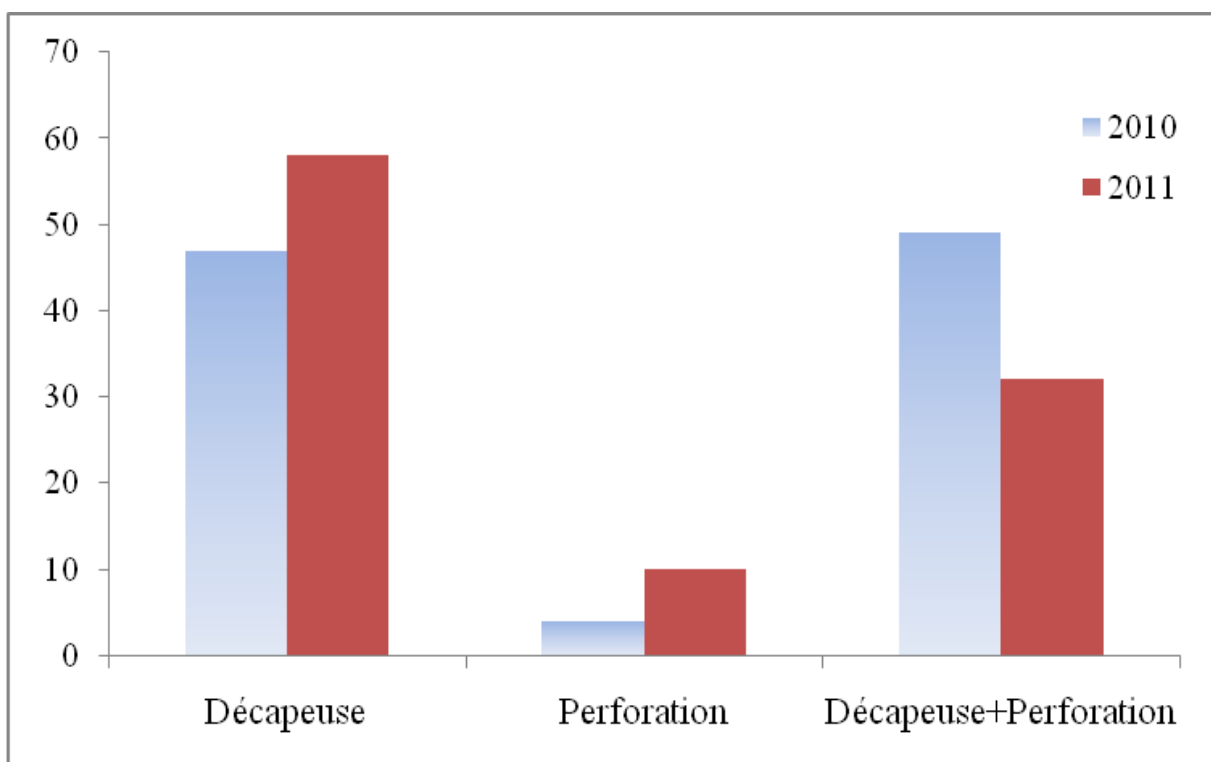


Figure.12. Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au site Sidi Temmem.

El Berouaga:

Concernant le site d'El Berouaga, les feuilles attaquées en décapeuse sont les plus fréquentes par rapport aux autres formes d'attaque et représentant 49% des feuilles attaquées, et on enregistre un pourcentage de 8% des feuilles attaquées par perforation. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation représentent 43%.

En 2011, on remarque que les feuilles attaquées en décapeuse sont les dominantes avec 82% des feuilles attaquées, 3% représente l'attaque en perforation et 15% représente le taux des feuilles présentant une double attaque (Figure13).

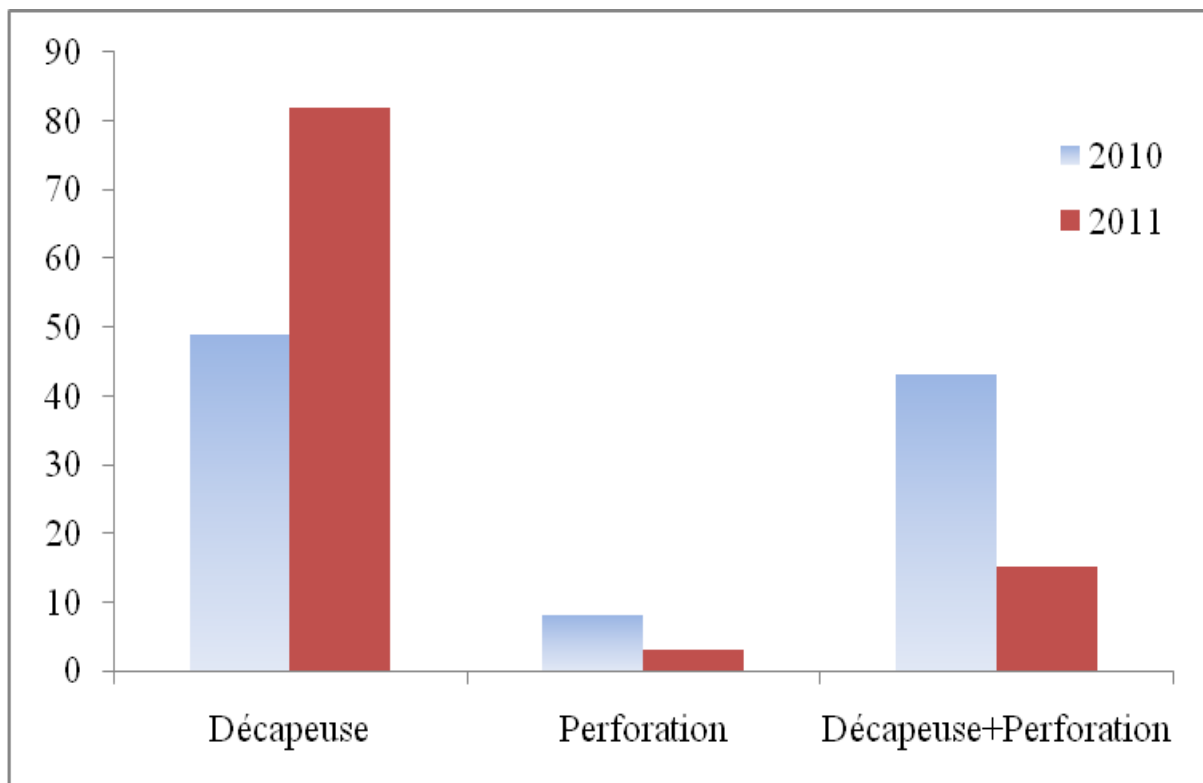


Figure.13. Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au site El Berouaga.



Photo.10. Feuille attaquée en décapreuse.



Photo.11. Feuille attaquée en perforation.



Photo.12. Feuille attaquée en décapreuse et en perforation.

***Evaluation de la surface attaquée des feuilles du site Sidi Temmem :**

La figure14 montre en 2010 que la classe1 qui représente un faible dommage est abondante par rapport aux autres classes avec un pourcentage atteint jusqu'à 62%, la classe 2 qui représente un endommagement moyen avec un taux de 26%, la classe 3 représentant les feuilles fortement endommagées avec un taux faible qui est de 12%.

A l'opposé, en 2011 le pourcentage de la surface des feuilles endommagée passe de la classe 3 à la classe 1 qui représente la catégorie des feuilles faiblement endommagées avec un taux de 69% et les feuilles moyennement endommagée avec un taux qui est de 27%.

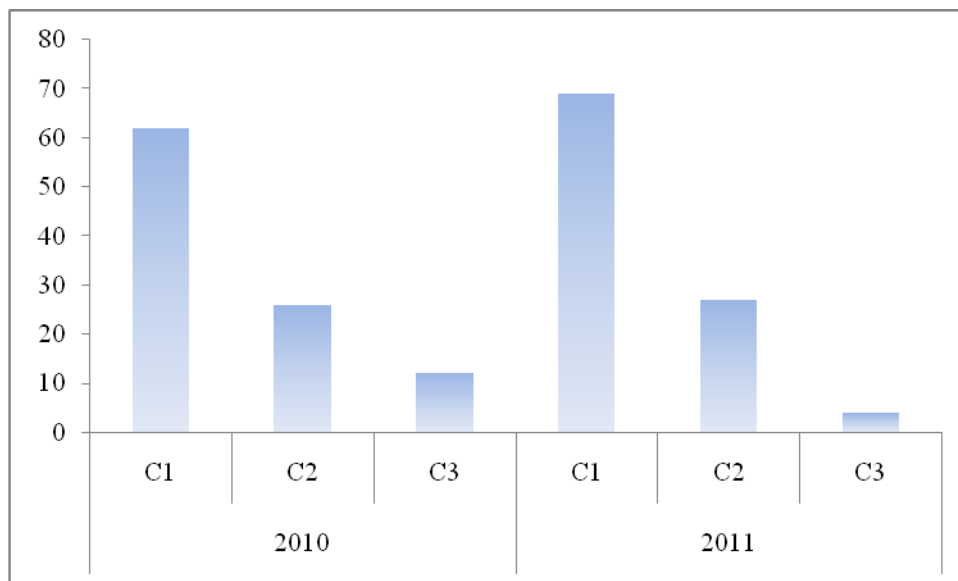


Figure.14. Evolution du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles endommagées du site Sidi Temmem.

***Evaluation de la surface attaquée des feuilles du site El Berouga :**

Concernant la surface foliaire perdue des feuilles endommagées (figure 15), on constate une fluctuation du pourcentage de la surface endommagée durant les deux années d'étude. En 2010 les feuilles faiblement endommagées sont les plus fréquentes avec 82%, la classe 2 qui représente un endommagement moyen avec un taux de 15%, la classe3 représentant les feuilles fortement endommagées avec un taux remarquablement faible qui est de 3%.

Pour l'année qui suit le pourcentage de la surface des feuilles endommagée passe de la classe 2 à la classe 1 qui représente la catégorie des feuilles faiblement endommagées avec un taux de 92%, les feuilles fortement endommagées avec un taux remarquablement faible qui est de 3%.

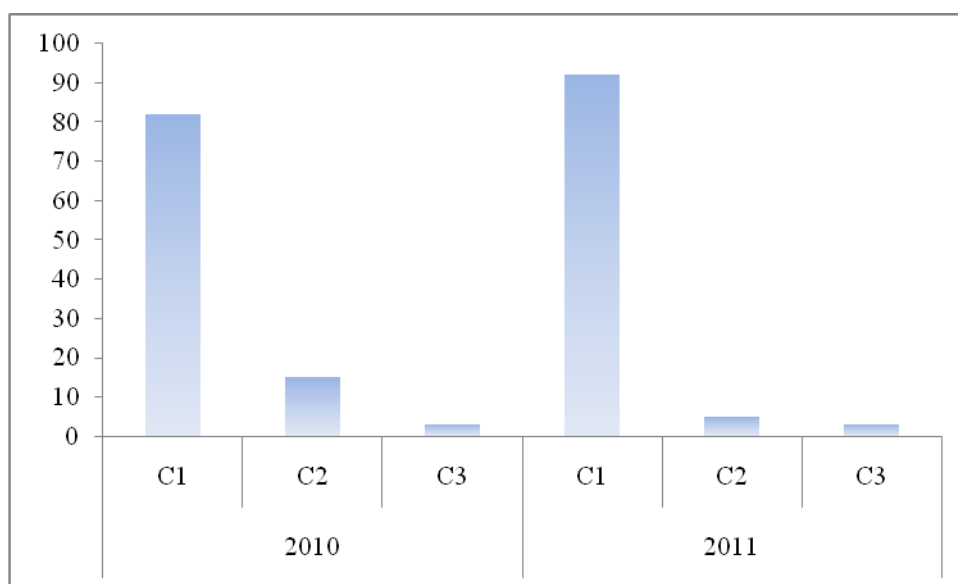


Figure. 15. Evolution du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles endommagées du site El Berouaga.

3.4.3. Etude des feuilles nécrosées :

Surface des feuilles nécrosées

Les feuilles nécrosées récoltées en 2010 sur les arbres échantillons du site Sidi Temmem ont une surface moyenne foliaire est de $16,85 \pm 7,80 \text{ cm}^2$ le minimum est de $2,08 \text{ cm}^2$ alors que le maximum est de $38,26 \text{ cm}^2$.

Pour l'année qui suit les feuilles nécrosées ont une surface foliaire moyenne de $13,93 \pm 5,87 \text{ cm}^2$ on enregistre un maximum de $27,74 \text{ cm}^2$ et un minimum de $3,99$.

Tableau.34. Statistiques descriptives des feuilles nécrosées du site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
2010	16,85	7,80	40,81	2,08	38,26
2011	13,93	5,87	34,54	3,99	27,74

Les feuilles nécrosées récoltées en 2010 sur les arbres échantillons du site El Berouaga ont une surface foliaire moyenne de $15,83 \pm 5,72 \text{ cm}^2$ on enregistre un maximum de $34,55 \text{ cm}^2$ et un minimum de $6,96$.

En 2011 la surface moyenne foliaire est de $14,74 \pm 6,58 \text{ cm}^2$ le minimum est de $6,06 \text{ cm}^2$ alors que le maximum est de $33,69 \text{ cm}^2$.

Tableau.35. Statistiques descriptives des feuilles nécrosées du site El Berouaga durant les deux années d'étude.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
2010	15,83	5,72	32,71	6,96	34,55
2011	14,74	6,58	36,72	6,06	33,69

Distribution des fréquences de la surface des feuilles nécrosées du site Sidi Temmem

En 2011 et au niveau de la subéraie de Sidi Temmem les feuilles nécrosées sont distribuées en trois classes 41% de petites feuilles variant de 2,08 à 14,14 cm² pour la classe 1, quant aux feuilles moyennes présentent 45% des feuilles d'une surface de 14,14 à 26,20 cm² et 14% de grandes feuilles mesurent jusqu'à 38,26 cm² de surface en classe 3.

Pour l'année qui suit sont distribuées en trois classes ; les deux premières classes ont presque le même pourcentage avec 41% de petites feuilles de la classe 1, variant de 4,00 à 11,91cm², tandis que 42% de feuilles de classe 2 avec un étendu de 11,91 à 19,83 cm², et enfin 16% de feuilles dont l'étendu est de 19,83 à 27,75cm² en classe 3.

Tableau.36. Distribution des fréquences de la surface des feuilles nécrosées du site Sidi Temmem.

Classes	2010			2011		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Borne inférieure	2,08	14,14	26,20	4,00	11,91	19,83
Borne supérieure	14,14	26,20	38,26	11,91	19,83	27,75
Fréquence	41	45	14	41	42	16

Distribution des fréquences de la surface des feuilles nécrosées du site El Berouaga

En 2010 et au niveau du site El Berouaga les feuilles nécrosées sont distribuées en trois classes ; les deux premières classes ont presque le même pourcentage avec 63% de petites feuilles de la classe 1, variant de 6,96 à 16,15cm², tandis que 30% de feuilles de classe 2 avec un étendu de 16,15 à 25,35 cm², et 7% de feuilles dont l'étendu est de 25,35 à 34,55cm² en classe 3.

En 2011 les feuilles nécrosées sont distribuées en trois classes 68% de petites feuilles variant de 6,58 à 15,96 cm² pour la classe 1, quant aux feuilles moyennes présentent 25% des feuilles d'une surface de 15,96 à 25,35 cm² et 7% de grandes feuilles mesurent jusqu'à 34,74 cm² de surface en classe3.

Tableau.37. Distribution des fréquences de la surface des feuilles nécrosées du site El Berouaga.

Classes	2010			2011		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
Borne inférieure	6,96	16,15	25,35	6,58	15,96	25,35
Borne supérieure	16,15	25,35	34,55	15,96	25,35	34,74
Fréquence	63	30	7	68	25	7

*** Evaluation de la surface nécrosée des feuilles du site Sidi Temmem :**

La figure16 montre en 2010 que la classe1 qui représente les feuilles faiblement nécrosées est abondante par rapport aux autres classes avec un pourcentage atteint jusqu'à 83%, la classe 2 qui représente les feuilles moyennement nécrosées avec un taux de 11%, la classe 3 représentant les feuilles fortement nécrosées avec un taux faible qui est de 5%.

Pour l'année qui suit les pourcentages de la surface des feuilles nécrosées restent quasi-semblables que l'année précédente.



Figure.16. Evolution du taux(%) de la surface foliaire nécrosée du site Sidi Temmem.

***Evaluation de la surface nécrosée des feuilles du site El Berouaga :**

Concernant la surface foliaire nécrosée des feuilles endommagées, on constate une fluctuation du pourcentage de la surface endommagée durant les deux années d'étude. En 2010 les feuilles faiblement nécrosées sont les plus fréquentes avec 79%, la classe 2 qui représente une nécrose moyenne avec un taux de 14%, la classe 03 représentant les feuilles fortement nécrosées avec un taux remarquablement faible qui est de 7%.

A l'opposé, en 2011 le pourcentage de la surface des feuilles nécrosées passe de la classe 1 à la classe 2 qui représentent la catégorie des feuilles faiblement nécrosées avec un taux de 25% et à la classe 3 qui est fortement nécrosées avec un taux de 13% .

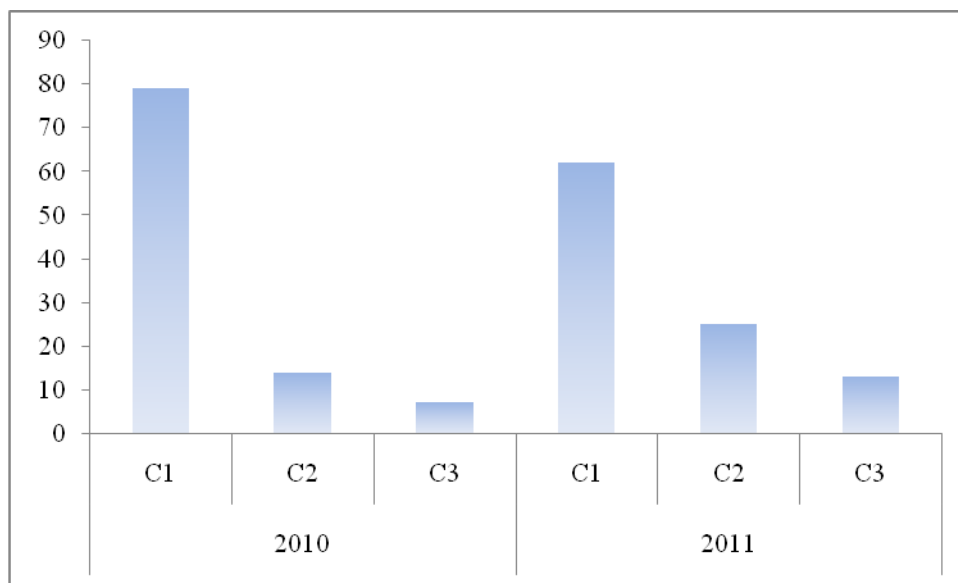


Figure.17. Evolution du taux(%) de la surface foliaire nécrosée du site El Berouaga.

3.4.4. Étude des feuilles présentant des galles:

Surface des feuilles présentant des galles :

La surface moyenne des feuilles présentant des gales est de $16,93 \pm 6,69 \text{ cm}^2$ à Sidi Temmem, le minimum 8,46 tandis que le maximum est de 28,95. Au niveau du site El Berouaga la surface moyenne est de $18,58 \pm 9,33 \text{ cm}^2$, le minimum est de $6,82 \text{ cm}^2$ alors que le maximum est de $30,92 \text{ cm}^2$.

Tableau.38. Statistiques descriptives des feuilles présentant des galles d'Edough en 2011.

	Moyenne	Ecart-type	Variance	Minimum	Maximum
Sidi Temmem	16,93	6,69	44,81	8,46	28,95
El Berouaga	18,58	9,33	87,04	6,82	30,92

Distribution des fréquences de la surface des feuilles présentant des galles du site Sidi Temmem :

Les feuilles présentant des galles récoltées dans le site Sidi Temmem ont été séparées en 3 classes. La première classe regroupe des petites feuilles dont la surface est comprise entre 8,46 et 15,29 cm², cette classe représente 7% de la totalité de ces feuilles. La deuxième classe regroupe les feuilles moyennes ayant une surface comprise entre 15,29 et 22,12 cm² avec un taux d'infestation représente 6%. Les 3% restants représentent les grandes feuilles infestées et dont la surface peut atteindre jusqu'à 28,95 cm².

Tableau.39. Distribution des fréquences de la surface des feuilles présentant des galles du site Sidi Temmem en 2011.

Classe	Borne inférieure	Borne supérieure	Fréquence
1	8,46	15,29	7
2	15,29	22,12	6
3	22,12	28,95	3

Distribution des fréquences de la surface des feuilles présentant des galles du site El Berouaga

Au niveau du site El Berouaga les feuilles sont partagées en 3 classes. La première classe regroupe des petites feuilles dont la surface est comprise entre 6,82 et 14,85 cm², avec un taux de 3% de la totalité de ces feuilles. La deuxième classe regroupe les feuilles moyennes ayant une surface comprise entre 14,85 à 22,89 cm² et taux d'infestation représente un pourcentage négligeable 2%. Et enfin 3% présentent des grandes feuilles atteindre jusqu'à 30,92 cm².

Tableau.40. Distribution des fréquences de la surface des feuilles présentant des galles du site El Berouaga en 2011.

Classe	Borne inférieure	Borne supérieure	Fréquence
1	6,82	14,85	3
2	14,85	22,89	2
3	22,89	30,92	3

Type d'attaque des feuilles galles :

Sidi Temmem:

Pour le site de Sidi Temmem on remarque une absence total des galles au niveau des feuilles récoltées en 2010 , tandis qu'en 2011 on a enregistré des feuilles présentant des galles appartenant à l'espèce *Eriophyies sp* qui sont les plus dominantes avec un taux de 75 %, avec un faible pourcentage de 12,5% pour les feuilles ayant des galles de *Neurotherus minutulus* et le même taux pour les feuilles ayant des galles appartenant à l'espèce *Dryomia lichtensteini*.

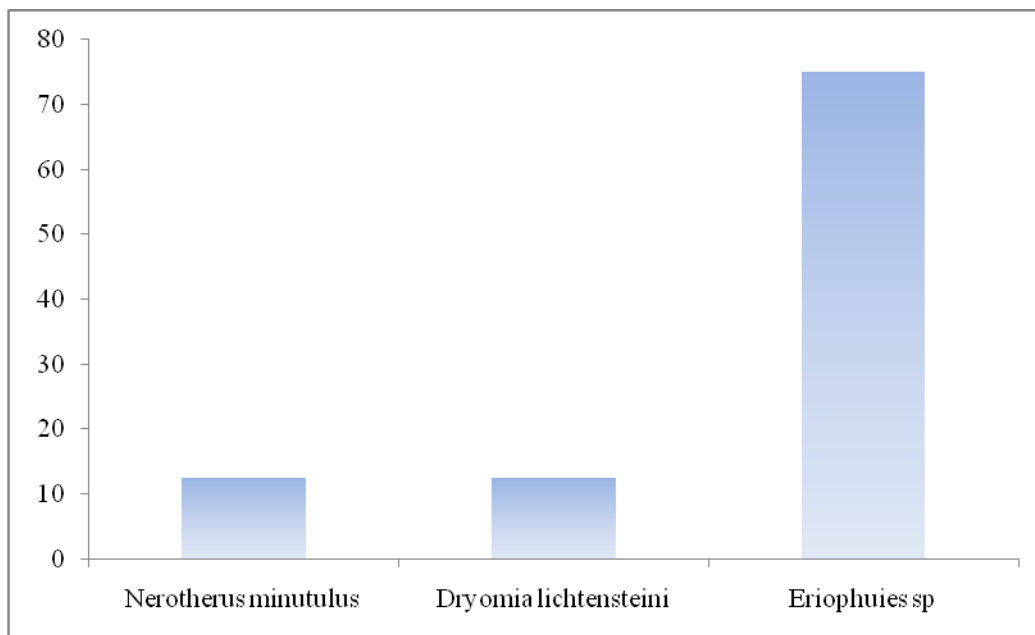


Figure.18. Répartition des galles des feuilles récoltées du site Sidi Temmem en 2011.

El Berouaga

Concernant le site d'El Berouaga on signale aussi une absence des galles au niveau des feuilles récoltées en 2010, alors qu'en 2011 on a des feuilles présentant des galles appartenant seulement à l'espèce *Eriophyies sp*.



Photo.13. *Dryomyia lichtensteini*.



Photo.14. *Neurotherus minutulus*.

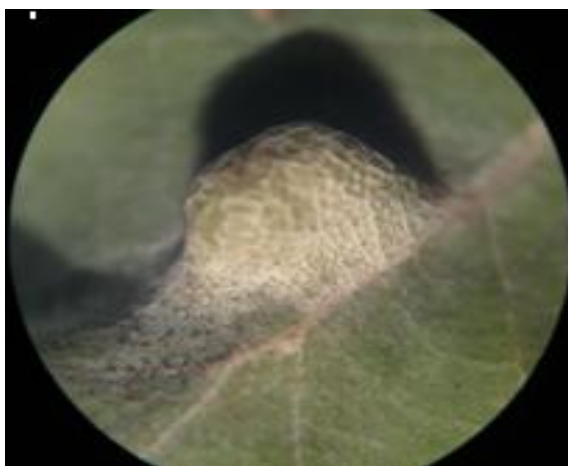


Photo.15. *Eriophyies* sp.

3.4. Etude des glands

3.4.1. Biométrie des glands sains

Les résultats mentionnés dans le tableau (42), montrent que la longueur des glands sains du site El Berouaga est de $3,07 \pm 0,49$ cm en 2010, ils sont un peu plus long que ceux de Sidi Temmem $3,0 \pm 0,45$ cm, pour l'année 2011, on note une diminution de la longueur moyenne des deux sites d'études ; El Berouaga avec $2,76 \pm 0,59$ cm et Sidi Temmem qui atteint $2,80 \pm 0,48$.

L'analyse statistique montre qu'il ya pas une différence significative entre la longueur des glands sains des deux sites d'étude en 2010 ($F= 1,18$; $p= 0,42$) et même en 2011($F= 1,47$; $p= 0,06$). Au niveau de chaque site, la longueur des glands sains présente une différence significative entre les deux années 2010 et 2011. (Tableau.41).

Tableau.41. La longueur moyenne ($m \pm s$) en cm, des glands sains récoltés sur les deux sites d'étude. ($n=100$ /site/an).

Sites Années	Sidi Temmem	El Berouaga	F	p
2010	$3 \pm 0,45$	$3,07 \pm 0,49$	1,18	0,42
2011	$2,80 \pm 0,48$	$2,76 \pm 0,59$	1,47	0,06
F	1,16	1,44	/	/
p	0,47	0,07	/	/

En 2010, se sont les glands du site Sidi Temmem qui présente un large diamètre ($1,65 \pm 0,18$) par rapport à ceux du site El Berouaga ($1,61 \pm 0,14$). Pendant l'année 2011, on remarque une diminution du diamètre pour les glands de Sidi Temmem avec ($1,49 \pm 0,19$) et même au niveau du site El Berouaga ($1,44 \pm 0,19$).

L'analyse statistique montre qu'il n'ya une différence significative entre le diamètre des glands sains des deux sites d'étude en 2010 ($F= 1,69$; $p= 0,01$), par ailleurs en 2011 il ya une différence significative ($F= 1,04$; $p= 0,83$). Au niveau des sites, l'analyse statistique montre qu'il n' ya pas une différence significative entre le diamètre des glands du site Sidi Temmem ($F= 1,03$; $p= 0,89$) pour les deux années 2010 et 2011. Concernant El Berouaga on ne remarque une différence significative ($F= 1,82$; $p= 0,003$) (Tableau. 42).

Tableau. 42. le diamètre moyen ($m \pm s$) en cm, des glands sains récoltés sur les deux sites d'étude. (n=100/site/an).

Sites Années	Sidi Temmem	El Berouaga	F	p
2010	1,65 ± 0,18	1,61 ± 0,14	1,69	0,01
2011	1,49 ± 0,19	1,44 ± 0,19	1,04	0,83
F	1,03	1,82	/	/
p	0,89	0,003	/	/

Le poids des glands sains du site de Sidi Temmem est plus grand ($5,48 \pm 1,8$) que ceux d'El Berouaga ($5,08 \pm 1,44$). En 2011 on note une nette diminution du poids au à Sidi Temmem jusqu'à $3,99 \pm 1,58g$ et même au niveau du site El Berouaga pour atteindre $4,01 \pm 1,72g$.

L'analyse statistique révèle, qu'il n'y a aucune différence significative du poids des glands sains pour le site Sidi Temmem avec El Berouaga pendant l'année 2010 ($F=1,56$; $P= 0,03$). Durant l'année 2011, il existe une différence significative entre les deux sites ($F=1,19$; $p= 0,38$).

L'analyse statistique de l'évolution du poids des glands sains au niveau de chaque site montre qu'il ya pas une différence significative pour les deux années d'étude : Sidi Temmem ($F=1,31$; $p= 0,18$) et El Berouaga ($F=1,42$; $p= 0,08$) (Tableau. 43)

Tableau.43. le poids moyen ($m \pm s$) en cm, des glands sains récoltés sur les deux sites d'étude. (n=100/site/an).

Sites Années	Sidi Temmem	El Berouaga	F	p
2010	5,48 ± 1,8	5,08 ± 1,44	1,56	0,03
2011	3,99 ± 1,58	4,01 ± 1,72	1,19	0,38
F	1,31	1,42	/	/
p	0,18	0,08	/	/

3.4.2. Biométrie des glands infestés

Selon les résultats des mensurations des glands infestés on remarque pendant l'année 2010 que la longueur moyenne des glands du site Sidi Temmem ($2,63 \pm 0,41$) est plus longue que ceux d'El Berouaga ($2,47 \pm 0,47$)

En 2011, la longueur moyenne des glands augmente en général et c'est au niveau du site d'El Berouaga qu'on obtient les plus petits glands ($2,42 \pm 0,53$).

L'analyse statistique montre qu'il ya pas une différence significative entre la longueur des glands infestés de Sidi Temmem avec celle d'El Berouaga pour l'année 2010 et 2011 ($F= 1,30 ; p= 0,34$), ($F= 1,24 ; p= 0,29$).

On remarque que pour le site Sidi Temmem il ya pas une différence significative entre les longueurs des glands infestés en 2010 et 2011 ($F= 1,34 ; p= 0,28$), cette inexistence de différence est aussi enregistré au niveau du site de El Berouaga en 2010 avec les glands de l'année 2011 ($F= 1,28 ; p= 0,25$) (Tableau. 44).

Tableau.44. la longueur moyenne ($m \pm s$) en cm, des glands infestés récoltés sur les deux sites d'étude. ($n=100/\text{site}/\text{an}$).

Sites Années	Sidi Temmem	El Berouaga	F	p
2010	$2,63 \pm 0,41$	$2,47 \pm 0,47$	1,30	0,34
2011	$2,50 \pm 0,47$	$2,42 \pm 0,53$	1,24	0,29
F	1,34	1,28	/	/
p	0,28	0,25	/	/

Concernant le diamètre des glands infestés, le site Sidi Temmem présente une moyenne de $1,54 \pm 0,21\text{cm}$, ils sont plus larges que ceux d'El Berouaga ($1,46 \pm 0,15\text{cm}$). En 2011 on remarque une diminution du diamètre des glands infestés des deux sites d'études Sidi Temmem ($1,43 \pm 0,21$) et d'El Berouaga ($1,33 \pm 0,30$).

L'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative entre le diamètre des glands du site Sidi Temmem avec ceux d'El Berouaga pendant les deux années 2010 et 2011 ($F= 2,05 ; p= 0,005$) ; ($F= 1,96 ; p= 0,001$).

Au niveau des sites d'étude, on remarque ya pas une variation significative du diamètre des glands infestés à Sidi Temmem ($F= 1,02 ; p= 0,96$) au cours des deux années (2010 et 2011),

En revanche, il ya aucune différence significative entre les deux années d'études au niveau du site El Berouaga ($F= 4,12$; $p= < 0,0001$) (Tableau. 45).

Tableau.45. le diamètre moyen ($m \pm s$) en cm, des glands infestés récoltés sur les deux sites d'étude. ($n=100/\text{site}/\text{an}$).

I Années	Sites		F	p
	Sidi Temmem	El Berouaga		
2010	1,54 ± 0,21	1,46 ± 0,15	2,05	0,005
2011	1,43 ± 0,21	1,33 ± 0,30	1,96	0,001
F	1,02	4,12	/	/
p	0,96	< 0,0001	/	/

Il ressort du tableau (46) que le poids des glands du site Sidi Temmem est plus fort ($3,49 \pm 1,19$) que ceux d'El Berouaga ($2,92 \pm 1,04$). Par ailleurs, en 2011 on note aussi une diminution du poids des glands du site Sidi Temmem ($3,03 \pm 1,22$) et même pour le site d'El Berouaga ($2,85 \pm 1,34$).

L'analyse statistique révèle qu'il ya pas une différence significative entre le poids des glands infestés récolté du site Sidi Temmem avec ceux d'El Berouaga, cette différence persiste pendant les deux années 2010 et 2011 ($F= 1,28$; $p= 0,32$) ; ($F= 1,20$; $p= 0,37$).

Le poids des glands échantillonnés du site Sidi Temmem ($F= 1,05$; $p= 0,87$) présentent une différence significative entre les deux années (2010 et 2011) par contre il n'ya une différence significative entre les deux années d'études au niveau du site El Berouaga ($F= 1,62$; $p= 0,03$) (Tableau. 46).

Tableau.46. le poids moyen ($m \pm s$) en cm, des glands infestés récoltés sur les deux sites d'étude. (n=100/site/an).

Sites Années	Sidi Temmem	El Berouaga	F	p
2010	3,49 ± 1,19	2,92 ± 1,04	1,28	0,32
2011	3,03 ± 1,22	2,85 ± 1,34	1,20	0,37
F	1,05	1,62	/	/
p	0,87	0,03	/	/

3.4.3. Détermination des insectes des glands

Les glands du chêne-liège sont attaqués par plusieurs ravageurs. Dans les subéraies de l'Est algérien nous avons trouvés et identifiés quelques uns. La classe des insectes est représentée par quatre espèces appartenant à trois ordres.

Dans l'ordre des Lépidoptères nous avons déterminé deux papillons, *Cydia splendana* et *Cydia fagiglandana* de la famille des Tortricidés. Nous avons trouvé aussi un charançon, *Curculio sp* de l'ordre des Coléoptères famille des Curculionidé. Des larves appartenant à l'ordre des diptères et une espèce signalée comme inconnue.

Tableau.47. Liste des insectes trouvés à l'intérieur des glands du chêne-liège.

Ordre	Famille	Genre et Espèce
Lépidoptère	Tortricidae	<i>Cydia splendana</i>
		<i>Cydia fagiglandana</i>
Coléoptère	Curculionidae	<i>Curculio sp</i>
Diptère	Inconnue	<i>Inconnue</i>

Curculio sp. (Coleptera-Curculionidae)

Le balanin des châtaignes est un coléoptère de la famille des Curculionidae. Il est également appelé balanin éléphant en raison de son très long rostre fortement incurvé (**Adjami, 2006**).

La femelle pond dans les châtaignes et la larve s'y développe. À ce titre, l'insecte est répertorié dans la liste des ravageurs des arbres fruitiers (du châtaignier). Les adultes émergent selon la région de mi-août à fin septembre. Ils se nourrissent pendant une semaine environ puis s'accouplent : Les femelles commencent à pondre directement dans les amandes. Elles se déplacent sur les bogues afin de trouver un espace suffisant entre les piquants pour accéder à la surface de la bogue. L'emplacement trouvé, la femelle enfonce son rostre et tourne autour en prenant appui sur les piquants. Dès que la femelle ne peut plus tourner autour de son rostre, elle pivote sa tête de droite à gauche pour finir de l'enfoncer complètement. Elle retire ensuite son rostre, se retourne, dévagine son ovipositeur et sonde la surface de la bogue pour retrouver le trou qu'elle vient de creuser (**Adjami, 2006**).

La femelle y pond un ou plusieurs œufs. Elle peut pondre en moyenne une quarantaine d'œufs. La période de ponte dure une vingtaine de jours. Le développement embryonnaire et larvaire dans le fruit dure 30-40 jours. Le développement larvaire compte quatre stades. Une fois que le quatrième stade a fini de s'alimenter, les larves perforent le fruit (trou de sortie circulaire) et s'enterrent à 7-8mm de profondeur dans le sol où elles passent l'hiver dans des logettes protectrices. Les sorties larvaires des fruits s'étalent du début octobre à la fin décembre. Jusqu'à courant mars les larves sont en diapause puis leur développement se poursuit jusqu'à la nymphose de juin à août. Cette diapause peut durer jusqu'à 4 ans et entraîner un étalement des émergences sur plusieurs années (**Adjami, 2006**).

Le cycle biologique est univoltin, il comprend au total un stade œuf, 4 stades larvaires et le stade adulte. Les dégâts sont causés par les stades larvaires qui se développent dans les fruits. Ils présentent à leur base des ponctuations brunes résultants des encoches de ponte creusées par les femelles (**Adjami, 2006**).

Les galeries forées par les larves sont remplies de déjections brunes et compactes. Les fruits attaqués tendent à tomber prématurément. Les larves quittent le fruit en perçant un trou. Les arbres stressés sont plus sujets aux attaques et les attaques sont plus intenses lors des années de faible production (**Adjami, 2006**).

La biologie du balanin ne permet pas de l'atteindre par des produits chimiques, mais sa phase de sensibilité est son hibernation dans le sol (**Adjami, 2006**).

***Cydia splendana* (Lepidoptera, Tortricidae)**

Description

Cydia splendana est une espèce d'insecte lépidoptère de la famille des Tortricidae. L'individu adulte mesure 13 à 18 mm d'envergure. Ailes antérieures trapézoïdales, gris cendré, traversées de fines lignes claires ; à l'angle postérieur, une tache gris argenté bordée de brun et renfermant 4 petits traits noirs (**Adjami, 2006**).

La larve mesure 12 à 16 mm, assez épaisse, blanche ou rosée avec le premier segment thoracique brun foncé ; pattes abdominales avec 16 à 18 crochets disposés sur une circonférence ; pattes anales avec 8 à 9 crochets groupés à l'avant ; pas de peigne anal (**Adjami, 2006**).

La chenille hiverne dans un cocon blanc, ovoïde, long de 8 à 10 mm, agglomérant de la terre et divers débris, à une profondeur de 5 à 8 cm sous terre ou sous les écorces de la plante-hôte (**Adjami, 2006**).

Biologie

L'espèce produit une génération par an. À la fin de son développement (de la mi-septembre à la mi-novembre avec un maximum vers le 10 octobre), la chenille abandonne le fruit en faisant un trou de 2 à 3 mm de diamètre et se confectionne dans la terre une coque soyeuse dans laquelle elle hiverne (**Adjami, 2006**).

- Plantes-hôtes : le Châtaignier, les Chênes (*Quercus*), les noyers, plus rarement le Noisetier.
- Adulte : la ponte commence 24 heures après la sortie des femelles et s'échelonne sur une dizaine de jours. Fécondité moyenne : 60 œufs.
- Œuf : ils sont déposés à la face inférieure et surtout à la face supérieure des feuilles. Durée d'évolution, 10 à 15 jours.
- Larve : elle passe par 5 stades et sa croissance dure 3 semaines. La jeune chenille circule sur le feuillage et les rameaux puis pénètre dans les bogues au voisinage du

point d'insertion ; elle s'introduit dans le fruit par le hile puis ronge l'intérieur de l'amande et souille le fruit de ses excréments (**Adjami, 2006**).

***Cydia fagiglandana* Z. (Lepidoptera-Tortricidae)**

Les papillons de *Cydia fagiglandana*, d'environ 15 mm d'envergure, sont bruns. Leurs ailes antérieures, brun-noir, sont traversées par de fines zébrures grises disposées par paires. Un "miroir" tache ovale d'un brun plus foncé, est visible à leur angle postéro-interne. Les ailes postérieures sont uniformément brun clair (**Adjami, 2006**).

La chenille est de couleur rose. Elle pénètre dans le gland lorsqu'il est sur l'arbre et achève son développement en décembre ou janvier, puis elle quitte le gland tombé à terre pour se nymphoser dans la litière. Elle tisse un cocon de soie, dur, aggloméré de débris, dans lequel elle se tient immobile jusqu'à sa nymphose en mars-avril. Les premiers adultes apparaissent à la fin du printemps (**Adjami, 2006**).

Les glands attaqués ont la chair creusée de galeries superficielles (2 à 3 millimètres de diamètre), remplies de soie mêlée de granules excrémentiels ils sont souvent déformés ou fendus (**Adjami, 2006**).



Photo.16. Larve de *curculio* sp (à gauche), adulte (à droite).



Photo.17. Larve de *Cydia splendana* (à gauche), adulte (à droite).



Photo.18 Larve de *Cydia fagiglandana* (à gauche), adulte (à droite).



Photo.19. Larve de l'espèce inconnue.

3.4.3. Étude sanitaire des glands:

L'étude des glands de la forêt fait ressortir que les glands peuvent être sains c'est-à-dire non attaqués et ne présentant aucune altération, les glands peuvent être aussi attaqués par des larves d'insectes à l'intérieur de l'amande (infestés) enfin ils peuvent aussi présenter des trace de pourriture du à une attaque de champignons (glands pourris).

Les résultats d'infestation obtenus en 2010 dans le site de Sidi Temmem montrent que le taux de glands sains est 58%. Ce taux augmente en 2011 à 61%.

L'infestation par des insectes est plus abondante avec un taux avoisinant les 34% en 2010, ce pourcentage diminue à 18% en 2011. En fin 8% des glands de site Sidi Temmem sont pourris en 2010, tandis qu'il y a une augmentation de ce taux de pourriture à 21% en 2011.

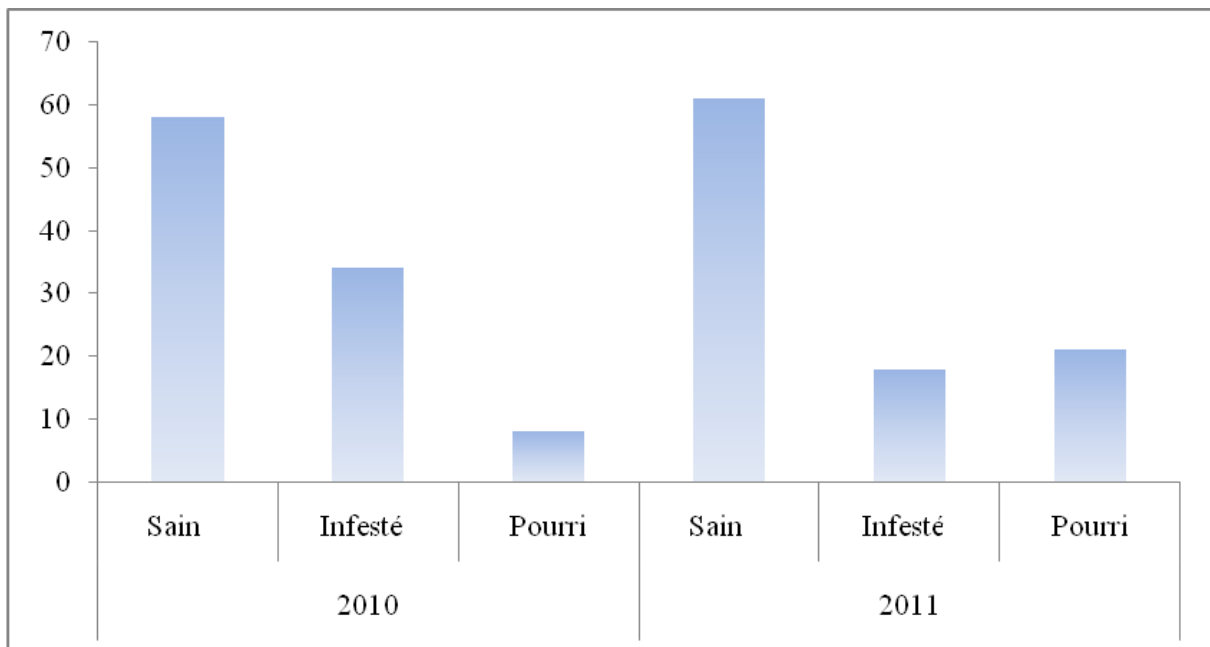


Figure.19. Etat sanitaire des glands au niveau du site Sidi Temmem.

Les résultats d'infestation acquis en 2010 pour le site El Berouaga montrent que le taux de glands sains est 55%. Ce taux augmente en 2011 pour atteindre 66%. L'infestation par des insectes est plus abondante au niveau d'El Berouaga pendant les deux années d'étude avec un même taux avoisinant les 32%. La pourriture des glands en 2010 est de l'ordre de 13%, tandis que 02% seulement des glands sont pourris pour l'année qui suit.

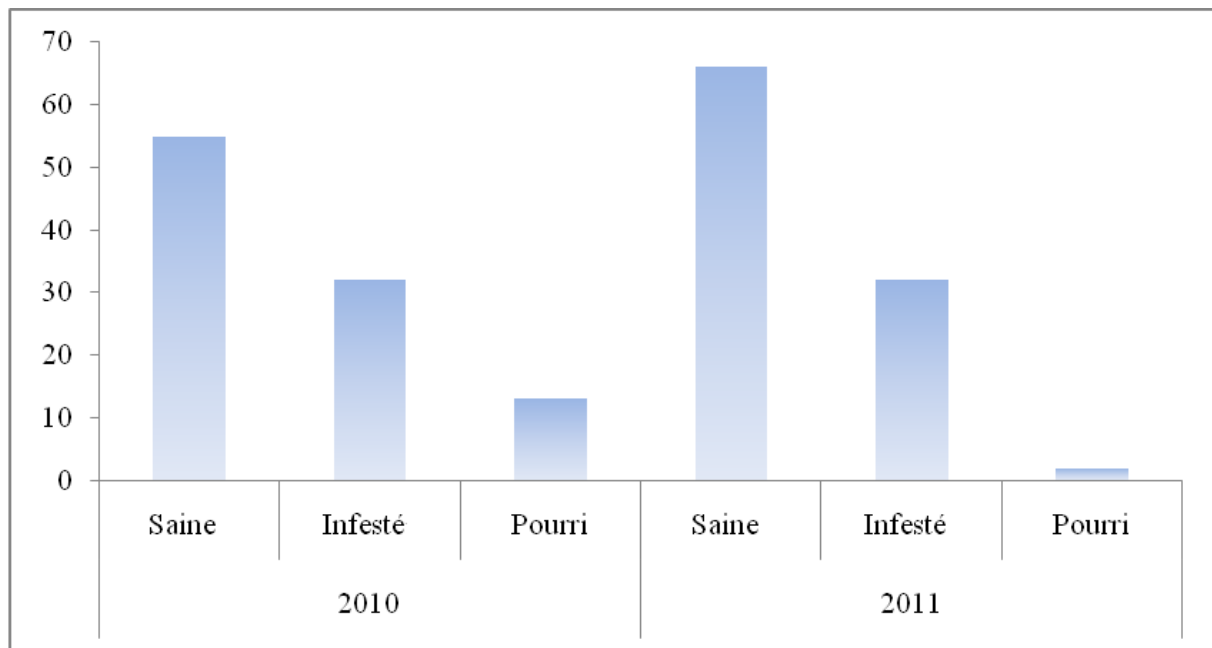


Figure.20. Etat sanitaire des glands au niveau du site EL Berouaga.

3.4.4. Etude d'infestation des glands

3.4.4.1. Le taux d'infestation par espèce :

Les glands récoltés dans nos sites d'étude sont attaqués par un nombre de ravageurs assez important; ce nombre varie d'un site à un autre durant les deux années d'études.

Trois espèces de ravageurs ont été identifiées lors de l'examen des glands dans les deux sites ; deux lépidoptères de la famille des Tortricidae qui sont *Cydia splendana* et *Cydia fagiglandana* et un coléoptère de la famille des Curculionidae « *Curculio sp* » ainsi qu'une espèce qui a été signalée comme inconnue en cours d'identification.

En 2010 nous avons enregistré au niveau du site Sidi Temmem des glands attaqués par des larves d'insectes, cette attaque est représentée par 34,69% de larves de *Curculio sp*, 53,06% de larves de *Cydia splendana*, 10,2% de larves de *Cydia fagiglandana*, et 2,04% de larves d'une espèce inconnue.

Concernant le site El Berouaga, nous avons remarqué que tous les glands étudiés sont attaqués par les larves d'insectes. Cette attaque est représentée majoritairement par des larves de *Curculio sp* avec un taux de 58,25%, les larves de *Cydia splendana* présente 33%, larves de *Cydia fagiglandana* avec 7,76% et 0,97% de larves d'une espèce inconnue.

Sur les glands infestés récoltés dans chaque site en 2011, les attaques les plus fréquents sont celles de *Cydia Splendana* et elles représentent 58,47% des glands récoltés à El Berouaga, et 55,33% des glands de Sidi Temmem.

Les larves de *Curculio* sp sont présents avec un taux presque équivalent à El Berouaga ainsi qu'à Sidi Temmem et varie de 39,4 à 39,62%.

L'attaque de *Cydia fagiglandana* est très rare dans les deux sites, on a enregistré 1,88% comme valeurs maximale de cette attaque dans le site d'El Berouaga et 0,97% à Sidi Temmem.

On note aussi un tau de 3,88% de larves appartient à une espèce inconnue seulement à Sidi Temmem.

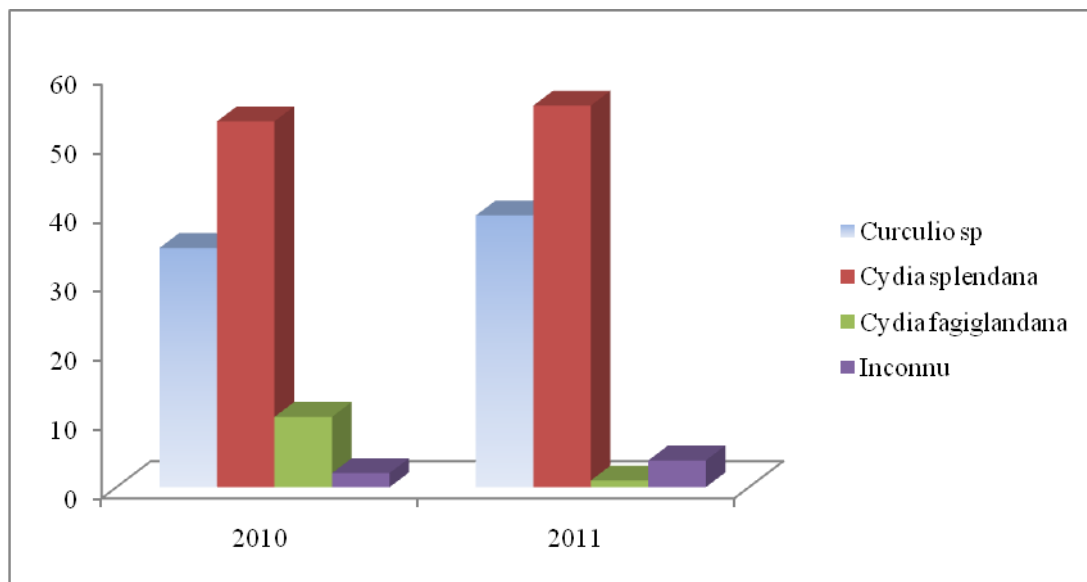


Figure.21. Taux d'infestation par espèce au niveau du site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.

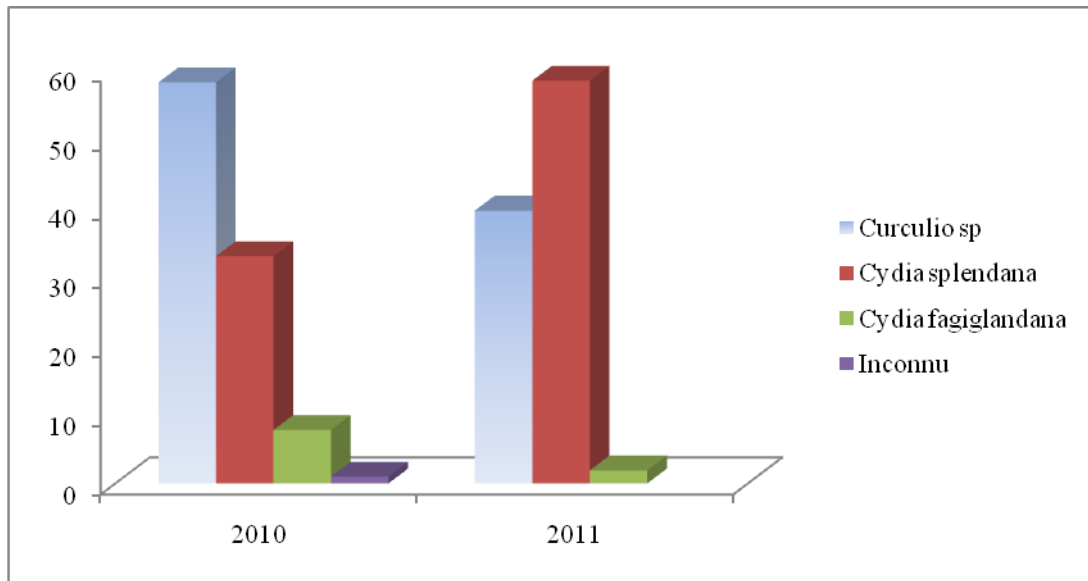


Figure.22. Taux d'infestation par espèce au niveau du site El Berouaga durant les deux années d'étude.

3.4.4.2. Types d'infestation

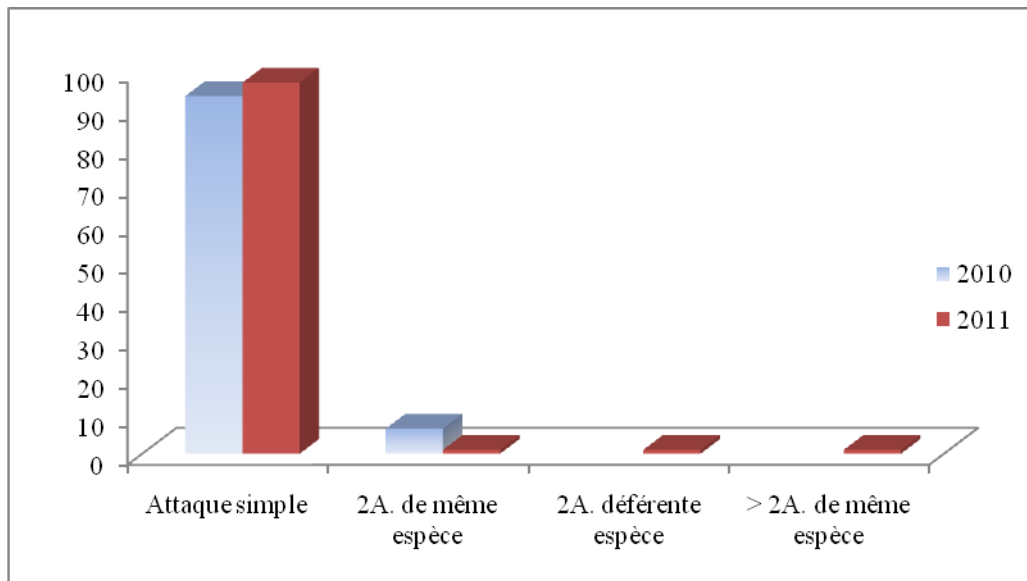
Les glands du chêne-liège sont attaqués de différentes manières, Les deux sites présentent majoritairement des attaques par une seule larve, en 2010 ont enregistré 93,48% à Sidi Temmem et 84,34 % à El Berouaga sont des attaques simple. Ce taux augmente en 2011 à 97% à Sidi Temmem et à 94,05% à El Berouaga.

Des doubles attaques par la même espèce sont enregistrées à Sidi Temmem avec 6,52% de l'ensemble des glands infestés, ainsi que 7,22% dans le site d'El Berouaga, en 2011 on note une diminution de ce genre d'attaque pour les deux sites d'étude 1,0% à Sidi Temmem et 4,95% à El Berouaga.

Des attaques doubles par différentes espèces touchent en 2010 uniquement le site d'El Berouaga avec 3,61%, alors qu'en 2011 on remarque une apparition de ce type d'attaque à Sidi Temmem (1,0%) avec une diminution du pourcentage d'attaque au niveau du site El Berouaga 0,99% de l'infestation.

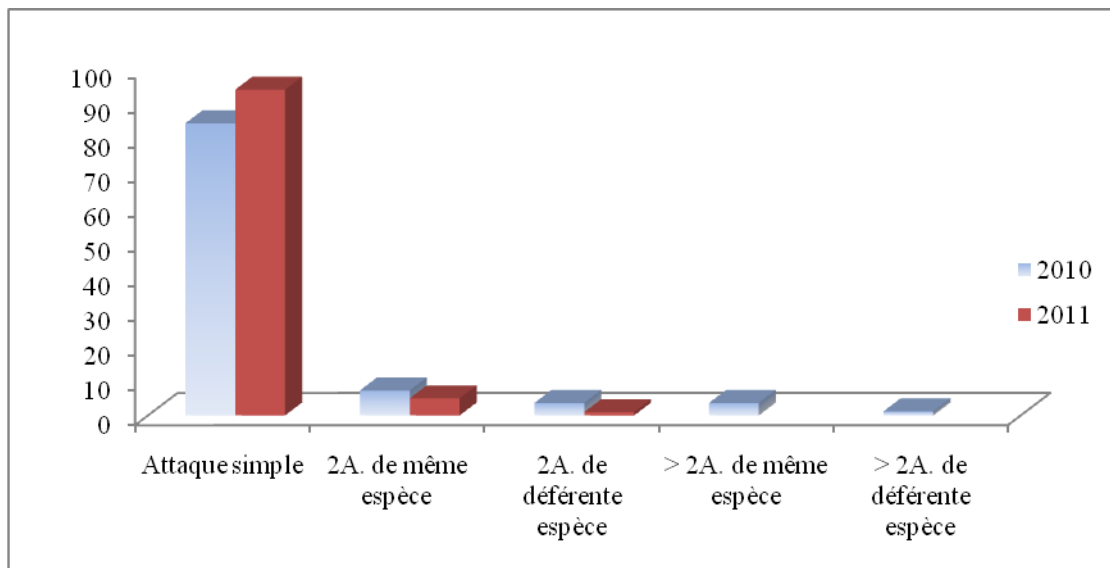
Les glands qui présentent plus de deux attaques de la même espèce touchent aussi uniquement le site El Berouaga avec 3,61% en 2010, contrairement pour l'année qui suit ce genre d'attaque touche seulement le site de Sidi Temmem avec 1,0% de l'infestation.

Les glands qui présentent plus de deux attaques d'espèces différentes présentent un pourcentage négligeable 1,2% à El Berouaga, Tandis qu'on remarque une absence d'attaque de ce type à Sidi Temmem en 2010, en 2011 ont enregistré une absence totale de ce genre d'attaque au niveau des deux sites d'études.



2A: deux attaques ; > 2A : plus de deux attaques

Figure.23. Types d'infestations au niveau du site Sidi Temmem durant les deux années d'étude.



2A: deux attaques ; > 2A : plus de deux attaques

Figure.24. Types d'infestations au niveau du site El Berouaga durant les deux années d'étude.

3.5. Traitement

Larves vivantes

Après 3 jours on enregistre un nombre important de larves vivantes dans le lot témoin: un *Curculio sp*, une *Cydia splendana* et 03 *Cydia fagiglandana*. Dans la dose de 500mg/l on dénombre 3 larves de *Curculio sp*, par contre les glands traités à 1 g/l n'ont donné que 2 larves de *Curculio sp*.

Après 7 jours, on dénombre 03 *Curculio sp* dans les glands témoins, aucune larve vivante dans les glands traités à 500mg/l, et deux larves de *Curculio sp* dans le lot traités à 1 g/l.

Après 10, aucune larve vivante n'a été enregistrée dans tous les lots.

Larves mortes

Après 3 jours de traitement la dissection des glands traités à 500mg/l et 1g/l, n'ont donné aucune larve morte, par contre les glands témoins ont donné une seul larve morte: *Curculio sp*.

Après 7 jours de traitement on enregistre dans le lot des glands témoins aucune larve morte, dans le lot traité à 500mg/l une seul larve de *Cydia splendana*, tandis que dans le lot des glands traités à 1g/l on enregistre 5 larve de *Cydia fagiglandana*.

A la fin de l'essai, après 10 jours aucune larve morte n'a été trouvée dans tous les lots.

Tableau.48. nombre des larves mortes et vivantes pendant la période de traitement.

		Larves vivantes	Larves mortes
Après 3 jours	Témoins	01 <i>Curculio sp</i> 01 <i>Cydia splendana</i> 03 <i>Cydia fagiglandana</i>	01 <i>Curculio sp</i>
	500mg/L	03 <i>Curculio sp</i>	00
	1g/L	02 <i>Curculiosp</i>	00
Après 7 jours	Témoins	03 <i>Curculio sp</i>	00
	500mg/L	00	01 <i>Cydia splendana</i>
	1g/L	02 <i>Curculio sp</i>	05 <i>Cydia fagiglandana</i>
Après 10 jours	Témoins	00	00
	500mg/L	00	00
	1g/L	00	00

3.6. Effet du Spinosad sur la germination des glands traités

Durant une semaine de germination, les glands traités à 1g/L présentent un taux de germination de 14,80 % et ceux du témoin ont un taux de germination de 66,66 %.

Pendant la deuxième semaine les glands traités à 1g/L germent à 79,62 % alors que ceux des glands témoins atteignent 94,44%.

Au bout de la dernière semaine de germination on obtient un taux de germination de 98,15 % pour les glands témoins alors que le taux des glands traités à 1g/L atteint 94,45%.

Tableau.49. Différentes étapes de germination des glands témoins du site l'Edough après 4 semaines de traitement.

	7 jours	14 jours	21 jours	28 jours
I	12,96	1,85	1,85	1,85
RP	14,81	1,85	0	0
FRP	5,55	1,85	0	0
G<5 mm	3,70	1,85	0	0
G>5 mm	62,96	92 ,59	98,15	98,15

Tableau.50. Différentes étapes de germination des glands traités (1g /L) après 4 semaines du site l'Edough.

	7 jours	14 jours	21 jours	28 jours
I	31,48	9,25	5,55	3,70
RP	35,18	9,25	1,85	0
FRP	18,51	1,85	0	1 ,85
G<5 mm	5 ,55	11,11	3,70	0
G>5 mm	9,25	68,51	88,88	94 ,45

Après une semaine de germination les glands traités à 1g/L germent à 14,80 % pour arriver à 94,45% à la quatrième semaine de germination (Tableau.51).

En ce qui concerne les glands témoins, la germination débute assez tôt puisque que le taux atteint presque 66,66 % à la première semaine pour atteindre presque 98,15 % à la fin de la période de germination.

Tableau.51. Taux de germination des glands sains et traités après 4 semaines.

	07jours	14jours	21 jours	28 jours
Glands témoin	66,66	94,44	98,15	98,15
Glands traités (1g/L)	14,80	79,62	92,58	94,45

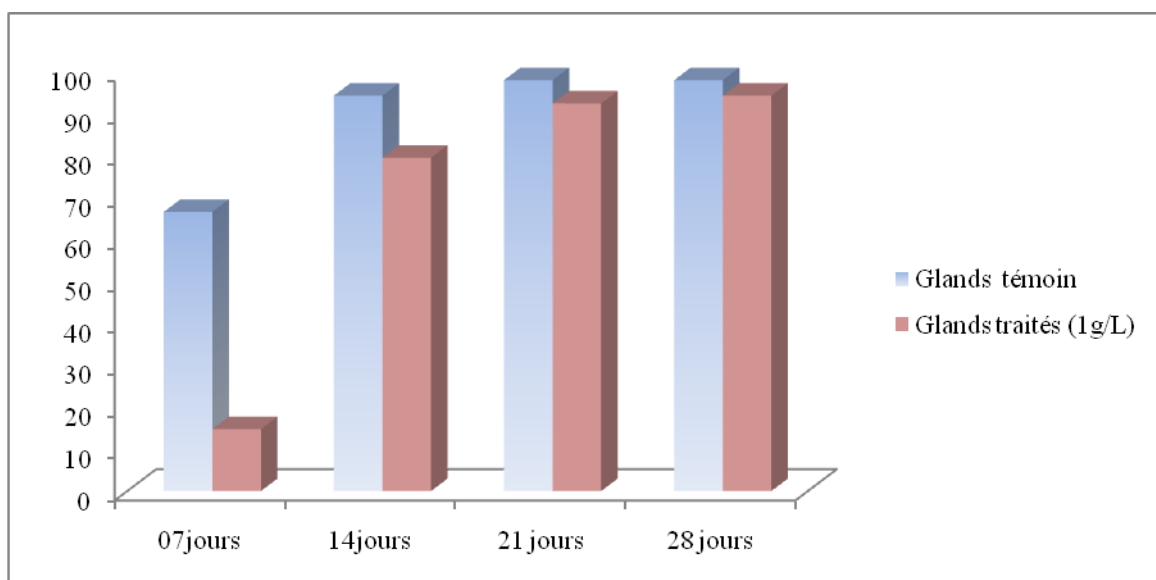


Figure.25. pourcentage de la germination des glands sains et traités pendant 28 jours.

Le temps moyen de germination (TMG)

Au bout de 28 jours, le temps moyen de germination des glands témoins atteint 26 jours et on ce qui concerne les glands traités à 1g/L représentent presque la même valeur du TMG égale à 27 jours.

Tableau.52. Temps moyen de la germination des glands témoins et traités (en jours).

	07jours	14jours	21 jours	28 jours
Glands témoins	4,66	13,22	20,61	26,44
Glands traités (1g/L)	1,03	11,14	19,83	27,48

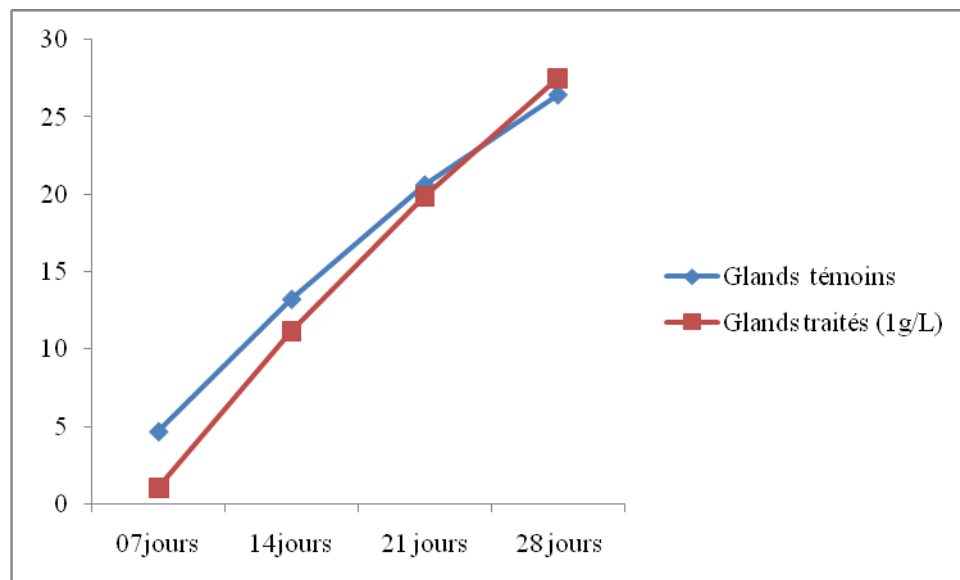


Figure.26. vitesse de germination des glands témoins et traités.

La figure 26 montre que les glands traités présentent un temps moyen un peu plus élevé (presque 28 jours) que ceux des témoins (presque 27 jours), c'est-à-dire que leur vitesse de germination est un peu lente par rapport aux glands témoins.

3.7. Effet du Spinosad sur le développement et la croissance des plantules :

3.7.1. Croissance des tiges

Sur les glands traités à 1 g/l germés, tous les glands ont donnés des plantules, les glands entament leur croissance dès la 3^{ème} semaine, mais c'est au cours de la 7^{ème} semaine que 100% des glands donnent des plantules. La taille maximale de la tige après 105 jours a été enregistrée pour le gland n°04 (27cm), aucune mortes des plantules observées à la fin de la phase de la croissance. (Tableau.54).

Concernant les glands traités à 500mg/l germés, on a noté que tous les glands ont donnés des plantules, les glands commence leur croissance dès la 3^{ème} semaine, pendant la 8^{ème} semaine on enregistre 100% des glands qui donnent des plantules.

Après 105 jours la taille maximale de la tige a été enregistrée pour le gland n°05 (28,2cm) (Tableau.55).

Sur les glands du témoin germés, trois glands n'ont rien donné (aucune croissance), l'apparition des tiges commence dès la 4^{ème} semaine, pendant la 11^{ème} semaine 70% des glands donnent des plantules. Après 105 jours, sur l'ensemble des plantules la taille maximale des tiges a été observée pour le gland n°01 (19cm) (tableau.53). A la fin de la phase de la croissance (105 jours) toutes les plantules sont on vie.

On a enregistré un type de déformation qui est ; les tiges multiples, cette malformation est observée pour le gland numéro 04 du témoin et on a abouti à trois ramifications, avec tige courte.

Concernant les glands traités seule ceux de la dose 1g/l représente ce genre de malformation pour le gland numéro 03 avec deux ramification et une tige courte.

Sur les trois lots des glands testés ce sont les glands traités à 500mg/l qui présentent une meilleure croissance de la tige par rapport aux autres lots des glands.

Tableau.53. Taille de la tige des plantules issues des glands témoins du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0	0	3	7,5	15	19	19	19	19	19
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0,5	2,5	7	13	14	14,2	14,2	14,5
5	0	0	0	0	0,5	2	5,9	10	13	16	16,5	16,5	16,5	16,5
6	0	0	0	0,5	2	6	12,1	16	17	17	17,5	17,5	17,5	17,5
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	5
9	0	0	0	0	0	1	5	11	15	17	17	17	17,2	17,5
10	0	0	0	1	2	5	11	13	15	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5

Tableau.54. Taille de la tige des plantules issues des glands traités (1g/l) du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0,5	1,8	4,5	12,2	18	23	25	25	26	26	26
2	0	0	1,5	3	4,3	9	16,7	22	25	25,5	26	26	26	26
3	0	0	0	0	0	0	3,1	8,3	16	23	24,5	25,5	25,5	25,5
4	0	0	0	0	0	1,7	7,4	13	20	25	26	26,5	27	27
5	0	0	0	0,5	1,5	4	10,2	15,5	20	21	22	22	22	22

Tableau.55. Taille de la tige des plantules issues des glands traités (500mg/l) du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0,8	2,5	7,5	12	17	19	19,5	19,5	20	20,2
2	0	0	1	2	3,7	10,2	20	22,5	25	25	25	25,5	25,5	25,5
3	0	0	0	1	2,3	7	16	22	25	26,5	27	27,5	27,5	27,5
4	0	0	0	0	0	0	0	1,7	8,5	15	17,5	18	18	18
5	0	0	0	2	2,5	7,8	16,5	22	26	28	28	28	28	28,2

3.7.2. Longueur de la plus grande feuille :

Pour les glands traités à 1g/l, la longueur des feuilles augmentent durant la phase de croissance, les feuilles passent de 0,7cm à 06cm, cette taille est atteinte après 105 jours pour les glands n° 01 et 03 (tableau.57).

Concernant les glands traités à 500mg/L, après 105 jours la longueur de la plus grande feuille atteint 6,2cm qui a été enregistré pour le gland n° 03 (tableau.58).

Ces valeurs diminuent pour les glands témoins où on enregistre une longueur maximale de 5,5 cm pour le gland n°01 (tableau.56).

On a enregistré un symptôme qui manifeste au niveau des feuilles traduit par des taches qui apparaissent sur les extrémités et les bords des feuilles puis s'élargissent sur la surface du limbe observé au niveau des glands n°03 et 05 pour les traités à 1g/l et au niveau du gland n°05 pour les traités à 500mg/l.

Tableau.56. longueur de la plus grande feuille de la plantule issue des glands témoins du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0	0	0,5	1,6	3	5,2	5,5	5,5	5,5	5,5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0,5	2	4	4,2	4,2	4,2	4,2
5	0	0	0	0	0	0	1,7	2,6	3,5	4	4,1	4,1	4,1	4,1
6	0	0	0	0	0,5	1	2,9	5	5	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,9	3,5	3,5
9	0	0	0	0	0	0	1	2,3	3,5	4	4,1	4,1	4,2	4,2
10	0	0	0	0	0,5	1	2,6	4	5	5	5,1	5,1	5,1	5,1

Tableau.57. longueur de la plus grande feuille de la plantule issue des glands traités (1g/l) du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0	0,7	2,3	4,2	6	6	6	6	6	6
2	0	0	0	0	0	1	3,1	4	5,2	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5
3	0	0	0	0	0	0	0,7	1,5	4,5	6	6	6	6	6
4	0	0	0	0	0	0	1,1	2,5	3,2	5	5	5	5	5
5	0	0	0	0	0,4	0,7	2,1	3,6	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5

Tableau.58. longueur de la plus grande feuille de la plantule issue des glands traités (500mg/l) du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0,2	0,4	1,6	3,5	4,5	4,5	5	5	5	5
2	0	0	0	0	0,8	1,5	3,5	4,7	5,5	5	5,2	5,2	5,2	5,2
3	0	0	0	0	0	0,8	3,1	5,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5,3	5,5	5,6	5,7	5,7
5	0	0	0	0,5	0,8	1,5	3,9	5	5,5	6	6	6	6	6

3.7.3. Nombres des feuilles :

La floraison des glands traités à 1g/l à commencé dès la 5^{ème} semaine, lors de la 8^{ème} semaine on enregistre 100% des plantules qui présentent des feuilles, après 105 jours le nombre de feuilles le plus important qui est 13 feuilles a été enregistré pour les glands n° 01 et 05 (tableau.60).

Pour les glands traités à 500mg/l, les feuilles commencent à apparaitre dès la 4^{ème} semaine, pendant la 9^{ème} semaine on enregistre 100% des plantules qui présentent des feuilles, après 105 jours le nombre de feuilles le plus important qui est 17 feuilles a été enregistré pour le gland n° 05 (tableau.61).

Concernant les glands témoins l'apparition des feuilles commence dès la 4^{ème} semaine et augmentent durant la phase de croissance, pendant la 11^{ème} semaine on enregistre 100% des plantules qui présentent des feuilles, après 105 jours le nombre de feuilles le plus important qui est 13 feuilles a été enregistré pour le gland n° 01 (tableau.59).

On a noté une chute des feuilles des plantules du témoin dès la 12^{ème} semaine de croissance pour le gland n° 01 et n° 10.

Dans les trois lots des glands on remarque que les glands traités à 500mg/l présentent un meilleur développement de feuilles par rapport aux autres lots.

Tableau.59. Nombre des feuilles de la plantule issue des glands témoins du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0	0	6	7	9	13	14	13	13	13
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10	11	11	11	11
5	0	0	0	0	0	0	5	7	10	11	11	12	12	12
6	0	0	0	1	2	5	9	10	12	12	12	12	12	12
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	7	7
9	0	0	0	0	0	0	5	6	10	11	11	11	11	11
10	0	0	0	0	2	3	9	7	10	11	10	8	8	8

Tableau.60. Nombre des feuilles de la plantule issue des glands traités (1g/l) du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	0	4	8	8	11	13	13	13	13	13
2	0	0	0	0	0	3	7	9	11	11	11	11	11	11
3	0	0	0	0	0	0	3	5	8	10	12	12	12	12
4	0	0	0	0	0	0	4	7	10	13	13	13	12	12
5	0	0	0	0	1	4	7	10	13	14	14	14	13	13

Tableau.61. Nombre des feuilles de la plantule issue des glands traités (500mg/l) du site d'Edough.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	0	0	0	0	2	5	9	10	14	14	14	15	15	13
2	0	0	0	2	6	8	13	15	15	15	12	12	12	12
3	0	0	0	0	0	2	6	9	12	12	12	12	12	12
4	0	0	0	2	0	0	0	0	5	9	10	11	10	10
5	0	0	0	2	4	6	9	12	15	17	17	17	17	17



Photo.20. Plantules issues des glands témoins (3^{ème} mois de croissance).



Photo.21. Plantules issues des glands traités à 1g/l (3^{ème} mois de croissance).



Photo.22. Plantules issues des glands traités à 500 mg/l (3^{ème} mois de croissance).

3.8. Le poids sec de la partie aérienne et de la partie racinaire :

Les résultats du tableau (62) montrent que le poids sec de la partie aérienne (tige + feuille) des glands traités à 500mg/l est de $1,04 \pm 0,36$ g, pour les glands traités à 1g/l est de $1,01 \pm 0,25$ g alors que le poids sec de la partie aérienne des glands témoins est bien inférieure ($0,67 \pm 0,31$).

L'analyse statistique montre une différence significative entre les 3 poids mesurés ($F=0,653$, $p=0,535$).

S'agissant du poids sec des racines les résultats obtenus montrent un poids de $0,75 \pm 0,32$ g pour les glands témoins. Les glands traités à 1g/l présentent un poids sec racinaire moindre ($0,72 \pm 0,27$ g) et $0,71 \pm 0,31$ g pour les glands traités à 500mg/l. L'analyse statistique montre une différence significative entre les 3 poids mesurés ($F=0,029$ $p=0,972$).

Tableau.62. Poids sec (g) des parties aériennes (tiges+feuilles), et le poids sec(g) des racines (m±s).

	(Tige + feuille)	Racine
Glands témoins	$0,67 \pm 0,31$	$0,75 \pm 0,32$
Glands traités à 1g/l	$1,01 \pm 0,25$	$0,72 \pm 0,27$
Glands traités à 500mg/l	$1,04 \pm 0,36$	$0,71 \pm 0,31$

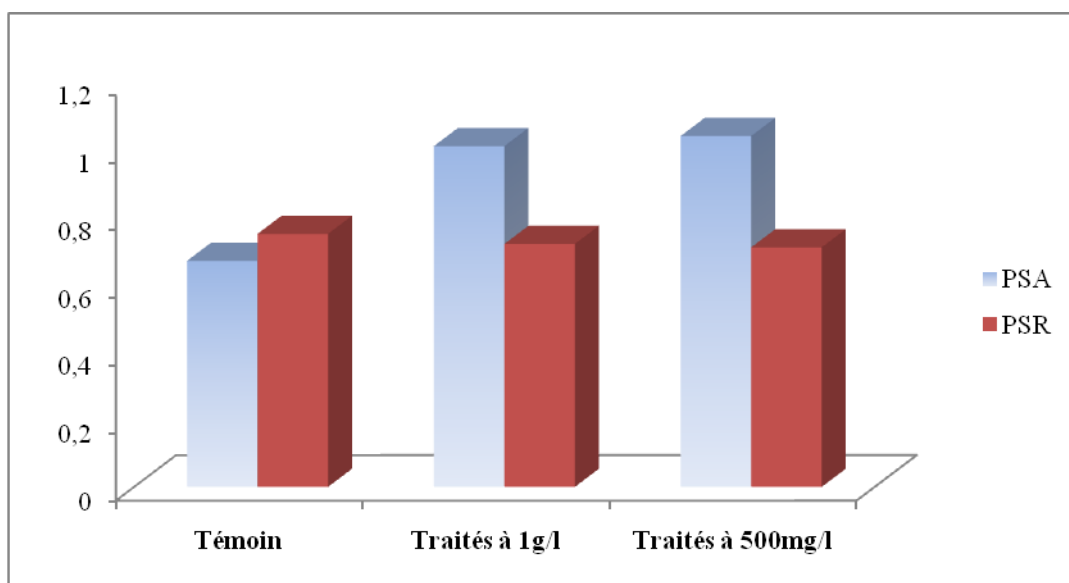


Figure.27. Variation de la biomasse aérienne et racinaire.



Photo.23. Représentation de la différence entre la longueur de la partie aérienne et racinaire des plants de chêne liège à la fin de l'expérimentation.



Photo.24. Système racinaire des plants de chêne liège à la fin de l'expérimentation.

4. Discussion

Le chêne-liège est considéré comme l'une des essences forestières dont l'aire, naturellement inextensible est étroitement limitée au bassin méditerranéen occidental (**Boudy, 1950**). Le problème de dépérissement dont souffrent actuellement les forêts de chêne-liège dans le pourtour méditerranéen contribue à la régression de l'aire de ces subéraies (**Cabral, M.T. & Lopez, 1992**).

En Algérie le peuplement du chêne-liège présente des signes de dépérissement inquiétants, les symptômes de dépérissement se manifestent par des altérations de couleur et de forme qui progressent visiblement et qui en même temps dépendent étroitement des modifications invisibles du métabolisme, mais partout détectables (**Hartman et al, 1991**).

Plusieurs facteurs sont susceptibles de causer les symptômes et les dégâts qu'on observe sur nos arbres échantillons. Il est admis généralement que le dépérissement des arbres forestiers résulte d'une détérioration générale et graduelle des différents types de tissus causée par l'interaction de stress biotique et abiotique et qui fait intervenir plusieurs facteurs mis en cause pour expliquer le phénomène de dépérissement. Des facteurs de prédisposition, déclenchant et aggravants sont considérés dont l'importance relative varie d'une région à l'autre. On peut, d'une façon générale, considérer que le dépérissement du chêne-liège résulte de multiples interactions (**Houston, 1992**).

Les facteurs prédisposant : Ce sont des facteurs qui exercent leur action de façon permanente pendant une bonne partie de la vie de l'arbre, durant laquelle sa sensibilité envers l'action d'autres facteurs s'accroît. Ces facteurs opèrent d'une manière continue sans interruption pendant de longues périodes et qui entraînent l'affaiblissement graduel des arbres sans pour autant provoquer l'apparition de symptômes. Ces facteurs sont essentiellement des facteurs édaphiques, climatiques et sylvicoles (**Maugard F., 1992**).

Les facteurs édaphiques: le chêne liège apprécie les sols dépourvus de carbonate de calcium, acides, présentant peu de contraintes pour la pénétration des racines, suffisamment drainés et avec un horizon organique bien préservé.

Les conséquences de la dégradation du sol sur la subéraie sont une diminution de la production et une baisse de la qualité du liège ainsi qu'une limitation de régénération de ces peuplements, une réduction de la biodiversité et une augmentation des risques phytopathogènes (**DGRF, 2006**).

Les facteurs climatiques sont des facteurs écologiques le plus souvent impliqués à travers le monde dans la déstabilisation des écosystèmes forestiers et le déclenchement des phénomènes de dégradation de leur état sanitaire. Les précipitations qui jouent un rôle

primordial dans l'alimentation hydrique des arbres (**Bouhraoua, 2003**). Ce phénomène entraîne des changements de la couverture et de la structure végétale. C'est pourquoi les projections actuelles prévoient une probable réduction ou déplacement de l'aire naturelle des chênes (**DGRF, 2006**).

Les facteurs sylvicoles sont l'âge, le surpâturage, la densité et la concurrence avec d'autres essences. L'âge des arbres «le vieillissement» entraîne la diminution des capacités physiologiques de défenses qui facilitent l'installation d'insectes nuisibles et de diverses maladies, une diminution quantitative et qualitative des glandées, à un âge avancé, limitant de ce fait la régénération naturelle de cette espèce.

Concernant notre étude, les facteurs prédisposant de la région de Séraïdi n'exercent pas une grande influence sur l'état sanitaire des subéraies ; la qualité du sol ainsi que les facteurs climatiques de la région sont favorables à la prolifération du chêne-liège, concernant les facteurs sylvicoles; les subéraie étudiés ne subissent pas une concurrence avec d'autres essences.

Les facteurs déclenchant: Ce sont des facteurs défavorables qui agissent en peu de temps sur la physiologie des arbres et interviennent indépendamment de leur état de santé apparent et créent ainsi des conditions favorables à l'action des facteurs d'accélération (tel que les attaques de certaines espèces de champignons ou d'insectes). Ils sont de nature abiotique et biotique.

Selon **Bouhraoua (2003)**, une fois le phénomène est installé, il devient persistant et irréversible, on parle alors d'un «dépérissement lent ou chronique». Ce type de dépérissement se caractérise souvent par la mort progressive des organes pérennes (rameaux et branches) ou par une déficience du débourrement qui ne conduit pas obligatoirement la mort de l'arbre. Les subéraies de l'ouest algérien présentent ce type de dépérissement qui se manifeste après plusieurs saisons végétatives en climat semi aride, comme au niveau des subéraies de M'sila, Nesmouth, voire après des décennies en climat sub-humide comme au niveau des subéraies de Haffir et Zariéffet.

Etant donné que la manifestation extérieure de l'affaiblissement de l'arbre réside plus dans la perte de ses feuilles que dans la décoloration du feuillage (**Bonneau et Landmann, 1998**), l'indice de dépérissement calculé d'après les classes de la défoliation durant les années 2005, 2006 et 2007 dans le parc national d'El Kala, a révélé qu'il ya une nette progression de l'indice de dépérissement qui passe d'un état sanitaire bon en 2005 à un dépérissement assez grave en 2007 pour les trois sites d'étude, où l'évolution semble aller vers une détérioration caractérisée par une défoliation massive (**Adjami, 2009**). Lors de notre

récente étude sur le peuplement de chêne-liège dans la forêt de l'Edough, région de Séraïdi durant les deux années 2010 et 2011, le calcul de l'indice de dépérissement a révélé que les subéraies de Sidi Temmem et d'El Berouaga sont en début de dépérissement, ce résultat est également observé dans les relevés dendrométriques des arbres échantillons, cet indice progresse d'une année à l'autre, pour le des 02 sites d'étude ; en effet, les arbres échantillons de Sidi Temmem ont des circonférences des tronc plus petites que celles d'El Berouaga, même pour la hauteur totale et la circonférence à hauteur d'homme, concernant la hauteur de la première branche des arbres d'El Berouaga est supérieure à celle des arbres du site de Sidi Temmem.

Dans nos sites d'étude, la défoliation est accompagnée d'une faible décoloration donc la progression du déficit foliaire n'est pas liée à la décoloration. Cette aggravation de la défoliation intervenue en quelques années s'explique en partie par les conditions estivales très défavorables. Par ailleurs, l'apparition d'une décoloration ne s'accompagne jamais d'un déficit foliaire plus marqué sauf lorsqu'il s'agit d'un dessèchement complet de l'arbre qui ne débourre plus (**Bouhraoua, 2003**).

Parmi les symptômes de dégradation sanitaire des arbres on note entre autre une élévation réduite des pousses qui donnent des feuilles chétives, ou carrément l'absence de débourrement (**Bouhraoua et Villement, 2005**).

Le chêne-liège est un arbre sempervirent, c'est-à-dire : que son feuillage reste vert toute l'année et dont la défoliation est masquée par la repousse et la présence constante de feuillage, de ce fait on note une décoloration remarquable dans le site d'El Berouaga par contre on a noté une faible décoloration pour le sites de Sidi Temmem durant les années 2010 et 2011, quant à la défoliation elle affecte surtout les arbres d'El Berouaga par rapport a celle de site Sidi Temmem en 2010, ce taux de défoliation reste important pour l'année qui se suit; les sites étant considérés comme présentant un début de dépérissement.

En général le chêne-liège résiste assez bien à la sécheresse, mais lorsque les conditions stationnelles et sylvicoles sont défavorables (exposition à des vents excessifs et à un fort ensoleillement, terrains superficiels et peu perméables, peuplement serrés, sol appauvri par les activités agricoles, élimination totale du sous-bois, pâturage excessif), il est plus facilement exposé à un stress hydrique. Les arbres soumis à de telles conditions sont rabougris et sont le plus souvent attaqués par des insectes et des champignons. Ceux-ci sont à l'origine de défoliations souvent totales qui conduisent à de graves déséquilibres physiologiques (**Sechi et al., 2002**). Notre étude démontre que le taux de présence de trous d'insectes xylophage sur le tronc et la zone sous corticale est inversement proportionnel à l'altitude ; on note un taux plus

élevé dans le site d'El Berouaga situé à 788m d'altitude, par rapport à l'autre site situé à 822 m d'altitude. L'altitude étant un paramètre déterminant pour les facteurs climatiques intervient donc indirectement dans l'état sanitaire des forêts du chêne-liège.

Les incendies sont considérés comme un facteur déclenchant, il s'agit bien d'un facteur de dépérissement important qui provoque l'affaiblissement physiologique de l'arbre, dont les plus graves ont coïncidés avec les années de sécheresse où le stress hydrique était particulièrement fort. Au niveau européen, les grands incendies de l'été 2003 ont parcouru au Portugal, en Espagne, en Italie et en France plus de 865 000 ha, dont 7% (soit 59 000 ha) de subéraie (**Peyre, 2004**). En Tunisie le risque d'incendie est lié aux conditions climatiques qui est habituellement plus grand durant les mois de Mai à Octobre (**Benjamâa & Abdel Moula, 2004**). Nos sites d'études sont très peu affectés par ce facteur, par contre d'autres actions d'hommes ont été remarquées durant notre étude ; on cite les blessures causées probablement lors du démasclage, ces blessures peuvent provoquer l'affaiblissement et même la mort de l'arbre ; le démasclage mal réalisé ou le déliègeage peut compromettre le développement ultérieurement de l'arbre. La récolte du liège est un stress pour l'arbre, qui peut occasionner des blessures plus au moins importantes et quelques fois irréversibles, ainsi l'ouverture créée par la hache est une entrée possible pour divers agents.

Les agents biotiques associés au déclin du chêne liège sont essentiellement des insectes ravageurs (**Chadigan, 1990; Villement & Fraval, 1991; Sousa, 1995**)

Les arbres qui présentent des crevasses constituent des abris favorables à de différents insectes, qui pondent leurs œufs dans le liège et les larves se développent dans la petite couche vivante qui se trouve juste sous l'écorce, là où circule la sève et où se fabrique le liège, comme pour *Lymantria dispar* (pontes, chenilles âgées et chrysalides). Si l'arbre est crevassé et qu'il a toujours des feuilles vertes, cela signifie que la sève circule toujours dans son tronc. La sève circule sous l'écorce, dans la partie vivante de l'arbre. L'intérieur du tronc est en fait du bois mort : il est une sorte de squelette qui permet à l'arbre de tenir debout. Les arbres creux sont très fragiles, ils ne résistent pas longtemps aux tempêtes, Beaucoup d'oiseaux vivent à l'intérieur de ces arbres creux. A l'ouest Algérien (M'Sila) 21% des arbres possèdent un tronc crevassé (**Villemant & Fraval, 1993**). Dans le site de Sidi Temmem, plus de la moitié des arbres échantillons sont crevassés par contre le taux de crevasse au niveau des arbres du site El Berouaga est faible durant les deux années d'études.

Les champignons des arbres de chêne-liège dépérissant ou vivant hébergent dans leur organe (*bois, feuilles, racine, liège, glands*). De nombreux champignons pathogènes, symbiotiques ou saprophytes ; le seul champignon d'altération signalé en Algérie à un niveau

épidémique et pouvant causer des dommages sur le chêne liège est *Hypoxylon méditerranium* (Abbas et al., 1988).

Dans nos sites d'étude l'apparition de l'*Hypoxylon méditerranium* est visible à travers la présence des suintements noirâtres qui sont à l'origine de ce champignon, il touche presque 50% des arbres du site Sidi Temmem et environ 30% à El Berouaga. Concernant l'écoulement d'origine divers, sa présence est faible pour les 2 sites. La croûte carbonneuse d'origine fongique est faible au niveau des arbres d'El Berouaga et touche plus de 30% des arbres de Sidi Temmem.

La flore lichénologique est omniprésente dans les deux sites d'étude puisqu'elle recouvre presque tous les arbres. Ce même résultat a été enregistré dans les subéraies d'El Berouaga et de Sidi Temmem pendant les deux années d'étude (2010 et 2011). Elle est aussi fréquemment observée à M'sila, Oran mais absente dans les subéraies de Hafir et Zariéffet (Tlemcen) (Bouhraoua, 2003). La qualité du liège relevée dans les 2 sites étudiés est bonne et la glandée est abondante.

Etude des feuilles

Concernant les facteurs biotiques, on cite les insectes phytophages primaires représentés par les défoliateurs, ce sont les plus souvent évoqués dans la littérature (Delatour, 1983) tel que les chenilles de *Lymantria dispar* qui occasionnent des dégâts considérables qui conduisent à la défoliation complète de l'arbre, *L. dispar* supprime la glandée et réduit la croissance de l'arbre (Villemant et Fraval, 1993), et de la tordeuse verte *Tortrix viridana* qui provoque une réduction de la surface foliaire (déséquilibre physiologique) mais également par la destruction des bourgeons, ce qui entraîne une carence de la régénération suite à l'attaque. Tandis que les défoliations suivies de la mort des branches sont dues à divers coléoptères, parmi lesquels *Cerambyx cerdo mirbecki* responsable de 60% de la mortalité des branches. Un autre facteur biotique c'est la flore lichénologique, dont les organes atteints ont souvent perdu leurs feuilles ce qui donne à la cime une certaine transparence. Les arbres affaiblis ou dépérissants appartiennent en général aux classes de défoliation 2 ou 3 (Bouhraoua, 2003).

Les feuilles récoltées dans les deux sites sont majoritairement des feuilles de petite taille, nous avons aussi noté une forte action des insectes phyllophages puisque environ 70% des feuilles du chêne-liège sont endommagées, elles sont soit attaquées, soit nécrosées, soit présentant des galles, on trouve aussi des feuilles qui prennent à la fois plusieurs aspects.

Concernant les feuilles attaquées, il semble que les insectes phyllophages exploitent généralement les feuilles du chêne-liège en les décapants puisque elles sont majoritairement attaquées en décapaise au niveau du site de Sidi Temmem et même à El Berouaga. On note

aussi un taux important de feuilles qui présentent les deux types d'attaques en même temps dans les deux sites.

La surface moyenne des feuilles attaquées est quasiment la même dans les deux sites d'études, la majorité des feuilles attaquées appartient à la classe des petites feuilles, et ceci est expliqué par la vulnérabilité des petites feuilles face aux attaques des ravageurs.

De même que pour les feuilles attaquées, les feuilles nécrosées sont majoritairement des petites feuilles, plus la surface de la feuille augmente plus les attaques de champignons se font rares.

Les galles ou cécidies sont des structures végétales anormales provoquées par des parasites suite à une injection dans les tissus de l'hôte des substances analogues aux auxines. Elles se rencontrent sur nombreux végétaux dont plus de 50% sur les Fagacées. Il existe plus de 200 galles sur le genre *Quercus* et tous les organes sont atteints avec des degrés différents : 2% sur les fleurs, 4% sur les glands, 22% sur les bourgeons et 63% sur les feuilles ; En Algérie, un assez grand nombre de cécidies se développent sur divers chênes dont on compte 37 espèces appartenant à 3 ordres systématiques. Excepté, les espèces *Dryomyia lichtensteini* sur chêne vert et liège et *Dryomyia cocciferae* sur chêne kermès (*Diptera, Cecidomyidae*) qui forment de petites bourses sur la face inférieure des feuilles et *Psyllailicina* (Homoptera, Psyllidae) sur chêne vert, toutes les autres cécidozoaires appartiennent à la famille des Cynipidae. Celle-ci compte 34 espèces (soit 92% du total). La majorité des Cynipidés évolue sur les chênes à feuilles caduques (chêne zeen et afares) où 21 types de galles (soit 62%) ont été récoltées et identifiées. Le reste des galles ont été spécifiquement prélevées du chêne-liège (5 espèces), chêne kermès (6 espèces) ou du chêne vert (2 espèces). Nombreuses espèces produisent leurs galles sur les bourgeons exclusivement du chêne zeen (12 espèces, soit 40%) parmi lesquelles on cite *Cynips (Andricus) hispanicus* et *Cynips quercus-tozae*. Sur les feuilles, on note la présence de 11 espèces (37% du total) évoluant sur tous les chênes mais surtout le chêne zeen (avec 7 espèces) comme *Neuroterus quercus-baccarum* et *N. albipes* (Dajoz, 1980).

Au niveau de nos sites d'étude, on a rencontré trois formes de galles appartiennent aux espèces *Eriophyies sp*, *Neurotherus minutulus* et *Dryomyia lichtensteini* alors qu'une seule forme de galles de feuilles appartenant à l'espèce *Eriophyies sp* rencontré à El Berouaga.

On note aussi que les galles touche le plus souvent les feuilles de taille moyenne, et ceci est due au fait que les grandes feuilles ont plus de capacité à se protéger contre les attaques de galles, tandis que les petites feuilles ne représentent pas un habitat favorable au

développement des galles étant donné qu'elles n'apportent pas assez d'éléments nutritifs nécessaires au développement et à la croissance de celles-ci.

Etude de des glands

La taille et le poids des glands du chêne-liège sont très variables, ils jouent un rôle important dans la germination. Dans l'ouest algérien la moyenne de la longueur varie entre 1,35 à 1,69cm, à l'Est ils sont deux fois plus grands. L'absence d'une corrélation nette entre la longueur et le diamètre souligne l'existence de plusieurs formes allant de la forme arrondie à la forme subcylindrique (**Bouhraoua, 2003**).

Le poids des glands infestés par les insectes est réduit de 60%. Les larves ne se nourrissent que rarement de l'embryon, si bien que les glands attaqués peuvent germés. Cependant les réserves dans la graine sont réduites et parfois contaminées par des champignons, rendant le jeune plant moins viable avec un potentiel de croissance réduit (**Bouhraoua, 2003**).

Ainsi donc les glands jouent un rôle important dans la régénération naturelle du chêne-liège qui dépend essentiellement de l'abondance de la glandée et de son état phytosanitaire, mais aussi de la taille (haute valeur énergétique) et de l'état phytosanitaire des glands (**Merouani et al, 2001**).

L'étude de la biométrie des glands sains et attaqués au niveau de nos sites d'étude montre que c'est les glands sains qui sont les plus grands et les plus lourds pendant les deux années (2010 et 2011). L'attaque des glands se fait généralement sur des glands petits et il en résulte une baisse du poids du fait que les larves à l'intérieur se nourrissent de l'amande.

Etude de l'infestation des glands

En Algérie, les glands de chênes sont souvent attaqués par deux espèces de charançons *Curculio elephas* et *Curculio glandium*, et deux tordeuses *Cydia fagiglandana* et *Cydia splendana* (**Derbal, 2000**). Les insectes évoluant à l'intérieur des glands du nord-est algérien dans la région d'El-Kala sont des Lépidoptères de la famille de Tortricidae (*Cydia fagiglandana* et *Cydia splendana*), et un coléoptère de la famille Curculionidae *Curculio sp.*, des larves de Diptères, des Acariens; Astigmata et 2 espèces indéterminées et enfin la présence des galles de la famille des Cynipidé *Callirhytis glandium*, cette espèce n'a jamais été signalée en Algérie (**Adjami, 2009**)

A l'ouest Algérien la majorité des insectes évoluant à l'intérieur des glands sont des Lépidoptères représentés par la famille des Tortricidae *Eudonia angustea* et *Euzophera*

sp., qui semblent nouvelles pour la faune d'Algérie, des coléoptères cléthrophages représentés par une seule espèce indéterminée du genre *Balaninus*, on signale aussi un autre papillon, *Pyralis farinalis* (la pyrale de la farine) (Bouhraoua, 2003), ainsi que les Diptères, Cecidomyidae et Scianidae, qui sont très abondants, ces insectes sont des mycéthophages, ils se nourrissent de divers champignons qui se développent sur les glands (Villement & Fraval, 1991).

L'étude de l'infestation dans les deux sites indique que les glands récoltés dans le site de Sidi Temmem et El Berouaga subissent majoritairement des attaques de *Cydia splendana* et d'un coléoptère *Curculio sp.*

Le type d'infestation des glands est réparti en 5 catégories; attaque simple présentant une seule espèce, attaque double par la même espèce, attaque double par de différentes espèces, attaque par des galles, et enfin des attaques par des galles et des insectes. Les glands attaqués par une seule larve sont les plus fréquents dans les deux sites.

Traitement

Les études en laboratoire réalisées avec la substance active ont montré une bonne activité larvicide du spinosad, aussi bien sur les souches sensibles aux insecticides d'*Aedes aegypti*, d'*Anopheles gambiae* et de *Culex quinquefasciatus* que celles résistantes aux organophosphorés, aux carbamates et aux pyréthriinoïdes. Sur les souches sensibles de ces trois moustiques d'intérêt médical, les concentrations létales (CL50) ont été respectivement de 0,35, 0,01, et 0,093 mg/L. L'efficacité larvicide du Spinosad sous sa forme (EC) pourrait s'expliquer par la nature huileuse de la formulation qui empêcherait les larves de moustiques de respirer à la surface de l'eau (Aouati A, 2009).

Le Spinosad a montré une bonne activité larvicide sur l'espèce *Culex pipiens*, traduite par des taux de mortalité élevé pour les 3 doses utilisées, l'activité insecticide du spinosad est progressive puisque nous enregistrons une augmentation de la mortalité au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition pour atteindre un taux de mortalité maximale de 100% pour les doses les plus élevés, ceci traduit une mortalité corrélée aux doses utilisées et au temps d'exposition (Aouati A, 2009).

Pour lutter contre les insectes ravageurs et dans le but de préserver les glands du chêne-liège, nous avons testé l'efficacité de deux doses de spinosad : 1g/l et 500mg/l.

Nous avons observé pour la dose 500mg/l que les larves *Curculio sp.* (coléoptère) sont plus sensibles au traitement que les larves de *Cydia splendana* (lépidoptère). Par contre pour la

même dose de spinosad aucune mortalité n'a été signalée pour le deuxième lépidoptère *Cydia fagiglandana*.

Les résultats de la dose 1 g/l ont révélé que l'espèce *Cydia fagiglandana* a une forte sensibilité au traitement, contrairement aux deux autres larves *Cydia splendana* et *Curculio sp* qui n'a pas été sensible à cette dose.

À la fin de nos observations, on remarque que la dose 1 g/l a un effet insecticide plus significatif que la faible dose 500 mg/l de spinosad sur les larves de *Cydia fagiglandana*, et les deux doses n'ont aucun effet sur *Cydia splendana* et *Curculio sp*.

La germination

Le processus de la germination des glands de chêne-liège est un phénomène physiologique complexe faisant intervenir l'intégrité physiologique mais surtout morphologique des glands, l'attaque d'insectes intervient pour perturber cette intégrité en modifiant la morphologie des glands (consommation de l'endosperme) ; mais aussi en exerçant un stress permanent sur les glands ; les capacités physiologiques s'en trouvent diminuées et se traduisent par un effet négatif sur le pouvoir germinatif. **(Marouani et al, 2005).**

La germination des semences de chêne-liège est d'une manière générale très influencée par leur qualité et par la quantité d'éléments (eau, inhibiteurs, stimulateurs...) qu'elle contient d'une part et par les conditions biotiques et abiotiques qui les accueillent d'autre part **(Camus, 1938).**

Lorsque des graines arrivées à maturité sont placées dans des conditions optimales de température, d'humidité et d'oxygénation pour leur croissance et qu'elles ne germent pas, Plusieurs types de causes sont à envisager : la dormance de l'embryon ou la dormance tégumentaire **Lafon et al (1990).**

Pour les physiologistes la germination débute au moment où la graine commence à s'imbiber et se termine avec le début de la croissance racinaire **(Come, 1962).**

Sur le même arbre, les glands peuvent être dans un état physiologique différent. En milieu naturel, les glands ne germent pas tous avec la même vitesse, même s'il se trouve dans des conditions apparemment identiques **(Come, 1975).**

Selon, (**Marouani et al, 2005**), le taux de germination des glands attaqués est très faible du fait des dommages causés aux glands par les insectes déprédateurs puisque plus de 80% des glands attaqués restent métaboliquement inactifs.

La consommation de l'endosperme par les larves exerce probablement une diminution de la pression physique sur le germe qui se traduit par un ralentissement de la vitesse de germination exprimée par le temps moyen de germination (T.M.G) (**Branco et al, 2002**).

Les glands sains non attaqués par les carpophages présentent un taux de germination de 90% au bout de 28 jours. Ces mêmes glands se développent d'abord par une tige plus au moins longue présentant plusieurs feuilles d'une longueur appréciable. La partie aérienne de la plantule présente un poids sec appréciable, il en est de même pour la partie racinaire. Les glands faiblement attaqués par ce cortège d'insectes ne germent qu'à 60%, leur croissance est diminuée et leur développement est plus lent que les glands sains. Ils présentent moins de tiges, moins de feuilles et ces dernières sont plus petites. Quand les glands sont fortement attaqués, il y a moins de glands qui germent seulement 30%, la croissance et le développement sont encore plus ralentis. On enregistre une forte mortalité des glands germés, très peu de tiges avec très peu de feuilles de petite taille. Le poids sec des parties aériennes et racinaires est faible par rapport à celui des glands sains (**Saouli A, 2009**).

Nous avons montré que les glands de chêne-liège témoins et traités à 500mg/l et 1g/l mis dans les conditions de germination présentent presque le même taux de germination nous avons montré dans notre étude que l'effet du traitement ne se traduit sur la germination puisqu'on a observé les mêmes résultats pour les deux lots.

Développement et croissance

Les résultats de notre étude montrent que les glands traités germent à 94,45%, au bout de 28 jours. Ces mêmes glands se développent d'abord par une tige plus au moins longue présentant plusieurs feuilles d'une longueur appréciable. Les glands témoins germent à 98,15 % leur croissance est diminuée et leur développement est plus lent que les glands traités. Ils présentent moins de tiges, moins de feuilles et aussi une taille moins développée.

Ces résultats montrent que l'insecticide utilisé joue un rôle important dans l'amélioration de la viabilité, la croissance et le développement des glands via son effet sur les insectes.

CONCLUSION

Les résultats obtenus à travers nos relevés et observations durant les années 2010 et 2011 au niveau des 2 subéraies du Séraïdi, nous ont permis de cerner l'état sanitaire des forêts de la région. Nous avons mis en évidence un état sanitaire en début de dépérissement à travers l'évolution de l'indice de dépérissement pour chaque site. L'affaiblissement du chêne-liège enregistré est en progression dans les deux subéraies qui se traduit par la production de feuilles chétives souvent attaquées par des défoliateurs.

Au niveau du tronc on enregistre une forte présence d'insectes xylophages qui atteint presque la moitié les arbres échantillon des deux sites. Cet état peut être lié aux conditions climatiques de la région, l'absence totale de la sylviculture qui peut favoriser l'installation d'insectes xylophages, des maladies d'origine fongique se manifestent à travers les suintements noirâtres et les croûtes charbonneuses.

Les feuilles récoltées dans les deux sites sont majoritairement des feuilles de petite taille, nous avons aussi noté une forte action des insectes phyllophages puisque environ 70% des feuilles du chêne-liège sont endommagées, elles sont soit attaquées, soit nécrosées, soit présentant des galles, on trouve aussi des feuilles qui prennent à la fois plusieurs aspects.

L'étude de la biométrie des glands sains et attaqués au niveau de nos sites d'études montre que c'est les glands sains qui sont les plus grands et les plus lourds pendant les deux années (2010 et 2011).

L'étude de l'infestation dans les deux sites indique que les glands récoltés dans le site de Sidi Temmem et El Berouaga subissent majoritairement des attaques de *Cydia splendana* et d'un coléoptère *Curculio* sp.

A la fin de nos observations, on remarque que la dose 1 g/l a un effet insecticide plus significatif que la faible dose 500 mg/l de spinosad sur les larves de *Cydia fagiglandana*, et les deux doses n'ont aucun effet sur *Cydia splendana* et *Curculio* sp.

Les résultats de notre étude montrent que les glands traités germent à 94,45% au bout de 28 jours. Ces mêmes glands se développent d'abord par une tige plus au moins longue présentant plusieurs feuilles d'une longueur appréciable. Les glands témoin germent à 98,15 % leur croissance est diminuée et leur développement est plus lent que les glands traités. Ils présentent moins de tiges, moins de feuilles et aussi une taille moins développée.

Ces résultats montrent que l'insecticide utilisé joue un rôle important dans l'amélioration de la viabilité, la croissance et le développement des glands via son effet sur les insectes.

Résumé

L'étude du dépérissement du chêne liège a pour but de protéger les subéraies et consiste à évaluer l'état sanitaire du peuplement du chêne liège à travers des relevés dendrométriques et d'exploitation, ainsi que l'examen du troc, de la cime, des feuilles et des glands.

Notre étude a été faite au niveau de la forêt d'Edough (Séraïdi) sur 2 sites ; les relevés révèlent une légère défoliation accompagnée d'une coloration normale. Le calcul de l'indice de dépérissement (ID) indique un début de dépérissement.

L'examen du tronc indique une présence importante d'insectes xylophages et de la flore lichénologique au niveau des 2 sites. Des suintements noirâtres, des croutes charbonneuses, des crevasses et des déhissances du liège sont également observées.

L'examen des feuilles indique une forte action d'insecte phyllophages attaquant principalement la feuille en le décapant. L'attaque des insectes, la nécrose ainsi que les galles sont observé majoritairement sur les petites feuilles.

Nous avons déterminé les différents paramètres biométriques des glands tels que la longueur, le diamètre et le poids des différents lots de glands issus de différentes subéraies. Nous avons montré que les glands attaqués par le cortège des carpophages ont une longueur et un diamètre et un poids inférieurs aux glands sains.

Concernant les glands des arbres étudiés ont été fortement attaqués par les lépidoptères *Cydia splendana* et le coléoptère *Curculio sp.*

Pour lutte contre les insectes ravageurs et dans le but de préserver les glands du chêne-liège, nous avons testé l'efficacité de deux doses de spinosad : 1g/l et 500mg/l.

Nous avons montré que les glands de chêne-liège témoins et traités a 500mg/l et 1g/l mis dans les conditions de germination présentent presque le même taux de germination nous avons montré dans notre étude que l'effet du traitement ne se traduit sur la germination puisqu'on a observé les mêmes résultats pour les deux lots.

Nous avons montré que la croissance et même le développement des glands témoins sont plus lents que les glands traités. Ils présentent moins de tiges, moins de feuilles et aussi une taille moins développé.

Mots –clés : *Quecus suber*, dépérissement, Edough, Glands, feuilles

Abstract

The study of cork oak decline to protect the cork oak and is to assess the health status of the population of cork oak through dendrometric surveys and exploitation, as well as consideration of barter, crown, leaves and acorns.

Our study was conducted at the forest Edough (Seraïdi) on two sites; surveys show a slight defoliation with a normal color. The calculation of the decay index (ID) indicates the beginning of decay.

The examination of the trunk indicates a significant presence of wood-boring insects and flora lichénologique at two sites. Oozing blackish carbonaceous crusts, cracks and déhissances cork are also observed.

Examination of leaves indicates a strong effect of insect defoliators affecting mainly the leaf stripper. The insect attack, necrosis and galls are observed mainly on small sheets.

We determined the different biometric acorns as length, diameter and weight of different batches of cork oak acorns from different. We showed that acorns attacked by the procession of budworms have a length and a diameter and a weight lower than healthy acorns.

Acorns on trees studied were strongly attacked by moth *Cydia splendana* and beetle *Curculio* sp.

To fight against pests and in order to preserve the cork oak acorns, we tested the efficacy of two doses of spinosad: 1g / l and 500mg / l.

We have shown that the acorns of cork oak control and treated a 500mg / l and 1 g / l placed in germination conditions present almost the same rate of germination we showed in our study that the effect of treatment is reflected in germination since observed the same results for both lots.

We have shown that the growth and development of the same witnesses' acorns are slower than acorns treated. They present fewer stems, fewer leaves and also a size less developed.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى معايرة الوضع الصحي لغابات البلوط الفليني لمنطقة الايدوغ وقد تمت دراستنا في غابات سرايدي على مستوى موقعين هما سيدي تمام و البروافة, و تظهر السجلات تساقط أوراق طفيف يرافقه لون طبيعي, حساب مؤشر التدهور يبين أن الغابة في بداية إنحلال بالنسبة لكلا الموقعين .

النظر في جدع يشير إلى وجود عدد كبير من الحشرات المملة و نباتات الأشنة على مستوى الموقعين , ويلاحظ أيضا تسرب قشور كربونية فحمية و فلين مشوه . و بشأن الإنسان النتائج أظهرت نسب قليلة و يقتصر عدد قليل من الإصابات . لمكافحة هذه الآفات و الحفاظ على الفلين وضعناهم تحت تأثير سبينوزاد

لاحظنا أن تأثير الجرعة 1 غ/ل على اليرقات(قشريات الجناح) هي أكثر حساسية من اليرقات(مغمادات الأجنحة), أما بواسطة الجرعة الثانية 500 ملغ/ل لا يوجد أي وفيات . أظهرنا أيضا أن العلاج يؤثر على النبات و التنمية لأن البلوط المعالج بسبينوزاد يقدم معدل النبات و التطور أكثر من عنصر التحكم .

Références bibliographiques

Abbas M et AICI M., 1988 - Rapport de la mission effectuée dans la wilaya d'Oran., de Relizane, de Tiaret et de Chlef du 29 mai au 04 juin 1988. Inst. Nat. Rech. For. Alger.

Adjami Y, 2009- Etudes des facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nord-Est Algérien): cas de la subéraie d'El- Mellah. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba. 50p.

Alatou D ; Kanouni M ; Benderradji M.E.H., 2005- Croissance rythmique du chêne liège (*Quercus suber L*) et tolérance au froid.

Benjamâa M & Abdel Moula K, 2004 - Les feux de forêts dans la subéraie tunisienne. Vivexpo : «*Le chêne-liège face au feu*». 1-11p.

Benjamâa M. L., Sousa E., M'Nara S. & Selmi H, 2007- Détermination des attaques et la bio-écologie de *platypus cylindrus* F. (Col., Platypodidae) dans les subéraies tunisiennes et portugaises (sous press).

Bonneau ET Landman, 1988 - le dépérissement des forêts en Europe-la recherche, 205(19) :1542-1556.

Boudy P, 1955- Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.

BOUDY P., 1947- Considérations sur l'évolution du climat en Afrique du Nord. *C.R. de la Soc.des Sci. Nat., du Maroc*, pp : 112-118.

Boudy P., 1950- Economie forestière Nord -Africaine. Monographie et traitement des essences forestières. Fasc. I, tome I .Ed la rose, Paris, 575 p

Boudy P., 1951- Caractéristiques forestières et régénération du chêne liège, 1416.

Boudy P., 1952- Guide du forestier en Afrique de Nord, Ed .La Maison rustique, Paris. 509p.

Bouhraoua R. T; Villemant C; Khelil M. A.; Bouchaour S., 2002- Situation sanitaire de quelques subéraies de l'Ouest algérien : impact des xylophages, *IOBC/wprs Bull.*, 25 (5), pp : 85-92.

Bouhraoua R.T. & Villement C, 2005- Mécanisme généraux de l'altération sanitaire des peuplements de chêne-liège de l'Algérie nord- occidentale.- *IOBC/wprs Bull.* 28 (8) : 1- 7.

Bouhraoua R.T., 2003- Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien : étude particulière des problèmes posés par les insectes-Thèse d'état, département de foresterie, faculté des sciences, université de Tlemcen.

Branco M., Branco C., Merouani H. & Almeida M.H, 2002- Germination success, survival and seedling vigour of *Quercus suber*. *Forest Ecology and Management* 166: 159-164 p.

Cabral, M .T . & Lopez, 1992- Determinação das causa da morte nos concelhos de santiago do cacém, Grandola e Sines, Relatório sintese.- Estação Florestal Naciona, 76.

Camus A., 1938- Les chênes : monographie du genre *Quercus*. Paul Le chevalier.

Chadigan, M .1990- Etude des facteurs du dépérissement du chêne-liège associés à l'installation des xylophages en forêt de Mamora.- Mem.D .E .S Ecologique animale, faculté des sciences, Rabat.

Chiheb A et Aouad H., 1998-Les possibilités de développement de la subéraies dans le parc national d'EL-KALA, C.R des 1ères journées techniques sur le chêne liège. Parc national d'EL-KALA, pp6-15.

Chollet F., 1997- La régénération naturelle du Hêtre. ONF -Bulletin techniques n°32.

Come D., 1962- Comment l'oxygène nécessaire à la germination des graines parvient-il à l'embryon. *Rev. Gén. Bot.*, 69,563-573.

Come D., 1975- Acquisition de l'aptitude à germer «la germination des semences » INRA. Ganthier-villars, Paris. pp : 70-75.

D. S. F., 1991 b- Le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L). Information santé des forêts, 7, Janvier 1991, 3p.

D.G.F, 2002- Rapport sur le dépérissement du chêne-liège. Conservation des forets de Guelma. 1-4 p.

Dajoz., 1980- Ecologie des insectes forestiers. Ed. Gauthier Villars- Paris. .pp :13-17. « Subireculture », E.N.E.F (Nancy) ,303p.

De Beauccorps G., 1956- Le sol. .Ses caractéristiques intrinsèques.

Delatour C, 1983- Le dépérissement des chênes en Europe. R. F. F., 35(4) :255-281.

Derbal R, 2000- Contribution à l'étude des insectes des glands les yeuseraies de la région de Ras-El-Oued (Bordj Bou Arréridj). Min. Ing. Nat. Agro., El-Arrach. 64 p.

DGF., 2003- Direction générale des forêts.

DGRF, 2006- Vitalité des peuplements de chênes- liège et chênes verts: Situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre. Actes du colloque en Portugal «*Association international forets Méditerranéennes*». P6.

El Antry S, 1994- Le Grand Capricorne du chêne liège. – In: Ravageurs et maladies des forêts au Maroc, eds El Hassani, Graf, Harrachi, Messaoudi, Mzibri and Stiki, D.P.V.C.T.R.F: 119-121 p.

Emberger L, 1955- Une classification biogéographique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot.*

Fiscchesser ; Dupuitate. ,1996- Le guide illustré de l'écologie .Edition de la Matinières. 319p.

Franceschini A; Marras F; Sechi C. 1993- Funghi segnalati sulla quercia da sughero (*Quercus suber* L.)- collana Biologica n°3, Sassari, Italy.

Fraval A., 1991- Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne liège en forêt de la Mamora. Ann. Rech. For. Maroc, T (25), 102-118.

Hartman G., Nienhaus F., Butin H, 1991- Les symptômes de dépérissement des arbres forestiers: 9- 10 p.

Hasnaoui B., 1995- Déséquilibre de l'écosystème forestier et ses conséquences sur la faune sauvage en Tunisie : cas du sanglier et du cerf de Berbérie. Forêt Méditerranéenne.

Housson R, 1955- Sur la biologie du Coléoptère xylophage «*Platypus cylindrus* Fabr.». Ann. Univ. Sarav.- Scienta, 4 : 348- 355.

Houston DR, 1992- Host-stress-saprogen model for forest dieback-decline diseases. In: Manion P, Lachance D, éd. *Forest decline concepts*. Minnesita : PDS Press: 3-25.

Lafon JP ; Tharaud ; Prayer C ; Levy G., 1990- Biologie des plantes cultivées. Tome2. Physiologie du développement, génétique et amélioration. Ed. Lavoisier. Pp : 65-77.

Landmann G, 1988- Le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance : Les réseaux d'observation et le programme inter ministériel de forpa. La santé des forêts(France) en 1988, Min. Agri. For. (DERF), Pari;13-51 p.

Lopes F, 1996- O sobreiro e a cortiça. - Revista Florestal 9: 2.

Mangenot G., 1975- La graine : Définition, origine et développement in « MIEIGE.J ». Les protéines des graines pp15-29.

Marion J., 1951- La régénération naturelle du chêne liège en Mamora. Ann. Rech. For. Maroc. Rapport annuel pp.25-57. Maroc, tome 4, Fascicule 2, pp29-46.

Maugard F., 1992- L'action des pathogènes d'équilibre sur les jeunes peuplements en état de faiblesse. La santé des forêts (France) en 1992, Min. Agri. Pêche (D E R F), Paris : 43-44.

Maziliak P., 1982- Physiologie végétale croissance et développement. Vol. Ed. Herman. 461p.

Merouani H., 1996- Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne liège (*Quercus suber L.*) Maturité et germination des glands, thèse Magistère. Ecophysiologie.

Merouani H., Branco C., Almeida M.H., João S., Pireira J.S, 2001- Comportement physiologique des glands de chêne-liège (*Quercus suber L.*) durant leur conservation et variabilité inter-individus producteurs. Ann. For. Sci. 58 (2001) 143–153. INRA, EDP Sciences.

Merouani H., Trubat R., Lourenço M.J., Sampaio T., Santos M.L., Cortina J., Perira J.S. & Almeida M.H. 2005: Le développement de champignons, un facteur limitant la conservation à long terme des glands de chêne-liège (*Quercus suber L.*). IOBC/ Bull. 28(8) : 129-136 p.

Messaoudene M, 2000- Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège ; 32p.

Moneville, 1944 in Harrieche O, 2004- Impact du Cadimium et l'interaction Cadimium-Calcium sur la germination et la croissance du blé dur (*Triticum durum* Dest.,Variété Vitron). Effet sur la respiration des racines. Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba.

Natividade JV., 1956 - Subericulture, édition française de l'ouvrage portugais Paris, Tome I, section Cerris et Mesobalanus, 686p.

Perira J.S. & Almeida M.H. 2005- Le développement de champignons, un facteur limitant la conservation à long terme des glands de chêne-liège (*Quercus suber L.*). IOBC/ Bull. 28(8) : 129-136 p.

Peyre R, 2004- Le chêne-liège des Pyrénées-Orientales face au feu. 1-6 p.

Piazzetta R. ,2005- Etat des lieux de la filière liège française .Institut Méditerranéen du liège -Vivés. pp13-17.

Ruiu P.A, 2005- Création d'un réseau de surveillance du dépérissement des subéraies en Sardaigne et analyse des premiers résultats. IOBC/ Bull. 28(8): 45-51 p.

Saccardy L., 1937- Notes sur le chêne liège et le liège en Algérie .Bulletin de la station de recherche for du Nord de l'Afrique, II (3) ,271-272.

Saouli A, 2009- Caractérisation des composées chimiques des glands de chêne liège étude de la germination, interaction glands insectes.

Sauvage CH., 1961- Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Travaux inst. sci. Cherif. serv. Bot. 21 :1-462 + annexes.

Sechi C ; Ruiu P.A ; Franceshini A, Corda P, 2002: Nouvelles recherches sur l'extension des phénomènes de dépérissement dans les subéraies de Sardaigne. IOBC/ Bull. 25(5): 2-15 p.

Seltezer, 1946 in Boumezbeur A, 1993- Caractérisation de l'avifaune aquatique nicheuse de la région d'Annaba, El-Kala. Thèse de Magistère, Univ. Annaba. 56p

Sousa E.M.R., Atay Kadiri Z., 2005- Le déclenchement des perturbations physiologique des peuplements de chêne-liège: une synthèse des relations agent/hôte. IOBC/wprs Bull. 28 (8).

Sousa, 1995- les principaux ravageurs du chêne liège au Portugal. Leurs relations avec le déclin des peuplements.-IOBC/wprs Bull. 18(6) :18-23.

Villemant C & Fraval A, 1993- La faune entomologique du chêne-liège de la Mamora (Maroc). Ecol. Medit., 19 (3/4) 1993 : 89-98 p.

Villemant C. & Fraval A, 2002- les gradations de Lymantria dispar en Europe et en Afrique du Nord. IOBC/ Bull. 22(3): 71-79 p.

Villement & Fraval, 1991- la faune de chêne liège.-Actes Editions, Rabat : 336 p.

Yessad Sid A., 2000- Le chêne liège et le liège dans les pays de la Méditerranée occidentale, Louvain la Neuve ASBL Forêt wallonne.

Zeraia L., 1981- Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse de doctorat en Sciences, université d'Aix Marseille ,367p.