

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université « Dr. Moulay Tahar » de Saïda
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie
Spécialité biotechnologie végétal

Présenté par :

Mlle. Cheriet Amria et Mlle. Talbi Nadia

Thème :

***Evaluation préliminaire de la maladie chancreuse
du Pin d'Alep (*Pinus Halepensis M.*) dans la région
d'Ain El Hadjar (Saida)***

Soutenu le 11 /07/2021 Devant la commission du jury, composée par

Président Mr Hanni. Mustapha (M.C.A) Université Dr. Tahar Moulay de Saïda
Promotrice Mme Chalane. Fatiha (M.C.A) Université Dr. Tahar Moulay de Saïda
Examineur Mr Ammam. Abdelkader (M.C.A) Université Dr. Tahar Moulay de Saïda

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

Avant tout. Je remercie le bon Dieu tout puissant qui m'a donné la force et de m'avoir permis d'arriver à ce stade là.

Ma première pensée va tout naturellement à ma promotrice Mme Chalane .F, M.C.A Université Dr. Tahar Moulay de Saida, qui suit fidèlement mon travail. Je tien à la remercie pour son encadrement, pour la confiance qu'elle m'a témoignée en me confiant ce travail et pour m'avoir donnée les moyens d'arriver au bout de ce projet. J'ai apprécié sa grande chaleur humaine et sa disponibilité quotidienne.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce modeste travail. Je voudrais remercier Mr Hanni .M, M.C.A Université Dr. Tahar Moulay de Saida qui m'a honoré d'avoir accepté de présider le jury. Je remercie également Mr Ammame .A, M.C.A Université Dr. Tahar Moulay de Saida qui a accepté d'examiner ce travail

Je teins particulièrement à remercier Mme Yahiaoui Fatima Zohra Conservateur divisionnaire, Mr Djebouri Mohamed Inspecteur en chef, Mr Boukhdimi Dine Chef de district de Ain el hadjar qui a apporté une aide efficace et une part active à terrain de ce travail.

Il me reste, pour terminer, l'agréable devoir de remercier tout personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Nous tenons à exprimer ici notre profonde et éternelle gratitude
Aux personnes que nous portons dans nos cœurs :

Chers parents, nous ne pouvons pas en faire assez

Merci pour tous les sacrifices qu'ils ont fait pendant notre formation
Qui nous a tout appris sans rien attendre.

A toutes nos familles

Nos chères sœurs : Djazia, Imane, wafaa

Et nos chers frères: Seddik , Houssin, Zoubir , Lakhder , Abd
el wahab , Khaled

A nos chers amis : Ilham, Sabrine, Kawthar,

Khadija, Siham, Fatiha, Zoubida

Amria et Nadia

SOMMAIRE

Résumé

Liste des tableaux

Listes des figures

Introduction..... 1

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I :Généralités sur le Pin d'Alep

I-1-Généralités sur le Pin d'Alep	3
I-2-Les Pins méditerranéens du groupe halepens	3
I-3- Classification botanique du pin d'alep.....	4
I-4-Caractères Forestiers et dendrologiques du Pin d'alep.....	4
I-4-1-Répartition du pin d'alep.....	5
I-4-1-1-Dans le monde.....	5
I-4-1-2- En Algérie.....	5
I-5- La régénération chez le pin d'Alep.....	6
I-6-La régénération du pin d'Alep après incendies.....	6
I-7-La pluie de graines de pin d'Alep après incendie.....	7
I-8-Les phases de la régénération naturelle.....	7
I-9-Les principes de la régénération naturelle.....	8
I-10-Les conditions nécessaires pour réussir la régénération naturelle.....	8
I-11-Les problèmes de régénération naturelle.....	8
I-12-Les avantages et les inconvénients de la régénération naturelle.....	9
I-13-Les alternatives à la régénération naturelle.....	9

Chapitre II :Les maladies du Pin d'Alep

II-1- les principaux problèmes sanitaires.....	10
II-2- Les causes abiotiques.....	10
II-3-Les principaux agents pathogènes.....	11
II-3-1-La tumeur bactérienne du pin d'Alep, <i>Corynebacterium halepensoides</i>	11
II-3-1-1-Symptômes.....	11
II-3-1-2-Impact et contrôle.....	11
II-3-2-La rouille vésiculeuse des rameaux, <i>Cronartium flaccidum</i>	12
II-3-2-1-Biologie.....	12
II-3-2-2-Symptômes et éléments de diagnostic.....	13
II-4-Champignons lignivores des résineux.....	13
II-4-1-Biologie.....	14
II-4-2-Symptômes et éléments de diagnostic.....	14
II-4-3-Dégâts.....	14
II-5-Champignons lignivores des feuillus.....	15
II-5-1-Biologie.....	15
II-5-2-Symptômes et éléments de diagnostic.....	15
II-5-3-Dégâts.....	16
II-6-Les principaux insectes ravageurs.....	17
II-6-1-La ciccadelle des aiguilles des pins, <i>Haematoloma dorsata</i>	17

II-6-1-1-Biologie.....	17
II-6-1-2-Symptômes et éléments de diagnostic.....	17
II-6-1-3-Dégâts.....	18
II-6-1-4-Confusion possible.....	18
II-6-2-L'hylésine destructeur, Tomicus destruens.....	18
II-6-2-1-Symptôm.....	19
II-6-2-2-Impact et contrôle.....	19
II-7-Autres insectes non spécifiques.....	20
II-7-1-1-Biologie.....	21
II-7-1-2-Symptômes et diagnostic.....	22
II-7-1-3-Dégâts.....	22
II-7-1-4-Facteurs de sensibilité.....	23

Chapitre III : La maladie chancreuse du pin d'Alep

III-1-Symptômes et dégâts.....	24
III-2-Biologie et éthologie de la maladie.....	25
III-3-Analyse du risque et mesures envisageables.....	26

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I- Présentation de la zone d'étude.....	27
I-1-Présentation écologique de la zone d'étude.....	27
I-1-1- Aspect général.....	27
I-1-2- Situation géographique	27
I-1-3- Relief.....	28
I-1-4- Pente	28
I-1-5- Hydrographique.....	29
I-1-6- Pédologie.....	30
I-1-7- Végétation.....	30
I-1-8-Faune.....	30
I-2-Climat.....	30
I-2-1-Choix de la station de référence.....	31
I-2-2- Les précipitations.....	31
I-2-3- Les températures.....	34
I-2-4- Les autres facteurs climatiques.....	37
I-2-4-1-Le vent.....	37
I-2-4-2-La gelée.....	38
I-2-4-3- L'humidité relative de l'air.....	39
I-2-4-4-Synthèse climatique.....	39
I-2-4-4-1- Diagramme Ombrothermique de Gaussen.....	39
I-2-4-4-2- L'indice d'aridité de MARTONNE.....	41
I-3-Matériels et méthodes.....	43

Chapitre II

II-1-Résultats et discussion.....	45
II-2-Conclusion.....	56
II-3-références bibliographique.....	57

Résumé

Pinus Halepensis M. est touché par des problèmes de santé d'origine abiotique (facteurs climatiques, pollution, température) ou biotique (insectes, parasites, champignons et bactéries). Le but de ce travail était une évaluation préliminaire maladie de chancreuse du Pin d'Alep , où nous avons étudié le nombre d'arbres infectés dans deux zones différentes de la Wilayat de Saïda, Ain El hdjr, et en allant travailler sur le terrain dans la forêt de Fanwan dans un zone naturel et zone de boisement, où les résultats ont montré une différence significative dans le nombre d'arbres infectés. Et le type de blessure et le lieu de la blessure dans deux zones, et après le prélèvement des échantillons des parties des arbres affectés (racines, feuilles, tiges, cônes) et en les transférant au laboratoire de l'Université de Saïda, suivi d'une observation microscopique de ces échantillons, la présence de la maladie a été trouvée après comparaison avec les résultats d'experts.

Mots clés : *Pinus Halepensis*, maladies du pin d'Alep, la maladie chancreuse.

Abstract

Pinus Halepensis M. is affected by health problems of abiotic origin (climate factors, pollution, temperature) or biotic (insects, parasites, fungi and bacteria) .The aim of this work was a preliminary assessment of Canker disease of Aleppo pine , where we studied the number of infected trees in two different areas of the Wilayat of Saïda, Ain El hdjr, and by going to work in the field in the forest of Fanwan in a natural area and afforestation area, where the results showed a significant difference in the number of infected trees. And the type of injury and the place of injury in two areas, and after taking samples from the parts of the affected trees (roots, leaves, stems, cones) and transferring them to the laboratory of Saïda University, followed by 'A microscopic observation of these samples, the presence of the disease was found after comparison with the results of experts.

Key words: *Pinus Halepensis*, Aleppo pine disease, canker disease

ملخص

يتأثر صنوبر حليبي بمشاكل صحية من اصل غير حيوية (عوامل مناخ و تلوث ، ودرجة الحرارة) او حيوية (الحشرات والطفيليات والفطريات والبكتيريا) . كان هدف هذا العمل هو تقييم أولي لمرض قرحة الصنوبري ، حيث قمنا بدراسة عدد الاشجار مصابة في منطقتين مختلفتين في ولاية سعيدة بعين حجر ، و من خلال خروجنا بعمل ميداني في غابة فنوان في منطقة طبيعية و منطقة تشجير حيث أظهرت النتائج اختلاف كبير في عدد اشجار المصابة و نوع الاصابة و مكان الاصابة في منطقتين ، و بعد عملية اخذ عينات من الاجزاء من الاشجار المصابة (الجذور ، الاوراق ، وسيقان ، المخاريط) و تحويلها الى المختبر في جامعة سعيدة ، تليها الملاحظة المجهرية لهذه العينات ، تبين وجود مرض بعد مقارنته بنتائج الخبراء .

كلمات المفتاحية : الصنوبر الحليبي ، أمراض الصنوبر الحليبي ، مرض القرحة .

Liste des tableaux

01: Surface (ha) par classe de Pente	29
02: Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude calculée sur la période (1 Janvier1983 - 31 Decembre2012)	32
03: les coordonnées géographiques pour les stations	32
04: Résultats des précipitations corrigées.	33
05: Température moyenne, maximale et minimale (°C) (1983-2012)	34
06: Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de lastation El Haddad (1983-2012).	36
07: Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de lastation Ghar El Baroud (1983-2012).	36
0 8: Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de lastation dede Gourira (1983-2012).	37
0 9: Les moyennes mensuelles de la vitesse des vents en m/s	38
10: La fréquence des vents soufflant sur la région d'étude.	38
11: le nombre du jour de siroco de la station de Rebahia (1983-2012).	38
12: Le nombre des jours de gelée de la station de Rebahia (1983-2012).	39
13: Humidité relative de la région d'étude calculée sur la période (1983-2012)	39
14: représente le nombre des arbres infecté par la chancreuse de foret domanical fenouane.	46
15 : représente les arbres infectés dans la zone de reboisement.	46
16: représente les arbres infectés dans la zone denaturel.	47
17: représente le nombre et le type d'organe d'arbre infectés de zone 01 et 02.	48

Liste des figure

01: Classification botanique du pin d'Alep	4
02: photo de l'écorce, Aiguilles,graines de pin d'Alep	4
03: Aire mondiale de répartition du pin d'Alep et du pin Brutia (Bentouati, 2006).	5
04: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Kadik, 1987).	6
05: Dégâts de neige lourde sur pin adulteP. Brahic	11
06: Tumeur due à <i>Corynebacterium halepensis</i> B. Boutte J. Regad	12
07: Vésicules blanches sur un renflement d'une jeune tige B. Boutt	13
08 : Quelques caractéristiques des champignons lignivores s'attaquant aux résineux.	14
09: Polypore marginé (<i>Fomitopsis hpinicola</i>)etfructification de <i>Calocera viscosa</i>	15
10: Quelques caractéristiques des champignons lignivores s'attaquant aux feuillus.	16
11: Sporophores d'amadouvier (<i>Fomes fomentarius</i>) sur hêtre (© LM Nageleisen)	17
12: Cicadelle des pins (© Regad).	18
13: Adultes d'hylésine forant les pousses au cours de l'été M. Durand-Gillman	19
14: Praline de résine B. Boutt .	20
15: Nid de chenilles processionnaires du pin. © Jean-Claude Martin, DR.	20
16: Des chenilles de stade L3. © Jean-Claude Martin, DR.	21
17: Papillon mâle de la processionnaire du pin (<i>Thaumetopoea pityocampa</i>).	22
18 : pin d'Alep atteint par la maladie chancreuse (DSF B.B.)	24
19 : les 3 stades de la maladie : 1 – bouton; 2 - desquamation du rameau; 3 - chancre (DSF - BB).	25
20: Graphique nombre de signalements annuels de dégâts de la maladie chancreuse du pin d'Alep en zone méditerranéenne, de 2007 à 2015, en fonction du rapport à la normale des précipitations de l'automne précédent (station météorologique de Nice) .	26
21: Localisation de la zone d'étude dans le Nord de l'Algérie.	27
22: Positionnement de la forêt de Fenouane dans la Commune d'Ain El Hadjar.	28
23: Carte de localisation de la station de référence (Rebahia) par rapport à la zone.	30
24: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussien de la forêt d'Ain Zeddim période (1983 – 2012).	40
25: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussien de la forêt d'Oum Trif période (1983 – 2012).	40
26: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussien de la forêt de Fenouane période (13 – 2012).	41

27: Positionnement de la zone d'étude par rapport à la pluviométrie, et l'indice d'aridité.	43
28: représentation du matériel et la méthode adoptée au niveau de la zone d'étude.	44
29: représente la zone 01 de la foret de fenouane (reboisement)	47
30 : représente la zone 02 de la foret de fenouane (Natural).	47
31: représente le nombre des arbres infecté par la chancreuse de foret domanyl fenouane.	47
32 : représente les types d'organe infectée de la zone reboisement et Natural.	49
33 : représente la racine de l'arbre de zone03 et la zone 01 (reboisement).	49
34 : Photo d'une observation microscopique ($\times 100$) des cellules fongique au niveau de la racine.	49
35: représente un système racinaire de l'arbre 02 au niveau la zone 01 (reboisement).	50
36: une Photo prise d'une observation microscopique ($\times 100$) de cellule phongique au niveau de la racine de l'arbre 02.	50
37: représente la feuille de l'arbre 03 de la zone 01 (reboisement).	51
38: Photo d'une observation microscopique ($\times 100$) de cellule présente au niveau de la feuille d'arbre 03.	51
39 : observation microscopique d'Un <i>Serea resinosa</i> ascus contient de nombreuses ascospores.	52
40: représente les cônes infectés d'arbre C de la zone 2(Natural).	52
41: Photo prise d'une observation Microscopique ($\times 100$) d'une cône de l'arbre C.	53
42: Observation microscopique des ascospores sont petites de (2-3 μ m) et globuleuses.	53
43: représente les rameaux infectés de l'arbre 01 de la zone 01 (reboisement).	54
44 : Photo prise lors d'une observation Microscopique ($\times 100$) de cellule rameaux d'arbre infecté.	54
45 : conidia (C),spermatiphores (SP),and spermatia(S) of Photo05 : observation D. pinea ($\times 700$).	55

Introduction

Introduction

La forêt représente un élément intégral et principal du système du support de la vie de la planète, de l'environnement, réservoir génétique, précieux et source de revenus appréciables. Dans ce contexte, elle doit être gérée et développée dans un but d'assurer la durabilité du bien-être social et économique (ANONYME, 2009).

Actuellement, les écosystèmes forestiers n'occupent en région méditerranéenne qu'environ 25 %, alors qu'ils ont constitué des pourcentages beaucoup plus importants auparavant. Il est par ailleurs utile de rappeler que ces forêts méditerranéennes sont caractérisées par leur hétérogénéité, leur instabilité et leur vulnérabilité, ainsi que par une période de sécheresse estivale importante (QUEZEL, 1976, 1979, 1980).

En effet, la région méditerranéenne comporte des forêts variées de feuillus et de résineux ; les résineux jouent un rôle considérable et occupent parfois des surfaces importantes. Leur valeur écologique et climatique sont variables. Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) est une espèce largement répandue sur le pourtour méditerranéen, où son aire de répartition a été précisée par de nombreux auteurs en particulier (NAHAL, 1962). C'est une essence fréquente surtout en région méditerranéenne occidentale, mais qui se rencontre également dans divers points du bassin méditerranéen oriental. Les forêts occupent au total plus de 3,5 millions d'hectares et en Algérie le pin d'Alep couvre plus de 850 000 hectares (MEZALI, 2003). Cette espèce qui se rencontre dans tous les étages bioclimatiques, depuis le littoral jusqu'à l'Atlas saharien, trouve son optimum de croissance essentiellement en zone semi-aride.

Les forêts de pin d'Alep connaissent depuis plusieurs années d'importants problèmes phytosanitaires dus en premier lieu par la chenille processionnaire et autres menaces par les champignons (chancreuse). Cette dernière est très célèbre non seulement pour les dégâts économiques (perte de croissance des arbres) et esthétiques (défoliation) qu'elle provoque, mais celle-ci est responsable. Dans cette approche nous allons évaluer le taux d'infestation de cette pathologie qui agit sur le pin d'Alep, au niveau des forêts de Ain Elhadjar. Pour la réalisation de cette étude nous avons adopté un plan du travail qui se résume comme suit :

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre I : *Généralités sur le Pin d'Alep*

Chapitre II : Les maladies du Pin d'Alep

Chapitre III : La maladie chancreuse du pin d'Alep

Deuxième partie : Partie expérimentale

Présentation de la zone d'étude

Matériels et méthodes

Chapitre II : Résultats et discussion et en terminerons par une conclusion et puis les références bibliographi

*Première partie : Synthèse
bibliographique*

*Chapitre I : Généralités sur le
Pin d'Alep*






I-1-Généralités sur le Pin d'Alep

le Pin d'Alep est originaire des bords de la Méditerranée occidentale, de l'Espagne à la Grèce, en Algérie et en Tunisie, rare par contre en Méditerranée orientale où il est remplacé par une espèce voisine, *P. brutia* Ten., *P. halepensis* est par conséquent assez mal nommé. En France, il se limite à une aire restreinte de croissance spontanée qui va des Alpes-Maritimes aux Bouches – du-Rhône ; là, il occupe surtout des collines calcaires, zone de la garrigue à romarin, mais cette surface a été considérablement étendue au cours de la seconde moitié du XIXe siècle par le reboisement dans ces régions où il a pris la place du chêne vert, formant des peuplements très sensibles à l'incendie et qui subissent presque chaque année des dégâts considérables (Jacques. B, 2010).

Le pin d'Alep demande beaucoup de lumière et de chaleur ; il supporte bien la sécheresse mais non le froid persistant, ce qui limite son implantation à la zone méditerranéenne et à faible altitude (étage semi – aride). Très peu exigeant quant au sol, il s'accommode bien des terrains calcaires où il a peu de concurrents, et croît de 10m en 20 ans. C'est un arbre qui dépasse rarement 20m de haut. Jeune, il est branchu et feuillé dès la base, puis développe un fût grêle, flexueux, souvent penché par le vent, à la cime étalée, irrégulière et peu dense, de teinte générale vert cendré. (Jacques, 2010). Appellation arabe (Essanawbar Elhalabi). Appellation berbère (Tayda, Azoubi). Appellation espagnole (Pino caraco).

I-2-Les Pins méditerranéens du groupe halepensis

Une confusion dans la taxonomie des Pins du groupe *halepensis* (*sensu lato*), a régné, et règne encore, entre les botanistes. Ces Pins sont au nombre de cinq:

-  *Pinus halepensis* Mill.
-  *Pinus brutia* Ten.
-  *Pinus eldarica* Medw.
-  *Pinus stankewiezii* Sukaczew.
-  *Pinus pithyusa* Stevenson.

Papajoannou (1954) et Gaussen(1960), Certains botanistes ont vu dans ces pins des espèces distinctes, alors que d'autres ont abaissé certains d'entre eux au rang de variétés.

I-3-Classification botanique du pin d'Alep

Selon **QUEZEL ET SANTA(1962)**, le pin d'Alep se classe comme suit figure 1 :

Règne	<i>Plantae.</i>
Embranchement	<i>Spermatophytes.</i>
Sous-embranchement	<i>Gymnospermes.</i>
Classe	<i>Pinopsida.</i>
Ordre	<i>Pinales.</i>
Famille	<i>Pinaceae</i>
Sous famille	<i>Pinoidea.</i>
Genre	<i>Pinus.</i>
Espèce : <i>Pinus</i>	<i>halepensis</i> Mill.

Figure 1: Classification botanique du pin d'Alep

I-4- Caractères Forestiers et dendrologiques du Pin d'Alep

Le Pin d'Alep ne vit pas longtemps. Sa longévité ne dépasse généralement pas 150 ans, la moyenne étant de 120 à 130 ans (**Kadik, 1987**). Le Pin d'Alep est un arbre de taille moyenne 20m, pouvant atteindre une hauteur de 30m, sur les très bonnes stations le pin d'Alep vit beaucoup plus longtemps que sur littoral, il se tient droit et il est peu branchu dans les Aurès et l'atlas saharien, Le Pin d'Alep a généralement un tronc tortueux, irrégulier et branchu, Gris argentée et lisse chez les jeunes arbres brune rougeâtre chez les arbres adultes. La couronne est de forme conique dans le jeune âge et s'étale dans les arbres âgés. Sont fasciculées par deux, fines de 1 mm environ d'épaisseur, de 5 à 10 cm de longueur de couleur clair (jeune) ou foncé (adulte). Les feuilles Chez *P. halepensis*, est caractérisé par : Aciculaire (aiguille), robuste, tordue, par paire, Les graines conservent leur vitalité au moins deux ans et même plus longtemps, lorsqu'elles restent dans le cône sur l'arbre. Les cônes persistent indéfiniment sur l'arbre après avoir perdu leurs graines (**Kadik, 1987**).



Figure 2: photo de l'écorce, Aiguilles, graines de pin d'Alep

I-4-1-Répartition du pin d'Alep

I-4-1-1- Dans le monde

Le Pin d'Alep est une espèce largement répandue sur le pourtour méditerranéenne, ses forêts occupent au total plus de 3,5 millions d'hectares, dans certains pays comme suit (Figure 3).

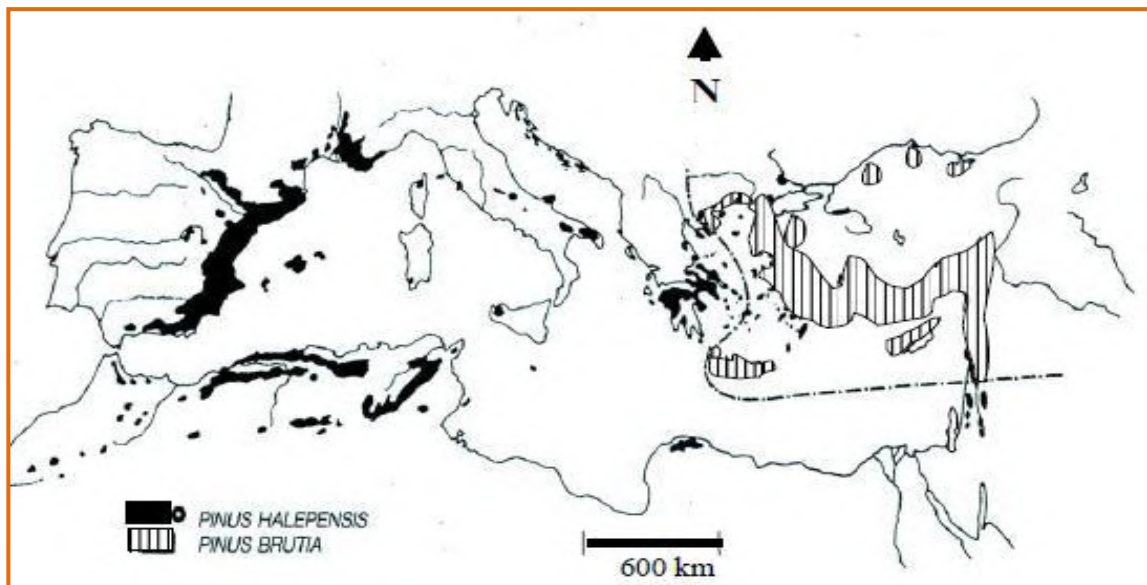


Figure 3 : Aire mondiale de répartition du pin d'Alep et du pin Brutia (Bentouati, 2006).

I-4-1-2-En Algérie

Le pin d'Alep est un arbre très commun en Algérie. Il y couvre 850.000 ha environ (Mezali, 2003). Il est constitué des massifs forestiers très importants. Le Pin d'Alep est une essence climatique des régions semi-arides.

En Algérie (Figure 4), il occupe le premier rang et constitue 35 % de la surface boisée, sa répartition très répandue. A l'est on trouve dans la région de Tébessa, les plateaux constantinois et les Aurès, dans la région d'Alger, il constitue des peuplements assez importants de l'ouest à l'est, on peut citer les forêts de Médéa, À l'ouest, il marque bien sa présence à Sidi Bel Abbès, à Saida, il colonise même l'atlas saharien et il forme dans la région de Djelfa de beaux peuplements des Monts des Ouled –Nail.

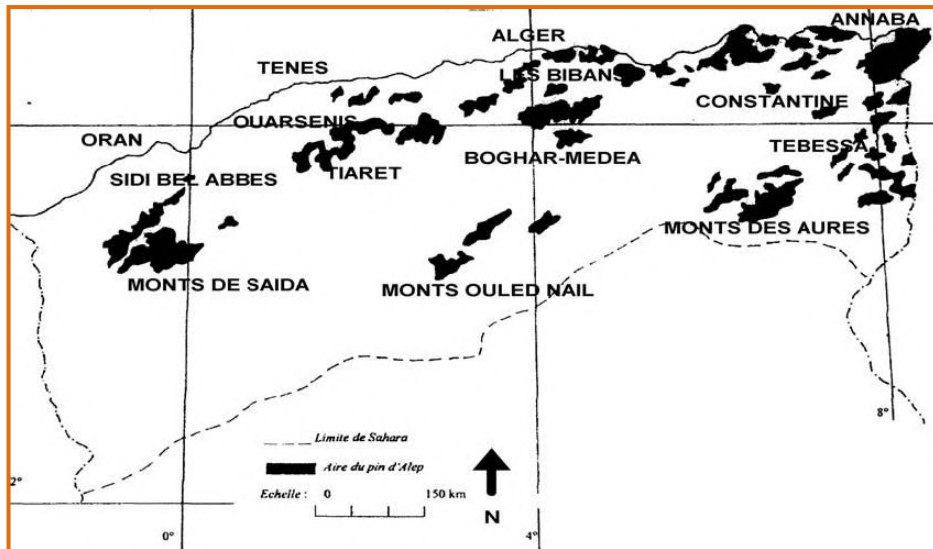


Figure 4: Aire de répartition du pin d'Alep en Algérie (Kadik, 1987).

I-5- La régénération chez le pin d'Alep

Selon Lecomte (1993) et Trabaud et al, (1985) le pin d'Alep produit des cônes rapidement et en masse. Cependant, on ne le considère capable de se régénérer qu'à partir d'une vingtaine d'années, à partir de 80 ans, la fertilité diminue la production présente une forte variabilité individuelle et intra annuelle (Acherar, 1981). En revanche des cônes libèrent leurs grains, légers et ailés durant la 3^{ème} année Les cônes s'ouvrent sous l'effet des fortes chaleurs. Après l'incendie les graines sont libérées, et assurent la régénération du peuplement les grains supportent des températures allant jusqu'à 130°C sans que leur pouvoir germinatif en soit affecté. Les sérotineux génèrent une forte pluie de graines au cours de l'été, donc une germination en masse dès les premières pluies d'automne est attendue la majorité des graines sont disséminées à courte distance malgré la graine légère et ailée (Verkaik et Espelta, 2006).

I-6- La régénération du pin d'Alep après incendies

Le pin d'Alep possède une gamme d'adaptation qui lui permet de se régénérer rapidement après incendie, il contient une banque de graines constituée par certains cônes Sérotineux. Le feu provoque l'éclatement de cônes et favorise la libération des grains grâce au déplacement d'air qui transporte les graines, le feu ouvre le couvert végétal en supprimant ainsi pour un temps la compétition avec le reste de la végétation le pin d'Alep n'atteint sa pleine maturité que vers 20 ans, et ses graines sont, de surcroît, assez peu mobiles. Si, sur une zone donnée, la fréquence des incendies devient supérieure à 20 ans, le pin d'Alep ne sera pas capable ni de s'y maintenir, ni de la recoloniser et en sera donc exclu (Cyrille (2002)

I-7- La pluie de graines de pin d'Alep après incendie

L'étude de Vennetier (2001) sur la dynamique spatiale de la régénération des forêts de Pin d'Alep après incendie montre que ce phénomène se produit généralement dans les premiers jours après le feu, il peut libérer des graines restées coincées dans les cônes qui commencent à tomber dès les premières heures après le passage du feu. Il a été constaté qu'une pluie de graines avait commencé entre 2 et 4 heures après que les arbres aient été brûlés. Cette chute des premières 24 heures représente entre 5 à 10% du total de la pluie de graines, mais l'optimum de la pluie de graine dure environ 48 heures, entre le 2ème et le 4ème jour après le feu, et représente de 60 à 75% des graines qui tombent. La pluie de graines se ralentit progressivement pour s'arrêter au bout de 6 à 8 jours après le feu.

Les graines restées sur l'arbre tardives proviennent de la base des cônes ouverts par le feu, mais aussi de cônes non matures au moment du feu, qui sont restés fermés ou se sont insuffisamment ouverts pour libérer les graines et qui peuvent aussi tomber ultérieurement sur une longue période, en raison de la très faible intensité du phénomène (DFCI, 2010).

L'observation des cônes dans les arbres montre que toutes les graines n'ont pas été libérées, en particulier celles situées à la base du cône. Un autre phénomène participe à la dispersion des semences : la chute des cônes (CCFF, 2008).

I-8- Les phases de la régénération naturelle

le cycle de production des graines jusqu'à leurs disséminations dure en général trois ans, Les cônes du pin d'Alep mûrissent au cours de la deuxième année et laissent le plus souvent échapper leurs graines au cours de la troisième année. Les inflorescences sont en forme microsporophylles et macrosporophylles groupées en cônes mâles et femelles (Brouillet, 2009).

D'après Seigue (1985) la floraison s'effectue au printemps, les fleurs mâles sont allongées, de couleur jaune, groupées en épis cylindriques, et les fleurs femelles isolées de couleurs vertes rosées, rarement par paires ou par verticilles, Le pin d'Alep est une espèce monoïque (mâle et femelle sur le même arbre). La pollinisation est sous forme anémogame c'est à dire que le transport des pollens se fait par le vent.

La production de tubes polliniques donne une siphonogamie et une fécondation indépendante de l'élément liquide après la pollinisation, les écailles fertiles se resserrent et protègent l'ovule jusqu'à maturation complète de la graine, les écailles s'écartent et laissent tomber des graines ailées ou aptères (Calamassi et al, 1984)

I-9-Les principes de la régénération naturelle

D'après Sérieye (2008), les méthodes de régénération naturelle sont basées sur deux principes élémentaires : la fructification et la réceptivité du sol aux graines.

Des arbres beaux et forts ont besoin de la lumière pour provoquer une fructification abondante et de qualité, le sylviculteur dispose de plusieurs armes. Tout d'abord, il sélectionne de beaux semenciers, au houppier bien développé et équilibré. Ensuite, il les met en lumière pour favoriser la floraison et donc la production de graines en déclenchant des coupes dites de régénération. Il a besoin aussi d'un sol réceptif pour avoir toutes les chances de germer et de survivre, une graine doit arriver rapidement en contact direct avec la terre et non sur un tapis de feuilles. S'il le juge utile, le forestier effectue pour cela un crochetage qui ameublisse les premiers centimètres du sol, à l'aide d'outils à dents : cultivateur, râteau scarificateur (Avrial, 2011).

I-10-Les conditions nécessaires pour réussir la régénération naturelle

pour réussir la régénération naturelle du pin, des conditions environnementales permettant la levée de dormance de la graine (période de gel, etc.), la lumière, l'humidité et la quantité minimale d'eau douce disponible toute l'année (nappe phréatique accessible aux racines et à leurs symbiotes, pluie ou eaux météoritiques issues de la brume ou de la rosée). Aussi la forme d'humus propice, en particulier pour les espèces exigeant un enracinement profond et rapide des jeunes semis (plantules) dans un substrat minéral, à forte activité de vers de terre, qui peut éventuellement être remplacé par un crochetage de la matière organique superficielle dans les humus de forme Moder à mors (Duez 2007)

L'essence en place doit être adaptée à la station, les espèces en limite stationnelle ne méritent pas d'être maintenues, même si leurs semis sont nombreux. Elle doit également fructifier régulièrement, la production et la qualité des graines ont une importance capitale dans la réussite de l'opération. Pour que ces dernières soient viables, les semenciers ne doivent pas être trop âgés.

I-11- Les problèmes de régénération naturelle

Les problèmes qui gênent la réussite de la régénération naturelle du pin d'Alep sont nombreux. Parmi ce ci le manque de connaissance traditionnelle sur l'importance des espèces et des utilisations diverses. Le tégument dur, crée un problème dans la germination des semences. Les graines sont endommagées en raison de la consommation des fruits par les oiseaux, de singes et d'autres animaux, comme elles sont sujettes aux attaques de parasites divers, des agents pathogènes et des insectes dans la nature. Même si la radicule est apte à sécher, si elle n'est pas couverte (Hailé, 1978).

I-12-Les avantages et les inconvénients de la régénération naturelle

La régénération naturelle offre plusieurs avantages le plus important c'est que les coûts relatifs à l'achat des plants, à la plantation, aux travaux préalables du sol sont réduits, si la régénération naturelle est suffisante et complète, et l'ensemble des interventions sur les sols (dessouchage, andainage, sous-solage...) risquant de perturber leur équilibre sont limités. La meilleure adaptation des semis aux conditions climatiques, les semis venus naturellement sont en principe bien adaptés à la station, seules les meilleures graines ont pu germer et s'extirper de la concurrence, qui permette la présence de patrimoine génétique local et le meilleur enracinement car les arbres se développent sur place. La fructification naturelle des arbres et le venu des semis sous des peuplements rejoignent la vision de forêt (naturelle) dans la quelle les interventions humaines sont présumées moindres les différents étages de végétation ont par ailleurs un impact visuel attrayant par conséquent l'absence des problèmes de reprise de plantes (Duez, 2007).

I-13-es alternatives à la régénération naturelle

A cause des inconvénients par fois majeur de la régénération naturelle, le forestier pour économiser le temps fait recoure à la régénération assistée et la régénération artificielle.

La régénération naturelle assistée (RNA) est une pratique largement répandue dans les exploitations agricoles et basée sur la capacité des souches et des racines d'arbre à rejeter et des graines à germer (Bamako, 2002).la RNA peut être adoptée massivement par un mouvement populaire, de grandes superficies de terre peuvent être reboisées rapidement et à faible coût ou sans coût. Contrairement à la régénération naturelle, où le forestier dépend totalement de ce que la nature lui donne, il régénère souvent la forêt artificiellement, des plantations de jeunes arbres appelés plants forestiers. L'installation d'un reboisement là ou la forêt n'existe pas.

Parmi les inconvénients de la régénération artificielle : les dépenses élevées, la réussite incertaine des plants et la perte parfois de la biodiversité génétique malgré que le choix du matériel génétique performant est possible (Arzag ; Aouimeur, 2012)

*Chapitre II : Les
maladies du Pin
d'Alep*

II-Les maladies du Pin d'Alep

II-1-les principaux problèmes sanitaires

Le pin d'Alep est une essence méditerranéenne, donc adaptée à une sécheresse estivale marquée, à l'irrégularité des précipitations, aux vents de secteur nord et à un ensoleillement élevé. Malgré cette adaptation, le pin d'Alep peut être atteint par divers problèmes sanitaires d'origine abiotique ou biotique. Les dépérissements, phénomènes complexes et évolutifs, sont moins marqués que chez d'autres conifères en région méditerranéenne, ils ne seront pas abordés.(D.S.F, 2012)

II-2- Les causes abiotiques

Les chutes de neige lourde sont à l'origine de bris de branches ou de houppiers. Ces dégâts sont favorables à la multiplication des insectes sous-corticaux et accentuent le risque incendie, si les bris au sol ne sont broyés ou évacués de la forêt. Le pin d'Alep est sensible au froid hivernal : le rougissement, le dessèchement et la chute des aiguilles peuvent être observés dès -6°C , notamment sur les lisières exposées au nord. Des dégâts au niveau du bois et des mortalités apparaissent lorsque la période de froid est durable. Le pin d'Alep est également très sensible aux gelées tardives, phénomène toutefois rare dans la région méditerranéenne. Si la sécheresse hivernale entraîne peu de dégâts directs sur cette essence, elle affecte l'état physiologique des arbres : elle contribue à l'apparition de dégâts de scolytes (hylésine destructeur notamment) et peut être un facteur déclenchant de dépérissements. La population (véhicules, unités industrielles) en région méditerranéenne entraînent une forte émission de polluants, dont une partie se transforme en ozone lors des épisodes de chaleur (température $>25^{\circ}\text{C}$). Des symptômes de dégâts d'ozone, composé photo-oxydant, sont donc observés sur le pin d'Alep, notamment au niveau de cols. Il s'agit de taches chlorotiques vert-clair à jaune observées à la face supérieure des aiguilles les plus anciennes. Ces dommages peuvent contribuer au mauvais fonctionnement physiologique des arbres touchés. (D.S.F ,2012)



Figure 5 : Dégâts de neige lourde sur pin adulte P. Brahic

II-3-Les principaux agents pathogènes

II-3-1-La tumeur bactérienne du pin d'Alep, *Corynebacterium halepensis*

L'infection se fait au niveau d'ouverture dans les tissus corticaux de l'hôte : lenticelles, cicatrices foliaires, blessure... La multiplication des bactéries dans les tissus provoque des nécroses caractéristiques sur branches et rameaux. *Pinus brutia* et *Pinus eldarica* ne sont pas sensibles à cette bactériose. (D.S.F , 2012)

II-3-1-1-Symptômes

- Excroissances globuleuses situées latéralement sur les rameaux.
- Dessèchement des rameaux ou descente de cimes sur les jeunes sujets dus à la présence de tumeurs bactériennes qui limitent la circulation de la sève.

II-3-1-2-Impact et contrôle

L'impact est faible sur les arbres adultes. Les dégâts sont plus forts sur les jeunes sujets, notamment si les galls sont situées sur la tige principale. L'ablation des rameaux porteurs des tumeurs, voire l'abattage et la destruction des jeunes arbres atteints, sont les seules mesures de lutte. (D.S.F ,2012)



Figure 6 : Tumeur due à *Corynebacterium halepensis* **B. Boutte J. Regad**

11-3-2-La rouille vésiculeuse des rameaux, *Cronartium flaccidum*

La rouille vésiculeuse de l'écorce est la rouille la plus fréquente sur le pin d'Alep. Le cycle biologique se fait sur deux hôtes : la colonisation chez le pin, hôte principal, se fait par les aiguilles, le mycélium colonise le rameau et un petit chancre se forme. Des vésicules blanches, qui contiennent les spores orangées se développent sur ces nécroses chancreuses. Les spores dispersées par le vent colonisent l'hôte alternant : les domptevenin notamment (officinal et noir en zone méditerranéenne) où les autres types de spores apparaîtront. (D.S.F, 2012)

II-3-2-1-Biologie

Les spores issues des fructifications (écidies) présentes sur les tiges de l'hôte principal (pin) au printemps sont emportées par le vent et déposées sur les feuilles de l'hôte alternant. Sur ces feuilles, on observe sur la face supérieure la formation d'urédies (brun-orange) et, en automne, sur la face inférieure, la formation de télies (jaune-brun). Le cycle est bouclé quand les basidiospores issues de l'hôte alternant sont déposées par le vent sur les branches et les aiguilles du pin pour former de nouvelles écidies. Par contre, *Peridermium pini* forme des écidies sur le pin au printemps sans passage par un hôte alternant. A partir de l'automne de l'année de l'infection du pin, le champignon se développe sans marquer de symptômes sur son hôte principal. Les chancres n'apparaissent que plus tard (de l'année suivante à plusieurs années après). (D.S.F ,2020)

II-3-2-2-Symptômes et éléments de diagnostic

Sur les branches et tiges : boursouflures, méplat correspondant à une plage de mortalité du cambium, renflements fusiformes de l'écorce, écoulement de résine (qui attire la pyrale du tronc souvent associée), présence de fructifications orangées (écidies) sur les chancres au printemps, chancre, zone recouverte de fumagine prenant une couleur noirâtre. Sur les aiguilles (jaunissements puis chute prématurée des aiguilles situées au-delà des chancres. Sur le plant

entier : réduction de croissance, pousses de petite taille. Parmi les la perte de croissance du sujet, risque de mortalité de plants. Un chancre ceinturant le tronc peut causer la mort de l'arbre par perte de dominance apicale mais la proportion de tiges concernées restent très généralement suffisamment faible pour que ces maladies ne posent pas de réels problèmes dans les pinèdes. Sur des sujets plus âgés, on peut observer l'évolution de la maladie pendant de nombreuses années (jusqu'à 20 ans) avant de les voir totalement dépérir. Certains lépidoptères opportunistes profitent de l'affaiblissement des sujets par la rouille pour installer leur ponte dans les tissus affectés. Le minage de leurs chenilles amplifie les risques de dépérissement des sujets atteints. Aujourd'hui, ce sont majoritairement les pins à 2 aiguilles qui sont concernés par ces chancre (DSF ,2020)



Figure 7 : Vésicules blanches sur un renflement d'une jeune tige B. Boutt

II-4- Champignons lignivores des résineux

De très nombreuses espèces causent des pourritures du bois. et colonisent les arbres à des stades différents. Les fructifications, sous forme de consoles très visibles sur le tronc et les branches, émettent de nombreuses spores qui germent au niveau de blessures ou de fissurations de l'écorce. Après germination et pénétration dans le bois, les enzymes du champignon attaquent soit la lignine (pourriture blanche) soit la cellulose (pourriture rouge cubique). Les plus courantes sont mentionnées ci-dessous en complément de l'armillaire et du fomès. (D.S.F ,2015)

Nom commun	Espèce	Localisation	Hôtes principaux	Type de pourriture
Pézize renflée	<i>Rhizina undulata</i>	base du tronc	pins, épicéas	pourridié racinaire
Phéole de Schweinitz	<i>Phaeolus schweinitzii</i>	base du tronc	épicéas, douglas	cubique brun-rouge
Sparassis crépu	<i>Sparassis crispa</i>	base du tronc, racines	pins	cubique brun-rouge (cœur)
Tramète des pins	<i>Phellinus pini</i>	tronc, branches	pins, sapins	blanche (cœur)
Polypore marginé	<i>Fomitopsis pinicola</i>	tronc, branches	sapins, pins, épicéas, autres résineux	cubique brun-rouge (cœur)
Stérée sanguinolente	<i>Stereum sanguinolentum</i>	tronc, branches	épicéas, sapins, autres résineux	échauffure blanche (cœur et aubier)
Phellin de Hartig	<i>Phellinus hartigii</i>	tronc, branches	sapins	blanche
Calocère visqueuse	<i>Calocera viscosa</i>	base du tronc	pins, épicéas, douglas	cubique brun-rouge (cœur)

Figure 8: Quelques caractéristiques des champignons lignivores s'attaquant aux résineux.

II-4-1-Symptômes et éléments de diagnostic

La pourriture du bois dévalorise énormément la tige. Les dommages sont variables selon le type de champignon (pourritures de cœur ou d'aubier) et sa durée d'action. Le diagnostic réalisé à partir des fructifications est souvent tardif. Un diagnostic plus précoce nécessite un sondage à la tarière et des mises en culture en laboratoire.

II-4-2-Biologie

Les fructifications en général sous forme de consoles bien visibles sur le tronc et les branches, émettant une profusion de spores dans l'atmosphère. Celles-ci vont contaminer un arbre au niveau de blessures ou de fissurations de l'écorce. Après germination et pénétration dans le bois, les enzymes du champignon attaquent selon les espèces soit la lignine (pourriture blanche), soit la cellulose (pourriture brune cubique). La pourriture du bois est relativement lente (plusieurs mois ou années) sans symptômes visibles avant la fructification..

II-4-3-Dégâts

parmi les dégâts causé par champignons lignivores des résineux sont :

- Les pertes financières liées à ces champignons sont considérables.
- La lutte en forêt n'est que préventive et consiste à limiter les blessures, notamment au cours des opérations d'exploitation (abattage, débardage), la meilleure protection d'un arbre contre les champignons lignivores étant l'intégrité de son écorce.(DSF ,2015)



Figure 9 : Polypore marginé (*Fomitopsis pinicola*) et fructification de *Calocera viscosa*

II-5- Champignons lignivores des feuillus:

II-5-1-Biologie

- Fructifications en général sous forme de consoles, visibles sur le tronc et les branches, émettant une profusion de spores dans l'atmosphère. Celles-ci vont contaminer un arbre au niveau de blessures ou de fissurations de l'écorce.
- Après germination et pénétration dans le bois, les enzymes du champignon attaquent selon les espèces soit la lignine (pourriture blanche), soit la cellulose (pourriture rouge cubique), soit les deux (pourriture alvéolaire).
- La pourriture du bois est lente (plusieurs mois ou années), sans symptômes extérieurs visibles avant la fructification

II-5-2-Symptômes et éléments de diagnostic

la pourriture du bois dévalorise énormément la tige. Les dommages sont variables selon le type de champignon (pourritures de coeur ou d'aubier) et sa durée d'action.

Le diagnostic réalisé à partir des fructifications est souvent tardif. Un diagnostic plus précoce nécessite un sondage à la tarière et des mises en culture en laboratoire

Nom commun	Espèce	Localisation	Hôtes principaux	Type de pourriture
Fistuline hépatique	<i>Fistulina hepatica</i>	base du tronc	chênes, châtaignier	brune (cœur)
Polypore soufré	<i>Laetiporus sulfureus</i>	tronc, branches	chênes, châtaignier, hêtre, robinier...	cubique brun-rouge (cœur)
Inoneute du chêne	<i>Inonotus dryadeus</i>	base du tronc	chênes, châtaignier	fibreuse blanche (cœur)
Ganoderme aplani	<i>Ganoderma applanatum</i>	base du tronc	hêtre, peupliers, frêne, tilleuls, érables	fibreuse blanche (cœur)
Phellin robuste	<i>Phellinus robustus</i>	tronc, branches	chênes, châtaignier	fibreuse jaune (aubier)
Amadouvier	<i>Fomes fomentarius</i>	tronc, branches	hêtre, platane, peupliers	blanche (aubier et cœur)
Polypore hérissé	<i>Inonotus hispidus</i>	tronc, branches	frêne, platane, noyer	fibreuse blanche (cœur)
Polypore écailleux	<i>Polyporus squamosus</i>	tronc, branches	frêne	blanche
Polypore du bouleau	<i>Piptoporus betulinus</i>	tronc, branches	bouleaux	blanche
Pholiote destructrice	<i>Pholiota populnea</i>	base du tronc	peupliers	blanche
Collybie visqueuse	<i>Oudemansiella mucida</i>	tronc, branches	hêtre	blanche
Dédalée du chêne	<i>Daedalea quercina</i>	tronc, branches	chênes	rouge
Armillaire	<i>Armillaria spp.</i>	base du tronc	toutes essences	blanche
Stérée hirsute	<i>Stereum hirsutum</i>	tronc, branches	chênes	échauffure blanche
Stérée pourpre	<i>Chondrostereum purpureum</i>	tronc, branches	hêtre, érables, autres feuillus	échauffure blanche (aubier)
Schizophylle commun	<i>Schizophyllum commune</i>	tronc, branches	hêtre	blanche
Tramète à couleur changeante	<i>Coriolus versicolor</i>	tronc, branches	feuillus et résineux	blanche
Polypore en touffe	<i>Grifola frondosa</i>	base du tronc	chênes	fibreuse blanche (cœur)
Polypore géant	<i>Meripilus giganteus</i>	tronc, branches	chênes, hêtre	blanche
Pleurote en huître	<i>Pleurotus ostreatus</i>	tronc, branches	hêtre	blanche

Figure 10: Quelques caractéristiques des champignons lignivores s'attaquant aux feuillus.

II-5-3-Dégâts

- Les pertes financières liées à ces champignons sont considérables.
- La lutte en forêt est préventive et consiste à limiter les blessures, notamment au cours des opérations d'exploitation (abattage, débardage), la meilleure protection d'un arbre contre les champignons lignivores étant l'intégrité de son écorce.(DSF ,2015)



Figure 11 : Sporophores d'amadouvier (*Fomes fomentarius*)
sur hêtre (© LM Nageleisen)

II-6- Les principaux insectes ravageurs

II-6-1-la cicadelle des aiguilles des pins, *Haematoloma dorsata*

Les larves se développent sur des plantes herbacées au niveau des racines où elles se nourrissent de liquides végétaux. Les adultes apparaissent en général en avril-mai, quelquefois jusqu'en juin. Ils vont sur le feuillage et piquent les aiguilles pour se nourrir. (DSF.2012)

II-6-1-1-Biologie

Les oeufs sont déposés sur le sol au cours de l'été ou de l'automne et passent l'hiver. Au printemps, les larves se développent sur des plantes herbacées au niveau des racines où elles se nourrissent de liquides végétaux. Les adultes apparaissent en général en avril-mai, mais ces apparitions peuvent se prolonger jusqu'en juin. Ils vont sur le feuillage et piquent les aiguilles pour se nourrir. On constate en général une génération par an, mais une deuxième génération annuelle semble possible sur le littoral méditerranéen.

II-6-1-2-Symptômes et éléments de diagnostic

Le symptôme qui caractérise la présence de cet insecte se résume principalement aux dégâts qu'il provoque, roussissement des aiguilles suivi de chute d'aiguilles qui peut atteindre la totalité du houppier au début du printemps, avant l'apparition des pousses de l'année. On peut observer sur les aiguilles roussies des plages brunâtres très discrètes, de quelques millimètres de largeur, qui correspondent aux piqûres alimentaires de l'insecte. Adulte : cicadelle de 7 à 8 mm à élytres rouges avec trois taches noires.

II-6-1-3-Dégâts

Les dégâts aux peuplements forestiers sont causés par les adultes de *Haematoloma dorsata* qui effectuent des piqûres alimentaires sur les aiguilles, ce qui provoque leur décoloration (partielle ou totale). Les aiguilles atteintes peuvent se maintenir sur les rameaux si elles ont été faiblement ponctionnées ou chuter lorsqu'elles sont totalement décolorées au printemps consécutivement à de nombreuses piqûres. Les dégâts ont lieu, dans le cas général, avant l'apparition de la pousse de l'année. Cette dernière n'est donc pas atteinte par les insectes. La perte foliaire occasionnée ne remet pas en cause la pérennité des arbres, mais constitue, tout au plus, un facteur d'affaiblissement.

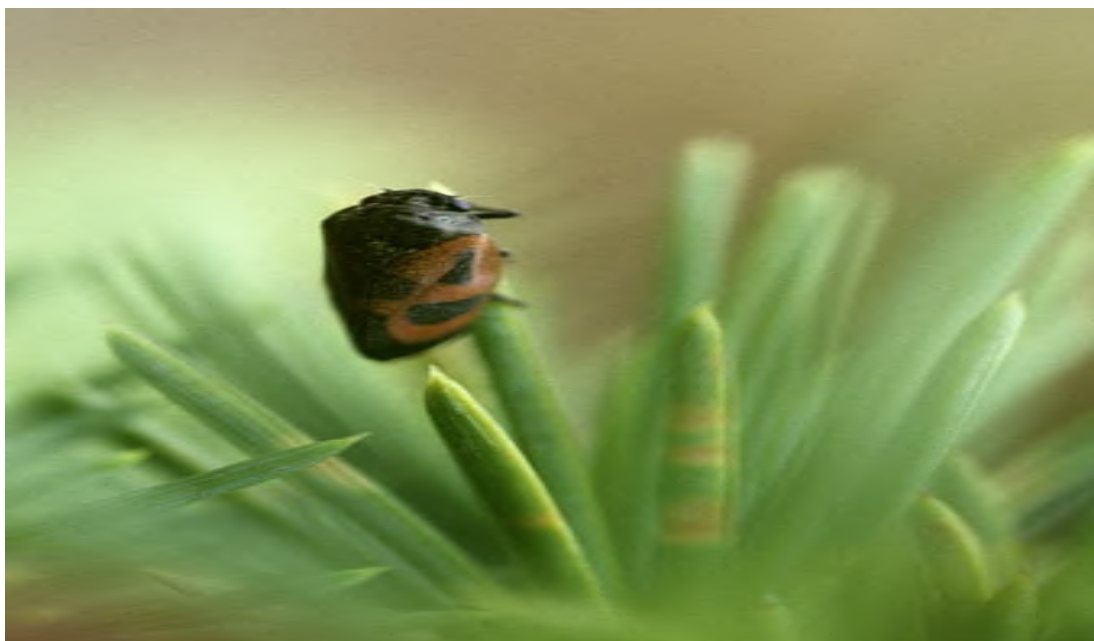


Figure 12: Cicadelle des pins (© Regad).

II-6-1-4-Confusion possible

Cette cicadelle peut être confondue avec d'autres cercopidés présents en milieu forestier, notamment *Cercopis vulnerata*, cicadelle très fréquente qui vit uniquement aux dépens des plantes herbacées (D.S.F, 2017)

II-6-2-L'hylésine destructeur, *Tomicus destruens*

L'hylésine est un coléoptère sous-cortical qui peut causer des dégâts des dépérissements et des mortalités. Il peut devenir épidémique suite à des périodes de sécheresses successives. *T. destruens* est un des rares scolytes présentant une activité hivernale. Les larves se développent dans les troncs durant l'hiver. Au printemps les adultes émergent puis effectuent un repas de maturation sexuelle dans les jeunes pousses d'arbres sains, dans lesquelles ils resteront jusqu'en septembre. Les adultes pondent à l'automne. Les larves s'alimentent en creusant des galeries perpendiculaires à la galerie maternelle. Les femelles peuvent produire plusieurs générations sœurs au cours de l'hiver.

II-6-2-1-Symptôme

- Pousses vertes ou rouges avec une galerie médullaire sur le sol.
- Chute d'écorce, rougissement du houppier et mort de l'arbre.
- Présence de pralines de résine sur les troncs et quelquefois de vermoulure rousse à la base des arbres.
- Galeries maternelles verticales uniques de 5 à 10 cm sous l'écorce.

II-6-2-2-Impact et contrôle

- La mortalité entraîne la dévalorisation du bois et accroît le risque incendie.
- Les mesures de prévention préconisent l'évacuation hors forêt des bois exploités dans des délais de 1 à 2 semaines et le broyage des tiges dépressées ou éclaircies à bois perdu.
- La lutte active consiste à éliminer les arbres porteurs de larves et écorcer les bois sur place si l'évacuation est impossible. (D.S.F, 2012)



Figure 13: Adultes d'hylésine forant les pousses au cours de l'été M. Durand-Gillman



Figure 14: Praline de résine B. Boutt

II-7-Autres insectes non spécifiques

II-7-1-La processionnaire du pin

s'attaque également au pin d'Alep. La présence de la pyrale du tronc, *Dioryctria sylvestrella*, chenille sous-corticale est reconnaissable aux pralines et écoulements de résine sur le tronc. Divers scolytes des branches ou du tronc (*Crypturgus* sp., *Orthotomicus* sp...) accompagnent souvent l'hylésine destructeur et le pissode du pin, *Pissodes notatus*, charançon sous-cortical, ravageur de faiblesse.(DSF.2012)



Figure 15 : Nid de chenilles processionnaires du pin. © Jean-Claude Martin, DR

II-7-1-1-Biologie

Une génération par an, alternance de phases de pullulations qui durent quelques années et des périodes de régression des populations.

Le papillon, nocturne, a une vie très brève et vole en été (fin juin à août). La femelle pond des oeufs groupés sous forme d'un manchon de ponte de 4 à 5 cm entourant deux ou plusieurs aiguilles de pin. L'éclosion se produit environ un mois après le vol. Les jeunes chenilles grégaires se nourrissent la nuit au détriment des aiguilles. Elles s'abritent dans des pré-nids d'aspect soyeux qu'elles abandonnent lors de leurs déplacements successifs.

En automne, elles tissent sur la partie la plus ensoleillée de l'arbre généralement en hauteur, un nid définitif ou nid d'hiver. Le développement se poursuit jusqu'à la fin de l'hiver. Les chenilles passent en tout par 5 stades larvaires. De fin janvier à fin mai, suivant les régions, les chenilles au dernier stade quittent le nid en procession et descendent s'enfourer dans le sol (procession de nymphose). Elles tissent un cocon dans lequel s'effectue la nymphose, qui est suivie d'une diapause plus ou moins prolongée. Ce phénomène de diapause qui peut se prolonger sur 1, 2 ou 3 ans bloque l'évolution au stade nymphe. Il est responsable de l'émergence, une année donnée en un même lieu, de plusieurs générations dont le développement respectif peut être décalé (parfois de plus d'un mois).

Particularités : plus le climat est clément, plus les papillons sont tardifs et le développement des chenilles rapide. Sur le littoral atlantique au Cap Ferret, à l'île de Ré, dans le golfe du Morbihan et le sud Finistère, les processions de nymphose peuvent être pré-hivernales.



Figure 16 : Des chenilles de stade L3. © Jean-Claude Martin, DR



Figure 17 : Papillon mâle de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*).

© Alvesgaspar, *Wikimedia Commons*, GFDL

II-7-1-2-Symptômes et diagnostic

- Chenilles grégaires, longues de 3 mm à peine et jaune vert au premier stade, elles atteignent au dernier stade près de 5 cm. Elles sont alors roussâtres avec des soies latérales blanches
- En automne, des groupes d'aiguilles consommées partiellement par les jeunes chenilles ont un aspect frisébrunpaille
- A la fin de l'automne, les nids d'hiver à tissage soyeux, dense et blanc s'individualisent dans les parties bien en lumière des arbres. En hiver, la consommation des aiguilles peut aller jusqu'à la défoliation totale

II-7-1-3-Dégâts

La consommation des aiguilles par les chenilles s'accroît en suivant leur stade de développement. Elle est responsable de défoliations hivernales et de début de printemps qui entraînent des pertes de croissance des pins. Si les conditions de développement des arbres sont satisfaisantes, ils sont parfaitement capables de supporter cette attaque.

Les arbres affaiblis (climat, station...) ou susceptibles de subir des défoliations répétées (cas des jeunes plantations) peuvent souffrir plus durablement de ces atteintes, et devenir moins résistants à des attaques d'ennemis de faiblesse tels que les scolytes ou le pissode. Les mortalités, exceptionnellement observées, se produisent à la suite de tels enchaînements.

Les urtications provoquées par les poils des chenilles à partir du troisième stade peuvent fortement gêner les travaux forestiers et être préjudiciables à la fréquentation des zones touristiques. A noter que les nids d'hiver sont une source de poils urticants, même après le

départ en nymphose des chenilles. Leur présence doit attirer l'attention et faire prendre toutes mesures de précaution nécessaires vis à vis des personnes sensibles aux urtications (ou animaux).

II-7-1-4-Facteurs de sensibilité

peuplements ouverts, lisières sud et clairières dans les peuplements fermés, arbres isolés en crête.(D.S.F, 2017)

Chapitre III :

La maladie

chancreuse du pin

d'Alep

III-La maladie chancreuse du pin d'Alep

Position systématique : Champignon - Ascomycète - Derméacée

Hôtes habituels : Pins d'Alep

Localisation sur l'hôte : Rameaux



Figure 18 : pin d'Alep atteint par la maladie chancreuse (DSF B.B.)

III-1- Symptômes et dégâts

La maladie se manifeste sur les rameaux atteints par la présence de chancres ou de nécroses chancreuses assez discrets, dont la formation passe par trois stades successifs :

- apparition, au niveau d'une cicatrice foliaire, d'une zone déprimée en forme de bouton, avec une exsudation de résine (cf. Fig 19-1).
- rupture de l'écorce autour de cette zone avec soulèvement du bouton, par activité du chancre sous-jacent qui attaque le cambium, provoquant une desquamation du rameau (cf. Fig 19-2),
- dans les cas extrêmes, strangulation du rameau par coalescence de plusieurs chancres (cf. Fig19-3).

Le développement de ces chancres entraîne le dessèchement progressif des rameaux affectés dont les aiguilles roussissent par bouquets (cf.fig.18).

Les symptômes sont souvent localisés dans la partie basse du houppier (cf. Fig 18), le dessèchement du houppier peut progresser du bas vers le haut de l'arbre. Les sujets les plus

atteints présentent alors un feuillage anormalement rougeâtre et clairsemé ainsi que de nombreuses branches mortes.

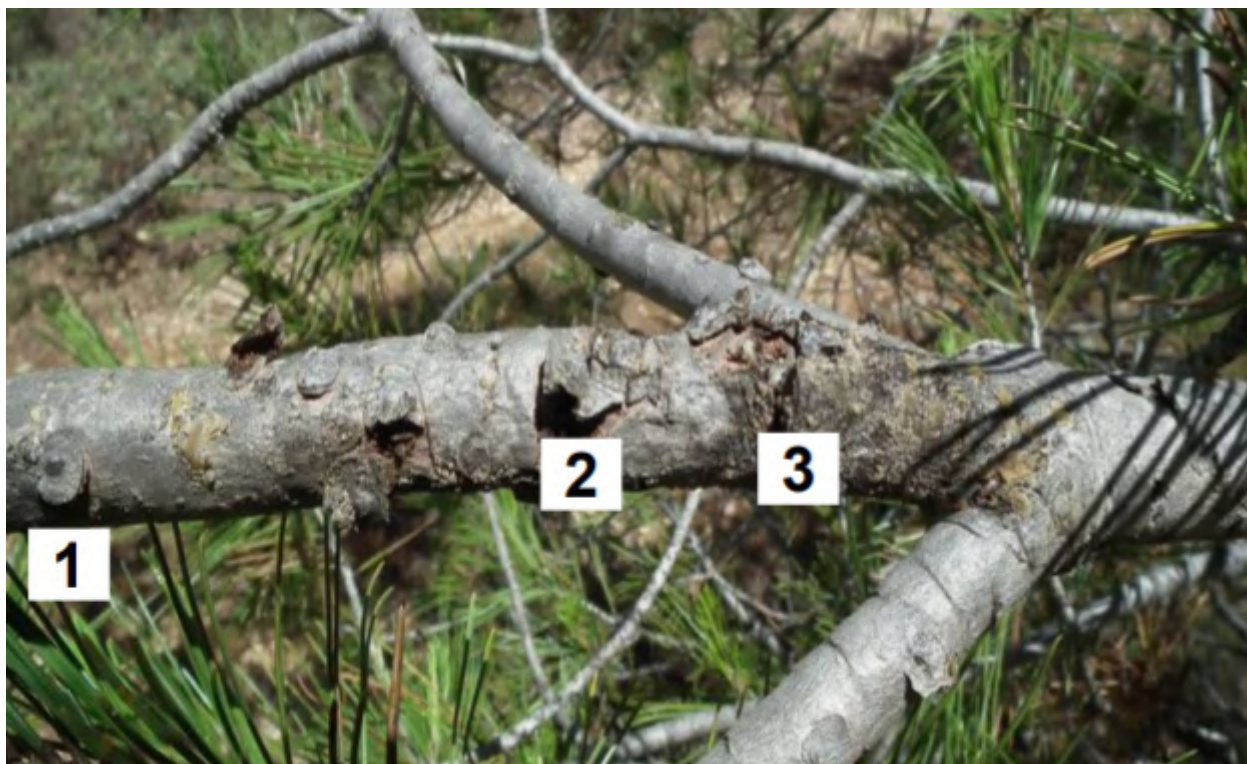


Figure 19 : les 3 stades de la maladie : 1 – bouton; 2 - desquamation du rameau; 3 - chancre (DSF - BB).

III-2-Biologie et éthologie de la maladie

Le principal agent responsable de cette maladie est le champignon *Crumenulopsis sororia* (Karst.) Groves (MORELET M., 1971), détecté pour la première fois sur pin d'Alep à la fin des années soixante dans le Var. La contamination se fait en fin d'été et/ou en automne et l'incubation dure 5 à 6 mois. La réceptivité des pousses à l'inoculum augmente avec l'âge. Les voies d'entrée préférentielles de ce parasite sont les cicatrices foliaires fraîches. La dissémination des spores se fait surtout par l'eau pour la forme asexuée, et par le vent pour la forme sexuée. Le développement du champignon est favorisé par une pluviosité supérieure à la normale au moment de l'infection, ce qui a été le cas à l'automne 2014. Le graphique ci-dessous montre le nombre de signalements de la maladie chancreuse, effectués dans le cadre de la veille sanitaire du Département de la santé des forêts, en fonction de la pluviométrie de l'automne précédent (septembre, octobre et novembre). Ainsi, sur la période 2007-2015, plus de 60 % des observations ont été faites en 2011, 2013 et 2015 : ces trois années ont été caractérisées par une pluviométrie supérieure à la normale lors de l'automne de l'année précédente (près de 200 % à l'automne 2014 à Nice soit 617 mm sur 3 mois)

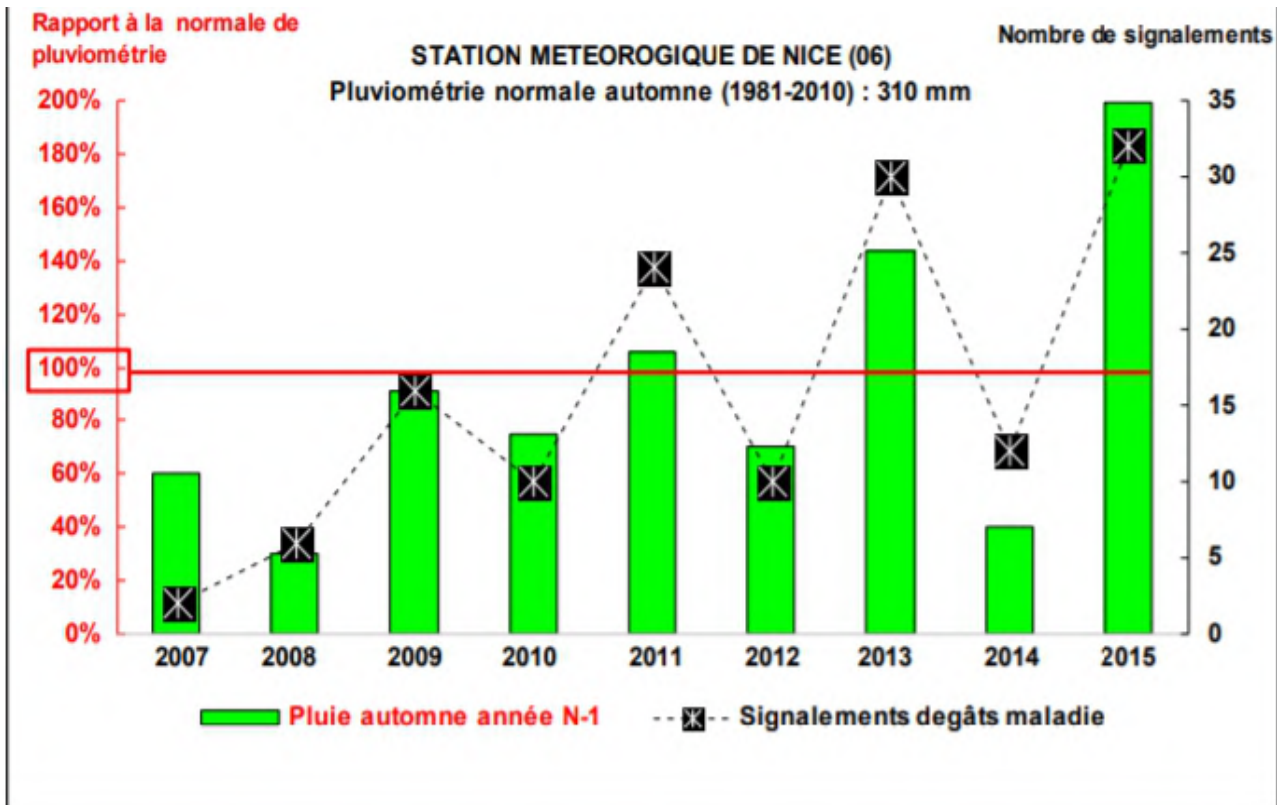


Figure 20 : Graphique nombre de signalements annuels de dégâts de la maladie chancreuse du pin d'Alep en zone méditerranéenne, de 2007 à 2015, en fonction du rapport à la normale des précipitations de l'automne précédent (station météorologique de Nice).

D'autres pathogènes sont souvent associés à la maladie : *Sphaeropsis sapinea*, *Sclerophoma pityophylla*, *Phomopsis* sp..., ils contribuent au phénomène de dessèchement des rameaux.

III-3-Analyse du risque et mesures envisageables

Les dernières fortes attaques ont été observées en 1976 et 1977 dans le Var, en 1995 en Languedoc et en 2011 et 2013 dans l'Hérault et les Alpes-maritimes. Malgré l'ampleur des dessèchements de rameaux à l'origine de l'affaiblissement des peuplements, les cas de mortalité sont restés rares, ils ont concerné des jeunes sujets dominés, situés sous des arbres fortement atteints. Dans la majorité des cas, le pin d'Alep parvient à contenir le parasite et se rétablit dès le retour de conditions climatiques favorables. En forêt, les mesures à prendre se limiteront aux interventions habituelles susceptibles de maintenir ou de renforcer la vigueur des peuplements : dépressages, éclaircies et débroussaillage. Dans les parcs et jardins, une fertilisation raisonnée et des arrosages durant la période estivale contribueront au rétablissement des arbres atteints. Ces mesures pourront être complétées par la suppression des branches basses les plus atteintes, dont l'intérêt est à la fois la réduction de l'inoculum du pathogène présent dans l'environnement, l'amélioration de l'esthétique paysagère et la diminution du risque d'incendie (Santé des Forêts, 2015)

Deuxième partie :

Partie expérimentale

I. Présentation de la zone d'étude

La forêt Algérienne fait partie des forêts méditerranéennes ou l'essence la plus rependue est le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill).

La wilaya de Saïda fait partie de ces forêts et compte une superficie de 54000 ha (BNEF, 1990)

Parmi ces forêts, la forêt de Fenouane et Tabrouria qui se situées dans la wilaya de Saïda (figure 21), plus exactement dans la commune d'Ain El Hadjar à une trentaine de kilomètres à l'Ouest de la ville de Saïda là où le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) occupe une superficie importante (B.N.E.F, 1990).



Figure 21 : Localisation de la zone d'étude dans le Nord de l'Algérie.

I-1- Présentation écologique de la zone d'étude

I-1-1- Aspect général

La forêt de Fenouane couvre 7601 hectares, cette forêt est située dans le territoire de la wilaya de Saïda à quelques 550 km au Sud Ouest d'Alger et à une trentaine de kilomètres à l'Ouest de la wilaya de Saïda. Elle est traversée par deux chemins de wilaya (N°36 et N°3) (B.N.E.F, 1990).

La Forêt de Fenouane, se trouve dans la commune d'Ain El Hadjar. Elle est représentative des groupements thermophiles de l'Oranie dominé par le pin d'Alep et le thuya avec cependant un remarquable sous-bois broussailleux qui joue un rôle non négligeable dans la régénération du pin d'Alep et dans l'atténuation des effets du parcours (Benabdeli,1996).

I-1-2- Situation géographique

Cette forêt est située plus à l'Est d'Oum Graf et adjacente à cette dernière au niveau Nord à El Hadjar, cette foret est limitée (figure 22).

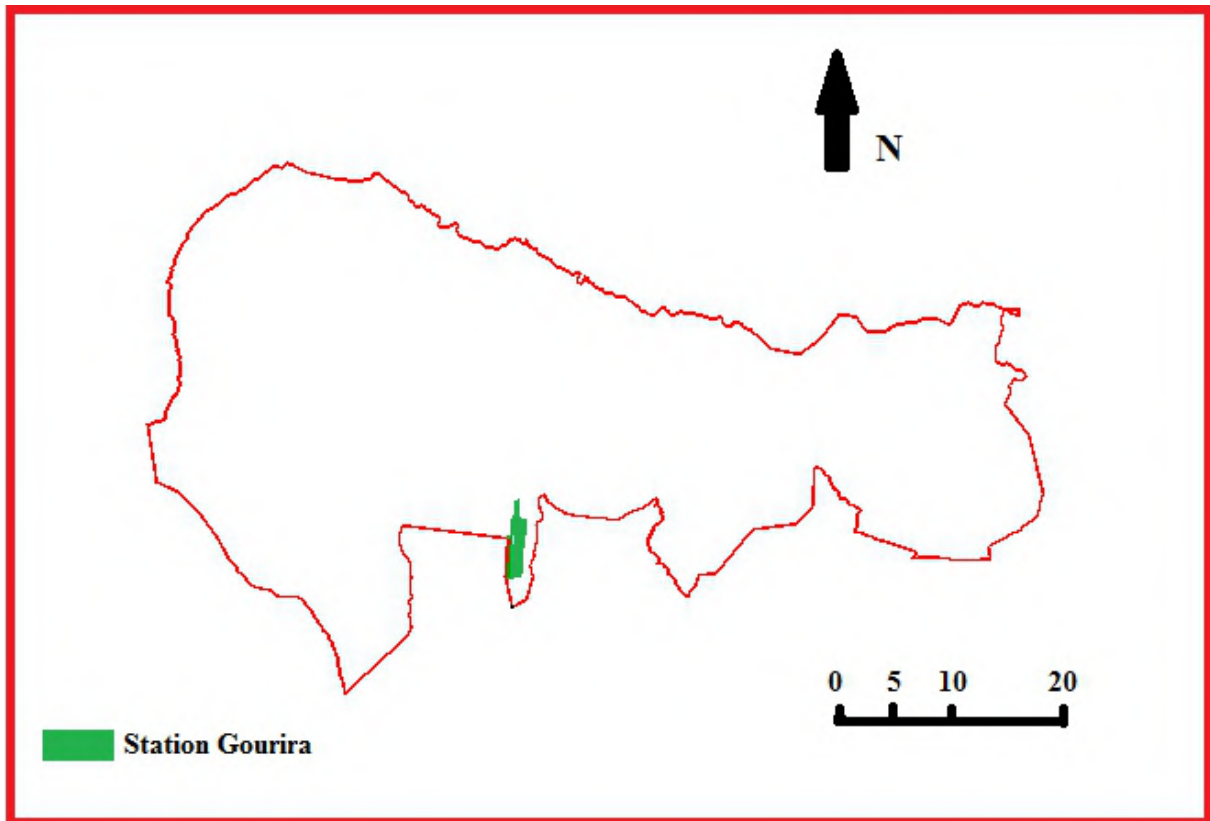


Figure 22: Positionnement de la forêt de Fenouane dans la Commune d’Ain El Hadjar.

A l’Ouest, sur 2 Km au Nord par les limites naturelles de la végétation plus au Sud par Oued Maadjed jusqu’à Ain Zeddim. Au Nord, par les limites du couvert végétal au niveau de Bled El Kolea.

A l’Est : par la tranchée par feu qui commence au niveau du marabout de Sidi Kada Ben Mokhtar au Nord Est passant vers le Sud par Chaabet El Daba et El Kebir 1004m et au Sud par le couvert végétale de la forêt à l’extérieur du quel sont dispersés les habitations des riverains Sud de Sidi Ahmed Medjdoub et El Ouali.

I-1-3- Relief

L’altitude moyenne de cette forêt est de 850m. Les altitudes les plus importantes se rencontrent au Sud de cette forêt jusqu’au centre Est pour s’adoucir vers le Nord et atteindre 821m à Sidi Kada Ben Mokhtar.

Le point le plus élevé se situe au Sud à El Kourira 1063m.

L’orientation des reliefs est du Sud- Ouest vers le Nord -Est (B.N.E.F, 1990).

I-1-4- Pente

Une carte des pentes à l’échelle 1/50.000 a été réalisée, les pentes calculées sont celles du tableau 1.

Tableau 1: Surface (ha) par classe de Pente.

Classe de Pente	Surface (ha)	Recouvrement de Pente/ surface totale
> 25%	446	5.86%
> 12.5% < 25%	8.4	10.70%
> 7% < 12.5%	3401	44.75%
> 3% < 7%	1107	14.56%
< 3%	1833	24.11%

Il est à noter que les 44.75% de la surface totale sont des pentes situées entre 7 et 12.5%. Les pentes fortes supérieures à 25% ne couvrent que les 5.86% alors que le quart de la forêt soit les 24.11% de la surface totale sont d'une pente inférieure à 3% ce qui laisse supposer un aménagement facile a réalisé (B.N.E.F, 1990). .

I-1-5- Hydrographique

Les ressources en eau se caractérisent par la présence de deux principaux bassins versants avec un écoulement vers le nord, ceux des oueds Tebouda et Bou Atrous. Les ressources en eau mobilisable pour la population et l'agriculture se résument à 16 sources naturelles réparties à travers le territoire de la commune avec un débit variant entre 0,5 et 30 L/s et de deux forages assurant un débit moyen de 42 L/S (Labani et al, 2006).

Un seul Oued réceptionné toutes les eaux collectées au niveau de la forêt de Fenouane et la forêt de Oum Graf, cet Oued situé à l'aval de ces forêts est l'Oued Berbour qui se divise en 3 grands affluents de longueur importante et à lit empierré et bien encaissé. Ces affluents sont:

-Oued Guellala qui coule vers l'Est hors de forêt.

-Oued Fenouane qui traverse la forêt de Fenouane qui porte son nom pour se divisé à son tour en deux sous affluents (Oued Maadjedj et Oued Haddad).

Ces deux oueds sont temporaires et reçoivent les eaux recueillis par des cheveux d'écoulement en amont.

-Oued Bou Atrous qui coule à quelque 1 km l'Est du forêt de Fenouane.

Les 3 affluents d'Oued Berbour en locurance Oued Fenouane, Bou Atrous et Guellala sont des Oued permanent (B.N.E.F, 1990).

I-1-6- Pédologie

L'étude pédologique de la forêt de Fenouane permet de dégager 5 types de sols repartis dans la classe des sols peu évolués, classe des sols sesquioxydes de fer, et classe des sols calcimagnésiques.

Selon l'importance du calcaire actif et la présence ou l'absence de la partie inférieure du sol, on a pu distinguer dans la forêt deux grands groupes :

- Groupe de rendzines.
- Groupe des sols bruns calcaires (B.N.E.F, 1990).

I-1-7- Végétation

Le climat méditerranéen semi-aride, permet l'existence de diverses formations végétales allant de la garrigue à la forêt. Cette faible pluviométrie variant entre 350 et 500 mm en moyenne par an avec des températures moyennes maximales respectives de 36,2 et - 0,8°C suffisent pour permettre l'installation et le développement de forêts à différents stades d'évolution (Benabdeli, 1996).

La forêt de Fenouane constituée de formation à base d'espèces arborescentes et arbustives très xérophiles et à forte capacité de rejeter. La principale formation rencontrée à différents stades d'évolution régressive ou progressive est le pin d'Alep et le thuya (Benabdeli, 1996).

La végétation forestière est constituée essentiellement de peuplement de pin d'Alep auquel se joigne le thuya. Le sous bois est constitué de plusieurs espèces telles que: le lentisque, le chêne kermès, la globulaire, le romarin, l'Alfa, les Cistes, le Diss, le Palmier nain, le Genévrier, la Filaire et l'Olivier sauvage (B.N.E.F, 1990).

I-1-8- Faune

Les espèces animales recensées dans la région sont : Les mammifères carnivores sont : le lynx caracal, Le renard, Le chat forestier, La genette, la Mangouste, La belette, Le Chacal et les mammifères charognards une seule espèce est présente dans la zone d'étude qui est l'hyène rayée, les mammifères de chasse tel que: La gazelle de cuvier, Le sanglier, Le lièvre, Le lapin, Le porc épic, les mammifères insectivores;

L'hérisson d'Algérie *Erinaceus hereboullet* Parmi les insectes on rencontre la chenille processionnaire (DGF, 2013).

I-2-Climat

Selon Lacoste et Salanon (2001), le climat est la composante déterminante de la distribution des organismes vivants et le facteur primordial influant l'activité des biocénoses. Le climat est l'une des composantes fondamentales d'un écosystème terrestre.

I-2-1- Choix de la station de référence

Le choix de la station doit tenir compte de différents facteurs intervenants dans la précision du climat local (zone d'étude) qui sont notamment : la proximité, l'exposition, les barrières climatiques et la disponibilité des données.

L'absence d'une station météorologique au niveau de la région d'étude nous a contraints à utiliser pour ce travail des mesures issues de la station de référence de Rebahia (Ouled Khaled), dont la localisation est indiquée par les coordonnées géographiques (34°55'00''N, 00°09'00''E) pour une altitude de 750 m (figure23).

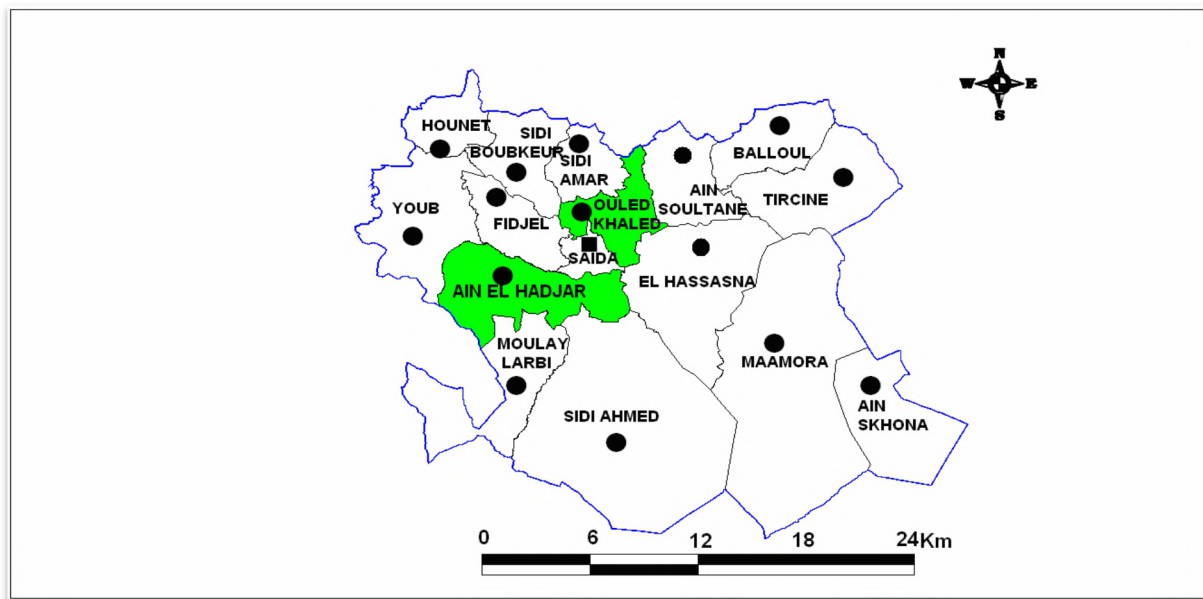


Figure 23 : Carte de localisation de la station de référence (Rebahia) par rapport à la zone d'étude (D.P.A.T de Saida).

I-2-2- Les précipitations

C'est le volume total des précipitations représentées par la hauteur d'eau qui couvrirait un plan horizontal s'il n'y avait ni ruissellement, ni infiltration, ni évaporation, exprimée (mm/jour) (Doorenbos, 1975).

La répartition spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle varie selon plusieurs paramètres locaux caractéristiques de chaque région dont l'altitude, l'exposition et l'orientation jouent le rôle principal (Ammari, 1990).

Les précipitations qui tombent sur la région sont assez abondantes à certaines périodes de l'année. Il tombe de la pluie, de la neige et de la grêle qui peut dans certains cas causer des dégâts mécaniques à la végétation (Pruit, 1975).

La pluie influe, par son intensité et sa répartition sur la distribution de la végétation et sur le développement des végétaux (Seltzer, 1946).

La répartition des pluies selon les saisons ainsi que les hauteurs moyennes des précipitations mensuelles observées durant la période entre le 1 Janvier 1983 et le 31 Décembre 2012(tableau 2).

Tableau 2: Pluviométrie moyenne mensuelle de la région d'étude calculée sur la période (1 Janvier1983 - 31 Decembre2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Total
P mm	23	41	44	34	38	36	40	36	31	12	6	12	353

(Station météorologique de Rebahia, 2013).

Correction des précipitations :

La station de Rebahia se trouve à 750 m d'altitude et les altitudes des zones d'étude sont données sur le tableau 3

Tableau 3: les coordonnées géographiques pour les stations

	Latitude	longitude	Altitude	Wilaya
Rebahia	34°55'00''	00°09'00''	750m	Saïda
AinZeddim (El Haddad)	34° 49' 50.39''	0° 4' 34.6''	850 m	Saïda
OumTrif (GharEl Baroud)	34° 40'	0°10'	938m	Saïda
Fenouane (El Kourira)	34° 49' 50.39''	0°4'34.6''	1100 m	Saïda

Exemple station1 (El Haddad) : la correction des précipitations et des températures des autres stations se fait de la même méthode, nous donnons par la suite seulement les résultats des calculs

La différence d'altitude : $850-750 = 100$ m

100m → 15 mm

100m → x $x = 100 \times 15 / 100$

x = 15 mm

Pour calculer les précipitations dans la zone d'étude, il faut rajouter à la précipitation, la précipitation annuelle de la station de référence : 353mm.

$$353 + 15 = 368\text{mm}$$

Calcul de coefficient de correction K : Pour les corrections des précipitations mensuelles, le calcul du coefficient correcteur (K) s'impose et il sera multiplié par les données mensuelles de la station de référence. $K = \text{précipitations annuelles de la zone d'étude} / \text{précipitations annuelles de la station de référence}$.

$$K = 368 / 353 = 1.04\text{mm}$$

Les résultats des coefficients sont portés dans le tableau 4.

Tableau 4: Résultats des précipitations corrigées.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	O	Total
Station 01	24.0	42.0	45.0	35.0	39.0	37.0	41.0	37.0	32.0	13.0	7.0	13.0	365.
P mm	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
Station 02	24.0	42.0	45.0	35.0	39.0	37.0	41.0	37.0	32.0	13.0	7.0	13.0	365.
P mm	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	96
Station 03	24.1	42.1	45.1	35.1	39.1	37.1	41.1	37.1	32.1	13.1	7.1	13.1	366.
P mm	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8

On constate que les précipitations sont irrégulières et faibles au cours de l'année ; les mois les plus pluvieux sont Octobre avec 41mm et Janvier avec 38mm ; et le mois le plus sec est Juillet avec 6mm. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de :

Station 01: 365.48 mm.

Station 02: 356.96 mm.

Station 03: 366.8 mm.

On peut conclure que les trois stations d'études ont le même un régime pluviométrique de type AHPE pendant la période entre le 01 Janvier 1983 et le 31 Décembre 2012).

I-2-3-Les températures

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation.

Chaque espèce présente un seuil minima ou maxima qui lui permet de se maintenir en vie. Au-delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromise.

D'après Barbault (2000), la température a une action majeure sur le fonctionnement et la multiplication des êtres vivants et comme elle varie selon un schéma géographique net, les espèces animales et végétales se distribuent selon des aires de répartition souvent définissables à partir des isothermes.

Les données thermométriques caractérisant la région d'étude durant la période (1983-2012) recueillis dans la station météorologique de Rebahia, sont représentées dans le tableau5:

Tableau 5: Température moyenne, maximale et minimale (°C) (1983-2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
T moy max C°	30	25	18	15	14	15	18	21	26	32	36	36
T moy min C°	15	12	7	4	3	3	5	7	10	15	18	19
T moy C°	23	18	13	10	8	9	12	14	18	23	27	27

(Station météorologie Rebahia, Saida, 2012)

Corrections des températures :

Températures moyennes maximales :

Différence d'altitude : $850 - 750 = 100\text{m}$

100m \longrightarrow $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$

100m \longrightarrow x

$$x = 100 \times -0,7 / 100 = -0,7^{\circ}\text{C}$$

Pour calculer la moyenne annuelle des maximas de la zone d'étude on rajoute à la température de la station de référence la valeur de x :

La moyenne des maximas est : $23,83^{\circ}\text{C}$.

$$23,83 - 0,7 = 23,13.$$

Calcul du coefficient de correction K :

$K = \text{Températures moyennes maximales de la zone d'étude} / \text{Températures moyennes maximales de la station de référence.}$

$$K = 23,13 / 23,83$$

$$K = 0,97$$

Températures moyennes minimales :

$$100\text{m} \quad \longrightarrow \quad -0,4^{\circ}\text{C}$$

$$100\text{m} \quad \longrightarrow \quad x$$

$$x = 100 \times -0,4 / 100 = -0,4^{\circ}\text{C}$$

Pour mesurer la moyenne annuelle des minimas de la zone d'étude on rajoute à la température de la station de référence la valeur X :

La moyenne annuelle des minimas est : $9,83^{\circ}\text{C}$.

$$9,83 - 0,4 = 9,43^{\circ}\text{C}$$

Calcul du coefficient de correction K :

$K = \text{Températures moyennes minimales de la zone d'étude} / \text{Températures moyennes minimales de la station de référence.}$

$$K = 9,43 / 9,83$$

$$K = 0,95$$

Les résultats des corrections des températures moyennes mensuelles minimales et maximales sont portés dans les tableaux 6, 7, 8.

Tableau 06: Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de lastation El Haddad (1983-2012).

Moi s	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
T° moy max (°C)	30.9 7	25.9 7	18.9 7	15.9 7	14.9 7	15.9 7	18.9 7	21.9 7	26.9 7	32.9 7	36.9 7	36.9 7
T° moy min (°C)	15.9 5	12.9 5	7.95	4.95	3.95	3.95	5.95	7.95	10.9 5	15.9 5	18.9 5	19.9 5
T° moy (°C)	15.0 2	13.0 2	11.0 2	11.0 2	11.0 2	12.0 2	13.0 2	14.0 2	16.0 2	17.0 2	18.0 2	17.0 2

Tableau 7:Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de lastation Ghar El Baroud (1983-2012).

Moi s	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
T° moy max (°C)	30.9 4	25.9 4	18.9 4	15.9 4	14.9 4	15.9 4	18.9 4	21.9 4	26.9 4	32.9 4	36.9 4	36.9 4
T° moy min (°C)	15.9 2	12.9 2	7.92	4.92	3.92	3.92	5.92	7.92	10.9 2	15.9 2	18.9 2	19.9 2
T° moy (°C)	15.0 2	13.0 2	11.0 2	11.0 2	11.0 2	12.0 2	13.0 2	14.0 2	16.0 2	17.0 2	18.0 2	17.0 2

Tableau 8: Températures moyennes mensuelles minimales et maximales de la station de Gourira (1983-2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
T° moy max (°C)	30.9	25.9	18.9	15.9	14.9	15.9	18.9	21.9	26.9	32.9	36.9	36.9
T° moy min (°C)	15.8 5	12.8 5	7.85	4.85	3.85	3.85	5.85	7.85	10.8 5	15.8 5	18.8 5	19.8 5
T° moy (°C)	15.0 5	13.0 5	11.0 5	11.0 5	11.0 5	12.0 5	13.0 5	14.0 5	16.0 5	17.0 5	18.0 5	17.0 5

D'une manière générale, les températures moyennes mensuelles varient d'une saison à l'autre révélant ainsi la présence de deux saisons :

- Une saison chaude s'étalant de Mai à Octobre dont les mois les plus chauds sont: Juillet et Août.
- Une saison froide s'étalant de Novembre jusqu'à Avril dont la température la plus basse est de 3°C durant le mois de Janvier et Février.

Les valeurs moyennes se situent au-dessus de la limite biologique du pin d'Alep qui peut supporter des températures allant de (-15 °C) (Nahal, 1962).

I-2-4- Les autres facteurs climatiques

I-2-4-1-Le vent

Le vent est parmi les facteurs climatiques qui influent sur la végétation soit positivement (le transport des graines ...ect), soit négativement (l'effet de chabli, dessèchement du sol)

Le vent est caractérisé par sa vitesse et sa direction. Les vents jouent un rôle très important dans le système climatique et affectent aussi le développement et la vie des plantes (Beniston, 1984) ; là où le vent souffle fréquemment avec violence les plantes ne peuvent se développer normalement (Huetz de Lemps, 1970). En plus de son action sur la végétation, le vent joue un rôle particulièrement important dans le déclenchement et la propagation des incendies de forêt (Blin, 1974). Dans la région d'étude, la valeur de la vitesse du vent n'est pas constante tout au long de l'année mais sa variation mensuelle reste très peu prononcée (tableau 9).

Tableau 9 : Les moyennes mensuelles de la vitesse des vents en m/s.

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
Vent moye M/S	2.3	2.3	2.6	2.6	2.8	2.8	2.8	3.0	2.8	2.8	2.6	2.6

(Station de Rebahia (1983-2012))

Les vents bénéfiques sont ceux de l'Ouest et du Nord-ouest (avec respectivement 7.2 % et 8.9 % des fréquences), ces vents déplacent des masses d'air instable chargées d'humidité laquelle se transforme en précipitations au contact des massifs. Par contre des vents violents et chauds sévissent dans le désert appelée sirocco, se déplacent vers le Nord en période de basse pression en méditerranée (en été et printemps avec une fréquence de 10.6 %) (tableau 10).

Tableau 10: La fréquence des vents soufflant sur la région d'étude.

direction	NO	O	SO	S	SE	E	NE	N
Fréquence%	8.9	7.2	3.2	10.6	2.9	1.4	2.2	14.7

(Station de Rebahia, 2013)

Ces vents soufflent sur la région de 12 à 20 jours en moyenne par année surtout durant les mois de Juin, Juillet, Août pour la période (1983-2012), (tableau 15) de tel vent sont extrêmement néfastes à la végétation, à la fois par leur capacité de dessèchement et leurs forces destructives (Beniston, 1984). Boudy (1950), considère que le vent du sud (sirocco) est le facteur le plus dangereux pour la régénération de la majorité des espèces végétales.

Tableau 11: le nombre du jour de sirocco de la station de Rebahia (1983-2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Total
N° de jour sirocco moyen	1	2	0	0	0	0	1	1	2	3	3	3	16

(Station de Rebahia (1983-2012))

I-2-4-2- La gelée

Sur une période de 30 ans (1983-2012), la moyenne annuelle des gelées est de 39 jours. Les mois de Décembre, Janvier et Février sont les mois les plus froids de l'année d'étude, coïncidant avec le plus grand nombre de jours avec gelée.

Le nombre de jours des gelées influent sur la croissance végétale surtout les jeunes semis (tableau 12).

Tableau 12 : Le nombre des jours de gelée de la station de Rebahia (1983-2012).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	
N ^o de jours	0	0	2	9	12	10	4	2	0	0	0	0

(Station de Rebahia (1983-2012))

I-2-4-3- L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air indique que l'état de l'atmosphère est plus ou moins proche de la condensation ; c'est à la valeur de l'humidité relative que correspond la sensation d'humidité ou de sécheresse de l'air (Seltzer, 1946).

Les données caractérisant l'humidité relative de l'air de la région d'étude au cours de la période (1983-2012) sont reportées sur le tableau 13.

Tableau 13: Humidité relative de la région d'étude calculée sur la période (1983-2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
HR%	53	60	67	71	69	67	64	61	58	47	39	41

(Station de Rebahia 2013)

(HR : Humidité relative moyenne de l'air en %) Nous signalons une humidité relative haute durant les mois de Décembre et de Janvier

Avec respectivement 71 % et 69 % et une humidité relative basse durant le mois le plus Chaud, juillet, avec 39 % pour la période 1983-2012. La même observation est constatée pour l'année d'étude.

I-2-4-4- Synthèse climatique

I-2-4-4-1- Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des

précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles (Dajoz, 2003).

D'après Frontier et al. (2004), les diagrammes Ombrothermiques de Gausсен sont constitués en portant en abscisses les mois et en ordonnées, à la fois, les températures moyennes mensuelles en (°C) et les précipitations mensuelles en (mm). L'échelle adoptée pour les pluies est double de celle adoptée pour les températures dans les unités choisies.

Un mois est considéré «sec» si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé «humide» dans le cas contraire.

Pour localiser les périodes humides et sèches de la région d'étude, nous avons tracé trois diagrammes Ombrothermiques pour la période (1983-2012) en utilisant les données thermométriques et pluviométriques recueillies (Figure 24, 25, 26)

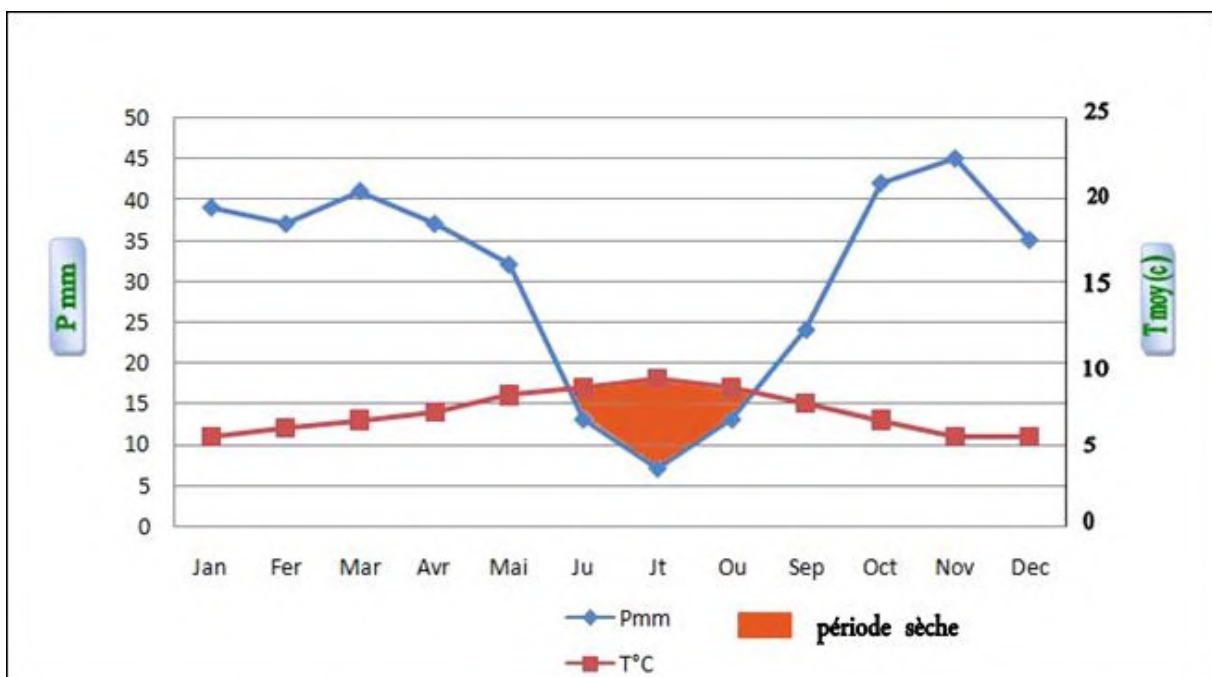


Figure 24: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la forêt d'Ain Zeddim période (1983 – 2012).

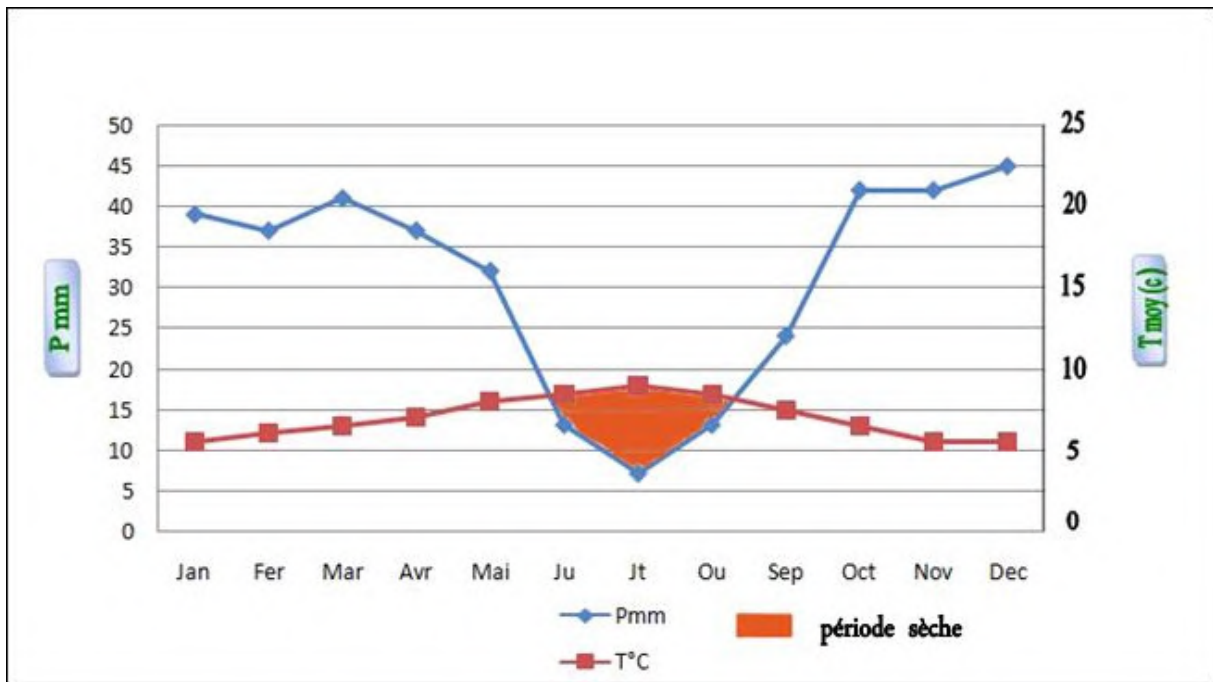


Figure 25 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la forêt d’Oum Trif période (1983 – 2012).

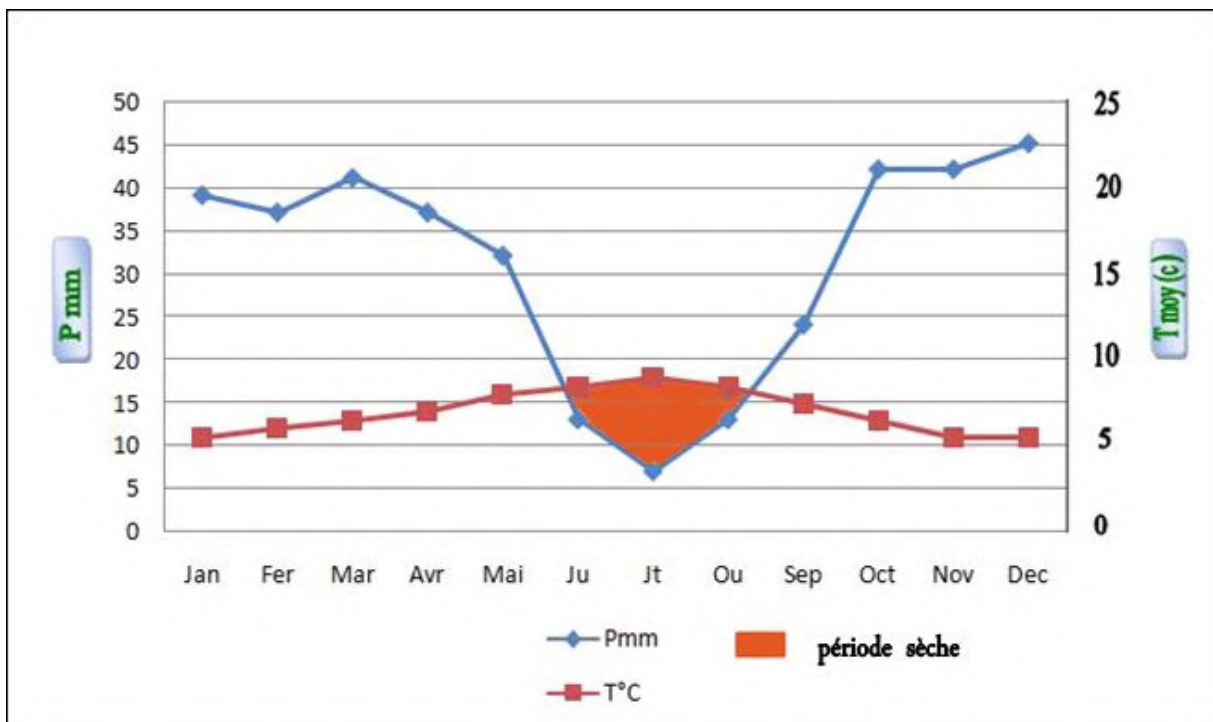


Figure 26 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la forêt de Fenouane période (1983 – 2012).

I-2-4-4-2-L’indice d’aridité de MARTONNE

Cet indice nous permet de connaître l'aridité du climat d'une région donnée. Il s'exprime comme suit : $I = P / (T + 10)$.

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

Pour :

$20 < I < 30$: Climat tempéré

$10 < I < 20$: Climat semi - aride

$7.5 < I < 10$: Climat steppique

$5 < I < 7.5$: Climat désertique

$I < 5$: Climat hyper - aride.

Station 01 : El Haddad.

$$I = 365.48 / (14.02 + 10) = 15.21$$

Station 02: Ghar El Baroud.

$$I = 356.96 / (14.02 + 10) = 14.86$$

Station 03 : Gourira.

$$I = 366.8 / (14.05 + 10) = 15.25$$

Les valeurs trouvées de l'indice d'aridité pour les stations El Haddad, Ghar El Baroud et Gourira se traduit par un climat semi-aride (Figure 27).

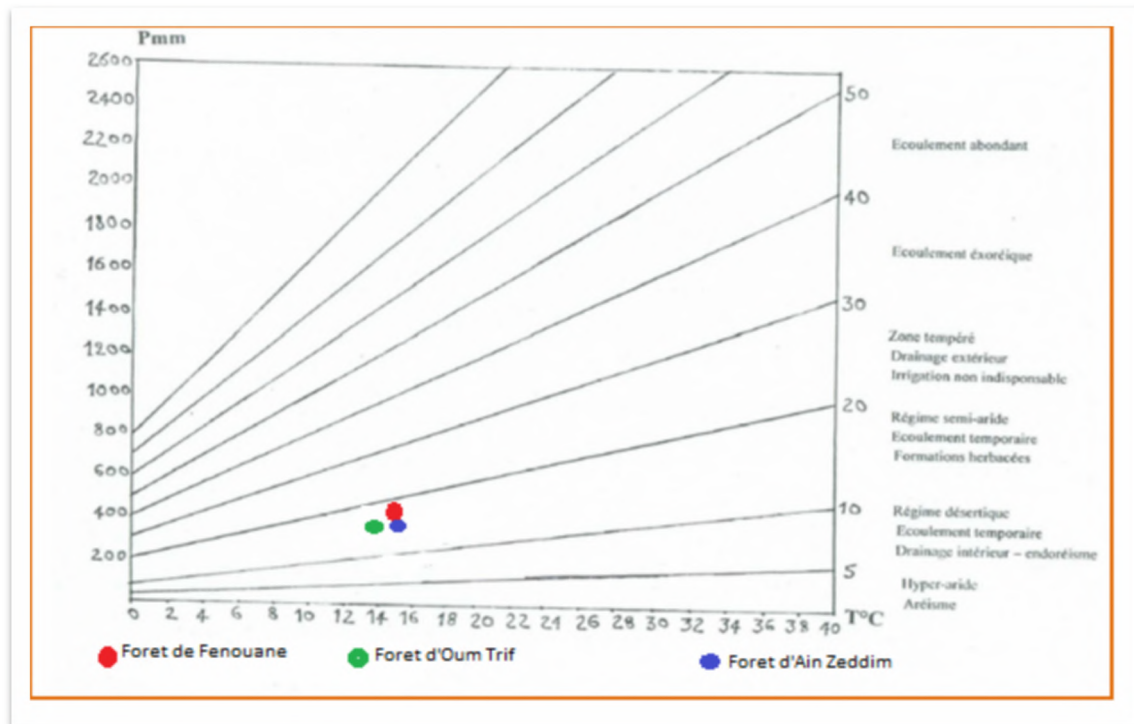
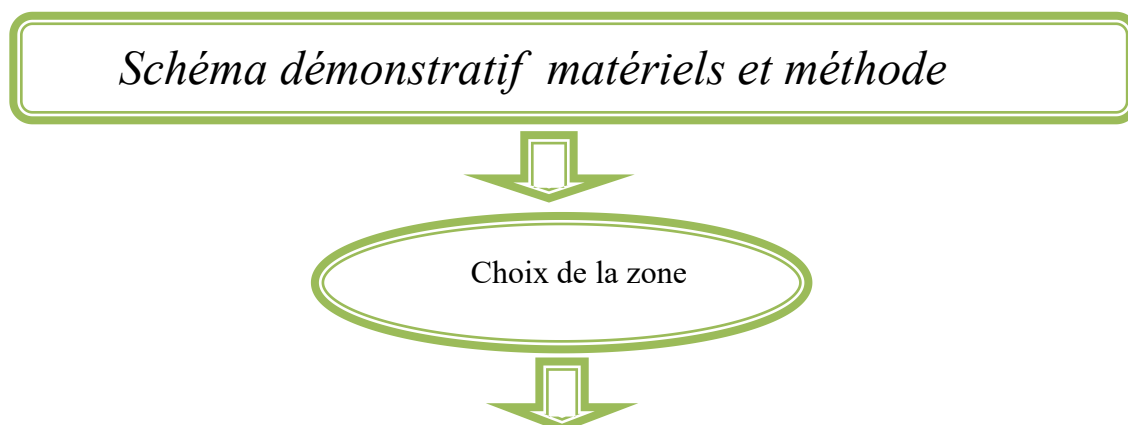


Figure 27: Positionnement de la zone d'étude par rapport à la pluviométrie, et l'indice d'aridité.

La synthèse climatique de la zone d'étude montre que la station d'El Haddad, Ghar El Baroud et Gourira contenant un indice d'aridité avec respectivement 15.21, 14.86, 15.25. On peut conclure qu'elles sont classées dans l'étage bioclimatique semi-aride avec une période estivale sèche et chaude (de Mai à Octobre), et une pluviométrie faible avec respectivement de 365.48mm, 356.96mm, 366.8mm, ce qui peut influencer la régénération de pin d'Alep.

I-3-Méthode de travail

Le schéma suivant montre la méthode que nous avons adoptée pour notre travail réalisé



Sortie sur terrain la foret fenouane dans la zone Ain EL Hadjar wilaya Saida

Foret reboisement

L'altitude : 34°435 ,718°N

Longitude : 0° ,136,993 W

Foret : Tabrouria

Reboisement 1975 *Pin d Alep* superficie 800H

Foret Natural

L'altitude : 34° 44 52, 85854 °N

Longitude : 0° ,1 50 ,509 W

Altitude : 1078,9274

Foret : EL breh

Foret Natural de *Pin d Alep* superficie 1550H

Prélèvement des échantillons à partir des arbres infecté

Transport les échantillons vers le
Laboratoire de l'université de
saida

Observation microscopique à l'état
frais sans coloration des
échantillons.

Figure 28: représentation du matériel et la méthode adoptée au niveau de la zone d'étude

Chapitre II : Résultats et discussion

II-1-Résultats et discussion

Notre travail est réalisé au niveau deux foret qui sont présente dans la figure 29 et la figure 30.

La Foret du Pin d'Alep de fenouane cordonnées géographique GPS

Zone 01 :

L'altitude : 34°435 ,718°N Longitude : 0° ,136,993 W

Foret : Tabrouria le reboisement depuis 1975 du pin d'Alep avec une superficie de 800H.



Figure29: représente la zone 01 de la foret de fenouane (reboisement)

Zone 02 cordonnées géographique GPS

L'altitude : 34° 44 52, 85854 °N, Longitude : 0° ,1 50 ,509 W, Altitude : 1078,9274

Foret : EL breh c'est une Foret naturel de pin d'Alep avec une superficie de 1550H



Figure 30 : représente la zone 02 de la foret de fenouane (Natural)

Tableau 14 : représente le nombre des arbres infecté par la chancreuse de foret domaniel fenouane.

Foret	Surface	Arbre	arbre maladie
zone01	100m ²	80	15
ZONE02	1550H	100	10

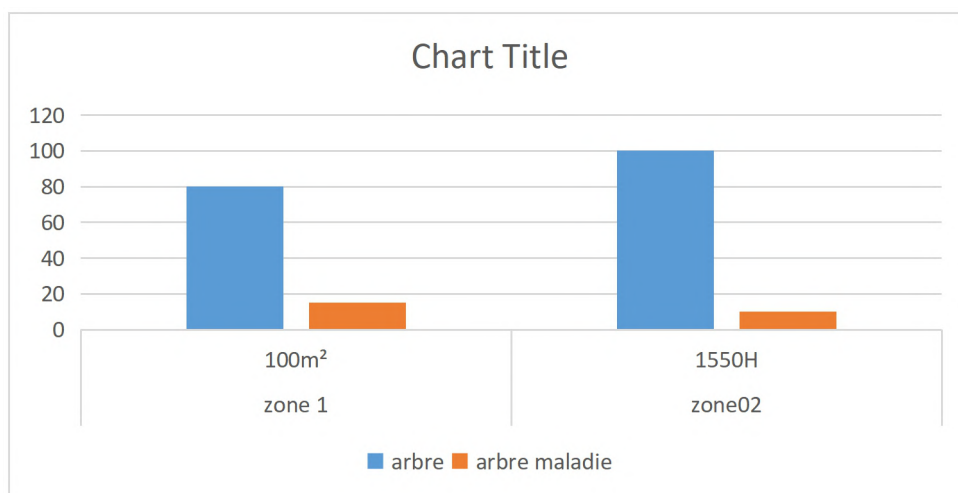


Figure 31: représente le nombre des arbres infecté par la chancreuse de foret domaniel fenouane.

L'exploitation des données (fig 31) montre que les arbres infecté de la zone 01 et 02, les arbres les plus touché de la zone 01. Quant à la deuxième région, on remarque que les arbres sont moins touchés que la première région.

Tableau 15 : représente les arbres infectés dans la zone de reboisement.

Arbre	Tige	Feuille	Rameau	racine	Cône
A1	-	+	+	-	-
A2	+	+	+	+	-
A3	+	+	+	+	+
A4	-	+	+	+	-
A5	+	-	+	-	-
A6	-	+	-	-	-
A7	-	+	-	+	+
A8	+	-	+	-	-

A9	+	-	-	-	-
A10	+	-	+	-	-
A11	-	+	-	+	-
A12	+	+	+	-	+
A13	+	+	+	+	-
A14	-	+	+	-	-
A15	-	-	+	-	-

(+) présence maladie, (-) absence maladie

Le tableau 15 montre les résultats le nombre des arbres infecté, les arbres de la zone 01 étaient de nombre de 15 arbre malade sur une totalité de 80 arbres, ou nous remarquons que la plupart des arbres sont infectés par les dispositifs végétaux tels que la tige, feuille, rameau, racine, cône, parmi eux 08 arbres infectés au niveau de la tige et 10 arbres infectés au niveau de la feuille ; 11 arbre infectée au niveau de rameau et 11 arbres infectée au niveau de la racine et seulement 3 arbres infectés au niveau du cône.

Tableau 16: représente les arbres infectés dans la zone denaturel.

Arbre	Tige	Feuille	Rameau	racine	Cone
A	-	+	-	-	-
B	+	-	+	-	-
C	+	+	+	+	+
D	+	+	+	+	+
E	-	+	-	-	-
F	+	+	+	+	-
G	+	-	+	-	+

H	+	-	+	+	-
I	+	-	-	-	-
J	+	+	+	+	+

(+) Présence du maladie, (-) absence du maladie

Les résultats (tab16) les arbres infectés de la zone 02 étaient de 1% sur la totalité des arbres. Les arbres qui sont infectés par les dispositifs végétaux tels que tige, feuille, rameau, racine, cône nous recensé 08 arbres infectés au niveau de la tige, 06 arbres infectés au niveau de la feuille, 07 arbre infectée au niveau de rameau et 05 arbres infectée au niveau de la racine et seulement 04 arbres infectés au niveau du cône.

Tableau 17: représente le nombre et le type d'organe d'arbre infectés de zone 01 et 02.

Appareil végétatif	Tige	feuille	Rameau	Racine	Cone
Reboisement	8	10	11	6	3
Natural	8	6	7	5	4

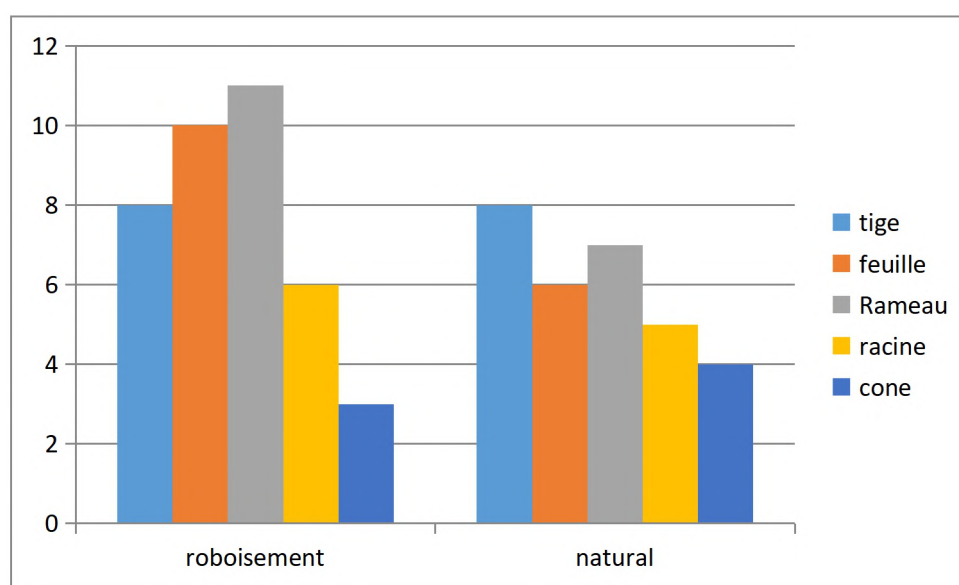


Figure 32 : représente les types d'organe infectée de la zone reboisement et Natural.

Le tableau 17 et la figure 32 montre que l'appareil végétatif infectée les plus importantes sont enregistrées est dans les zone de reboisement, le dispositif végétal le plus touché est le rameau et la feuille, tandis que le moins touché est la racine et le cône sont les moins touchés

par rapport à la zone naturelle, on note qu'elle est moins infectée que la zone de reboisement ou on notons un faible taux d infection en cône, racine et tige.



Figure 33 : représente la racine de l'arbre de zone03 et la zone 01 (reboisement).

On notons que l'arbre 03 de la zone 01 est infecté dans tous les systèmes végétal en feuille, tige, rameau, racine et cône.

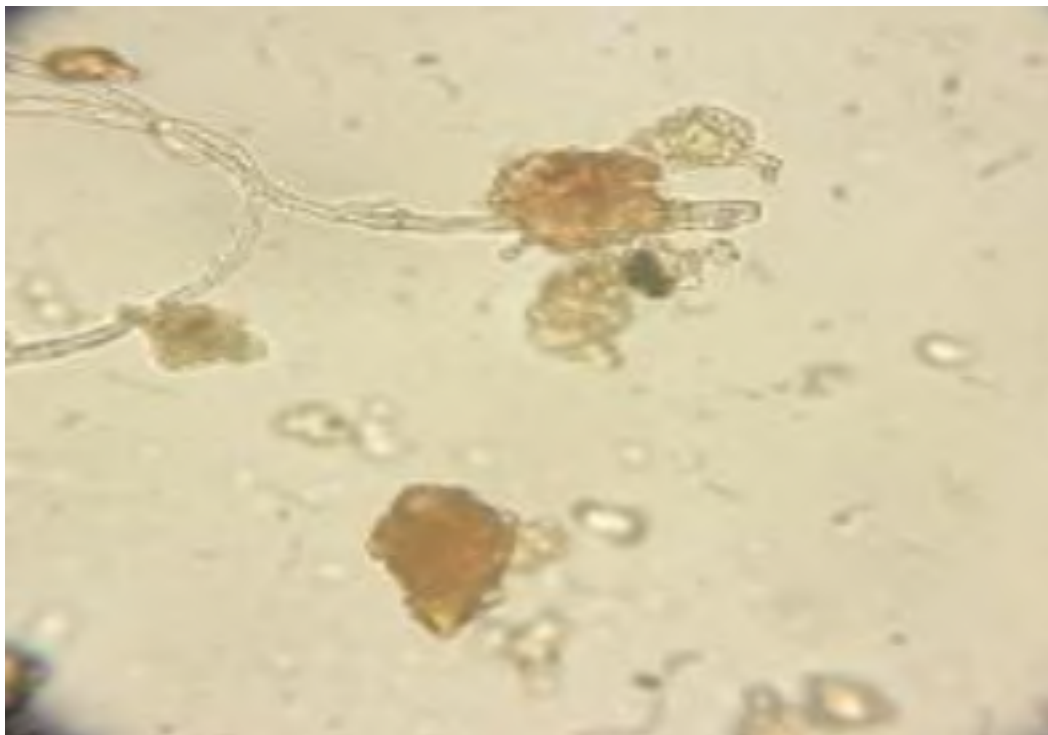


Figure 34 : Photo d'une observation microscopique ($\times 100$) des cellules fongique au niveau de la racine.



Figure 35: représente un système racinaire de l'arbre 02 au niveau la zone 01 (reboisement).

Nous avons remarqué que l'arbre 02 est infecté en au niveau de la feuille, tige, rameau et racine, mais le cône n'est pas infecté.

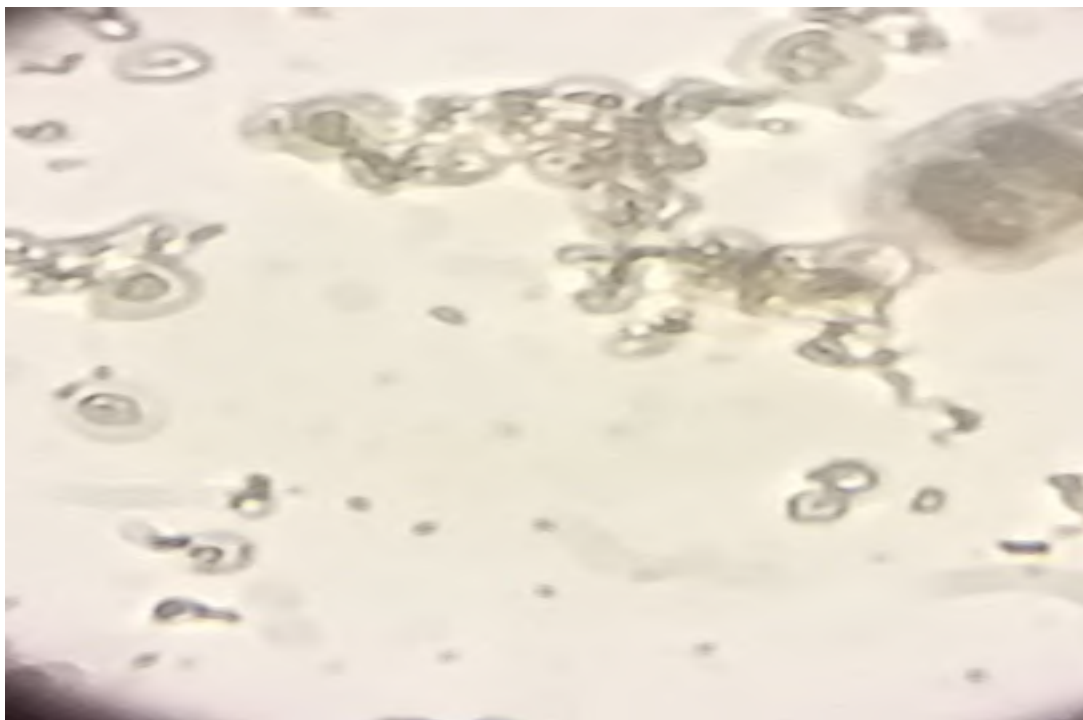


Figure 36: une Photo prise d'une observation microscopique ($\times 100$) de cellule phongique au niveau de la racine de l'arbre 02.

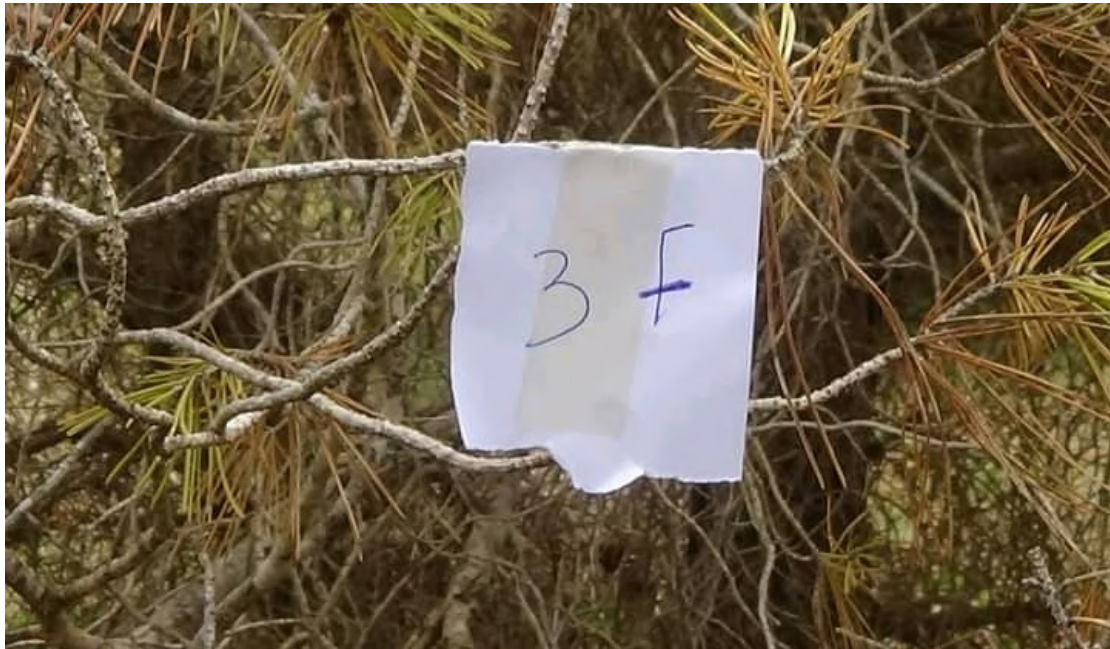


Figure 37 : représente la feuille de l'arbre 03 de la zone 01 (reboisement).

On note que cet arbre 03 de la zone 01 est infecté dans tous les systèmes végétaux en feuille, tige, rameau, racine et cône.

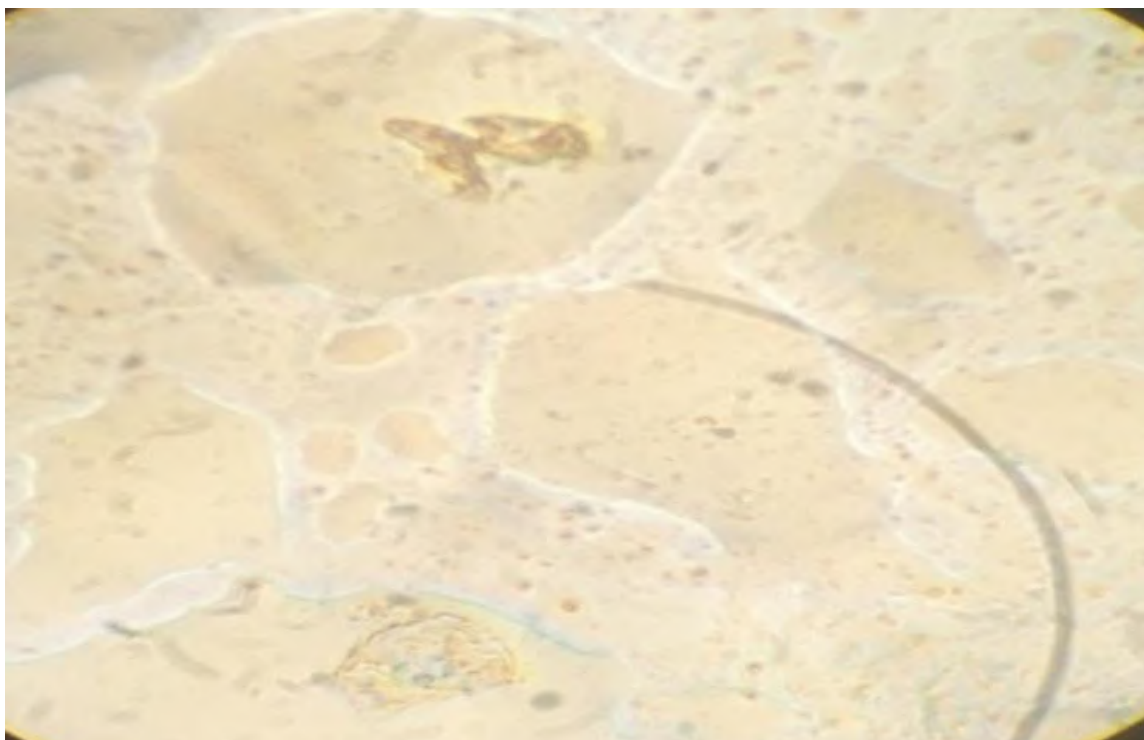


Figure 38 : Photo d'une observation microscopique ($\times 100$) de cellule présente au niveau de la feuille d'arbre 03.

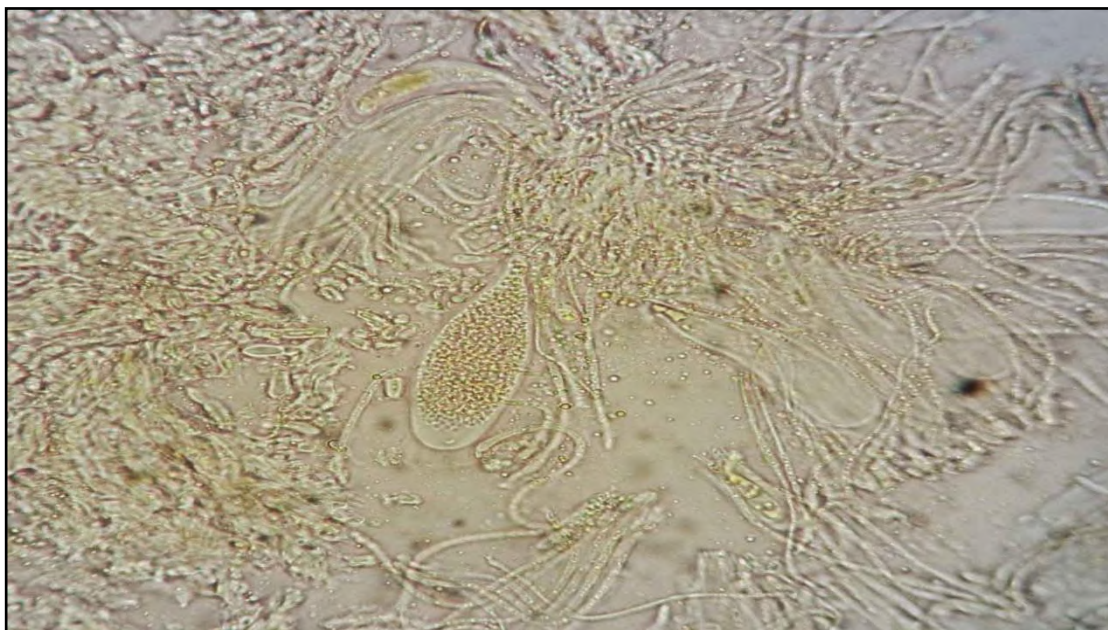


Figure 39 : observation microscopique d'Un *Serea resinosa* ascus contient de nombreuses ascospores.



Figure 40 : représente les cônes infectés d'arbre C de la zone 2(Natural).

La figure 40 montre le degré d'infection de l'arbre par la chancreuse cet arbre C de la zone 02 est infecté dans tous les organes soit au niveau de la feuille, tige, rameau, racine et cône.



Figure 41 : Photo prise d'une observation Microscopique ($\times 100$) d'une cône de l'arbre C.

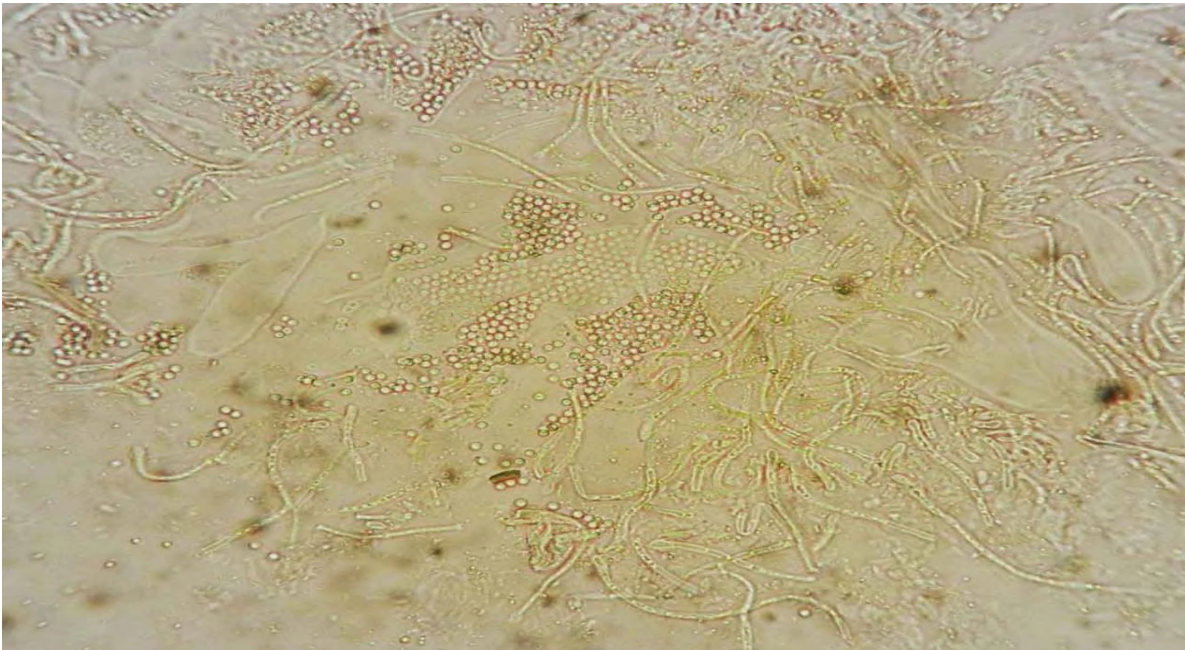


Figure 42 : Observation microscopique des ascospores sont petites de (2-3 μ m) et globuleuses



Figure 43: représente les rameaux infectés de l'arbre 01 de la zone 01 (reboisement).

D'après nos consultation sur terrain et la figure 43. nous notons que cet arbre est infecté en niveau de la feuille, rameau, tige, racine, exclusivement le cône n'est pas touché.

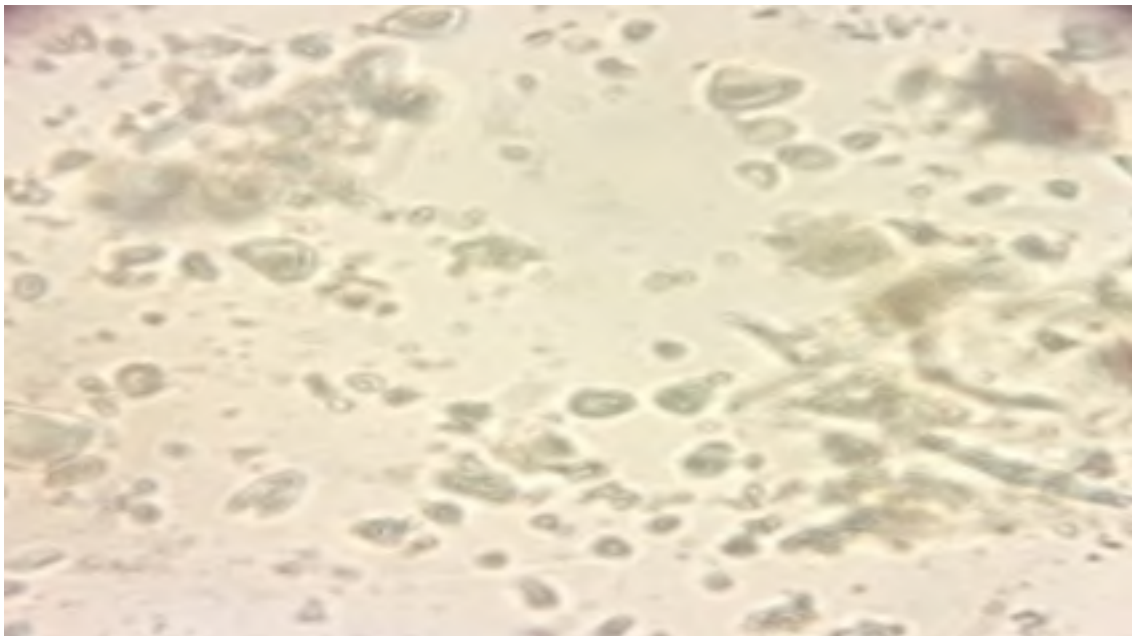


Figure 44 : Photo prise lors d'une observation Microscopique ($\times 100$) de cellule rameaux d'arbre infecté

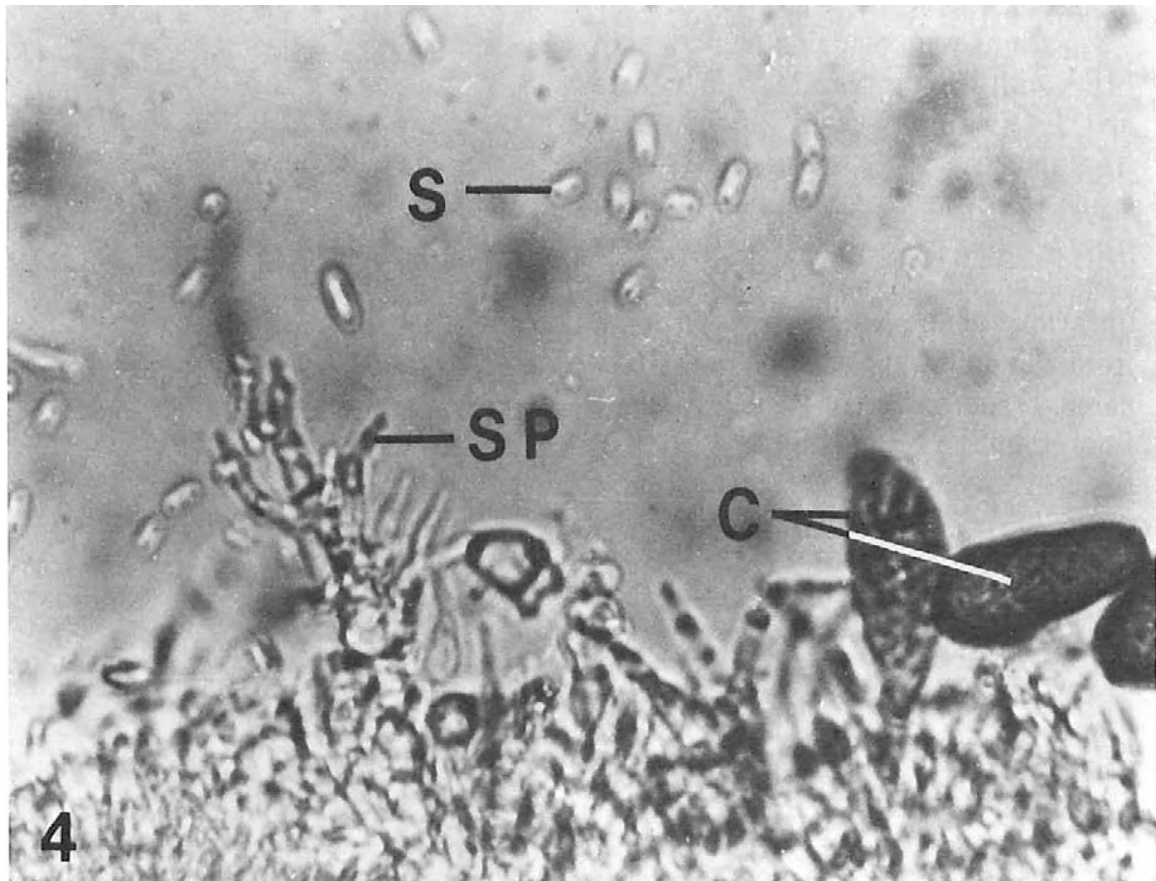


Figure 45 : conidia (C),spermatiphores (SP),and spermatia(S) of Photo05 : observation *D. pinea* ($\times 700$).

D'après nos observations sur terrain nous distinguons qu'il ya des facteurs non négligeable qui permette le développement de la chancreuse du pin d'Alep parmi ces facteurs en trouve que la distance entre les arbres, ce qui été présent dans notre zone d'étude (reboisement) toutes les arbres du pin d'Alep de la zone 01 sont proches les uns des autres, les arbres malade étaient donc les plus touchée par apport dans la zone 02 (foret naturel) aussi le facteur d'humidité ce qui été observé dans notre zone d'étude que la zone de reboisement à un taux d'humidité plus élevé que la zone naturel et le sol de la première zone contient également une humidité élevée, tandis que la deuxième zone est très peu humide a un sol sec.

II-2-Conclusion

Notre travail est une étude préliminaire sur la maladie chancreuse qui touche une essence endémique en Algérie qui mérite une surveillance à long terme soit forêt naturelle ou reboisement.

Le pin d'Alep est une essence de reboisement très intéressante sur le plan de la production du bois, la protection des sols et le développement des activités touristiques et de loisir. La forêt domaniale de Fenouane, est considérée comme une zone forestière très riche sur le plan de la diversité biologique. La forêt de Fenouane se situe au Piémonts méridionaux de l'Atlas tellien dans la commune de Ain El Hadjar, cette commune comporte deux grands ensembles topographiques dominants : des plateaux à l'Est avec une altitude variant de 900 à 1300 m et une zone montagneuse (Monts de Dhaya) à l'Ouest.

Dans le cadre de cette recherche, une étude réalisée dans la forêt reboisée et naturelle de Fenouane, commune d'Ain El Hadjar, Wilaya de Saida, nos constatations montrent que la maladie chancreuse touche surtout la forêt du pin d'Alep reboisée, par rapport à la forêt naturelle nous avons remarqué que le nombre d'arbres infectés est peu nombreux.

Nos objectifs de cette recherche à l'avenir est de faire des études approfondies sur l'état d'évolution de la maladie chancreuse de pin d'Alep et son degré pathologique et de trouver les moyens biomoléculaires qui luttent contre cette maladie destructive.

Références
Bibliographique

II-3-Références bibliographiques

- Adrach verma, M., Ajay Kumar, P., Kavitha, D., Aurag, K.B. (2011).** Antidenaturation and antioxidant activity of Annon cherimola in vitro . International. Journal of Pharma and Bio Science, 2 (2): 1-6.
- Anderson, J.N. (2013).** Modern Bio Series. West Lafayette, Indiana, p: 39.
- Barnes Peter, J .1998.** Anti-inflammatory actions of glucocorticoids : molecular mechanisms. Clinical Science, 94, 557-572.
- Barton, G. 2008.** A calculated response: control of inflammation by the innate immune system. J Clin Invest, 118: 413-420.
- Bernard, P. (2013).** Le pin d'alep en France. Edition Quae.
- Cavaillon, J. (1993).** Cytokines et inflammation. Veterinary Research. BioMed Central, 24 (4), pp.368-369.
- Charles N., Peter A., Derek W. (2010).** Fundamentals of Inflammation. Cambridge University Press, 2-3.
- Cheikh-Rouhou, S., Besbes, S., Hentati, B., Blecker, C., Deroanne, C., Attia, H. (2007).** Nigella Sativa L. Chemical composition and physicochemical characteristics of lipids fraction. Food chemistry. 101,p.673-681.
- Christelle, K. (2006).** Oxygène, stress oxydant et suppléments antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires. Nutrition clinique et métabolisme 20 :165–177.
- Djeridane, A., Yousf, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. (2006).** Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food Chemistry. 97, p. 645.
- D.S. F. (Département de la Santé des Forêts). (2012, November).** *Pin d'Alep les principaux problèmes sanitaires.* Agriculture.Gouv.Fr.
https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/Plaqueette_PIN_ALEP2812_cle0d2f58.pdf
- D.S. F. (2020, November 6).** *Forêts - Rouille vésiculeuse de l'écorce des pins.* Ephytia.Inra.Fr. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/19091/Forets-Rouille-vesiculeuse-de-l-ecorce-des-pins>.
- D . S. F. (2015, October 11).** *Forêts - champignons lignivores des résineux.* Ephytia.Inra.Fr. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/18711/Forets-Champignons-lignivores-des-resineux>.
- D. S. F. (2015a, November 10).** *Forêts - Champignons lignivores des feuillus.* Ephytia.Inra.Fr. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/18710/Forets-Champignons-lignivores-des-feuillus>.
- D.S. F. (2017, September 18).** *Forêts - cicadelle des pins.* Ephytia.Inra.Fr. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/20346/Forets-Cicadelle-des-pins>.
- D S. F. (2017, July 3).** *Forêts - processionnaire du pin.* Ephytia.Inra.Fr. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/19306/Forets-Processionnaire-du-pin>.
- Favier, A. (2006).** Stress oxydant : Stress oxydant et pathologies humaines. Département de biologie intégrée du Chu de Grenoble, F 38700 La Tronche, et SCIB-LAN Centre nucléaire de Grenoble, F 38054 Grenoble, 64 : 390-396.
- Gausson H., Leroy J.F., Ozenda P. (1982).** Précis de botanique : Végétaux supérieurs. Ed. Masson. Paris. P55. ISBN: 2-225-65483-2.
- Ghédira, K & Goetz,p. (2011).** pinus sylvestris L. (pinaceae) :pin sylvestre.
- Goudable, J & Favier, A. (1997).** Radicaux libres oxygénés et antioxydants. Nutr Clin Mdtabol ; 11:115-120.
- Hanana, M. Amri, I., Jamoussi, M., Hamrouni, L. (2014).** Activités biologiques des huiles essentielles de pins.Volum4(3). Journal of new science.
- Huntington, J & Stein, P. (2001).** Structure and properties of ovalbumin. Journal of

chromatography B, 756 :189-198.

Jacques-Paul, B., Jean-Claude, M., Georges, B. (1988). Inflammation, collagène et radicaux libres oxygénés. Laboratoire de biochimie, UA Cnrs 610, faculté de médecine, 51, rue Cognacq-Jay, 51095 Reims, France. médecine/sciences, 19 88 ; 5:304-310.

Judd W.S., Campbell C.S., Kellog E.A., Stevens P. (2002). Relation phylogenetique entre les principaux groups de trachiophytes à l'exclusion des angiospermes «Spermatophytes non angiospermes ». In. « Botanique système ». Ed. De Boeck. Paris. ISBN :2-7445-0123-9.152.

Kadri, N., Khettal, B., Adjebli, A., Crestil, T., Yahiaoui-Zaidi,R., Barragan-Montero, V., Montero,j.l. (2014). Antiangeogenic activity of neutral lipids, glycolipids, and phospholipids fractoin of *pinu halpensis* Mil. Seeds. Industrial crops and products. 54,6-

Karagolez, A., Erdag, B., Calmazemek, Y. (2008). Antioxydant Activity and Proline Content of Leaf from *Dorystoechas Hastate*, Food Chemistry, 111: 400-407.

Karthik, K., Bharath, R., Venu, P., Sunil, K., Ranjith singh, B. (1992). Evaluation of anti-inflammatory activity of *Canthium Parum* by in-vitro method. . Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology. ISSN: 2321-5674(Print) ISSN: 2320 – 3471(Online)

Kyung-Joo, C., Chang-Hyu, Y., Lester, P., An-Sik, C. (2001). Inhibition Mechanisms of Bioflavonoids Extracted from the Bark of *Pinus maritima* on the Expression of Proinflammatory Cytokines

Krzyszinski, J., Rzesinski, P., PIRONT, P. (2002). Décompensation cardiaque, fonction rénale et anti-inflammatoires non stéroïdiens. Rev Med Liege; 57 : 9 : 582-586.

Kumar, V., Abul K., Nelson, F., Richard M. (2007). Robbins Basic Pathology, 8th Edition, 20-60.

Lantto, T. A., Dorman, H. D., Shikov, A. N., Pozharitskaya, O. N., Makarov, V. G., Tikhonov, V. P., Hiltunen, R., Raasmaja, A. (2009). Chemical composition, antioxidative activity and cell viability effects of Siberian pine (*Pinus sibirica* Du Tour) extract. Food Chemistry. 112, 936-943.

Leverve, X. (2009). Stress oxydant et antioxydants. Cahiers de nutrition et de diététique 44, 219-224.

Lugasi, A., Hovari, J., Sagi, K-V., Biro, L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. Jozsef Fodor National Center of public Health, National Institute of Food-Hygiene and Nutrition, Budapest, Hungary. 47,109-125.

Naotochi, M., Hidekazu, T., Takeshi, M. (2001). Some structural properties of ovalbumin heated at 80°C in the dry state. Food Research International 34, 229-235.

Neacsu, M., Eklund, P., Sjolholm, R., Pietarinen, R., Ahotupa, M., Holmbom B., Willfor, S. (2006). Antioxidant flavonoids from knotwood of Jack pine and European aspen.

Nergiz, C., Donmez,I. (2004).Chemical composition and nutritive value of *pinus pinea* L. seed. Food Chemistry.86,p.365.

Orban, J. (2011). Oxygène, stress oxydant. Désordres métaboliques et réanimation. P 428-435.

PASQUIER, C. (1995). Stress oxydatif et inflammation. N ° 276.p 87-92.

Pelletier, C. (2009). Mesure de turbidité. Technique de l'Ingénieur Mesure et Contrôle, 2(2355) : 1-19

Ryan, I. (2013). Polyphenol bioaccessibility and sugar reducing capacity of black, green, and white teas. Int J Sci

Santé des Forêts.(2015, July). *Le dessèchement des rameaux de pin d'Alep dû à Crumenulopsis sororia, agent de la maladie chancreuse du pin d'Alep.*

Draaf.Paca.Agriculture.Gouv.Fr. http://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/no78-CRUMSOR_PIN_ALEP_cle43a521.pdf

Servili, M., Selvaggini, R., Esposito, S., Taticchi, A., Montedoro, G., Morozzi, G., (2004). Health and sensory properties of virgin olive oil hydrophilic phenols: agronomic and technological aspects of production that affect their occurrence in the oil. *Journal of chromatography*. 1054, p.113.

Silva, E.M., Rogez, H., Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction of phenolics from *ginger* leaves using response surface methodology. *Séparation and purification Technology*. 55, 381-387.

Sbay, H & Hjib S. (2012). Le pin pignon : une espèce de choix dans le contexte des changements climatiques. Editeur : centre de recherche forestière

Stéphanie, D., Xavier, V., Philippe, C., Marion, W., Jean-Michel, M. (2009). Comparative Study of Antioxidant Properties and Total phenolic Content of 30 plant Extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57, 1786-1774.

Su, X.Y., Wang, Z.Y., Liu, J.R. (2009). In vitro and in vivo antioxidant activity of *Pinus Koraiensis* seed extract containing phenolic compounds. *Food Chemistry*. 117, p. 681.

Tawaha, K., Alali, F.Q., Ghariabeh, M., El-Elimt, T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*. 104, p. 1372.

Tovar, M. G., Paz Romero, M., Girona, J., Motilva, M.J. (2002). L-phenylalanine ammonia-lyase activity and concentration of phenolics in developing olive (*Olea europaea*) fruit grown under different irrigation regimes, *Journal of science of food and agriculture*. 82, p.892.

Wiell, B & Batteux, F. (2003). "Immunologie et réactions inflammatoires". 1^{ère} édition

Bruxelles, p : 12-24