

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

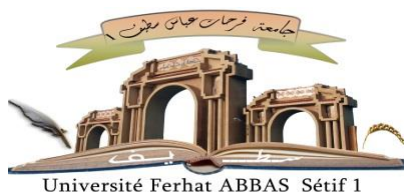
Université Ferhat Abbas- Setif 1

Faculté des sciences de la

nature et de la vie

جامعة فرحات عباس- سطيف 1

كلية علوم الطبيعة والحياة



THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT LMD

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière: Sciences agronomiques

Option: Protection des végétaux

Par

Sebaihi Nadjet

THÈME

Les insectes xylophages des forêts de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*)
du Nord- Est Algérien et leurs symbiotes fongiques. Essai de lutte
biologique antifongique

Soutenu le 14/07/2024 devant le Jury

Mr BOUNECHADA Mustapha	Professeur	U.F.A.SETIF 1	Président
Mme BENIA Farida	Professeur	U.F.A.SETIF 1	Directrice de thèse
Mme BAHA Mounia	Professeur	E.N.S Kouba Alger	Examinatrice
Mr ROUAG Noureddine	Professeur	U.F.A.SETIF 1	Examinateur
Mr ANNANI Fouzi	Docteur	U.F.A.SETIF 1	Examinateur

Laboratoire de recherche : ADPVA, UFAS1

2023/ 2024

ملخص

يعتبر الارز الاطلسي *Cedrus atlantica* Manetti أحد أهم الأنواع الصنوبرية في شمال أفريقيا. حيث اجريت الدراسة بغابات الأرز في بوطالب وأولاد تبان جنوب ولاية سطيف لكونه يشهد تراجعاً ملحوظاً وواسع النطاق الى يومنا هذا. الهدف الأول من هذه الدراسة يكمن في التعرف على التنوع البيولوجي الحشري لنبات الارز وبالتحديد الأرز الاطلسي مما أتاح لنا تسليط الضوء على وجود 620 فرداً مقسمة إلى 7 عائلات و9 أنواع. وقد لوحظ ظهور *Scolytus intricatus* لأول مرة بنسبة كبيرة. اما الهدف الثاني فكان التعرف على الفطريات المرتبطة (المتعايشة) مع الحشرات. وفي الاخير تم اختبار المكافحة البيولوجية ضد الفطريات المتعايشة من خلال استخدام نباتات طبية مختارة، منها هذا نوع الذي اظهر تاثيرات كبيرة من حيث قوته المضادة للفطريات *Saccocalyx satureioides*

الكلمات المفتاحية : غابات الارز الاطلسي ، حشرات آكلة الخشب ، فطريات، تعايش

Résumé

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* Manetti, est l'une des essences résineuses les plus importantes dans le nord de l'Afrique. L'étude est menée dans la cédraie des forêts de Boutaleb et Ouled Tebben au sud de la Wilaya de Setif. Cet arbre subit un dépérissement remarquable qui continue à s'étendre actuellement. De ce fait une étude portant sur la biodiversité entomologique est notre premier objectif qui nous a permis de mettre en évidence la présence de 620 individus répartis en 7 familles et 9 espèces. Parmi les espèces, *Scolytus intricatus* est la première fois que je trouve cela sur *Cedrus atlantica*. Cette espèce se caractérise par un potentiel de reproduction élevé. Ce qui lui permet de connaître une augmentation rapide et exponentielle de sa population.

Le second objectif est d'identifier les champignons associés (symbiotes) aux insectes collectés. et le dernier objectif c'est l'essai d'une lutte biologique contre les champignons symbiotes, par l'utilisation de plantes médicinales sélectionnées et dont l'espèce *Saccocalyx satureioide* a montré des effets significatifs quant à leur pouvoir antifongique.

Mots clés : Forêts à *Cedrus atlantica*. Insectes xylophages, Champignons, Symbiote.

Abstract

The Atlas cedar, *Cedrus atlantica* Manetti, is one of the most important softwood species in North Africa. The study was carried out in the cedar forests of Boutaleb and Ouled Tebben in the south of the Wilaya of Setif. It is undergoing a more remarkable and extensive decline. The first objective was to determine the entomological biodiversity of *Cedrus atlantica*, revealing the presence of 620 individuals divided into 7 families and 9 species. One of these species, *Scolytus intricatus*, seems to have suddenly appeared on the cedars. This species is characterized by its high reproductive potential. The second objective of this study was to use molecular techniques such as PCR and sequencing to identify the fungi associated with the insects collected above. We have 42 isolates identified from a total of 79 isolates. The final objective Among the medicinal plants selected, *Saccocalyx satureioides* showed significant effects in terms of their antifungal powers.

Key words : *Cedrus atlantica* forests, Xylophagous insects, Fungi, Symbiote.

Sommaire

Dédicaces	I
Remerciements.....	II
Liste des figures.....	III
Liste des tableaux.....	IV
Liste des abréviations	V
Introduction générale.....	1
Partie I : Etude bibliographique : cèdre de l'Atlas, insectes xylophages, champignons associés et huiles essentielles	
1 cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica</i>).....	4
Introduction.....	4
1-1 Taxonomie	4
1-2 Répartition	4
1-3 Description Botaniques	5
1-4 Cycle de reproduction	7
1-5 Différentes variétés	7
1-6 Ecologie	7
1-7 Exigences culturelles	9
1-8 Caractéristiques et utilisations du cèdre de l'Atlas.....	10
1-9 Régénération naturelle	10
1-10 Facteurs et symptômes de dépérissement	11
1-11 Ennemis potentiels.....	12
Conclusion.....	13
2 Généralités sur les insectes xylophages et les champignons associés.	14
Introduction.....	14
2-1 Insectes xylophages.....	14
2-2 Définition	14
2-3 Différents types	14
2-4 Principales familles.....	16
2-5 Principaux groupes d'espèces d'insectes xylophages	16
2-6 Caractéristiques d'attaque.....	17
2-7 Diagnostic des attaques d'insectes xylophages	18

2-8 Cycle de vie	18
2-9 Processus général de désorganisation du bois.....	19
2-10 Stratégie de lutte contre les insectes xylophages.....	20
3 Champignons associés aux insectes xylophages	21
3-1 Définition	21
3-2 Classification des champignons	21
3-3 Propriétés principales des champignons	22
3-4 Champignons pathogènes du Cèdre de l'Atlas.....	24
3-5 Associations insectes-champignons.....	24
4 Généralités sur les huiles essentielles.....	25
Introduction.....	25
4-1 Définitions.....	25
4-2 Répartition et localisation.....	26
4-3 Préparations huileuses.....	27
4-4 Propriétés majeures des huiles essentielles.....	27
4-5 Principe actif des huiles essentielles	27
4-6 Composition chimique.....	28
4-6-1 Composées terpéniques.....	28
1/ Monoterpènes	28
2/ Sesquiterpène	28
3/Composés aromatiques dérivés du phénylpropane.....	29
4-7 Procédés d'extraction des huiles essentielles	29
4-8 Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles.....	29
4-9 Critères d'une huile essentielle.....	29
4-10 Utilisation les huiles essentielles	30
4-11 Action des huiles essentielles	30
Conclusion.....	31

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I : Les forêts d'expérimentation

01 Problématique.....	32
02 Objectif.....	32
03 Choix des stations.....	32

1-Forêt d'Ouled Tebben.....	32
1-1 Situation géographique et administrative	33
1-2 Caractéristiques.....	35
2- Forêt de Boutaleb.....	36
2-1 Caractéristiques.....	38
2-2-Végétation.....	38
Conclusion.....	39
Chapitre II : Identification des insectes	
Matériel et Méthodes	40
1 Choix des stations.....	40
2 Conception expérimentale et collecte des données	40
3 Méthodes.....	41
3-1 Piège vitre	42
3-2 Pots Barber.....	42
3-4 Chasse à vue.....	42
4 Calendrier de travail.....	43
4-1 Forêt de Boutaleb.....	43
4-2 Forêt d'Ouled Tebben.....	44
5 Fiches techniques des espèces récoltées	49
5-1 Famille Curculionidae (sous famille scolytinae)... ..	49
-Espèce <i>Scolytus intricatus</i>	49
5-2 Famille Ciidae	49
-Espèce <i>Cis micans</i>	49
-Espèce <i>Cis boleti</i>	50
5-3 Famille Trogossitidae	50
-Espèce <i>Temnoscheila caerulea</i> (Olivier, 1790)... ..	50
5-4 Famille Elateridae.....	51
-Espèce <i>Ampedus sp</i>	52
-Espèce <i>Lacon punctatus</i>	52
5-5 Famille Buprestidae	52
-Espèce <i>Julodis onopordi</i>	52
5-6 Famille Sphindidae	53

. -Espèce <i>Sphindus dubius</i>	53
5-7 Famille Termitidae.....	53
-Espèce <i>Kaloterme flavicollis</i>	53
Conclusion.....	54
Chapitre III : Identification des champignons associés aux insectes	
Introduction.....	55
1 Objectif	55
Etape 01 : Identification des champignons (macro et microscopiques) hébergés par les insectes.....	55
2 Isolement des moisissures.....	55
2-1 Mode expérimental.....	55
2-2 Repiquage et purification.....	56
2-3 Identification	56
Etape 02 : PCR.....	56
3 Conservation sur glycérol 20%.....	56
4 Méthodes moléculaires.....	56
4-1 Préparation des échantillons pour les études moléculaires.....	56
4-2 Extraction d'ADN	57
4-3 Polymérase Chain Reaction (PCR).....	57
4-4 Electrophorèse.....	58
4-5 Séquençage.....	59
4-6 Analyse, alignement des séquences et comparaison avec les banques de données – BLAST.....	59
4-6-1 Procédure d'analyse des séquences	59
Résultats et Discussion.....	63
1 Isolement et purification des micro-organismes de l'insecte.....	63
2 Identification des souches.....	63
3 Méthode moléculaire.....	78
4 Séquençage.....	79
5 Relation insectes- champignons.....	80
Conclusion	83

CHAPITRE IV: Action antifongique des huiles essentielles

Introduction.....	84
1 Objectif.....	84
2 Matériel et méthodes.....	84
2-1 Matériel végétal.....	84
2 -2 Présentation des plantes utilisées.....	86
1 - Pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>)	86
1-1 Taxonomie de l'espèce	86
1-2 Ecologie de pin d'Alep.....	86
1-3 Usages de Pin d'Alep.....	86
2- <i>Saccocalyx satureioides</i>	87
2-1 Taxonomie de l'espèce	87
2-2 Description	87
2-3 Distribution géographique	87
2-4 Ecologie de <i>Saccocalyx satureioide</i>	88
2-5 Usages de <i>Saccocalyx satureioides</i>	88
3- <i>Juniperus phoenicea</i> L, 1753.....	88
3-1 Taxonomie de l'espèce.....	88
3-2 Usages de <i>Juniperus phoenicea</i> L.....	89
3 Laboratoire de travail.....	89
4 Matériels des tests biologiques.....	89
4-1 Fiches techniques des champignons selectionnée.....	89
4-1-1 Champignon <i>Trichoderma citrinoviride</i>	89
1 Taxonomie de l'espèce.....	89
2 Description	90
3 Méthode d'identification.....	91
3-1 Identification macroscopique.....	91
3-2 Identification microscopique.....	91
4 Distribution de l'espèce.....	91
5 Caractéristique de <i>Trichoderma citrinoviride</i>	91
6 Effets de <i>T.citrinoviride</i> sur la santé humaine.....	91
4-1-2 Champignon <i>Beauveria sp.</i>	92

1 Taxonomie de l'espèce	92
2 Description	92
3 Méthode d'identification.....	92
3-1 Identification macroscopique.....	92
3-2 Identification microscopique.....	92
4 Caractéristiques de l'espèce.....	93
5 Effets de <i>Beauveria sp</i> sur la santé humaine.....	93
4-1-3 Champignon <i>Geosmithia sp</i>	94
1 Taxonomie de l'espèce	94
2 Description.....	94
3 Méthode d'identification.....	94
3-1 Identification macroscopique.....	94
3-2 Identification microscopique.....	94
4 Caractéristiques de l'espèce.....	95
5 Effets de <i>Geosmithia sp</i> sur la santé humaine.....	95
4-1-4 Champignon <i>Penicillium sp</i>	96
1 Taxonomie de l'espèce	96
2 Description	96
3 Méthode d'identification.....	96
3-1 Identification macroscopiques.....	96
3-2 Identification microscopique.....	97
4 Caractéristiques de l'espèce.....	97
5 Effets de <i>Penicillium sp</i> sur la santé humaine.....	97
5 Milieux de cultures	97
6 Antibiotiques	97
7 Produits utilisés.....	98
8 Méthodes d'extraction.....	98
9 Calcul du rendement.....	99
10 Analyse des huiles essentielles.....	99
11 Méthodes utilisées.....	100
11-1 Tests antifongiques	100
1 ^{ère} méthode : Technique par contact direct.....	100
2 ^{ème} méthode : Utilisation des huiles pures directement sur les souches fongiques.....	102

Résultats et Discussion.....	103
1 Calcul du rendement des huiles essentielles.....	103
2 Composition chimique des l'huiles essentielles testées.....	104
2-1 Composition chimique de l'huile essentielle de la partie aérienne du <i>Juniperus phoenicea</i>	105
2-2 Composition chimique de l'huile essentielle de la partie aérienne de <i>Cedrus atlantica</i>	107
2-3 Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Saccocalyx satureioides</i>	110
2-4 Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Pinus halepensis</i>	112
3 Résultats et discussion des testes antifongiques.....	113
3-1 Calculs de nombre de cellules en suspension dans une solution.....	113
3-2 Estimation de la zone d'inhibition de chaque huile.....	115
Discussion générale	122
Conclusion générale et perspectives	127
Références bibliographiques	129
Annexes	

Dédicaces

Tout d'abord, je tiens à remercier ALLAH qui ma donnée la force
d'accomplir ce travail

Je dédie particulièrement cette thèse à mes Parents Rabi yarhamhoum

A mon époux RabeH et mes enfants Mayar et Iyed

A mon frère : Nassim

A mes sœurs et leurs enfants : Hasna (Adem et Arwa) ; Ibtissem (Yahia et Zakaria), mouna (Jawed et Jourri), mayssoune (Darine) et Amira (Lina et Dania)

A mon Frère El Hadj

A mes meilleures amies : Nadjet, Hanène, Manoune, Toufika, Faiza, Zina, Imène, Azza et Asma et tous ce qui m'aider

Nadjet

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de l'Amélioration et Développement de la Production Végétale et Animale (LADPVA) et celui de la Valorisation des Ressources Biologiques Naturelles (LVRBN) de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université de Sétif 1 ainsi que le CHU d'Angers (France) et le Laboratoire Flamini (Espagne).

Mes sincères remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu apporter une touche supplémentaire à ce travail : Pr BOUNECHADA M de l'UFA Setif 1.

Pr BAHA.M de l'E.N.S. de Kouba-Alger, Pr ROUAG.N de l'UFASetif 1 et Pr ANNANI. F de l'UFASetif 1.

Je tiens à exprimer mes profonds remerciements et ma vive reconnaissance à mes encadreurs Mme BENIA Farida (Professeur à l'université de Sétif) et Mr BOUCHARA Jean-Philippe (Professeur à l'université Angers) pour le temps précieux qu'ils m'ont consacré ainsi que leurs conseils et leurs orientations. Je remercie beaucoup Professeur Hocine LAOUER, qui a su à sa façon, me conseiller et m'orienter tout au long de la réalisation de ce travail.

Je remercie tout le personnel de laboratoires qui m'a permis d'effectuer mes expériences et d'arriver à des résultats.

Je remercie également les docteurs Mme Gastebois Amandine, Mme Gillmann Louiza, et Mr Flamini pour l'aide qu'ils m'ont apportée ainsi que leurs conseils très utiles.

Je remercie la Circonscription des Forêts de Ain Oulmene pour leur présence et leur aide lors de mes sorties sur terrain.

Que Messieurs Bouzerzour Hamana, Ben Mohammed, Missaoui Khaled ,Limani Yacine et Manani achour trouvent ici toute ma reconnaissance et mon respect.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de mes vifs remerciements.

Nadjet

Liste des figures

Fig 01 Cèdre de l'Atlas.....	4
Fig 02 Localisation de <i>Cedrus atlantica</i> en Algérie (Roche, 2006).....	5
Fig 03 Caractères botaniques du cèdre de l'Atlas (Sebaihi, 2017).....	6
Fig 04 Symptômes de dépérissement (Forêt Boutaleb et Ouled tebben) (Sebaihi, 2017).....	12
Fig 05 Cycle de vie des insectes xylophages (Safranyik, 2022).....	19
Fig 06 Localisation de Djebel Gueddil (Google Earth).....	34
Fig 07 Localisation géographique de Boutaleb (Google Earth).....	37
Fig 08 Stations d'étude, forêt de Boutaleb (Google Earth).....	40
Fig 09 Stations d'étude, forêt d'Ouled Tebben (Google Earth).....	40
Fig 10 Piège vitre (Sebaihi, 2017).....	42
Fig 11 Pots Barber (Sebaihi, 2017).....	42
Fig 12 Chasse à vue (Sebaihi, 2017).....	43
Fig 13 Galeries visibles sous l'écorce (Sebaihi, 2017).....	43
Fig 14 Nombre d'individus pour chaque espèce (Forêt Boutaleb).....	47
Fig15 Nombre d'individus pour chaque espèce (Forêt Ouled Tebben).....	47
Fig16 Nombre d'individus pour chaque espèce (Forêt Boutaleb et Ouled Tebben).....	48
Fig 17 <i>Scolytus. intricatus</i> (Sebaihi, 2018).....	49
Fig 18 <i>Cis micans</i> (Sebaihi, 2018).....	49
Fig 19 <i>Cis boleti</i> (Sebaihi, 2018).....	50
Fig 20 <i>Temnoscheila caerulea</i> (Sebaihi, 2018).....	50
Fig 21 <i>Ampedus</i> sp (Sebaihi, 2018).....	51
Fig 22 <i>Lacon punctatus</i> (Sebaihi, 2018).....	52
Fig 23 <i>Julodis onopordi</i> (Sebaihi, 2018).....	52
Fig 24 <i>Sphindus dubius</i> (Sebaihi, 2018).....	53
Fig 25 <i>Kaloterme flavicollis</i> (Sebaihi, 2018).....	53
Fig 26 Etapes de la réaction PCR.....	58
Fig 27 : : Fonction de reverse complément (RC).....	60

Fig 28 : Fonction de l’alignement et l’assemblage.....	61
Fig 29 : Vérification les zones dans les chromatogrammes.....	61
Fig 30 :Ensemble des séquences corrigé à l’aide de geneious.....	62
Fig 31 : Etape de réalisation le Blast sur le site du NCBI.....	63
Fig 32 : Bandes obtenues par électrophorèse (après répétition).....	79
Fig 33 Pourcentage de genres de champignons identifiés.....	81
Fig 34 Etapes d’extraction des huiles de cade (Dar Elbaydha 2018).....	85
Fig 35 Pin d’Alep de la Forêt de Boutaleb (Sebaihi, 2017)	86
Fig 36 <i>Saccocalyx satureioides</i> (Sebaihi, 2018).....	87
Fig 37 <i>Juniperus phoenicea</i> L (Sebaihi, 2018).....	88
Fig 38 <i>Trichoderma citrinoviride</i> (Sebaihi, 2018)	89
Fig 39 Morphologie du champignon <i>Trichoderma citrinoviride</i> (Jaklitsch, 2011).....	90
Fig 40 <i>Beauveria</i> sp (Sebaihi, 2018).....	92
Fig 41 <i>Geosmithia</i> sp (Sebaihi, 2018).....	94
Fig 42 <i>Penicillium</i> sp (Sebaihi, 2018).....	96
Fig 43 Extraction par l’hydrodistillation.....	98
Fig 44 Etapes de réalisation du teste antifongique... ..	100
Fig 45 : Technique par contact directe.....	101
Fig 46 Détermination du diamètre d’inhibition.....	102
Fig 47 Histogramme montrant les rendements en huiles essentielles des différentes plantes.....	103
Fig 48 Action des huiles essentielles testée sur le champignon de <i>Beauveria</i>	117
Fig 49 Action des huiles essentielles testée sur le champignon de <i>Trichoderma</i>	118
Fig 50 Action des huiles essentielles testée sur le champignon de <i>Geosmithia</i> ...	119
Fig 51 Action des huiles essentielles testée sur le champignon de <i>Penicillium</i> ...	120

Liste des tableaux

Tableau 01 Groupes trophiques dans les typologies phytosanitaires et écologique (Bouget et <i>al.</i> , 2005).....	15
Tableau 02 Éléments de différenciation des principaux groupes d'espèces d'insectes xylophages (Fraval, 2000).....	16
Tableau 03 Calendrier indicatif de colonisation potentielle des chablis par les principaux insectes xylophages (Drouineau, 2000).....	20
Tableau04 Classification des champignons (Davet, 1996).....	22
Tableau 05 Propriétés principales des champignons (Delarras, 2014).....	23
Tableau 06 Classe des altitudes.....	35
Tableau 07 : Répartition des températures à travers la station de référence.....	35
Tableau 08 : Répartition de la pluviométrie dans la station.....	36
Tableau 09 Coordonnées géographiques des parcelles d'échantillonnage dans les forêts de Boutaleb et d'Ouled Tebben (2017-2018).....	41
Tableau 10 Calendrier de travail : forêt de Boutaleb (2017-2018).....	44
Tableau 11 Calendrier de travail : forêt d'Ouled Tebben 2017.....	45
Tableau 12 Principales familles et espèces de coléoptères récoltés.....	46
Tableau 13 Espèces d'insectes par famille, nombre d'individus par espèce et leur fréquence dans les forêts de Boutaleb et d'Ouled Tebben.....	48
Tableau 14 Ingrédients de mélange réactionnel de la PCR.....	57
Tableau 15 Observation macroscopique et microscopique des souches.....	65
Tableau 16 Totale des souches par séquençage.....	80
Tableau 17 Genres identifiés après séquençage.....	80
Tableau 18 Rendements en huiles essentielles.....	103
Tableau 19 Différents composants d'huile essentielle de <i>Juniperus phoenicea</i>	105
Tableau 20 Différents composants d'huile essentielle de <i>Cedrus atlantica</i>	107
Tableau 21 Différents composants d'huile essentielle de <i>Sacocalyx satureioides</i>	110
Tableau 22 Nombre de cellules (spores) en suspension dans une solution (eau physiologique) à l'aide de cellule de Malassez.....	114
Tableau 23 Estimation de zone d'inhibition de chaque huile.....	115

Tableau 24 Récapitulatif de l'action des huiles.....	116
Tableau25 Moyenne de chaque répétition	116

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique

PCR : Polymerase Chain Reaction

HE : Huile essentielle

Lp/lp : Latéraux parallèles

YPDA : Yeast peptone dextrose adenine

DRBC : Dichloran Rose Bengale Chloramphénicol

BB : Breaking buffer

ITS : Internal transcribed spacer ou L'Espaceur interne transcrit

Dntp: Désoxyribonucléotide triphosphate

MgCl : Chlorure de magnésium

Blast : Basic Local Alignment Search Tools

NCBI : National Center Biotechnology Information

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Les écosystèmes forestiers représentant la plus grande partie de la biodiversité de la planète sont cependant soumis, depuis plusieurs décennies, à des pressions (Bourlon, 2023). À cause de rapides changements démographiques, sociaux, culturels, économiques et écologiques (Ramade, 1997). Les écosystèmes forestiers dégradés couvrent d'immenses surfaces dans les régions méditerranéennes (Ramade, 1997).

La forêt abrite une biodiversité végétale et animale importante en particulier les invertébrés dont le rôle de certains réside dans l'accélération de la décomposition du bois et de sa minéralisation (Dajoz, 1999). Les insectes xylophages sont les plus importants de ces invertébrés. De nombreux champignons, qualifiés de lignicoles, travaillent simultanément avec les insectes à cette décomposition (Dajoz, 1999). Selon Mhirit et Blerot (1999), toutes les essences forestières subissent des attaques plus ou moins importantes d'un certain nombre d'insectes. Les insectes défoliateurs s'attaquent aux feuilles des arbres, diminuent leur productivité, affaiblissent leur capacité de tolérer les autres contraintes du milieu et déprécient ainsi la qualité touristique et récréative de la forêt concernée. Les xylophages s'attaquent au bois, causent la mort des arbres et ouvrent des portes d'entrée pour les micro-organismes pathogènes, les suceurs de sève privent l'arbre d'une partie de ses nutriments et l'affaiblissent. L'ensemble de ces insectes ravageurs causent une perte de production en bois, participent à la dégradation de la santé de l'arbre et de l'Homme, surtout les forestiers (Mhirit et Blerot, 1999).

En Algérie, les résineux englobent la majorité des formations forestières comme le cèdre qui est une espèce essentiellement montagnarde et qui occupe des surfaces d'importance inégale et forme spontanément trois blocs géographiques distincts : Afrique du Nord, Asie mineure et Himalaya. Le premier bloc représenté par *Cedrus atlantica* Manetti, comprend l'Atlas marocain (130 000 ha), le Rif (15 000 ha) et l'Atlas algérien (40.000 ha). Le deuxième bloc se divise en deux parties occupées chacune par une espèce particulière : *Cedrus libani* Barrel (Mhirit, 1999). Actuellement, l'état des cédraies algériennes s'est aggravé. Des milliers d'hectares de cèdre de forêts ont dépéris et d'autres en voie de dépérissement, ce dernier a affecté les cédraies (*Cedrus atlantica* Manetti) des Aurès et Theniet El Had depuis les années 1980 (Mille et Louppe, 2015; Aurenche-Beau et *al.*, 2017; Briat et Job, 2017; Sarmoum et *al.*, 2019) avec des pourcentages variables.

Selon Benzyane et M'hirit (2006), les causes de cette dégradation des peuplements forestiers sont recherchées et analysées. D'après Bentouati (2008), dans les Aurès, les contraintes subies par la cédraie sont multiples. Elles sont liées à la fois aux aléas climatiques (sécheresse, stress hydrique, influences sahariennes), à l'action humaine par le biais du surpâturage, de l'exploitation non contrôlée, des coupes illicites et enfin à la nature de certains types de substrats, comme les marnes, qui paraissent très nettement défavorables à la reprise des arbres. Les sols qui les caractérisent sont aptes à se dessécher rapidement, ils présentent une faible capacité de rétention en eau, et donc une réserve en eau utilisable peu élevée en raison de leur texture et surtout de leur profondeur. Le volume du sol prospecté par les racines est donc faible, ce qui rend les arbres plus sensibles à la sécheresse. Le pacage, le broutage sont aussi des facteurs susceptibles d'entraver la survie des jeunes plantules et rendre la régénération naturelle très faible ou même nulle. Dans le cas où le pâturage est intense, celui-ci a entraîné une ouverture des peuplements et la disparition du cèdre (Bentouati, 2008).

Les forêts de sud de la wilaya de Setif (Boutaleb et Ouled Tebben) sont aujourd'hui dégradées dans leur ensemble. Notons que la dégradation de la végétation et également remarquable. Dans ces forêts plusieurs facteurs de perturbation qui influent sur la dynamique de cette végétation sont susceptibles d'en être la cause à l'égard des facteurs abiotiques (facteurs climatiques). Seulement nous sommes intéressés aux facteurs biotiques qui jouent aussi un rôle primordial dans le dépérissement des arbres forestiers, en l'occurrence les insectes xylophages et de ce fait les champignons qui leurs sont associés, les champignons symbiotes. De plus dans le cadre d'une lutte biologique à l'encontre de ces champignons des huiles essentielles extraites de divers plantes ont été utilisées. Parmi les études qui ont été consacrées à l'inventaire des xylophages associées au cèdre de l'Atlas, nous pouvons citer ceux de : en Algérie, Maroc, France et Europe (Fabre, 1994; Fabre et *al.*, 1999; Benhalima, 2006 ; Mouna, 2009; Talbi, 2010 ; Talbi et Bouhraoua, 2015 ; Djamel et *al.*, 2017; Djamel, 2018; Beghami, 2020).

Le rôle des champignons symbiotes indispensables à la survie des insectes xylophages, n'est pas encore totalement élucidé (Rouland et Lenoir-Labé, 1998).

De ce fait notre étude a pour objectif

-Inventorier la diversité de l'Entomofaune associée au dépérissement du cèdre de l'Atlas au niveau des deux forêts d'étude à savoir la forêt de Boutaleb et celle d'Ouled Tebben.

-Inventorier les champignons associés aux insectes.

-Extraction et analyse chimique puis l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles sur les champignons.

Enfin toutes ces études aboutissent à un objectif principal qui est d'une part connaître la dynamique symbiotique entre les insectes xylophages et les champignons du cèdre de l'Atlas et d'autre part l'effet de quelques huiles essentielles sur ces derniers.

Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de deux parties. La première partie propose une mise au point bibliographique. La deuxième partie, traite des expérimentations à savoir l'identification des insectes, extraction et identifications les champignons, l'extraction des huiles essentielles et l'étude de leurs activités antifongiques. Une conclusion générale termine ce manuscrit.

Partie I :
Etude bibliographique :
cèdre de l'Atlas, insectes xylophages,
champignons associés et huiles essentielles.

1 cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*)

Introduction

Les cèdres constituent un genre de conifères de la famille des Pinacées, originaire du Moyen Orient, d'Afrique du Nord et de l'Himalaya (Lillo, 2020). En Algérie, son aire de répartition est plus morcelée, il se localise dans les massifs montagneux de l'Ouarsenis, Theniet El Had, Mitidja, les Babors, Hodna et Aures. Le cèdre de l'Atlas se rencontre en climat méditerranéen humide (Rif), subhumide (Moyen Atlas) et semi aride (Aurés, grand Atlas Oriental) (Siziani, ?).

1-1 Taxonomie : la position taxonomique de cèdre de l'Atlas est identifiée comme suit :

Nom commun: cèdre de l'Atlas.

Embranchement: Spermaphytes

Sous-Embranchement : Gymnospermes

Classe: Vectrices

Ordre: Coniférales

Sous-Ordre: Abiétales.

Famille: Pinacées

Sous famille : Abiétéés.

Genre: Cedrus

Espèce: *Cedrus atlantica* Manetti

Nom arabe: Meddad, Erz

Nom berbère: Begnoun, Ithguel

Nom Scientifique : *Cedrus atlantica* Manetti

1-2 Répartition

Selon Bentouati (2008), le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) est un genre de conifère, résineux (Fig 01). En Algérie, la surface couverte par le cèdre est très restreinte et son aire est disjointe. Les données sont très hétérogènes et les carences sont liées principalement à l'insuffisance des inventaires forestiers. D'après (Quézel, 1998 in

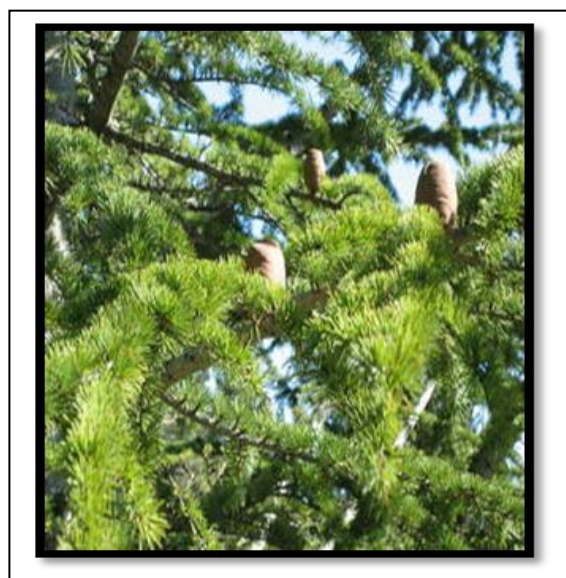


Fig 01 : cèdre de l'Atlas
(*Cedrus atlantica*)

Bentouati, 2008), la surface du cèdre ne dépasse guère les 30 000 hectares. Ce même auteur estime que cette superficie a encore diminué pour ne représenter à l'heure actuelle que seulement 20 000 hectares. Benzyane et Mhirit (2006) notent que le cèdre dans l'Atlas Algérien comprend trois ensembles : le groupe de l'Ouarsenis, le groupe des Aurès et le groupe du Djurdjura .

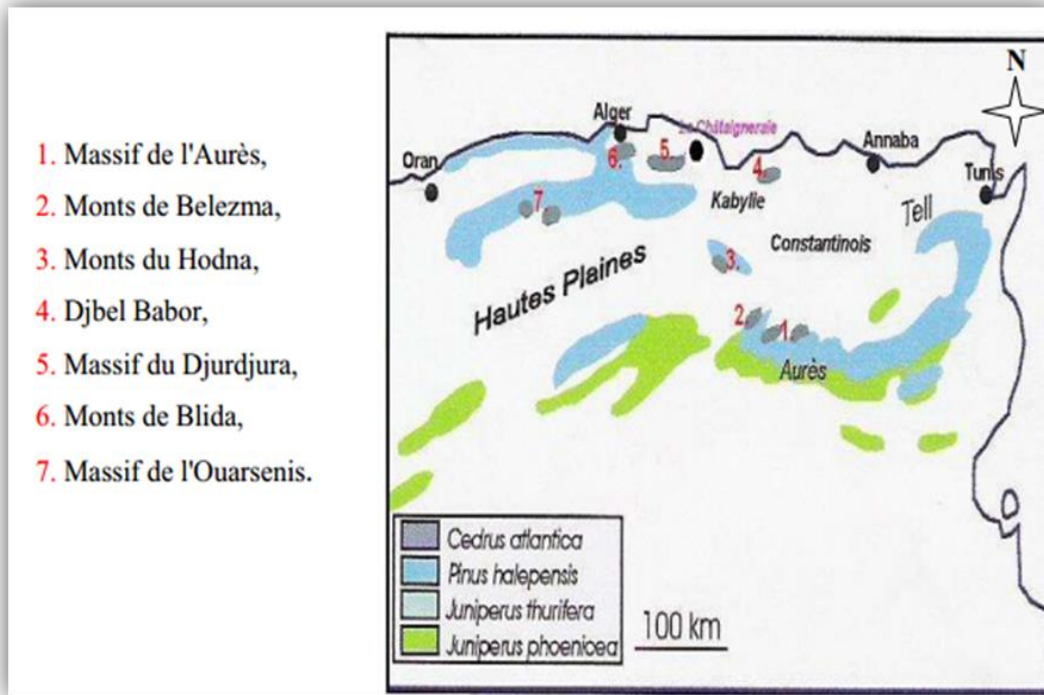


Fig 02 : Localisation de *Cedrus atlantica* en Algérie (Roche, 2006).

1-3 Description Botanique

Le cèdre de l'Atlas est un arbre au tronc droit, devenant très gros (Launay, 2016), à la cime d'abord régulière et pointue chez les jeunes sujets, puis très irrégulière et aplatie. Profondément ancré dans le sol par un enracinement pivotant, cet arbre peut défier les siècles, arborant en fin de vie une frondaison jusqu'à 40m de haut (Fig 03). Le cèdre possède deux types de rameaux : les uns longs et fins, gris jaunâtre, légèrement pubescents, les autres très courts et trapus, transversalement ridés, et apparaissent sur les premiers. C'est à l'extrémité de ce dernier type de rameau qu'apparaissent les rosettes d'aiguilles, les rameaux longs portant des feuilles isolées, les aiguilles aigues, fines et assez rigides, vert-bleu, sont courtes et mesurent de 1.5 à 2 cm de long (Dupérat et Polese, 2008). D'après

Laird Farrar (1996), les aiguilles ont généralement moins de 2,6 cm de longueur. Dupérat et Polese (2008), l'écorce est lisse et brune, puis rompue en écailles gris foncé ou crevassée. Les bourgeons sont petits, globuleux, brun-jaunes. La floraison s'effectue à l'automne, les fleurs mâles apparaissant en chatons cylindriques dressés, jaune-vert, les femelles en chatons ovoïdes dressés également, vert-bleu. La fructification commence à l'âge de 30 ans et a lieu chaque année. Les cônes sont dressés, ovoïdes, gros (5.8 - 4.5 cm). Certains auteurs comme Dumé et *al.*, (2018) ont signalé la longueur des cônes entre 5-8 cm déprimés au sommet, lisses, avec des écailles très serrées. Dupérat et Polese (2008) montrent le stade de maturation des cônes, le deuxième hiver après la floraison. La couleur initialement verte vire ou brun violet à maturité. Les cônes se désarticulent (c'est-à-dire qu'ils perdent leurs écailles) pendant l'hiver sous l'effet de l'humidité, l'axe du cône restant sur la branche (Dupérat et Polese, 2008). Les graines de cèdre présentent des degrés de dormance variables en fonction des conditions climatiques (M'hirit et Benzyane, 2006).

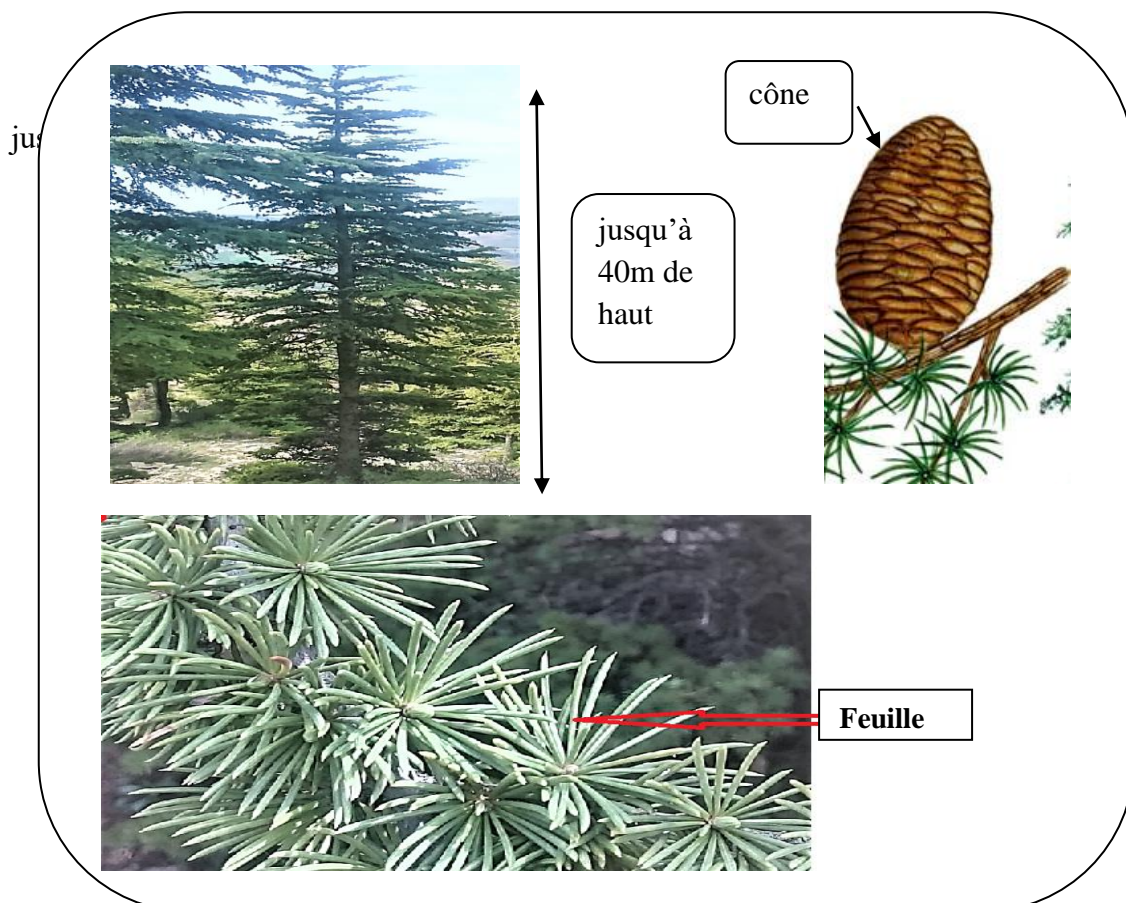


Fig 0 3 : Caractères botaniques du cèdre de l'Atlas (Sebaihi, 2017).

1-4 Cycle de reproduction

Demarteau et *al.* (2007) signalent que dans des conditions favorables, les cônes mâles apparaissent sur des arbres de 15-16 ans et les cônes femelles sur des arbres de 17-18 ans. Si les conditions sont plus difficiles, ils peuvent se développer seulement sur des spécimens âgés de 30-32 ans. Le cycle de reproduction, de la production des graines jusqu'à leur dissémination, s'étale sur 3 années. Il peut se résumer à :

- Année 1 : apparition des cônes, « floraison » et pollinisation.
- Année 2 : fécondation des ovules par les gamètes mâles et croissance des cônes
- Année 3 : Maturation des cônes et leur désarticulation (dissémination des graines). La majorité des graines est dispersée dans les 2 à 3 semaines qui suivent le déclenchement du processus. La plus grosse partie tombe aux abords immédiats de l'arbre, quelques graines vont jusqu'à 50 m et dans certaines conditions favorables, certaines dépassent les 100 m. Pour que le gel ne les endommage pas trop, il ne faut pas que la température descende sous les -8 à -10°C. Les conditions de germination requises sont : la maturité physiologique, la lumière, la présence d'eau sans excès, l'oxygène et une certaine température. Ensuite, la vitesse de croissance des racines de la plantule est l'un des facteurs fondamentaux de la survie des semis (Demarteau et *al.*, 2007).

1-5 Les différentes variétés

Brickell (2004) montre les variétés suivantes : **Aurea** (cèdre de l'Atlas doré) de croissance lente, est conique, avec le jeune feuillage doré qui vire au vert ensuite **Compacta** arrondi, plus trapu que l'espèce type, résiste à la pollution. Longueur (7-10 m), largeur (5-7m). **Fastigiata** (Cèdre de l'atlas fastigié) à la couronne étroite, dressée, et au feuillage vert bleuté. **Glauca** (Cèdre bleu de l'Atlas), porte un feuillage d'abord blanc argenté puis bleu-glauque vif. **Glauca Pendula** (cèdre de Atlas pleureur), au feuillage pendant, glauque.

1-6 Ecologie

L'étude écologique du cèdre de l'Atlas, menée à partir des nombreux boisements et donnant: une description qualitative du comportement du cèdre donne une clé écologique déterminant la fertilité des sites en fonction des conditions du milieu rencontrés. Cette clé

écologique doit permettre au forestier, par un diagnostic rapide, d'apprécier si le cèdre est adapté au site et aura un bon taux de croissance (Ripert and Boisseau, 1994). En Algérie son aire également tributaire de l'orographie, se répartit sur 20000 ha entre les forêts mieux conservées de l'Atlas tellien (de l'Ouarsenis à la Kabylie) et celle de l'Atlas saharien en forte régression (du Hodna à l'Aurès). Les cédraies montagnardes-méditerranéennes qui sont de loin les plus répandues entre 1700 et 2100m en moyenne. Cependant, des individus isolés peuvent s'observer vers le bas, dans de basses vallées humides (autour de 1000m), comme vers le haut, sur les sommets du Djurdjura et de l'Aurès (vers 2300m), dans le Rif (vers 2400m) et Moyen Atlas (vers 2600m) (Tissan, 2012).

D'après Rhanem (2011), le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est un phanérophyste présentant certaines exigences saisonnières en humidité, ainsi que durant certaines phases de son développement.

Demarteau et al. (2007) indiquent que dans leur aire naturelle, les cédraies associées à des feuillus comme les chênes, plus ouvertes que les cédraies exclusives, représentent des écosystèmes extrêmement variés. Elles abritent une faune et une flore abondante. La richesse floristique des cédraies est estimée à un millier d'espèces dont environ 10% d'arbres, 15% d'arbustes et arbrisseaux et 75% de plantes herbacées annuelles ou pérennes (M'hirit et al., 1999 in Demarteau et al., 2007). Parmi les arbres les plus fréquemment rencontrés figurent : - des chênes: *Quercus rotundifolia* (Chêne vert) ; *Quercus suber* (Chêne-liège) ; *Quercus faginea* (Chêne zeen), - des pins: *Pinus halepensis* (Pin d'Alep) ; *Pinus pinaster* (Pin maritime); - des genévriers: *Juniperus thurifera* (Genévrier thurifère) ; *Juniperus oxycedrus* (Genévrier oxycèdre). Les autres arbres directement associés à *Cedrus atlantica* sont des frênes, des sapins, des érables, l'if commun. Plusieurs champignons, lichens et mousses apprécient aussi l'ambiance humide des cédraies. Certaines espèces sont exclusives du cèdre. Les champignons peuvent être fort utiles à l'arbre, certains ectomycorhiziens protègent ses racines par différentes voies (barrière mécanique, production de substances antibiotiques,...) (Toth, 2005 in Demarteau et al., 2007). La faune est également très variée. Voici un petit aperçu des animaux que la cédraie abrite : - 37 mammifères, avec entre autres le renard roux, le magot de Barbarie, le sanglier, le cerf élaphe, le mouflon, la genette, la mangouste. -142 oiseaux, aussi bien des sédentaires : l'aigle botté, le milan noir, le coucou gris, la chouette hulotte, des pics, des mésanges que des migrateurs pour qui le Maroc représente une importante voie de passage

entre l'Europe et l'Afrique. Les passereaux y sont les mieux représentés. -33 amphibiens et reptiles, parmi lesquels la salamandre d'Afrique du Nord, des crapauds, des grenouilles, une tortue d'eau douce, des lézards, un orvet, des vipères et des couleuvres (Mouna, 1994 in Demarteau et *al.*, 2007).

Quantité d'invertébrés : ils jouent un rôle très important dans l'écosystème. Trois classes d'insectes se distinguent :

1. Des phyllophages qui se nourrissent des aiguilles et de la sève du cèdre : des lépidoptères (chenilles processionnaires, Bombyx), des coléoptères, des hémiptères (cochenilles), et des homoptères (pucerons) se rencontrent parmi cette classe. (Mouna, 1994 in Demarteau et *al.*, 2007).

2. Des xylophages dont des coléoptères (scolytes, longicornes, ...) qui constituent l'essentiel des insectes attaquant le bois du cèdre. (Mouna, 1994 in Demarteau et *al.*, 2007).

3. Enfin certains insectes, des lépidoptères (pyrales), et des diptères principalement, apprécient les cônes et graines de l'arbre (Mouna, 1994 in Demarteau et *al.*, 2007).

S'ajoutent à ces catégories tous les invertébrés qui jouent un rôle dans la décomposition de la litière. Les cédraies en bonne forme peuvent donc constituer des réservoirs génétiques de grand intérêt, que ce soit du point de vue de la biodiversité (qualitatif) que de celui des populations (quantitatif). Malheureusement, la disparition de plusieurs espèces dans différents sites marocains indique que ces forêts se dégradent, principalement par action anthropique (Tarrier et *al.*, 2006 in Demarteau et *al.*, 2007).

1-7 Exigences culturelles

Elisabeth et Jullien (2010) montrent que la saison la plus favorable à la plantation de cèdre est l'automne (à partir de septembre-octobre), en conteneur, panier ou motte grillagée. Le cèdre préfère le sol profond, meuble, fertile, drainant ou rocailleux. Le sous-sol doit être fissuré pour permettre un bon enracinement des plants. Vanpeene-Bruhier (2003), le cèdre de l'Atlas a une préférence pour de pH acide (entre 4 et 6).

Elisabeth et Jullien (2010) affirment que l'exposition en pleine lumière et grand espace pour éviter la concurrence alimentaire. De nombreux sujets, trop à l'étroit dans les petits jardins, deviennent vite encombrants et sont rabattus ou élagués sévèrement. Affaiblis, ils sont ensuite la proie privilégiée des ravageurs et des moisissures. Arrosage modéré, sauf l'année après la plantation. Amender la terre si elle est maigre, en enfouissant la plante, du

terreau, du compost ou du fumier bien décomposé. En automne, incorporer un engrais de fond phosphopotassique. En végétation, préférer une fumure organique azotée les premières années de culture.

1-8 Caractéristiques et utilisations du cèdre de l'Atlas

M'hirit et *al.* (1994) indiquent la présence des principales caractéristiques suivantes: Adaptation à des conditions écologiques bien définies; rusticité et adaptation à une large gamme de types de sols et qualité du bois, d'où l'intérêt économique accordé à cette espèce. Benabid (1994) signale que l'état actuel des cédraies nord-africaines ne leur permet pas de remplir pleinement leurs fonctions écologiques, économiques et sociales. Plusieurs mécanismes d'ordre physiologiques et biologiques, particulièrement ceux de la productivité et de la régénération naturelle, sont profondément perturbés, en raison d'une anthropisation très accentuée. Silvant, 2015; Karine et *al.* (?) signalent le bois de cèdre car il éloigne les insectes et les parasites. Depuis fort longtemps le cèdre fut utilisé pour la construction de temples, de bateaux et de palais au Moyen-Orient. Il est utilisé pour éloigner les mites et autres chenilles. Le cèdre fournit recherché en menuiserie et en ébénisterie. Il est facilement identifiable à l'odeur caractéristique qu'il dégage quand on attaque sa texture. On outre, le cèdre fournit un excellent bois de chauffage, apport en énergie non négligeable pour les populations semi-nomades ou sédentaires soumises à un climat hivernal rigoureux. Le fourrage que l'on tire de ses aiguilles constitue un autre de ses nombreux avantages (Gandini, 2006). Selon Vieile (2016) trois grandes espèces de cèdre sont utilisées en parfumerie, le cèdre Virginie (*Juniperus virginiana*), le cèdre Texas (*Juniperus mexicana*) et le cèdre Atlas. Parmi celles-ci, seul le cèdre Atlas est un « vrai » cèdre de la famille de Pinacées, alors que les autres appartiennent à la famille des genévriers (Vieile, 2016). Le cèdre de l'Atlas est utilisé dans les reboisements (Mazoyer et *al.*, 2002).

1-9 Régénération naturelle

L'étude de la régénération du cèdre de l'Atlas a été scindée en deux parties, germination de la graine et survie des plantules durant la première année de développement. La dormance psychrolabile peut être levée par différents traitements. Mais la stratification demeure le meilleur moyen d'amélioration de la capacité et de la vitesse de germination des semences de cèdre (Derridj, 1990). La conservation des graines au froid-

sec durant trois ans permet le maintien des aptitudes germinatives des graines. La survie des plantules de cèdre est limitée d'une part par les froids tardifs et d'autre part la sécheresse estivale. Un travail du sol en profondeur, un abri créé par la lisière et la mise en défens semble donner de meilleures chances aux plantules pour échapper à l'aridité estivale (Derridj, 1990).

Toutefois, l'espoir de voir se régénérer la cédraie est possible dans les trouées lorsque le sol est travaillé et lorsqu'une mise en défense stricte est appliquée. La régénération est aussi possible dans les dépressions fermées où les conditions sont plus clémentes Moukouri (2006) in Bentouati (2008).

1-10 Facteurs et symptômes de dépérissement

Le cèdre de l'Atlas couvre une aire géographique très morcelée et se trouve dans un état de dégradation plus ou moins avancé. Les causes de cette dégradation sont nombreuses, elle se manifeste par un manque de régénération et le phénomène du dépérissement (Sarmoum et *al.*, 2014).

Dans les Aurès, le cèdre possède une valeur écologique irremplaçable, toutefois, il est sujet à une dégradation continue. Cette dégradation plus ou moins accélérée des peuplements et l'éclaircissement progressif des strates arborescentes font évoluer la cédraie vers une structure de végétation de type préforestier et matorralisation (Quezel, 1998 in Bentouati, 2008). Les scientifiques évoquent de trois séries de facteurs responsables ; les facteurs prédisposant, agissent de façon durable et pérenne sur le peuplement (potentiel génétique, tassement du sol, appauvrissement en minéraux, changements climatiques, âge, station à faibles réserves en eau, sénescence du peuplement, site à exposition sud, ...); les facteurs déclenchants abiotiques ou biotiques, agissent sur une courte durée (regroupent des variables qui provoquent des stress de forte intensité mais qui agissent à court terme (accidents climatiques, pullulation d'insectes défoliateurs, sécheresse, concentration en sel, pollution, virus,...) et les facteurs aggravants, conduisant souvent à une issue fatale (développement de parasites de faiblesse, champignons parasites, insectes xylophages,...) (Catton et *al.*, 2007). Selon (FAO/PCF, 2018), une pression humaine et pastorale importante provoquent une dégradation progressive des peuplements avec une régénération naturelle compromise. L'augmentation de la population entraîne des besoins croissants en produits agricoles et alimentaires, et aussi une forte demande en produits et services

forestiers. A cet effet, plusieurs organismes et auteurs relatent que l'agriculture est le principal facteur de la déforestation dans le monde, l'exploitation commerciale non durable ou illicite. D'après Gazonneau (2007), les symptômes des dépérissements apparaissant sur leurs parties aériennes, aiguilles qui roussissent puis tombent l'année suivante, cimes dénudées, colorations anormales, déficits foliaires, branches mortes (Fig 04).



Fig 04 : Symptômes de dépérissement (Foret Boutaleb et Ouled tebben) (Sebaihi, 2017).

1-11 Ennemis potentiels

Fabre et *al.* (1999) depuis une vingtaine d'années nos connaissances sur les ravageurs du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti), ont très fortement progressé aussi bien dans le domaine de la description de nouvelles espèces que dans ceux de la biologie et des méthodes de protection des peuplements. D'après Mouna (2009), le dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe dont les facteurs responsables peuvent être

très diversifiés. Néanmoins, les insectes sont toujours présents à un moment ou à un autre du déroulement de ce phénomène et peuvent même en être la principale cause.

La couronne du cèdre est le milieu de vie permanent ou temporaire de plus de 180 espèces d'insectes. Parmi eux, trois lépidoptères présentent des augmentations excessives et occasionnelles d'effectifs de leurs populations et nuisent aux arbres en détruisant une part importante de leur feuillage. Il s'agit de la processionnaire des pins, *Thaumetopoea pityocampa*, de la processionnaire d'été, *Thometopoea bonjeani* et de la tordeuse du cèdre *Accleris undulana*. Cette dernière est un lépidoptère de très petite taille, effectuant une grande partie de son cycle de développement à l'intérieur de l'aiguille de cèdre, sa nuisibilité est en général relativement réduite. *Thometopoea bonjeani* est spécifique du cèdre de l'Atlas. Des pullulations exceptionnelles de cet insecte n'ont jamais été rapportées. C'est une espèce monovoltine, comme sa congénère *pityocampa*, elle en diffère cependant par un développement larvaire et nymphal assez court pendant 3 mois, à cheval sur le printemps et l'été (M'hirit et Blerot, 1999).

Conclusion

Le Cèdre est une espèce qui occupe des surfaces importantes dans le monde, cette ressource naturelle menacée par plusieurs facteurs de dépérissement qui se sont aggravés ces dernières années risque de disparaître. L'état de dégradation des cédraies est devenu alarmant surtout au niveau de quelques stations forestières telles que la forêt de Boutaleb et la forêt d'Ouled Tebben en Algérie.

2 Généralités sur les insectes xylophages et les champignons associés

Introduction

Les dépérissements forestiers et plus particulièrement ce qu'on a appelé le « dépérissement des forêts » ont constitué un thème environnemental de premier ordre au cours des années 1980 (Landmann, 1994). Selon Mohamed et Mohamed (2017), les insectes interviennent très souvent dans le processus de dépérissement, soit comme facteur primaire déclenchant le phénomène, soit comme facteur secondaire accentuant et amplifiant le processus au cours du temps. Parmi les insectes, il semble que les xylophages, en particulier les Scolytidae, les Cerambycidae et les Buprestidae jouent un rôle important dans le processus du dépérissement. Selon Abourouh et Morelet (1999), dans l'aire naturelle de *Cedrus atlantica*, certains champignons pathogènes attaquent aussi le bois provoquant des dégâts très importants.

2-1 Insectes xylophages

2-2 Définition

Au sens large, les insectes xylophages consomment la matière ligneuse au cours de tout ou une partie de leur cycle de développement et regroupent les insectes sous-corticaux, qui se limitent aux assises génératrices et au liber sans pénétrer dans l'aubier. Les insectes xylophages stricts sont ceux qui forent une galerie plus ou moins profonde à l'intérieur du bois dès le début du processus de colonisation ou après une phase sous-corticale (Entomos, 2000).

2-3 Différents types

Selon Colling (2002), il existe deux types d'insectes xylophages :

- **Les insectes du bois frais** : Les insectes du bois frais envahissent surtout les arbres malades ou les bois abattus lorsque l'humidité du bois dépasse 30 %. Les différents bostryches en font partie.

- **Les insectes du bois sec** : Les insectes du bois sec envahissent le bois déjà utilisé pour des constructions. Dans le sens large, les insectes sociaux en font également partie.

Bouget et *al.* (2005) ont également montré la nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois et représentés au tableau 01

Tableau 01: Groupes trophiques dans les typologies phytosanitaire et écologique (Bouget et *al.*, 2005).

Etat de la matière ligneuse		Phytosanitaire	Entomologie écologique
Arbre vivant	sain	Ravageurs (ou parasites) primaires(ou indifférents)	Non concerné par l'écologie du bois mort
	Dépérissant, moribond	Ravageurs (ou parasites) secondaires (ou de faiblesse)	Xylophages pionniers (ou primaires)
Arbre mort	Frais	Saproxylophages	Xylophages secondaires (ou saproxylophages)
	Ancien (décomposé ou sec)		

Afin d'améliorer la correspondance entre la nomenclature phytosanitaire et la nomenclature écologique, les ajustements proposés : **Corticiphage** désigne les consommateurs d'écorce. **Cambiophage**, plus courant dans la nomenclature internationale que phloéophage, s'applique aux tissus externes du bois (zone cambiale). **Xylémophages** s'applique aux tissus internes du bois (xylèmes, y compris aubier et bois de coeur). **Xylophages** s'applique à l'ensemble des tissus du bois (assises génératrices, bois sous-jacent).

Primaire= bois vivant sain et vigoureux ; **Secondaire**= bois dépérissant à mort frais, cette dénomination, employée pour les parasites, implique une succession. **Saproxylophage** concerne l'ensemble des tissus du bois mort préalablement colonisé et dégradé par les organismes précédents, les insectes se nourrissant de terreau (notamment dans les cavités) sont des saproxylophages ultimes (Boukerker and Si Bachir, 2015).

De tous les ennemis des forêts, les xylophages sont certainement les plus dangereux car la réussite de leur attaque entraîne nécessairement la mort de tout ou une partie du sujet atteint. (Boukerker and Si Bachir, 2015).

Sur base de leur habitat et de leur régime alimentaire, on distingue au sein de ce taxon deux catégories majeures d'espèces. La première, qualifiée de xylomycétophage, regroupe les espèces dont les larves, vivant dans de petites loges creusées dans le xylème, se nourrissent d'un champignon symbiotique inoculé par les adultes femelles et transporté dans un organe appelé mycangium. C'est à cette catégorie d'espèces qu'appartiennent les scolytes. La seconde catégorie, dénommée phloéophage, les larves se nourrissent des tissus sous-corticaux (phloème) au sein desquels elles déterminent des galeries selon un patron typique de chaque espèce (Henin et *al.*, 2019).

2-4 Principales familles

M'hirit et Benzyane (2006) signalent les insectes xylophages du cèdre qui appartiennent aux ordres des Coléoptères et aux familles Scolytidae, Cérambycidae, Buprestidae et à l'ordre des Hyménoptères. Ces insectes s'attaquent en général à des arbres malades ou affaiblis par des insectes phytophages et se succèdent selon leurs préférences pour détruire totalement les structures ligneuses. On a longtemps distingué les ravageurs primaires colonisant des arbres vivants vigoureux et les ravageurs secondaires recherchant les arbres affaiblis. Ces derniers peuvent prendre de l'importance lorsque certaines propriétés du milieu (stress hydrique, pollution, maladies cryptogamiques, sécheresse prolongée....) deviennent défavorables au Forêt. Des conditions favorables à leur explosion démographique peuvent fragiliser l'ensemble du peuplement (M'hirit et Benzyane, 2006).

2-5 Principaux groupes d'espèces d'insectes xylophages

Les insectes xylophages forent des galeries plus ou moins profondes dans les bois (Tab 02)

Tableau 02 : Éléments de différenciation des principaux groupes d'espèces d'insectes xylophages (Fraval, 2000).

Groupes d'espèces	Taille des adultes	Galeries	Forme du trou de sortie des adultes	Dimension du trou de sortie des adultes (diamètre ou grande largeur)
Scolytes	1 à 4 mm petits Coléoptères globuleux	Largeur constante (1 à 3 mm), colorée en brun	Circulaires	1 à 3 mm
Platype	5 à 6 mm petits coléoptères allongés	Largeur constante (2 à 3 mm), colorée en brun	Circulaire	2 à 3 mm
Cérambycidés =longicornes	10 à 50 mm coléoptères à grandes antennes	Largeur augmentant progressivement jusqu'à la chambre de nymphose, section elliptique	Elliptique	5 à 30 mm
Sirex	10 à 50 mm aspects de guêpe, « pointe » à l'abdomen	Largeur augmentant progressivement jusqu'à la chambre e nymphose, section circulaire	Circulaire	4 à 15 mm

2-6 Caractéristiques d'attaque

Selon Carle (1975), les insectes xylophages peuvent attaquer les arbres aussi bien sur pied, qu'après leur coupe, leur écorçage, durant leur stockage ou après leur mise en œuvre. Sur pied, des dommages peuvent survenir à tout moment durant la vie végétal (semis-jeune plant- gaulis- perchis- arbre adulte ou sénile) et quelque soit son état physiologique (arbre sain ou en cours de dégradation), l'attaque primaire des arbres sains ne peut cependant être effectuée que par un très petit nombre d'espèces à la faveur de conditions bien particulières. Les espèces qui attaquent les arbres vivants appartiennent surtout aux Scolytides, Curculionides, Buprestides, Sesiides, Cossides et Siricides, celles qui se développent sur les sujets morts, aux familles des Cerambycides, Anobiides, Formicoides et Myrmicoides (Carle, 1975).

Après la coupe, des attaques massives sont très fréquentes sur les sujets fraîchement abattus (Scolytides, Curculionides, Siricides, Buprestides) et plus rares sur les troncs écorcés et sont seulement dues alors aux espèces susceptibles de vivre aux dépens du bois (essentiellement Scolytides, Lyctides et Anobiides). Ces dernières comptent d'ailleurs parmi les plus dangereux ravageurs des bois stockés (Carle, 1975).

Après leur mise en œuvre, les bois peuvent être soumis aux attaques de Termites, Cerambycides, Lyctides, Anobiides, Lymexylonides et Bostrychides qui sont d'autant plus graves qu'elles interviennent tardivement et compromettent alors la solidité des ouvrages (Carle, 1975).

Carle (1975), la destruction de sujets sains et vigoureux est en général consécutive de l'attaque massive d'une espèce, peu dangereuse en temps normal, mais dont les caractéristiques biologiques et le comportement d'attaque lui permettent de tirer profit d'une situation temporairement favorable en développant très vite des populations importantes. A l'origine, ces pullulations sont toujours déclenchées par une surabondance localisée et momentanée du matériau de multiplication (facteur trophique) provenant selon les cas :

- D'un affaiblissement progressif et naturel des peuplements par négligence ou impossibilité de mise en œuvre de pratiques sylvicoles préventives
- D'une « mauvaise adaptation » du végétal à son milieu soit permanente soit latente et dévoilée à la faveur d'évènements exceptionnels plus ou moins temporaires. Ses causes sont multiples et parfois se cumulent : d'ordre édaphique (chlorose, carence ou excès

d'éléments fertilisants etc...), climatique (sécheresse estivale en région méditerranéenne, asphyxie racinaire etc...), édaphico-climatique (remontée de nappe phréatique etc...) ou pathologique (développement primaire de champignons pathogènes ou d'insectes ravageurs) etc...

- De nuisances provoquées par l'Homme (incendie, pollution industrielle etc...).

2-7 Diagnostic des attaques d'insectes xylophages

Entomos (2000) signale que le principal élément de diagnostic d'une attaque d'insectes xylophages est la présence de sciure blanche sur l'écorce par opposition à la sciure rousse produite par les insectes sous-corticaux. Cette sciure est cependant facilement éliminée par la pluie et l'observation de galeries pénétrantes dans l'aubier est donc nécessaire pour confirmer l'attaque. La forme de ces galeries, leurs dimensions, leur section peuvent alors permettre d'identifier plus précisément la famille de l'auteur (Tab 02), mais seul le prélèvement d'insectes (surtout à l'état adulte) permet de donner avec précision le nom de l'espèce en cause.

Natterer (2004), dans le cycle de dégradation et pour faciliter le développement des micro-organismes, il y a en général une première phase d'affaiblissement par les insectes, ou plus exactement par les larves des insectes xylophages. Au niveau forestier, ces insectes jouent le rôle de prédateurs sur les arbres malades pour accélérer la mort biologique de l'arbre et entraîner sa chute par le vent sur le sol, où d'autres insectes et surtout des champignons participeront rapidement à une dégradation totale (Natterer, 2004).

7- Cycle de Vie

Tous les insectes xylophages ont une évolution indirecte, c'est-à-dire que de l'œuf naît une larve d'où est issu l'imago (insecte adulte), après une période plus ou moins longue. L'insecte ne se nourrit de bois qu'au stade larvaire, après sa transformation à l'état adulte, il n'absorbe plus de nourriture et ne vit que brièvement. Pour certaines espèces, la durée de vie de la larve peut en revanche dépasser une dizaine d'années (Dupraz et *al.*, 2009).

Selon Parchas et Nguyen (2019), les insectes se caractérisent par les différentes phases de leur croissance ou métamorphose (Fig 05) :

- Œufs ;

- Larves: ce sont principalement les larves qui en se nourrissant vont dégrader les objets qui les abritent,
- Nymphes, pulpes ou chrysalides,
- Insectes (adultes) : la plupart ne se nourrissent pas (sauf certains coléoptères par exemple), leur activité principale consiste à se reproduire.



2-9 Processus général de désorganisation du bois

Après Dodelin et *al.* (2010), les xylophages s'installent sous les écorces des troncs fraîchement morts, apportant avec eux des spores de champignons lignicoles. L'écorce finit par tomber tandis que des xylophages plus longévifs s'installent dans le bois et que la pourriture gagne vers le cœur. L'activité de ces organismes fait évoluer le substrat qui retient de plus en

plus d'eau. L'action chimique des champignons lignicoles épuise progressivement les ressources alimentaires du bois. Ils fructifient et migrent vers de nouveaux troncs plus favorables. Les fructifications deviennent alors des ressources pour d'autres animaux spécialisés. Dans le bois très décomposé, la faune du sol (vers de terre, cloportes...) commence son installation tandis que les derniers organismes liés spécifiquement au bois pourri terminent leur cycle biologique. Ensuite, l'existence du bois mort est d'autant plus écourtée que son diamètre est faible, son bois est tendre et qu'il se trouve en milieu humide. De même, le contact avec le sol favorise un recyclage rapide du bois (Dodelin et *al.*, 2010).

2-10 Stratégie de lutte contre les insectes xylophages

Selon Drouineau (2000), la lutte exclusivement préventive, consiste à éviter la colonisation par les insectes xylophages des seules catégories de produits ligneux de grande qualité, plus particulièrement les grumes de tranchage ou de déroulage. Si les calendriers potentiels de vols des principales espèces d'insectes sont bien connus (dispersés ou concentrés) et des conditions climatiques à venir (des conditions de sécheresse seraient particulièrement favorables aux insectes) (Tab 03). De nombreuses inconnues subsistent sur la biologie de nombreuses espèces et leur dynamique de population surtout sur la réceptivité des chablis qui dépend du type de chablis (renversés, cassés) et de l'importance des chablis (Drouineau, 2000).

Tableau 03 : Calendrier indicatif de colonisation potentielle des chablis par les principaux insectes xylophages (Drouineau, 2000).

	Mars2000	Avril 2000	Mai 2000	Juin 2000	Juillet- Aout 2000	2001 et après
Pins					Sirex	
Sapins- Epicéa	Liseré	Liseré			Sirex	
Chêne		Xyloterus sp	Xyloterus sp	Platype		
Hêtre		Xyloterus sp	Xyloterus sp			
Toutes essences						Cerambycides =longicornes

Drouineau (2000) a montré les différentes modalités possibles de lutte contre les insectes xylophages qui sont les suivantes : La sortie des bois hors forêt, avant la période d'activité des insectes xylophages. Hors « contexte chablis », une grande partie des bois sont mis hors de portée des xylophages « forestiers » de cette manière, la conservation par voie humide. L'écorçage des grumes, cette technique a été utilisée de façon ancestrale en sapinière et pressière contre la piqûre. A noter que seul un écorçage minutieux ne laissant aucun lambeau d'écorce, garantit une protection efficace à défaut, le traitement insecticide avant la colonisation.

Selon (Lathuillière, 2018), généralement à exploiter les bois concernés et à brûler les rémanents (ou les jeunes plants attaqués dans le cas des plantations).

3 Champignons associés aux insectes xylophages

3-1 Définition

Les champignons, ce nom évoque immédiatement : les cèpes, les morilles, les mousses, les amanites et autres espèces plus ou moins comestibles, constitués d'un chapeau et d'un pied ou d'un appareil végétatif toujours bien visible. Toutefois, en plus de ces espèces macroscopiques, il existe le monde des micromycètes, qui ne sont observables qu'en microscopie (Branger et *al.*, 2007). Ce sont des microorganismes filamenteux, dont l'élément structural est l'hyphe, plusieurs hyphes formant le mycélium ou thalle. Le règne des champignons est composé de quatre phylas : Chytridiomycota, Zygomycota et Basidiomycota (Delarras, 2014). Ils sont également la cause de la majorité des maladies des plantes ainsi que de nombreuses maladies des animaux et de l'Homme (Pacioni, 1996). L'étude des champignons pouvant provoquer chez l'Homme une maladie infectieuse appelée mycose. Elle est la conséquence du parasitisme fongique au niveau de la peau, des muqueuses et des organes (Pebret, 2003).

3-2 Classification des champignons

Selon Davet. (1996), les grandes lignes de la classification des champignons ont indiquées dans le Tableau (04)

Tableau04: Classification des champignons (Davet, 1996).

Paroi	Cloisons	Zoospores	Forme sexuée	Classe	
Non	Non	variable	variable	Myxomycètes	
Oui	Non	Oui (2 flagelles)	Oospore	Oomycètes	
Oui	Non	Oui (1 flagelles)	Zygote	Chytridiomycètes	
Oui	Non	Oui (1 flagelles)	Zygote	Zygomycètes	
Oui	Oui	Non	Asque	Ascomycètes	
Oui	Oui	Non	Baside	Basidiomycètes	
Oui	Oui	Non	Non	Deutéromycètes	
		Non			

3-3 Propriétés principales des champignons

Selon Delarras (2014), les propriétés principales des champignons (formes, croissance, métabolisme...) et leurs conditions physico-chimiques de culture (Tab 05) sont :

Tableau 05 : Propriétés principales des champignons (Delarras, 2014).

Propriétés des champignons	Conditions physico-chimiques
<p>Formes : structure filamenteuse. Hyphes ou filaments à parois souvent composées de chitine, septées ou siphonnées</p> <p>Espèces dimorphiques avec une forme levure qui se multiplie par bourgeonnement ou scissiparité (<i>Candida albicans</i>...)</p>	<p>Température :</p> <p>Optimum de croissance de 25 à 35C° : champignons à mésophiles</p> <p>Maximum de 60 à 62 C° : champignon thermophile</p> <p>20à 50C° : champignons thermotolérants</p>
<p>Croissance des hyphes : croissance strictement apicale, puis ramification de l'hyphe conduisant à la formation d'un mycélium ou thalle</p>	<p>Ph</p> <p>En général ph entre 4,5 et 8 avec optimum entre 5,5 et 7,5</p> <p>A ph < 4,5 champignons acidophiles</p>
<p>Métabolisme général : *Chimiohétérotrophes</p> <p>*Source de carbone et d'énergie : molécules carbonées organiques</p> <p>*Suivant les espèces, peuvent lyser des polymères complexes grâce à des enzymes extracellulaires : cellulose, amidon, pectines mais aussi des protéine, des lipides...</p>	<p>Aération</p> <p>En général aérobies</p> <p>Quelque espèces micro-aérophiles et anaérobies stricte</p> <p>Nombreuses levures et moisissures fermentant les glucides</p>
<p>Métabolisme spécifique : fabrication de métabolites fongiques toxiques (exotoxines) par des moisissures saprophytes appelées mycotoxines, ces molécules sont toxiques pour l'homme, les animaux et même les plantes</p>	<p>Lumière :</p> <p>Pas d'action du spectre visible sur la croissance végétative des champignons</p> <p>Action sur la sporulation chez certains champignons</p>
<p>Mode de reproduction : sexuée ou asexuée par l'intermédiaire de spores</p>	<p>AW</p> <p>Valeur limite de 0,65 pour la disponibilité en eau</p> <p>Champignons xérophiles</p>
<p>Habitats naturels et autres :</p> <p>*Air, eau, sols ; vivent en saprophytes ou parasites</p> <p>*Champignons pathogènes pour l'homme, agents d'aspergilloses, de dermatophytoses</p> <p>*Matières premières alimentaires, aliments pouvant être contaminés par des moisissures toxinogènes</p>	

3-4 Champignons pathogènes du cèdre de l'Atlas

Les champignons sont les agents responsables de la dégradation d'une grande partie des substances organiques (saprophytisme) et la destruction aussi bien des denrées alimentaires, des peaux, des tissus, du bois et d'autres biens de consommation (Pacioni, 1996). Ils sont impliqués dans diverses affections du cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*. Ils s'attaquent à tous les organes sur lesquels ils provoquent de nombreux symptômes. Dans l'aire naturelle de *C. atlantica*, certains champignons pathogènes attaquant le bois provoquent des dégâts très importants (Abourouh et Morelet, 1999). Les arbres attaqués par les xylophages parasites des conifères sous l'influence de phéromones et parce qu'ils hébergent des champignons véhiculés par les insectes (Wood, 1982 in Chararas, 1986).

Les champignons lignivores, en décomposant le bois, entraînent des pourritures plus ou moins actives et causent des pertes économiques importantes. Selon la nature des enzymes qui détruisent la lignine ou la cellulose, les altérations de l'arbre prennent différents aspects. Le manque d'une sylviculture intensive, la pression humaine, en favorisant la propagation d'un parasite endémique ou entraînant l'affaiblissement des arbres hôtes et, par conséquent, leur sensibilité, sont à l'origine de maladies cryptogamiques graves et généralisées. Ils existent cependant peu de parasites de nature fongique spécifiques au cèdre (M'hirit et Benzyane, 2006). Les arbres morts vont subir une désagrégation progressive par les insectes et les champignons pathogènes mais ces parasites ne présentent aucun danger pour les arbres vivants du voisinage (Nao, 2013).

Les champignons et les insectes xylophages s'attaquent très rarement aux arbres sains, préférant de loin les arbres malades ou morts (Liagre, 2006).

3-5 Association insectes-champignons

Il existe des associations fortes entre des champignons et des insectes qui peuvent être communes, occasionnelles mais parfois hautement spécifiques et obligatoires (Sauvion et al., 2013). Cette association est connue chez des insectes dont le régime alimentaire est très spécialisé comme les aleurodidae suceurs de sève pauvre en protéines, chez des mangeurs de kératine, chez des hématophages et chez des xylophages. Les symbiotes peuvent être des éctosymbiotes situés à l'extérieur de l'organisme de l'insecte comme les champignons qui sont cultivés et mangés par les fourmis de genre *Atta*. Les symbiotes sont le plus souvent des endosymbiotes situés dans le corps d'insecte, en général dans le tube digestif. Ou dans des annexes du tube digestif (Dajoz, 2010).

4 Généralités sur les huiles essentielles

Introduction

Le médecin suisse Parascelsus von Hohenheim a inventé le terme "d'huile essentielle" pour désigner le composé actif d'un remède naturel au XVI^e siècle (Burt, 2004). Il y a environ 3000 huiles disponibles actuellement, dont environ 300 sont commercialisées, principalement pour l'industrie des arômes et des parfums. Pour ces raisons, l'étude de ces plantes pour leurs avantages pour la santé humaine demeure une tâche fascinante et utile (Ait Amar, 2022).

4-1 Définitions

Une huile essentielle est un liquide aromatique issu de plantes, on l'extrait de certains organes : fleur, feuille, écorce, racine, graine... de plantes riches en essences odorantes. Cette essence aromatique est très puissante, car c'est elle qui protège la plante des parasites, des infections, des rayons du soleil, des insectes (Garcia, ?). Une huile essentielle est un liquide odoriférant d'aspect fluide à épais et de couleur variable selon les plantes dont elle est extraite, les gouttelettes d'huile essentielle sont libérées dans l'atmosphère et parviennent jusqu'à notre nez. Les récepteurs olfactifs du nez sont alors activés : ils envoient des stimuli sensoriels à différentes zones du cerveau (Equipe physique, 2020).

Les huiles essentielles sont des substances organiques aromatiques liquides à température ambiante qu'on trouve naturellement dans diverses parties des arbres, des plantes, des épices, etc (Turgeon, 2001). Elles sont considérées comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke and Kaufman, 1999).

La norme AFNOR T75-006 (février 1998) définit l'huile essentielle comme un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des citrus, soit par distillation sèche (Bruneton, 1999).

4-2 Répartition et localisation

Généralement, les huiles essentielles existent chez les végétaux supérieurs. Ces dernières sont appelées plantes aromatiques. Selon Bachelot et *al.* (2005), parmi les principales familles des plantes aromatiques, on distingue:

- **Les Abiétacées** (anciennement appelées Pinacées) : 200 espèces réparties en 10 genres, représentées par les conifères (les sapins, les cèdres, les mélèzes, les épicéas, et les pins).
- **Les Cupressacées** : C'est une famille comprenant des arbres et arbrisseaux à feuilles écaillées en général. On y trouve les cyprès, les thuyas et les genévriers.
- **Les Lamiacées** (anciennement appelées les Labiées) : C'est une importante famille de plantes dicotylédones avec environ 6000 espèces réparties en 9 sous familles elles même réparties en 210 genres (les lavandes, les menthes, le romarin...). Cette famille est une grande source d'huiles essentielles.
- **Les Myrtacées** : Cette famille est représentée par des arbres, des arbustes ou arbrisseaux. On trouve 3000 espèces réparties en 130 genres, en zones tempérées, subtropicales et tropicales (surtout en Australie et en Amérique). Dans cette famille on trouve de nombreux eucalyptus, des girofliers, et des myrtes.
- **Les Lauracées** : 2000 à 2500 espèces. Ce sont des arbres verts et sauvages, que l'on trouve surtout au Brésil. On y trouve les cannelles (de Chine), le laurier noble, le sassafras...etc.
- **Les Rutacées** : On y trouve 900 espèces réparties en 50 genres, qui sont en zones tropicales ou subtropicales. Ce sont des arbres, arbustes ou plus rarement des plantes herbacées, grands producteurs d'huiles essentielles (le citron, le citron vert, la mandarine).
- **Les Ericacées** : Famille des plantes ligneuses, que l'on trouve en régions tempérées et tropicales. On trouve 3500 espèces. Ce sont des plantes très précieuses en thérapeutique (la gaulthérie, le lédon).
- **Les Astéracées** anciennement appelées Composées : Ils forment la plus grande famille du règne végétal. On trouve plus de 20,000 espèces, surtout en zones sèches et arides (la camomille, l'estragon, et la santoline).

4-3 Préparations huileuses

La base de ces préparations sont les huiles végétales qui sont obtenues par expression (huile végétale) ou macération (extrait liquide ou macérât huileux) et choisies en fonction de leurs qualités de véhicule ou leur action propre. Les huiles végétales sont d'excellents véhicules pour les huiles essentielles, mais de très mauvais véhicules pour les teinture-mères, les extraits fluides et autres substances hydrophiles. (Limonier, 2018). Une huile essentielle est issue de la distillation de plantes dites aromatiques, c'est un liquide contenant de nombreuses molécules actives en très grande concentration. Le pharmacien d'officine est de plus en plus confronté à la demande croissante des huiles essentielles au comptoir, en effet elles sont de plus en plus utilisées et notamment dans un but thérapeutique (c'est ce que l'on appelle l'aromathérapie), du fait de leur grande efficacité sur l'organisme. Les huiles essentielles étant des produits très concentrés, elles sont aussi potentiellement très toxiques si elles sont mal utilisées, d'où l'importance de savoir si les huiles essentielles que l'on trouve sur le marché sont toutes de qualité équivalente. Pour cela, il est essentiel de comprendre la manière dont elles sont encadrées juridiquement et la manière dont elles sont contrôlées. Cette recherche va permettre de comprendre comment assurer au maximum le bon choix des huiles essentielles à utiliser en officine (Baules, 2016).

4-4 Propriétés majeures des huiles essentielles

Elles sont extrêmement anti-infectieuses, antiseptiques et antivirales. Ce sont les seules alternatives aux antibiotiques, et elles ont largement fait la preuve de leur efficacité dans ce domaine. Mais leurs aptitudes couvrent des domaines bien plus larges : elles sont antidouleurs, cicatrisantes, antihémorragiques, digestives, elles régulent l'immunité, les hormones, elles déstockent les graisses infiltrées ou renforcent les vaisseaux sanguins. À chaque huile essentielle son rôle et, pour la plupart, ses multiples activités (Festy, 2014).

4-5 Principe actif des huiles essentielles

Il y a plus de 200 substances actives différentes dans chaque huile essentielle, des alcools, des éthers, des terpènes, des acétates, des cétones, des phénols... C'est l'ensemble qui lui confère ses propriétés, et non pas seulement tel principe actif. C'est aussi parce que

les principes dits « actifs » sont entourés d'autres substances que notre organisme tolère les huiles essentielles. Tandis que dans les médicaments classiques, c'est justement leur « pureté » chimique (un principe actif, pure) qui est aussi responsable de leurs effets secondaires. Les constituants « mineurs » ne sont donc pas mineurs du tout (Festy, 2014).

4-6 Composition chimique

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe et soumise à de très nombreuses variables. Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle (Couic-Marinier et Lobstein, 2013). En générale les classes chimiques suivantes sont les principaux constituants :

4-6-1 Composées terpéniques

Les composées terpéniques englobent plusieurs constituants qui sont bien illustré dans la Fig 06. Parmi les principales famille de plantes riches en terpènes, se rencontrent dans un nombre limité d'Angiospermes parmi les familles des Myrtacées (Eucalyptus), Rutacées (Pyrus malus, Citrus), Lauracées (Nerium), Labiées (Thymus, Mentha, Lavandula, Rosmarinus, Origanum) et Astracées (camomille, Inula) (Merghem, ?).

1/ Monoterpènes

Ce sont des produits généralement odorants obtenus par entraînement à la vapeur d'eau des végétaux entiers ou d'organes de végétaux. Beaucoup de monoterpènes réguliers (C10) se trouvent sous formes cyclisées. Ils constituent une part importante des huiles essentielles. Beaucoup de plantes contenant des huiles essentielles sont utilisées en nature pour leurs propriétés médicinales et en alimentation comme épices ou aromates (Merghem, ?).

2/ Sesquiterpène

Les sesquiterpènes peuvent être également, comme les monoterpènes, acycliques (farnésol), monocycliques (humulène, α -zingibèrene) ou polycycliques (matricine, artéannuine, β -artémisinine). Ils renferment aussi des fonctions comme alcools (farnésol, carotol, β -santalol, patchoulol), cétones (nootkatone, cis-longipinane-2.7-dione, β -vétivone), aldéhydes (sinensals), esters (acétate de cédryle) (Laouer, 2004).

3/Composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Melik (2010) évoque que certaines huiles essentielles renferment aussi des composés aromatiques plus particulièrement des composés phénylpropanoïdes dont la biogenèse est différente de celle des terpènes (Paris et Hurabielle, 1981; Bruneton, 1999; Guignard, 2000). Parmi les divers composés aromatiques dérivés du phénylpropane et présents dans les huiles essentielles, on peut citer : l'acide et l'aldéhyde cinnamiques (essence de cannelle), l'eugénol (essence de girofle), l'anéthole et l'aldéhyde anisique (huile essentielle de badiane, d'anis et de fenouil), le safrôle (huile essentielle de saffras).

4-7 Procédés d'extraction des huiles essentielles

Les différentes techniques d'extraction des huiles essentielles ou extraits aromatiques doivent d'une part, tenir compte de ces caractéristiques et d'autre part, apporter des performances quantitatives satisfaisant une forte demande toujours plus exigeante (Lucchesi, 2005). Les principales méthodes d'extraction sont : la Distillation à vapeur saturée, l'entraînement à la vapeur d'eau, l'hydrodiffusion, l'expression à froid, l'extraction par les solvants, l'hydro distillation, l'enfleurage (l'extraction par les corps gras) et enfin l'extraction par micro- ondes (Lucchesi, 2005).

4-8 Facteurs de variabilité de la composition des huiles essentielles

Etant formées de mélanges généralement complexes, les huiles essentielles présentent une très grande variabilité, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement des plantes d'origine. Cette variabilité peut s'expliquer par différents facteurs, que nous pouvons regrouper en deux catégories :

Facteurs intrinsèques, liés à l'espèce, au type de clone, à l'organe concerné, à l'interaction avec l'environnement (type de sol ou climat, ...) et au degré de maturité du végétal concerné, voire au moment de la récolte au cours de la journée ;

Facteurs extrinsèques, en lien avec la méthode d'extraction (Besombes, 2008).

4-9 Critères d'une huile essentielle

Scimeca et Tétou. (2005), ont montré que l'origine géographique d'une huile essentielle doit être garantie ; l'espèce de plante doit être bien déterminée. La

dénomination latine de l'espèce botanique permet d'éviter les confusions parfois dramatiques. Par exemple, la badiane de chine est excellente pour la digestion et les spasmes en tous genres, mais la badiane de japon est toxique. Seuls les noms latins les distinguent, l'identification de la partie de la plantes utilisée (écorce, tiges, racines, feuilles, fruits) doit être possible, la couleur, l'odeur et les éléments visibles à l'œil nus doivent être constants. Le contrôle par chromatographie qui repose sur le principe de séparation des constituants en fonction de leur densité et de leur charge électrique.

4-10 Utilisation les huiles essentielles

Les huiles essentielles étant la protection de la plante, elles sont polyvalentes et permettent de faire face à toutes les agressions, de soutenir le processus de guérison et de stimuler les défenses de la plante mais aussi de la soulager. pas d'effets secondaires (si elles sont utilisées correctement) ni d'accoutumance. elles s'adaptent aux besoins de l'organisme sans remplacer ses fonctions (Garcia, ?).

D'après Gonnin (2012), les huiles essentielles ne sont pas utilisées dans un cadre d'aromathérapie stricte mais davantage retrouvées dans les soins infirmiers, sous forme diluée dans une huile végétale, ou sous forme pure en cas de diffusion atmosphérique. Certains hôpitaux ont recours aux huiles essentielles de manière globale pour améliorer la qualité de vie des patients (réduction des troubles du sommeil, de l'anxiété, rétention urinaire, par exemple) mais les services les plus concernés par cette pratique sont ceux de maternité, d'oncologie et de soins palliatifs.

Les huiles essentielles ont la particularité de pouvoir agir à deux niveaux thérapeutiques en même temps. Premièrement, elles agissent au niveau corporel en raison de leur forte concentration en principes actifs phytothérapeutiques et deuxièmement, au niveau corps émotionnel grâce à leur qualité vibratoire (Heimann, 2014).

4-11 Action des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont biosynthétisées par les végétaux en réponse à des conditions de stress et surtout pour combattre les agents infectieux ou parasitaires. Les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles et de leurs composants ont été largement étudiées (Goetz et Ghédira, 2012).

Les huiles essentielles ont un spectre d'action très large puisqu'elles inhibent aussi bien la croissance des bactéries que celles des moisissures et des levures. Leur activité antimicrobienne est principalement en fonction de leur composition chimique, et en particulier de la nature de leurs composés volatils majeurs. Elles agissent en empêchant la multiplication des bactéries, leur sporulation et la synthèse de leurs toxines. Pour les levures, elles agissent sur la biomasse et la production des pseudomycelium alors qu'elles inhibent la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production de toxines chez les moisissures (Caillet *et al.*, ?).

Conclusion

Le domaine d'application des huiles essentielles est largement utilisé pour traiter un certain nombre de maladies internes et externes ainsi que contre la prolifération des insectes nuisibles et des champignons. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à des espèces végétales répandues dans le bassin méditerranéen et utilisées pour traiter et stopper le développement d'un certain nombre de champignons.

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I : Les forêts d'expérimentation

01 Problématique

Les cédraies des forêts du sud de Setif (forêts de Boutaleb et forêts d'Ouled Tebben) sont en voie de dépérissement. Plusieurs hypothèses ont été émises par divers spécialistes (Sécheresse, changements climatiques, parasites, insectes et champignons). Ces derniers, insectes et champignons semblent jouer un rôle non négligeable sur la dégradation de ces forêts. De ce fait un inventaire des insectes xylophages en particulier et des champignons qui les accompagnent (symbiotes) s'impose, accompagné d'un essai de lutte biologique par l'utilisation des huiles essentielles

02 Objectif

L'objectif de ce travail vise principalement un inventaire des insectes xylophages du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), un inventaire des champignons associés aux insectes, par l'utilisation de la PCR et l'utilisation des huiles essentielles de quelques plantes, dans le but d'une lutte biologique contre les champignons.

03 Choix des stations

Le choix des stations a été basé sur deux critères. Le dépérissement du cèdre qui s'accroît d'année en année et la facilité de l'accès aux forêts avec l'aide des forestiers.

1- Forêt d'Ouled Tebben

La forêt d'Ouled Tebben fait partie des montagnes du Hodna. Elle était jadis recouverte de vastes forêts (cantons) de cèdre qui ont disparu peu à peu et dont il ne reste plus que des cantons isolés d'âge moyen de 150 à 200 ans, ne se régénérant plus et situés au sommet du djebel Gueddil. Elle présente dans l'ensemble un joli taillis de chêne vert, assez bien conservé, non aménagé et d'âge moyen de 15 ans, assez dense et d'une futaie de pin d'Alep médiocre, sans régénération. Cette forêt a été exploitée assez fortement, environ 33 000 stères de chêne vert, peu d'incendie, mais pâturage très intense, délits de coupes de bois de chauffage et d'industrie de fabrication de goudrons. Les réserves comportaient 39 650 m³ de bois d'œuvre (650 m³ de cèdre et 57 000 tonnes de bois de chauffage (Société forestière, 2009).

1-1 Situation géographique et administrative

La forêt des Righa Dahra est située dans la partie orientale de la chaîne du Hodna à 60 Km au sud-ouest de Sétif (Zerroug, 2020). La chaîne du Hodna a une importance croissante de l'Ouest à l'Est. Elle commence vers l'Ouest avec les contreforts de l'Ouenougha, dans le djebel Tarfa (1240m), puis le djebel Gourin (1036m), avant de prendre son individualité bien nette dans le djebel Maadhid. Elle est partagée par les dépressions de l'ouled Ksob, descendu de la Medjana, et de l'Ouled Soubella, provenant de la plaine des Rirhas, en trois tronçons qui s'échelonnent en gradins successifs : le Djebel Maadhid à l'Ouest (1848m), le massif des Ouled Tebben au centre (1740m), le Boutaleb à l'Est (1932m) (Colin, 1902).

La forêt des Righa Dahra est limitée au nord par la plaine de Ras El Oued et Djebel Kendour, à l'Est par Oued Soubella, Djebel Boutaleb et la cuvette de Salah Bey, à l'Ouest par Tagelait (forêt domaniale D'ouled Hannache), et au sud par les plis concaves D'El Guettaf et Chouf Hanache. La forêt domaniale des Righa Dahra (17021 ha) s'étale sur cinq djebels, installés autour de la plaine des Ouled Tebben. Au Sud-Ouest se trouve djebel Gueddil (1742 m) (Fig 06), au Sud-Est nous avons les djebels de Tindart (1418 m) et Rekiba (1308 m). Au Nord se situent les massifs D'El Bethmene et Ain Rafea, celui-ci abrite le point le plus haut de la forêt (1784 m) (Zerroug, 2020).

Le massif de Gueddil, occupe la zone la plus méridionale. Il est bordé, au nord et à l'Est, par la plaine des Ouled Tebben, au Sud et à l'Ouest par les plis concaves D'El Guettaf. Le pic de ce massif est à 1742 m d'altitude (Zerroug, 2020).

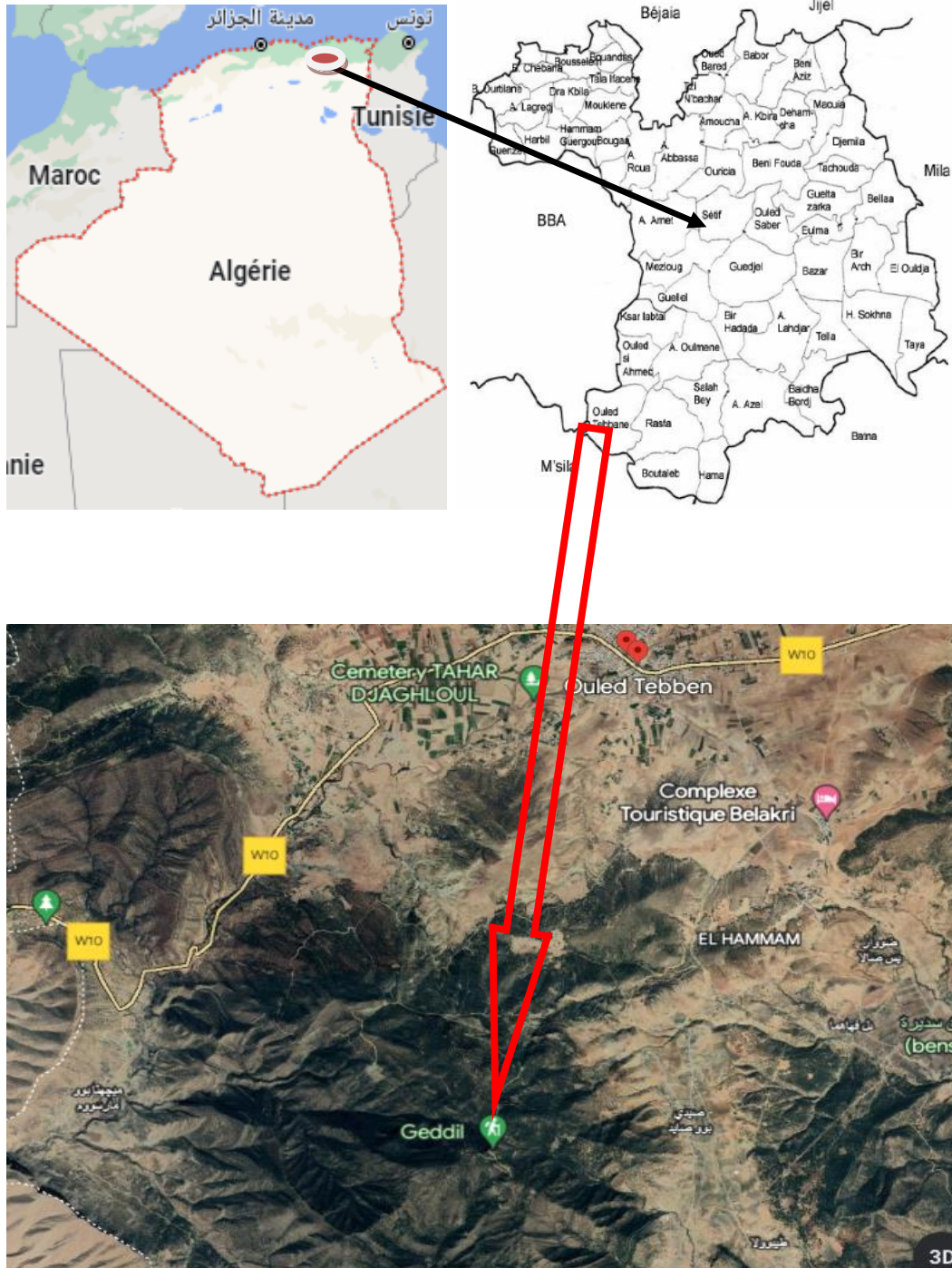


Fig 06: Localisation de Djebel Gueddil (Google Earth).

La forêt domaniale de Righa Dhra chevauche sur trois wilayate, soit respectivement les wilayate de : Sétif, M’sila et Bordj Bou Arrerridj.

1-2 Caractéristiques

L'analyse du milieu physique repose sur la collecte des données relatives à la géologie, l'hydrogéologie, la climatologie et la biogéographie (Ben Hamrouche, 2021).

Tableau 06 : Classe des altitudes

<i>Classe d'altitude</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>%</i>
700- 1000	155	22,79
1000- 1300	125	18,38
+ 1300	400	58,83
Total		100

22.79% des altitudes sont favorables au développement des essences forestières tel que le Pin d'Alep, 18,38% des altitudes sont favorables au développement d'essences tel le chêne vert et enfin, environ 12% des altitudes sont favorables au développement d'essences tel que le cèdre (Tab 06).

Notons que le point le plus haut est à 1785 m, se trouvant sur le sommet de Djebel Safia El Hamra, contre celui le plus bas à seulement 730 m environ, situé à Ain El Hammam au Sud, dans la partie relevant territorialement de la wilaya de M'sila.

Ces deux points d'altitudes nous donnent une idée sur la dénivelée au niveau de la zone d'étude qui est de l'ordre de 1055 m expliquant la physionomie montagnarde de la zone.

La période durant 2002-2017 a varié pendant l'année entre un maximum de 695mm en 2003 à un minimum de 276 mm en 2017 (l'ONM (Office National de Météorologie, Station de Setif).

Tableau 07 : Répartition des températures à travers la station de référence

<i>Stations</i>		<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>JT</i>	<i>A</i>	<i>Moyne</i>
<i>SETIF</i>	Max	27.8	23.1	15.3	11	10.6	11.3	15.1	18.9	24.2	30.5	34.8	33.9	21.4
	Mini	10.6	6.6	1.1	-2.1	-2.7	-2.4	-0.1	2.7	6	10.9	14.2	14.2	4.9
	M (moyen)	19.2	14.85	8.2	4.45	3.95	4.45	7.5	10.8	15.1	20.5	24.5	24.5	13.5

(ONM , Station de Setif, 2002-2017)

La moyenne annuelle de la température durant la période 2002-2017 atteint le maximum en Juillet et Aout à 24,5°C, un minimum durant décembre et février à 4,45°C.

La moyenne des températures de 2002 à 2017 est de 21,4 C (Tab 07).

Tableau 08 : Répartition de la pluviométrie dans la station

Station	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avril	Mai	Juin	Jt	Aout	Cumul annuel
Setif	27.9	28.2	40	40.9	44.7	38.7	38.1	47.3	38.9	22.6	12.7	17.3	397.3

(ONM , Station de Setif, 2002-2017)

La moyenne pluviométrique des années 2002-2017 est de 397,3 mm (Tab 08).

Le climat de la zone d'étude est du type méditerranéen continental semi-aride, à hiver frais avec un quotient pluviothermique égal 36,94

L'observation du diagramme ombrothermique de la zone d'étude pour la période de 2002 à 2017 montrent l'existence d'une période sèche qui s'étale entre la fin du mois de Janvier à la fin du mois de juin, le restant de l'année étant la période humide.

2- Forêt de Boutaleb

Le massif forestier de Boutaleb, situé au sud de la wilaya de Sétif (Nord-Est algérien), fait partie de la chaîne des monts de Hodna, présente une diversité floristique très riche, avec plus de 360 taxons, appartiennent à 56 familles et 226 genres, avec 32 taxons endémiques (Sedjar, 2012). Elle appartient à la circonscription d'Ain Oulmen, et occupe le djebel Boutaleb. Cette forêt s'étend sur une superficie de 2800 ha et le point le plus haut culmine à 1830 m d'altitude. La structure physique de la forêt est montagneuse, elle se caractérise par une orographie de direction E-O. La forêt est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, avec une pluviométrie de 200 mm/an concentré en hiver et au printemps. La forêt présente plusieurs types de formations végétales sous forme de forêt, matorral, pelouse et steppe. Trois espèces principales dominent dans la forêt de Boutaleb, le pin d'Alep, le chêne vert et le cèdre de l'Atlas (Zerroug, 2012).

Selon Sedjar (2012), le massif de Boutaleb s'éloigne de Sétif par plus de 50 Km, s'allonge d'ouest en Est sur 35 km avec une largeur moyenne de 12 Km. Occupant une superficie de 28427 ha, le massif de Boutaleb s'encadre (Fig O7.) : -Au Nord par la cuvette de Salah Bay (Nord-Ouest) et d'Ain Azel (Nord-est). -Au Sud par l'aire

synclinal de Barika et de dépression du chat Hodna. -A l'ouest par la R N°28 Sétif - Barika en passant par les gorges Soubella. -A l'est par la nouvelle RN° ex CW 35 Ain azel- Ngaous - Barika.

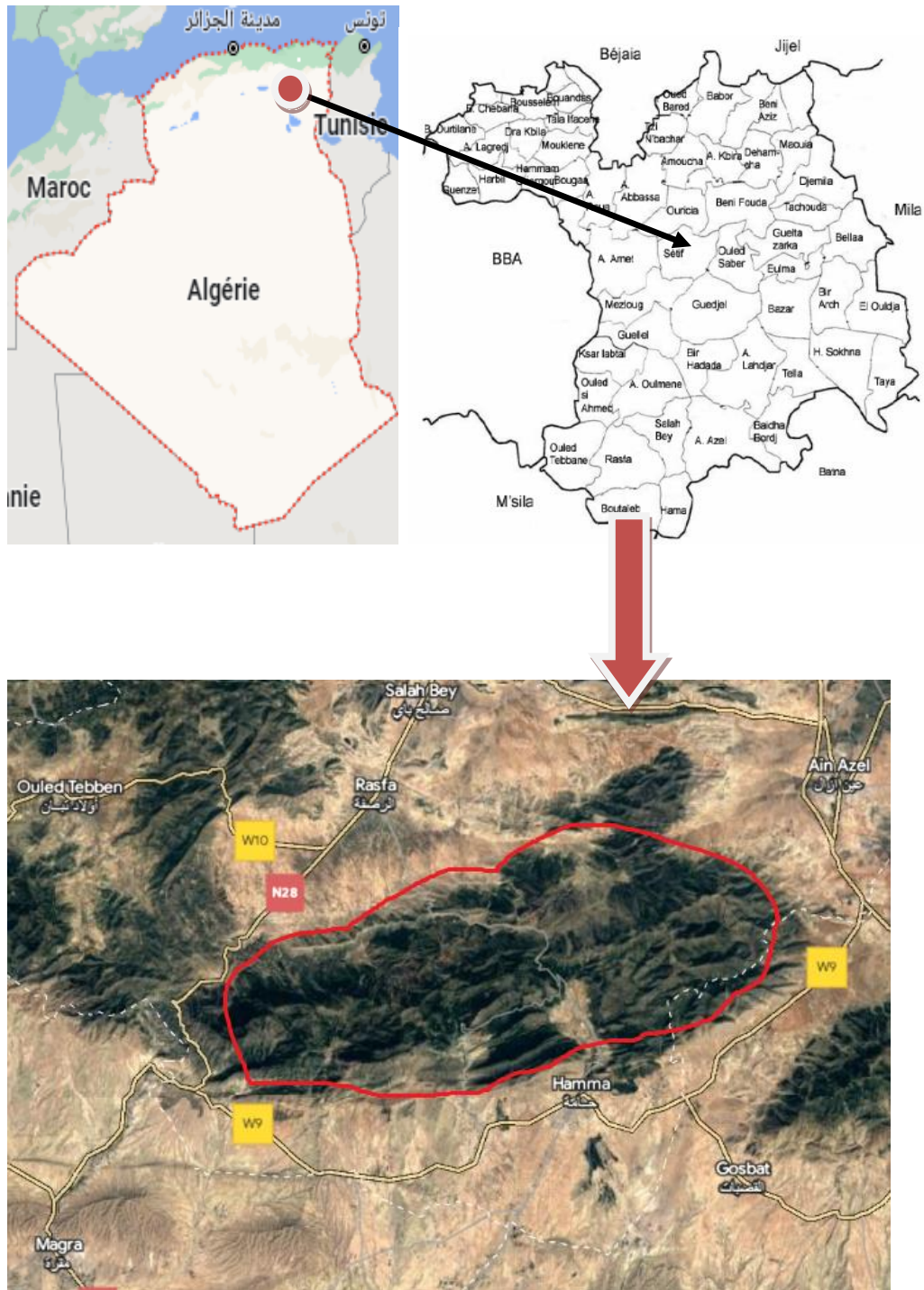


Fig 07 : Localisation géographique de Boutaleb (Google Earth)

2-1 Caractéristiques

Selon la Société d'étude et de Réalisation des Travaux Forestiers (2009), la forêt domaniale de Boutaleb se situe au niveau de la wilaya de Sétif sur sa partie méridionale, faisant limite avec la wilaya de M'sila au Sud-Ouest et celle de Batna au Sud-Est. Cette forêt est répartie sur 46 cantons dont deux (2) cantons sont inclus dans le territoire forestier de Magra (w. de M'sila) s'étendant sur 779 ha et quatre (4) cantons sur celui de Gosbete (w. de Batna) s'étalant sur 1851,62 ha. Le reste c'est-à-dire 40 cantons d'une superficie de 25.796.55 ha sont forestièrement inclus dans le territoire de la conservation de Sétif.

La répartition du massif selon les différentes expositions nous montre une prédominance de l'exposition Sud. Aussi on peut se trouver parfois en présence de deux expositions simultanées, d'effets contraires sur des micro-reliefs.

Plus de 80% du massif de Boutaleb est inclus dans le bassin versant du Hodna et dont tous les affluents se jettent dans le chott Hodna pendant la période pluvieuse.

Le réseau hydrographique de tous les cantons de la forêt est important et très ramifié avec une forte densité de talwegs chevelus, issus de plusieurs lignes de crête de la zone, étant donné l'importance des fortes pentes.

Des sommets des massifs montagneux ruissellent des oueds, talwegs et ravins le long des versants et s'écoulent à l'extérieur des terres forestières dans les plaines et dépressions situées en aval.

Les oueds drainant le massif de Boutaleb sont presque exclusivement secs en été, à l'exception de l'oued Faragh dont l'écoulement permanent rejoint l'Oued Soubella à l'Ouest, ce dernier se jette dans le chott (Société d'étude et de Réalisation des Travaux Forestiers, 2009).

2-2 Végétation

La végétation de ce massif est très perceptible par l'empreinte de l'homme, de ses activités quotidiennes et saisonnières et aussi du feu. Le pin d'Alep est un produit inflammable espèce, fréquemment touchées par les incendies de forêt, caractérisées par une densité de peuplement élevée et une présence continue de branches le long de la tige . Les forêts de pins ont une grande résilience au feu, mais leur processus de régénération pourrait échouer lorsque la récurrence des incendies est élevée. Cependant, la caractérisation de la forêt de pins d'Alep dans la forêt de Boutaleb a été

moins analysé (Neghnagh et *al.*, 2022). D'après Sedjar (2012) ce massif présente une diversité floristique très riche, avec plus de 360 taxons, appartiennent à 56 familles et 226 genres, avec 32 taxons endémiques. Zerroug (2012), montre la richesse de massit de Boutaleb de plusieurs types de formations végétales à savoir: forêt, matorral, pelouse et steppe. Trois espèces principales dominant dans la forêt, le pin d'Alep, le chêne vert et le cèdre de l'Atlas.

Conclusion

Les Forêts de Boutaleb et Ouled Tebben présentent des dégradations importantes entraînant une diminution de la surface occupée par certaines essences surtout le cèdre de l'Atlas et le pin d'Alep (les plus remarquables.).

Chapitre II : Identification des insectes

Matériel et Méthodes

L'objectif de cette partie est d'inventorier et d'identifier les insectes xylophages en l'occurrence des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) dans deux foêts Boutaleb et Ouled Tebben.

1 Choix des stations

Pour la collecte des données, 24 placettes d'échantillonnage ont été délimitées dans la forêt de Boutaleb et 5 dans le massif d' Ouled Tebben, soit 600 m de dénivelé à Boutaleb et 300 m à Ouled Tebben (Fig 08, 09). Car, la forêt de boutaleb est plus grande et le taux de dépérissement est plus élevé que ouled tebben, et l'accès d'ouled tebben est dangereux sans forestier

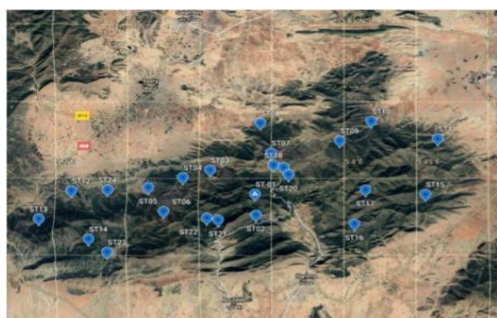


Fig 08 : Stations d'étude, forêt de Boutaleb
(Google Earth)

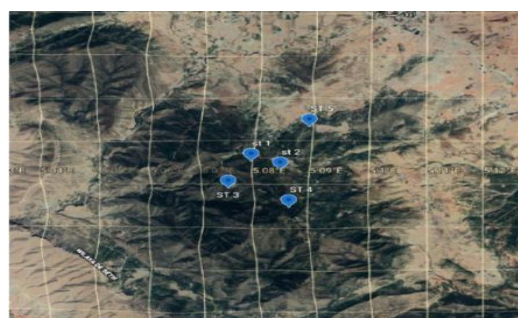


Fig 09: Stations d'étude, forêt d' Ouled Tebben
(Google Earth)

2 Conception expérimentale et collecte des données

Les coordonnées géographiques ont été notées pour chaque parcelle d'échantillonnage (Tab 09). Les parcelles d'échantillonnage ont des dimensions de 10 m x 10 m. Les données ont été enregistrées sur des cèdres sains, moribonds et dépérissant.

Tableau 09: Coordonnées géographiques des parcelles d'échantillonnage dans les forêts de Boutaleb et d'Ouled Tebben (2017-2018).

Echantillonnage parcelle #	Coordonnées géographiques et altitude		
	Site Boutaleb		
	°C Nord	°C Est	Altitude (m)
1	5.340130	35.740548	1640
2	5.340662	35.729884	1665
3	5.309280	35.757397	1207
4	5.290670	35.755532	1193
5	5.264712	35.747510	1137
6	5.275304	35.730040	1294
7	5.351525	35.769566	1431
8	5.342875	35.787868	1115
9	5.396399	35.776078	1166
10	5.419529	35.788822	1100
11	5.465295	35.779616	1209
12	5.213721	35.745298	1095
13	5.188914	35.726090	1122
14	5.224046	35.712986	1392
15	5.457416	35.741290	1260
16	5.408058	35.723561	1300
17	5.415923	35.745920	1489
18	5.351956	35.755358	1347
19	5.395022	35.753739	1356
20	5.362336	35.749795	1431
21	5.313462	35.720338	1327
22	5.305581	35.720952	1232
23	5.236104	35.700354	1180
24	5.236139	35.741571	1043
	Site Ouled Tebben		
1	5.080141	35.776332	1525
2	5.085235	35.774234	1604
3	5.075160	35.769929	1392
4	5.086457	35.765511	1597
5	5.089485	35.784424	1306

3 Méthodes

Différentes méthodes d'échantillonnage ont été utilisées pour la capture des coléoptères xylophages inféodés au cèdre de l'Atlas à l'aide de divers pièges.

3-1 Piège vitre : ce type de piégeage a été utilisé par plusieurs auteurs comme Brustel, 2001; Fraval, 2004; Bouget et Leseigneur, 2005; Dodelin et Leseigneur, 2010; Brusel et Rogé, 2011 ; Soldati et *al.*, 2015. Nous avons installé deux pièges à vitre sur différentes altitudes (Fig 10). Ils ont été installés durant le mois de mai de l'année 2017 et les prélèvements ont été effectués tous les 10 jours, en moyenne 3 fois/mois..



Fig 10: Piège vitre (Sebaihi,2017).

3-2 Pots Barber : Ce type de piège à été utilisé par plusieurs auteurs : Kourim et *al.*,2010; Benia, 2010 ; Souttou et *al.*, 2011. Un pot est enterré dans le sol (Fig 11) en dessous d’arbre tombé, nous avons installés 05 pots pièges durant la période de printemps 2017. Les pots Barber sont remplis d’eau additionnée de détergent.



Fig 11 : Pots Barber (Sebaihi, 2017).

3-4 Chasse à vue : Le prélèvement à "vue" (ou chasse à "vue") (Fig 12). Cette méthode de chasse consiste prélever les insectes directement à la main ou bien à l’aide d’un aspirateur. Plusieurs auteurs ont appliqué cette méthode de prélèvement comme (Cucherat et Demuyneck, 2008; Benia, 2010; Bouraada et *al.*, 2015; Naama et

al., 2015). Lors de la manipulation nous pouvons trouver des signes (traits) spéciaux sous corticales des insectes xylophages qui sont des galeries (Fig 13).

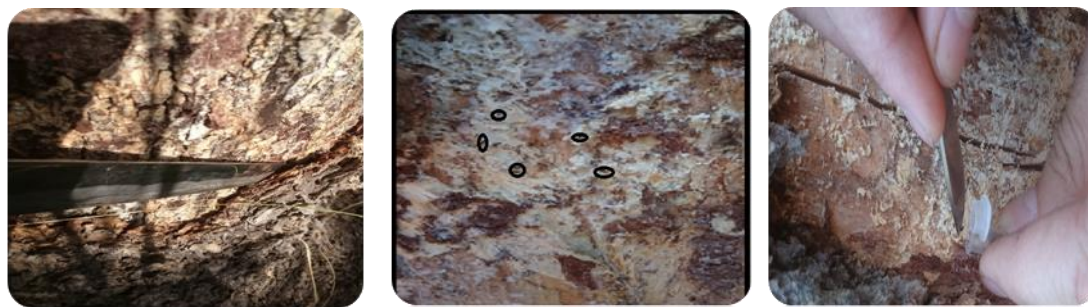


Fig 12 : Chasse à vue.



Fig 13 : Galeries visibles sous l'écorce (Sebaihi, 2017).

4 Calendrier de travail

Les troncs des arbres échantillonnés ont été coupés et ramenés au laboratoire pour analyse, basée sur l'observation directe de l'écorce et la présence de poussières de forage comme indicateurs de l'infestation par les scolytes. Les insectes récoltés ont été identifiés en coordination avec le Professeur Benia, entomologiste au Laboratoire de Recherche LADPVA de la Faculté SNV de Sétif. L'identification des spécimens collectés a été reconfirmée par le Professeur Amador Vinolas du Musée de Barcelone, et inventoriée selon leurs caractéristiques taxonomiques et l'aspect des galeries sous l'écorce. (Clé identification Balachowsky (1949) ; Duffy (1953)).

4-1 Forêt de Boutaleb

13 sorties ont été effectuées durant l'année 2017-2018 - Forêt de Boutaleb (Tab 10), Les arbres tombés (dépris, volis ou chablis ou arbres morts sur pied (chabli)) ont été choisis.

Tableau 10: Calendrier de travail : forêt de Boutaleb (2017-2018).

Numéro de sortie	La date de sortie	Les zones de prélèvement	Les stations (st)	Etat des arbres	nombre d'insectes prélevés
01	03/05/2017	Afghane	01	Arbre mort	5
			02	Arbre tombé	46
			03	Arbre mort	11
02	19/05/2017	Ain Laaneb	01	Arbre mort	00
			02	Arbre tombé	00
03	26/05/2017	Ain Laaneb	01	Arbre mort	00
			02	Arbre tombé	00
04	01/06/2017	Ain Laaneb	01	Arbre mort	51
			02	Arbre tombé	00
05	12/07/2017	Afghane	01	Arbre tombé	00
06	13/08/2017	Ain Laaneb	01	Arbre mort	44
			02	Arbre mort	00
07	28/08/2017	Ain Laaneb	01	Arbre tombé	00
			02	Arbre mort	02
			03	Arbre tombé	32
08	09/09/2017	Afghane	01	Arbre tombé	40
09	10/09/2017	Afghane	01	Arbre mort	232
			02	Arbre mort	42
10	12/09/2017	Afghane	02	Arbre tombé	02
			03	Arbre tombé	12
11	14/09/2017	Ain Laaneb	01	Arbre mort	00
			02	Arbre tombé	00
12	29/09/2017	Ain Laaneb	01	Arbre mort	00
13	15/05/2018	Ain Laaneb	01	Arbre tombé	04

4-2 Forêt d'Ouled Tebben

05 sorties durant l'année 2017 (Tab 11) ont été effectuées. Les arbres ont été choisis. Les prélèvements ont été effectués sur des arbres tombés (volis ou chablis) ou sur des arbres morts sur pied (chandelles).

Le nombre total d'individus collectés pour chaque site d'échantillonnage a été estimé et la fréquence de chaque catégorie spécifique a été calculée comme le rapport entre le nombre d'individus d'une catégorie donnée et le nombre total de spécimens collectés :

Tableau 11: Calendrier de travail : forêt d'Ouled Tebben 2017

Numéro de sortie	La date de sortie	Les zones de prélèvement	Les stations (st)	Etat des arbres	Nombre d'insectes prélevés
01	19/07/2017	Gdile	01	Arbre mort	72
02	20/08/2017	Gdile	01	Arbre mort	00
03	02/09/2017	Gdile	01	Arbre tombé	00
04	13/09/2017	Gdile	01	Arbre tombé	24
05	15/09/2017	Gdile	01	Arbre mort	00

Fréquence (%) = $100 \cdot (n_i/N)$, où n_i est le nombre d'individus d'une espèce donnée et N le total des sujets inventoriés.

Les données, recueillies au cours des treize dates d'échantillonnage, s'élèvent à 620 spécimens, dont 524 proviennent de la forêt de Boutaleb et 96 de la forêt d'Ouled Tebben (Fig 14, 15, 16, Tab 12).

Tableau 12 : Principales familles et espèces de coléoptères récoltées

Famille	Nombre d'espèces par famille	Espèces	Nombre d'individus	Forêt d'étude		Régime alimentaire
				Forêt de Boutaleb	Forêt d'Ouled Tebben	
Curculionidae (Scolytinae)	01	<i>Scolytus intricatus</i>	270	+	+	Xylophage
Ciidae	02	<i>Cis micans</i>	84	+	+	-Xylo-mycétophage
		<i>Cis boleti</i>	44	+	-	-Xylo-mycétophage
Trogossitidae	01	<i>Temnoscheila coerulea</i>	46	+	-	Saproxylophage
Elateridae	02	<i>Ampedus.sp</i>	11	+	-	-Larves : bois mort -Adultes phytophage
		<i>Lacon punctatus</i>	51	+	-	-Saproxylique
Buprestidae	01	<i>Julodis onopordi.sp</i>	32	+	-	phytophage
Termitidae	01	<i>Kaloterms flavicollis</i>	40	+	-	Xylophage
Sphindidae	01	<i>Sphindus dubius</i>	42	+	-	Mycophage (vit dans les champignons corticoles)
7 familles	9espèces		620			

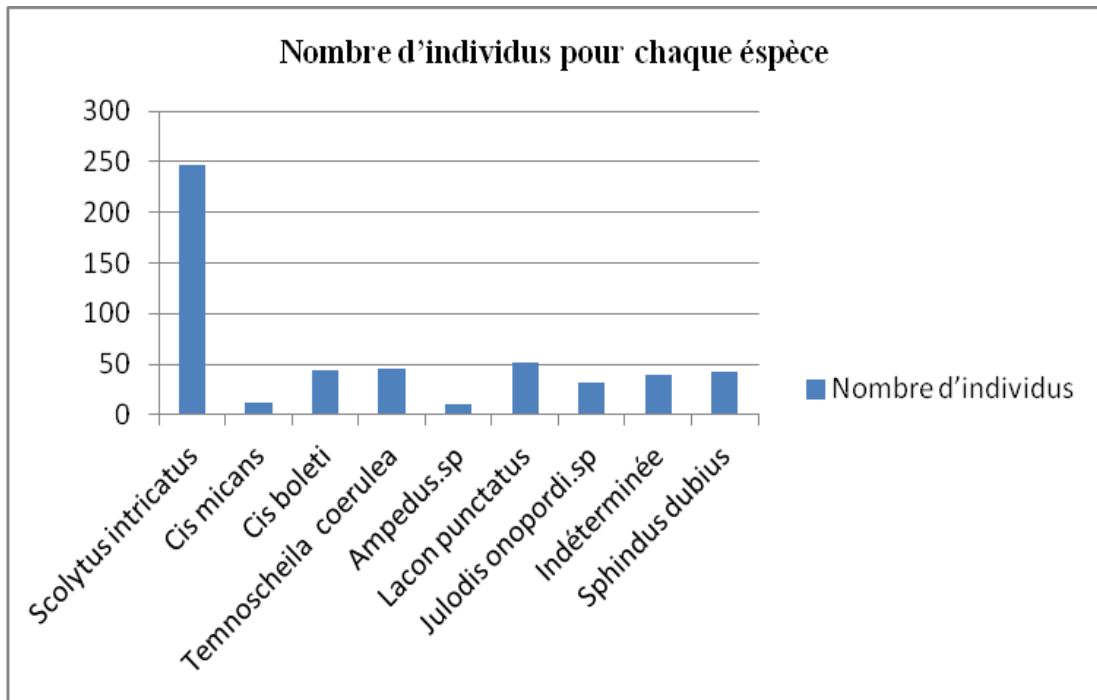


Fig 14 : Nombre d'individus pour chaque espèce (Forêt Boutaleb).

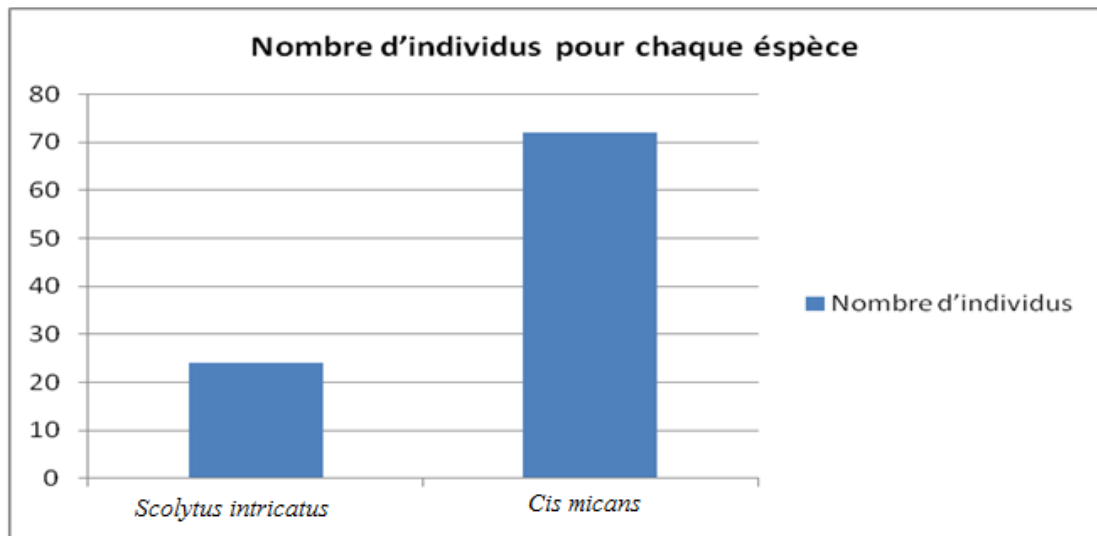


Fig15 : Nombre d'individus pour chaque espèce (Forêt Ouled Tebben).

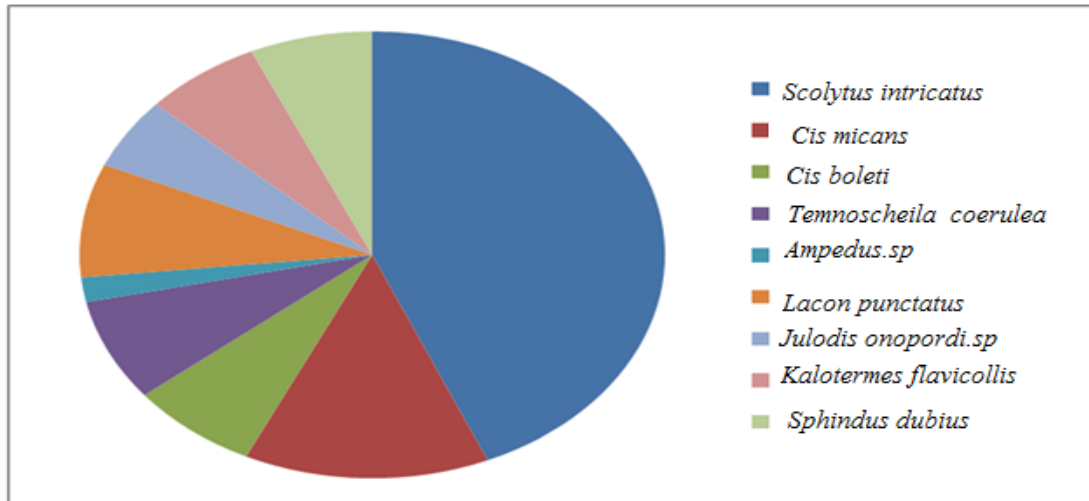


Fig 16: Nombre d'individus pour chaque espèce (Forêt Boutaleb et Ouled Tebben).

La plupart des individus inventoriés ont été piégés durant la période coïncidant avec la fin du printemps, l'été et début de l'automne, ce qui représente la phase la plus active du cycle de vie des espèces étudiées. Ceci corrobore les résultats de Beghami. (2020) qui a noté que la plupart des espèces associées au cèdre de l'Atlas sont principalement actives de la fin du printemps au début de l'automne (Tab 13).

Tableau 13 : Espèces d'insectes par famille, nombre d'individus par espèce et leur fréquence dans les forêts de Boutaleb et Ouled Tebben

Famille	Espèce	Individus	Frequence (%)
forêts de Boutaleb			
Scolytidae	<i>Scolytus intricatus</i>	246	43.55
Ciidae	<i>Cis micans</i>	12	13.55
	<i>Cis boleti</i>	44	7.10
Trogossitidae	<i>Temnoscheila coerulea</i>	46	7.42
Elateridae	<i>Ampedus.sp</i>	11	1.77
	<i>Lacon punctatus</i>	51	8.23
Buprestidae	<i>Julodis onopordi.sp.</i>	32	5.16
Termitidae	<i>Kaloterme flavicollis</i>	40	6.45
Sphindidae	<i>Sphindus dubius</i>	42	6.77
Total		524	100.00
forêts d'Ouled Tebben			
Scolytidae	<i>Scolytus intricatus</i>	24	25.00
Ciidae	<i>Cis micans</i>	72	75.00
Total		96	100.00
Total Général		620	

5 Fiches techniques des espèces récoltées

5-1 Famille Curculionidae (sous famille Scolytinae)

-Espèce *Scolytus intricatus*

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Scolytus intricatus* est identifiée comme suit :

Selon Nageleisen (2019)

Classe: Hexapoda (Insecta)

Ordre: Coleoptera

Famille: Curculionidae

Genre: *Scolytus*

Espèce: *Scolytus intricatus* (Ratzeburg, 1837)

Selon Nageleisen (2023), Système de galeries caractéristique constitué d'une galerie maternelle courte de quelques cm transversale.

- Mortalité brutale des arbres en tache en cas de pullulation.
- Dessèchement des jeunes pousses précédant la période de ponte Les morsures de maturation peuvent provoquer des chutes de pousses au printemps qui peuvent être un facteur d'éclaircissement dans certaines forêts (Nageleisen, 2023).

Clé d'identification

Selon Duffy. (1953), l'espèce *Scolytus intricatus*, Ponctuation du pronotum beaucoup plus grossière et plus dense latéralement que sur le disque, les ponctions étant contiguës ou confluentes. Elytres beaucoup moins brillants que le pronotum. Longueur 2,4-3,6 mm

5-2 Famille Ciidae

-Espèce *Cis micans*

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Cis micans* est identifiée comme suit : Selon Alexander et al. (2021)

Famille : Ciidae Leach, 1819

Sous-famille : Ciinae Leach, 1819

Genre : *Cis* Latreille, 1796

Espèce : *Cis micans* (Fabricius, 1792)



Fig 17 : *Scolytus. intricatus* (Sebaihi, 2018)



Fig 18 : *Cis micans* (Sebaihi, 2018).

Selon Rose (2012) *Cis micans* est surtout polyphage.

Clé d'identification

Pronotum peu transverse ($Lp/lp < 0,8$), à bords latéraux parallèles en partie médiane, à pubescence très courte cuivreuse. Élytres à stries visibles. 1,8 – 2,4 mm (Rose et Zagatti, 2016).

-Espèce *Cis boleti*

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Cis boleti* est identifiée comme suit : Selon Alexander et al. (2021)

Famille : Ciidae Leach, 1819

Sous-famille : Ciinae Leach, 1819

Genre : *Cis* Latreille, 1796

Nom scientifique : *Cis boleti* (Scopoli, 1763)

Rose (2012) montre que les larves et adultes de *Cis boleti* sont mycétophages et se nourrissent essentiellement de sporophores de polypores, dans lesquels se succèdent aisément plusieurs générations pouvant compter simultanément des centaines d'individus, ils consomment également les hyphes voire les spores sous les écorces et dans le bois pourri des arbres colonisés par ces mêmes champignons. Ce sont précisément des xylo-mycétophages dont certaines espèces montrent des préférences pour un phylum.

Clé d'identification

Pilosité irrégulièrement implantée, marge latérale du pronotum indistinctement ciliée, ponctuation des élytres grossière alignée. Pénis (♂) à apex quasi trifide 2,5 – 3,5 mm. Toute la France (Rose, 2012; Rose et Zagatti, 2016).



Fig 19 : *Cis boleti* (Sebaihi, 2018).

5-3 Famille Trogossitidae

- Espèce *Temnoscheila caerulea* (Olivier, 1790)

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Temnoscheila caerulea* est identifiée comme suit : Selon Gourvès (2006)

Classe : Insecta Linnaeus, 1758

Ordre : Coleoptera Linnaeus, 1758



Fig 20 : *Temnoscheila caerulea* (Sebaihi, 2018).

Famille : Trogossitidae Latreille, 1802

Sous-famille : Trogositinae

Genre : *Temnoscheila* Westwood, 1830

Espèce : *Temnoscheila caerulea* (Olivier, 1790)

Espèce de coléoptères rongeurs d'écorce. La plupart des espèces de Trogossitinae sont prédatrices et se trouvent sous l'écorce dans les galeries des scolytes. Il s'agit également d'une espèce saproxylique prédatrice se rencontrant sous l'écorce d'arbres morts, essentiellement résineux, mais aussi feuillus. La larve, comme l'adulte, se nourrit d'autres petits animaux présents dans le même milieu (Soldati, 2002 in Frapa, 2011).

Clé d'identification

D'après Gourvès (2006), la clé de détermination est couleur bleu-violette ou verte, vertex avec un sillon médian sur la moitié antérieure, thorax à peine échancré en avant, élytres ponctués sans stries.

5-4 Famille Elateridae

Les Elatéridae sont surtout représentés par des *Ampedus* qui fréquentent le bois décomposé, bien que dans certains cas leur présence soit probablement à mettre en relation avec les abris créés par les écorces éclatées (Callot, 2001).

-Espèce *Ampedus sp*

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Ampedus sp* est identifiée comme suit :Selon

Leseigneur (1972)

Classe : insecta

Ordre : coleoptera

Famille : Elateridae

Espèce : *Ampedus sp*

Les genres *Ampedus* sont saproxyliques obligatoires. Leurs larves, d'abord saprophages puis carnivores, se développent dans des troncs au sol ou des souches cariées (Leseigneur, 1972).



Fig 21 : *Ampedus sp* (Sebaihi, 2018).

Clé d'identification

Sutures prosternales courbes et creusées en avant pour recevoir les premiers articles antennaires. Elytres souvent rouges ou jaunes, unicolores ou variés de noir, parfois entièrement noirs (Leseigneur, 1972).

-Espèce *Lacon punctatus*

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Lacon punctatus* est identifiée comme suit : Selon Kundrata et al. (2019)

Classe : Hexapoda Blainville, 1816

Ordre : Coléoptères Linné, 1758

Sous-ordre : Polyphaga Emery, 1886

Super famille : Elateroidea Leach, 1815

Famille : Elateridae Leach, 1815

Sous-famille : Agrypninae Candèze, 1857

Genre : *Lacon* Laporte, 1838

Espèce : *Lacon punctatus* (Herbst, 1779)

La larve se développe dans les caries de conifères aussi bien que de feuillus, pin Maritime, pin d'Alep, pin laricio, cèdre, chêne-liège, chêne-vert, chêne-pubescent, saule, hêtre, peuplier, cerisier, châtaignier... etc. L'adulte se capture en loge dans le bois carié ou sous les écorce déhiscentes où il s'abrite, parfois posé sur les souches, jusqu'en Octobre (Leseigneur, 1972).

Clé d'identification

Selon Leseigneur (1972) Pour identifier l'espèce, le tégument est entièrement noir et couvert de nombreuses écailles noires, parsemées d'écailles blanches. L'aspect général est noir avec des pois argentés. 13-20 mm de longueur

5-5 Famille Buprestidae

-Espèce *Julodis onopordi*

Taxonomie de l'espèce : la position taxonomique de *Julodis onopordi* est identifiée comme suit :

Selon Théy (1942)

Famille : Buprestidae

Subfamille : Chalcophoritae

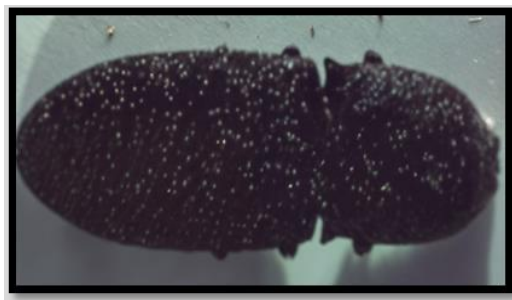


Fig 22 : *Lacon punctatus* (Sebaihi, 2018).

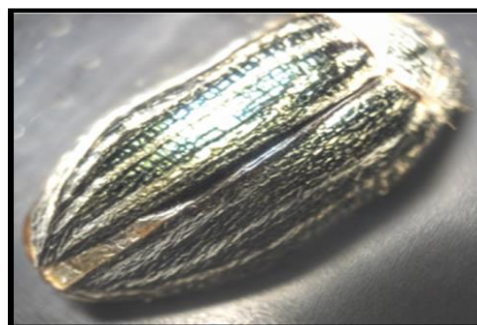


Fig 23 : *Julodis onopordi* (Sebaihi, 2017)

Genre : *Julodis* Esch, 1829

Espèce : *Julodis onopordi* (Fabricius, 1787).

Les adultes, actifs de mi-avril au moi de juin dans la nature, sont phytophages. Du mois de juin au mois de Septembre, ils sont polyphages (Hans-Mule, 1990 in Evenou et al. 2017).

5-6 Famille Sphindidae

-Espèce *Sphindus dubius*

Taxonomie de l'espece : la position taxonomique de *Sphindus dubius* est identifiée comme suit :

Selon Freeman et al. (2003)

Classe : Insecta Linnaeus, 1758

Ordre : Coleoptera Linnaeus, 1758

Famille : Sphindidae Jacquelin du Val, 1860

Genre : *Sphindus* Dejean, 1821

Espèce : *Sphindus dubius* (Gyllenhal, 1808)

Cette espèce vit dans les champignons qui poussent sur les troncs d'arbres (Jacquelin Du Val et al, 1863 in Cautin, 2005).

Clé d'identification

Forme plus allongée et subparallèle. Base du pronotum droite et rebordée. Métafémurs du mâle dentés. Mandibules avec une seule dent bien développée. Pygidium avec deux plages sétuleuses imponctuées (Freeman et al., 2003).

5-7 Famille Termitidae

- Espèce *Kaloterme flavicollis*

Taxonomie de l'espece : la position taxonomique de *Kaloterme flavicollis* est identifiée comme suit :

Selon Fouquet (2000)

Règne : Animalia

Phylum: Arthropoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Super ordre : Dictyoptère

Ordre : Isoptères (Guedegbe, ?).



Fig 24 : *Sphindus dubius* (Sebaihi, 2018).



Fig 25 : *Kaloterme flavicollis* (Sebaihi, 2018).

Espèce : *Kaloterme flavicollis* (Fabricius, 1793)

Selon Zaremski et Louppe (2016), les particularités digestives des termites permettent de les répartir en trois types écologiques :

- les xylophages se nourrissent de bois sous toutes ses formes, y compris les résidus en décomposition dans la litière. Ce sont les seuls rencontrés en Europe ;
- les humivores ingèrent l'humus de leur milieu de vie, sans que l'on connaisse la composition exacte de leur nourriture. Ils sont présents dans toute la zone intertropicale ;
- les champignonnistes cultivent un champignon symbiotique. Ils sont répandus uniquement en Afrique et en Asie. Cas des termites rencontrés sur le cèdre de l'Atlas dans notre étude.

Clé d'identification

Selon Louis charpentier. (2005), Les Kaloterme ont un thorax aussi large que l'abdomen et une tête plus ou moins carré. le premier tergite est en forme de selle, le labre est rectangulaire , Les mandibules sont trapues et munies de nombreuses dents proéminentes. Les imagos du termite flavicolle sont de couleur marron avec un prothorax de couleur jaune d'où le nom termite à "cou jaune" que l'on donne à cette espèce

Conclusion

Nous pouvons conclure donc que les cédraies de Boutaleb et d'Ouled Tebben, abritent une faune entomologique de coléoptères corticoles très diversifiée aussi bien sur le plan taxonomique que sur le plan importance économique. Ces insectes sont également susceptibles de vivre en symbiote avec des champignons dont le rôle est important.

Chapitre III
Identification des champignons associés aux
insectes

Introduction

Les insectes xylophages rencontrés au niveau du cèdre de l'Atlas dans les deux forêts Boutaleb et Ouled Tebbene sont accompagnés par des champignons dits symbiotes, également sous corticoles.

1 Objectif : Isolement et identification des souches fongiques selon différentes étapes.

Etape 01 : Identification des champignons (macro et microscopiques) hébergés par les insectes.

Ce travail a été effectué au niveau du laboratoire GEIHP d'Angers Sous la direction du Professeur Boucharra Jean Phillipe

2-Isolement des moisissures

2-1 Mode expérimental

1/ Mettre chaque insecte récolté dans un microtube qui contient du Tween 20 à 0.01%

2/ Agiter ces tubes pendant 2min

3/ Faire l'ensemencement sur 03 milieux (Annexe)

YPDA

DRBC

MALT-AGAR

4/ Etiqueter et incuber les boites de Pétri à des différentes températures 25 °C et 37 °C

5/ Attendre quelque jours à une semaine ou plus pour observer le développement des souches macroscopiquement et microscopiquement

6/ Repiquer toutes les colonies pures sur YPDA et Malt-Agar

7/ Conserver au froid

Sélectionner des 03 milieux à températures 25°C et 37°C puisque il y'a des champignons que nous avons trouvé dans DRBC et pas dans le YPDA et Malt-Agar et vice versa.

2-2 Repiquage et purification

Les souches précédemment isolées ont été repiquées successivement jusqu'à l'obtention de souches pures. Le repiquage a été fait par prélèvement d'un fragment de colonie à l'aide d'une pipette stérilisée tout en évitant son contact avec les autres colonies avoisinantes de la même boîte sur le milieu Sabouraud (YPDA, DRBC). Ce fragment a été déposé au centre d'une nouvelle boîte de Pétri soigneusement étiquetée. Les souches pures obtenues ont ensuite été conservées.

1-3 Identification

L'identification a été faite suivant les critères morphologiques et culturels des différentes souches. Toutes les souches pures obtenues ont été soumises à une identification morphologique réalisée par observation au microscope. L'observation a été faite à l'aide d'un fragment de la souche pure (quelques spores et un fragment mycélien à la marge du thalle) prélevé avec une anse en platine stérile. Ce fragment a ensuite été transféré sur une lame et observé au microscope optique.

Etape 02 : PCR

Après l'observation microscopique, il y a eu sélection des souches pures pour toutes nos espèces afin de passer à l'identification au moyen de la PCR selon les étapes suivantes:

3 Conservation sur glycérol 20%

Après le repiquage, les souches pures sont bien grattées et conservées dans un microtube sur glycérol 20% au congélateur à -80°C pour une durée indéterminée et les étapes ultérieures (lors des besoins).

4 Méthodes moléculaires

4-1 Préparation des échantillons pour les études moléculaires

D'autres repiquages ont été effectués sur les souches pures pour les différentes étapes.

4-2 Extraction d'ADN

Réalisation des méthodes suivantes :

*Pour la plupart des souches la méthode simple d'extraction de l'ADN a été effectuée selon le protocole suivant.

Gratter bien la souche fongique et l'introduire dans le tube à vis (1.5ml)

- Ajouter 200µl de billes
- Ajouter par micropipette 200µl de breaking buffer (BB) puis 200 µl de phénol-chloroforme (toxique). (manipuler sous sorbonne avec gants)
- Placer les tubes à vis dans le bead beater à l'aide des 2 bols du congélateur pendant 0.3s.
- Centrifuger pendant 5 min pour récupérer 100µl de surnageant et transférer dans un microtube.

4-3 Polymérase Chain Reaction (PCR)

La réaction de polymérisation en chaîne est réalisée dans un mélange réactionnel. La préparation de ce dernier et leur distribution est effectuée obligatoirement dans une zone séparée, plusieurs chercheurs appliquée cette étape tel que (Smith et *al.*, 1998; Liu et *al.*, 2000; YMD, 2008; Uhel, 2019; Ziada-Bouchaar , 2022).

En ce qui concerne nos travaux, la PCR a été effectuée dans un volume réactionnel de 50 µL, contenant les ingrédients suivants : avant de commencer il faut sortir les composés du congélateur (Tab 14). Le Taq polymérase à sortir en dernier moment.

Tableau 14 : Ingrédients de mélange réactionnel de la PCR

La solution	Tampon (Buffer)	MgCl (Chlorure de magnésium)	Dntp (mélange des quatre désoxyribonucléotides A.T.C.G)	ITS4(A morce)	ITS5 (Amorce)	L'eau stérile (DNA free water)	Taq polymérase (enzyme)
La quantité	10 µl	6 µl	0.5 µl	1 µl	1 µl	30.1 µl	0.4 µl

-Distribuer 49µl de mixte PCR dans le nombre de tubes d'échantillons voulus + (témoin positif+ témoin négatif (eau ou rien)

-Distribuer 1µl d'ADN dans les différents tubes-Installer les tubes en vérifiant qu'ils soient bien fermés dans le Thermocycleur. Ce dernier contient un bloc chauffant où sont insérés les tubes ou microtubes contenant le mélange réactionnel. La température peut varier rapidement de 0°C à 100°C, il est programmé pour effectuer les différents cycles de la PCR.

Enfin, Cet appareil permet d'exposer les tubes à des températures choisies et pour des durées déterminées (Régler le type d'amorce utilisé (ITS), la température (52°C ou 55°C), et la quantité du mixte PCR préparé (50 µl)(Fig 26).

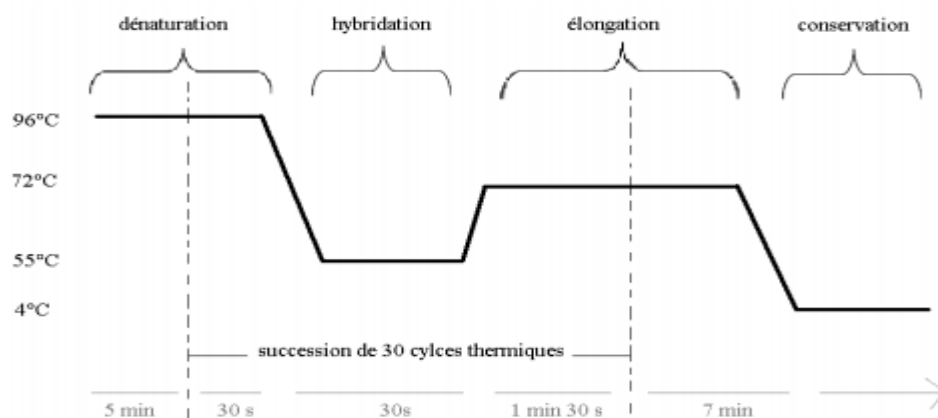


Fig 26 : Etapes de la réaction PCR

4-4 Electrophorèse

Est une technique de laboratoire qui permet de séparer les différents constituants d'un liquide afin de permettre leur étude isolément. L'électrophorèse sur gel d'agarose permet la séparation de fragments d'ADN de différentes tailles

- Préparer le gel par: Agarose : 0.6g+Tampon TAE60ml

- Une fois l'agarose dissout (au micro-onde) ajouter Midorigreen: 0.6 µl puis verser le gel dans les plaques de moulage.
- - Attendre 30 minutes à température ambiante pour solidifier le gel.
- -Déplacer le gel sur mini-cuve (qui a rempli de TAE)
- -Mettre 5 µl d'échelle sur le premier puits
- -Sur parafilm mélanger et pipetter 2 µl de Gel loading Dye et 10 µl de l'Amplicon, et déposer sur un autre puits de gel.
- Régler l'électrophorèse à 35 minutes (temps de migration les points)
- l'aide de cette technique, on peut avoir les traits de chaque amplicon.

Les fragments d'ADN sont séparés par migration sur gel d'agarose à l'aide d'un champ électrique constant. L'ADN qui est chargé négativement migre à travers le gel en direction de l'électrode positive. D'une manière générale, les petits fragments ADN migrent plus vite que les grands. Le système de capture d'image doit être suffisamment performant pour assurer une qualité d'image où les bandes sont aisément repérables. Le système doit aussi permettre le stockage des données.

4-5 Séquençage

Le choix n'est porté que sur les échantillons pour lesquels nous avons obtenu un résultat positif par PCR (Annexe).

4-6 Analyse, alignement des séquences et comparaison avec les banques de données – BLAST

Les séquences brutes obtenues lors de séquençage avec les amorces ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') et ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG3') ont été traitées à l'aide du logiciel « **Geneious** » afin de nettoyer et corrigées les séquences avant de les soumettre à nouveau à Blast (Basic Local Alignment Search Tools).

4-6-1 Procédure d'analyse des séquences

- Ouvrir les données dans le logiciel Geneious.
- Pour chaque produit PCR qui correspond à une souche, trouver deux séquences. Elles correspondent à la réaction de séquençage à partir de l'amorce ITS4 et à la réaction de séquençage à partir de l'amorce ITS5.

-Les produits PCR amplifiés ont une taille entre 600 et 700 pb. Lors de la réaction de séquençage il y a également environ 600 pb de séquencées pour un séquençage de bonne qualité. Ce qui signifie que pour un même produit PCR les résultats de séquençage obtenus vont se chevaucher. Ainsi, la première chose à faire est un alignement des séquences afin de récupérer la plus grande séquence possible à Blaster de façon à avoir une meilleure identification.

-La recherche des régions de similarité dans les régions ITS4 et ITS5 du génome a été réalisée en utilisant le logiciel BLASTn dans la banque de gènes NCBI (Centre National pour l'Information Biotechnologique). Ils fournissent la liste des résultats probables correspondant à nos séquences, avec les valeurs de similarités des autres séquences.

* Exemple d'application sur logiciel Geneious et NCBI

Si l'on prend l'exemple de la PCR,. Il faut tout d'abord les ouvrir dans geneious.

Nous avons deux séquences

*Ensuite il faut transformer X-ITS5 en reverse complément (fonction RC) et le sauvegarder de façon à avoir les deux séquences dans le même sens pour pouvoir faire un alignement (Fig 27)



Fig 27 : Fonction de reverse complément (RC)

Ensuite il faut étudier les zones au début et à la fin de chaque séquence ou il y a des NNN et ou les pics correspondant à chacun des nucléotides ne sont pas bien individualisés (en général autour des 10 premiers et 10 derniers nucléotides).

*L'alignement de prendre la séquence qu'à partir du nucléotide 10. Il faut faire cela pour les deux extrémités de chaque séquence et pour les deux X-ITS4 et X-ITS5-RC.

Après cette étape, pour chaque séquence, sélectionner (activer la fonction allow editing) seulement la partie de la séquence qui est belle et précise et qui va permettre

d'avoir des résultats fiables et la coller dans un nouveau fichier vous permettant ensuite de réaliser l'alignement. Il est possible de supprimer les nucléotides avec la fonction édit mais c'est mieux de copier coller et de mettre dans un nouveau fichier de façon à conserver toutes les étapes de l'analyse et pouvoir revenir en arrière.

* Archiver les séquences retravaillées, l'alignement et l'assemblage final (Fig 28)

Ensuite, il faut sélectionner les deux fichiers et aller dans la fonction align/assemble et réaliser l'alignement par la méthode pairwise et geneious alignment (vous pouvez aussi tester les autres).

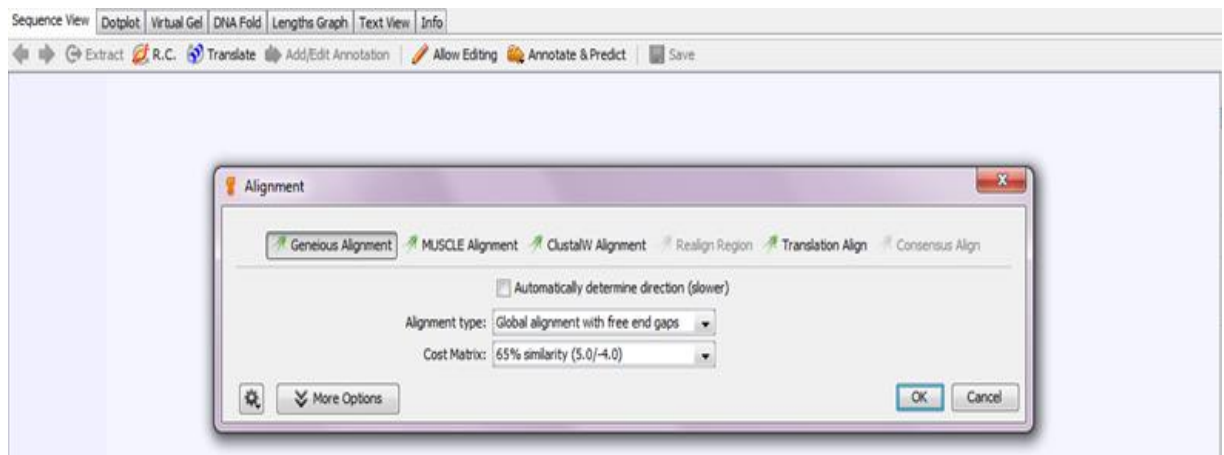


Fig 28 : Fonction de l'alignement et l'assemblage

Si l'alignement n'est pas bon il faut vérifier que les séquences sont bien dans le même sens (ne pas oublier de faire Reverse complement sur une des deux et de l'enregistrer). Sur cet alignement il faut regarder les zones où il y a des différences entre les séquences (elles sont souvent au début et à la fin de la zone séquencée).



Fig 29 : Vérification les zones dans les chromatogrammes

Pour chacune de ces zones il va falloir aller vérifier dans les chromatogrammes s'il y a oui ou non un pic qui correspond au nucléotide présent ou pas. Il faut ensuite corriger la séquence manuellement de façon à avoir la plus longue et belle séquence (Fig 30) à Blaster. Si on ne corrige pas il risque d'y avoir des différences avec les séquences contenues dans les bases de données et potentiellement une mauvaise identification.

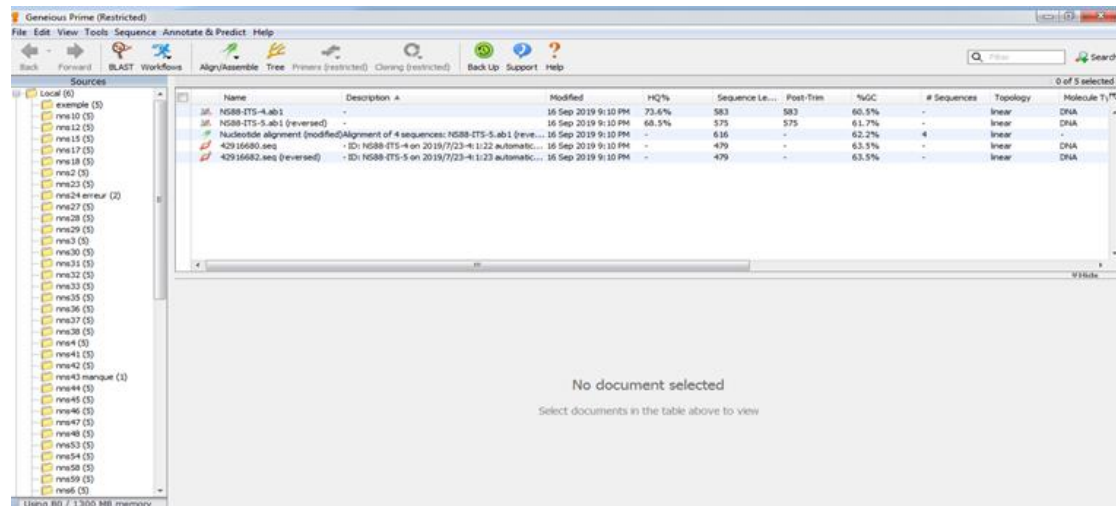


Fig 30 :Ensemble des séquences corrigé à l'aide de geneious

Réaliser le Blast sur le site du NCBI en Blast nucléotide. Le résultat du Blast est en fichier joint (Fig 31). A l'issue du Blast il est possible d'obtenir l'identification du champignon

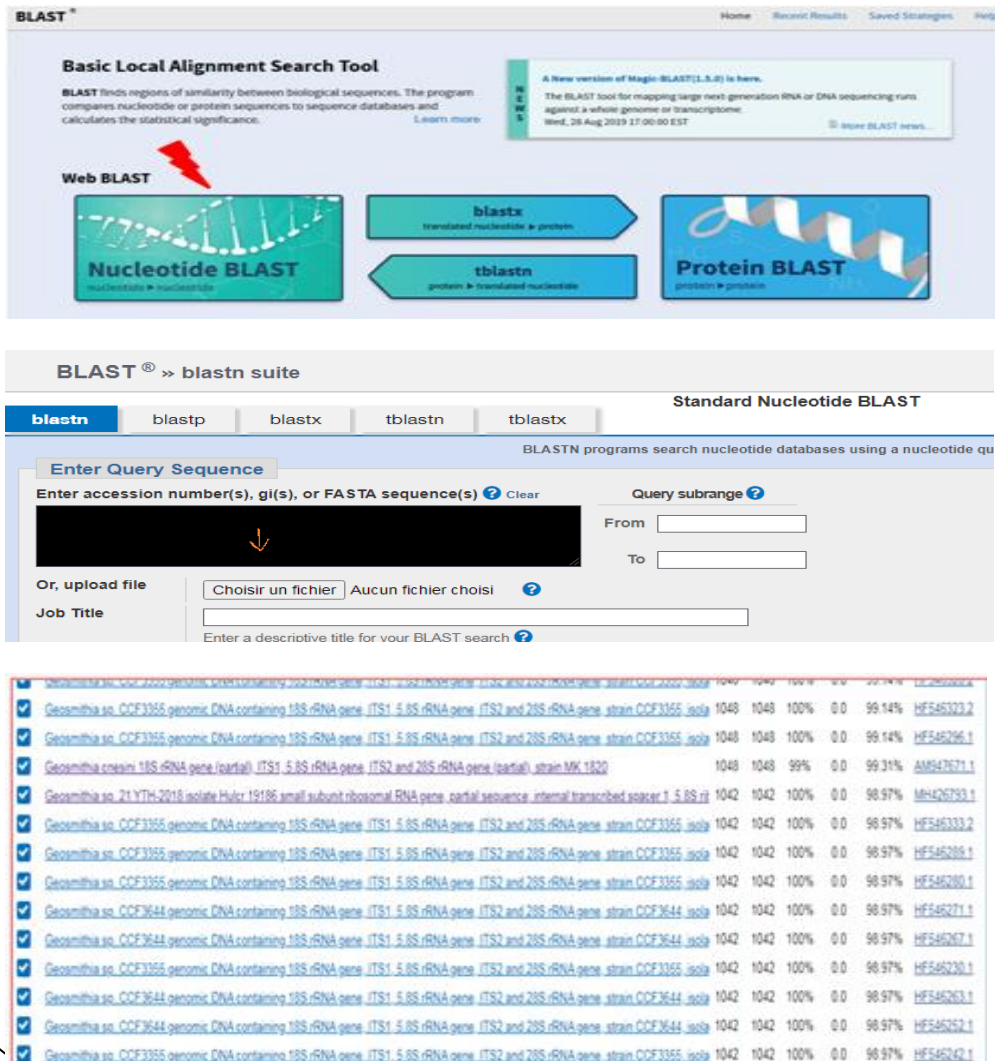


Fig 31 : Etape de réalisation le Blast sur le site du NCBI

Résultats et Discussion

1-Isolement et purification des micro-organismes de l'insecte


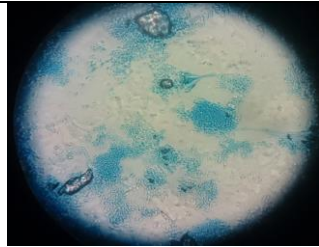



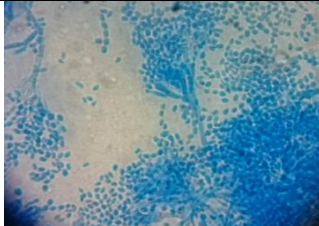





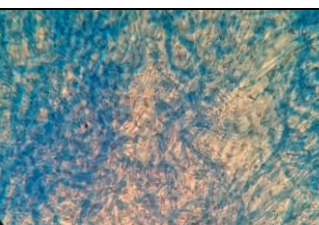
Après isolement des micro-organismes d'insectes cités auparavant. 150 colonies de microorganismes entre les champignons, bactéries ont été sélectionnées alors .que seules 79 souches on été purifiées, souches pures (75 champignons et 04 levures) (Annexe).

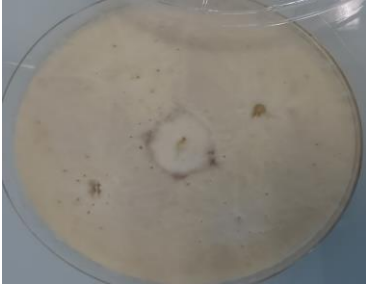
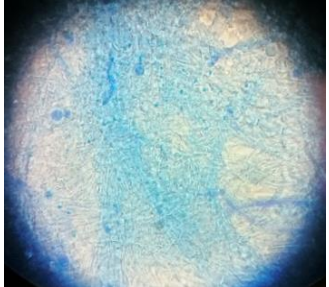

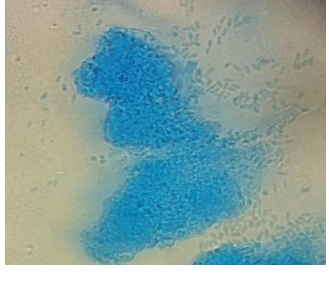

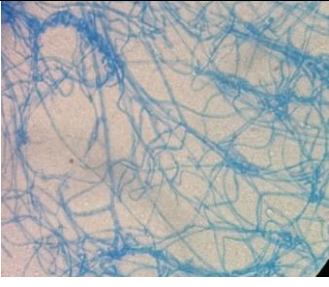

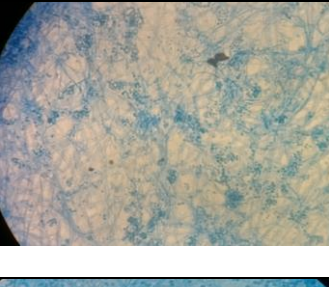

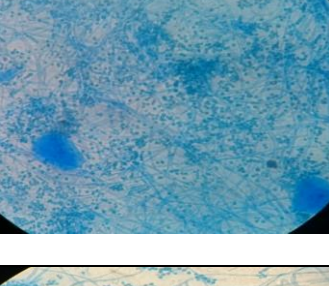
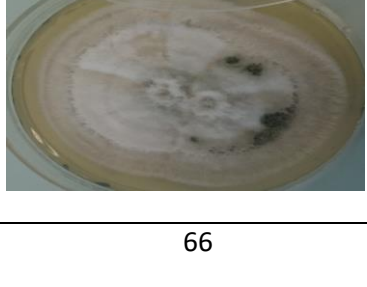

2-Identification des souches


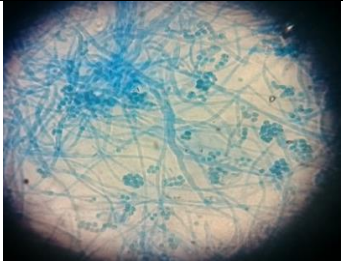

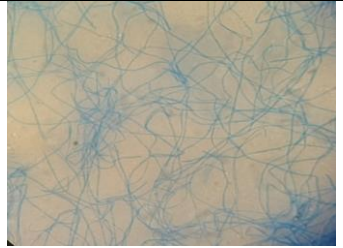

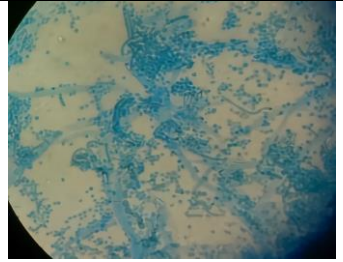
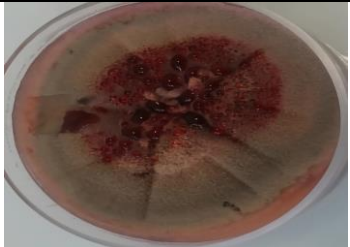
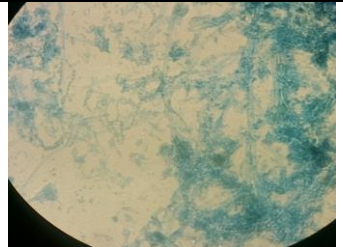
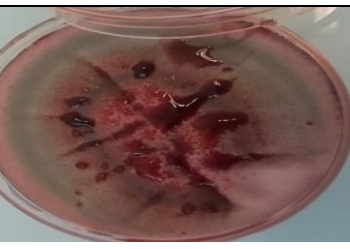
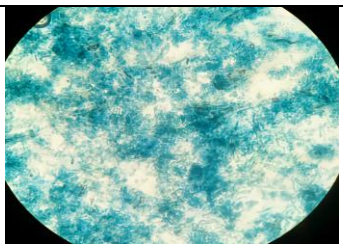
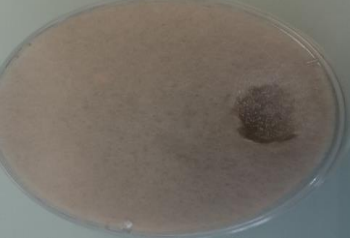
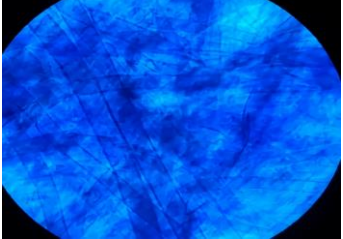
L'examen macroscopique est le premier examen effectué à partir de l'isolement après incubation. Les souches purifiées sont identifiées par les caractères macroscopiques des colonies (taille, aspect, couleur, forme, contour...etc.), même si les caractéristiques observées ne peuvent être utilisées précisément que pour donner

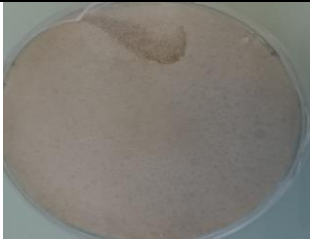
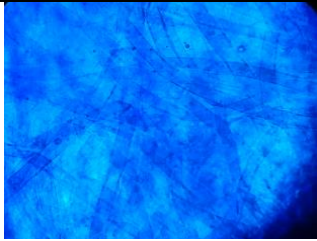

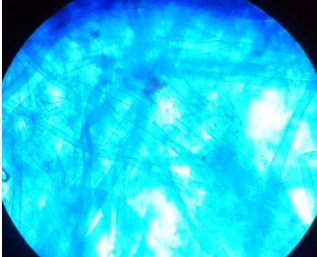
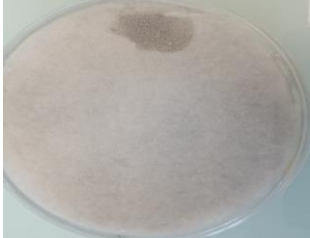




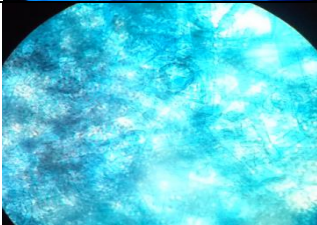
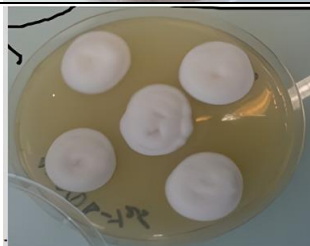
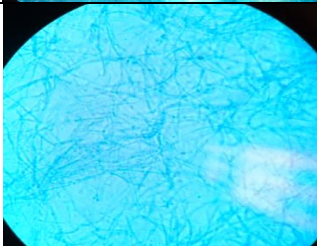
des indications de l'espèce et par les caractères microscopiques qui permettent de faire une étude morphologique des cellules d'une espèce (du mycélium et des conidies ou spores) (Tab 15).


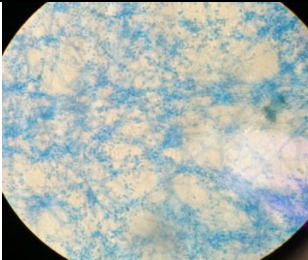



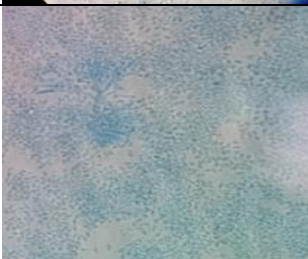

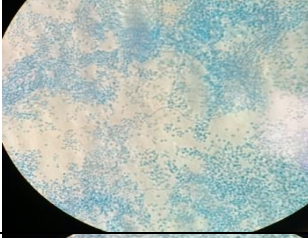

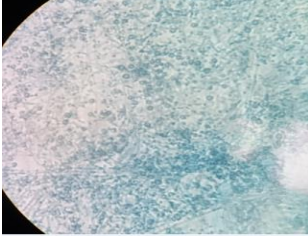

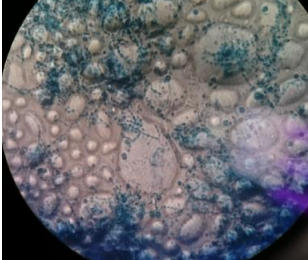
Tableau 15 : Observation macroscopique et microscopique des souches


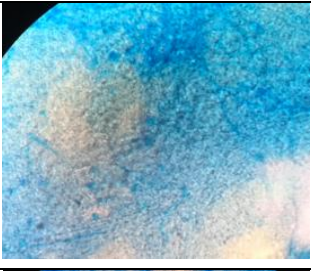

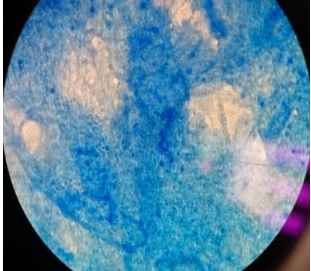

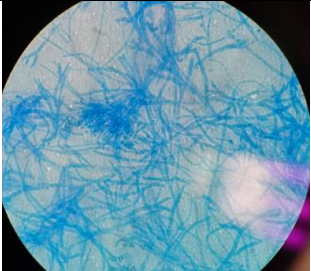
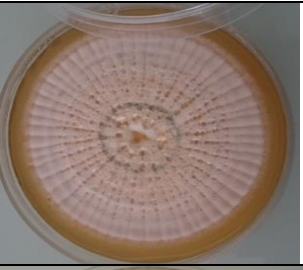
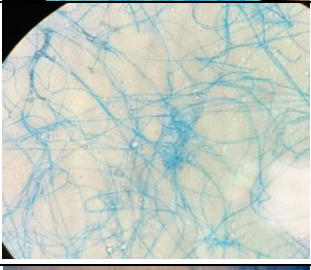



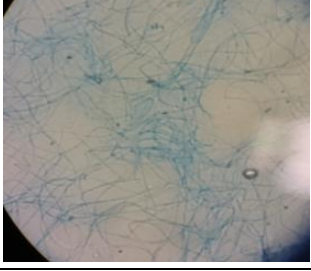
Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
01	Peut être <i>Rasamsonia</i> ?		
02	Peut être <i>Rasamsonia</i> ?		
03	Peut être <i>Rasamsonia</i> ?		
04	Peut être <i>Rasamsonia</i> ?		
05	<i>Trichoderma</i>		
06	<i>Trichoderma</i>		


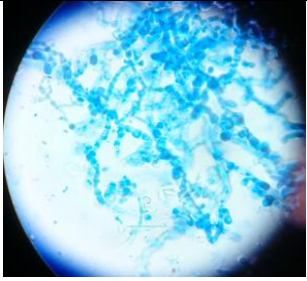

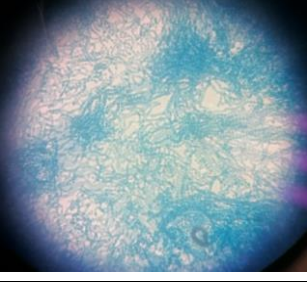

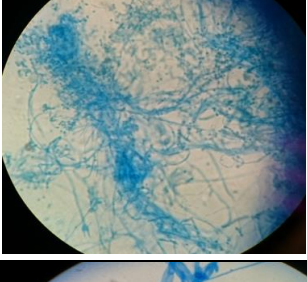
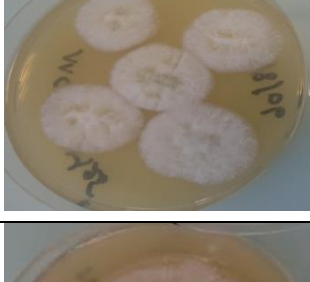





Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
07	<i>Trichoderma</i>		
08	<i>Penicillium triverticillé</i>		
09	Pas identifié.		
10	<i>Paecilomyces</i>		
11	<i>Paecilomyces</i>		
12	Pas identifié		


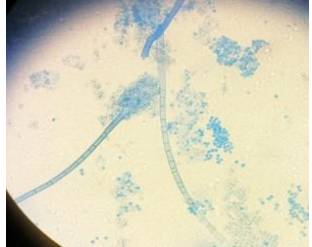

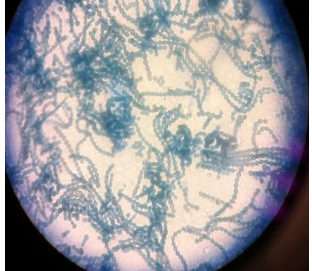
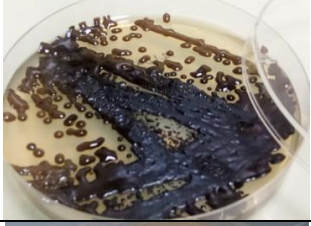

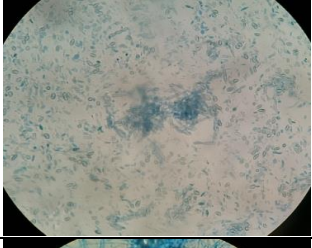

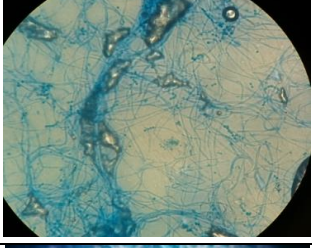

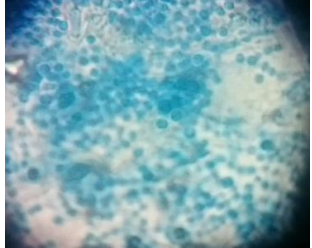
Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
13	Pas identifié		
14	<i>Paecilomyces</i>		
15	Pas identifié		
16	<i>Penicillium</i>		
17	<i>Penicillium</i>		
18	<i>Mucor</i> sp		










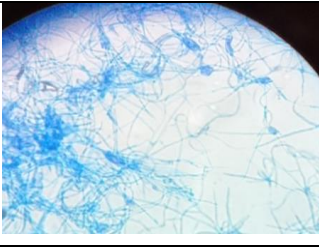
Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
19	<i>Mucor sp</i>		
20	<i>Mucor sp</i>		
21	<i>Mucor sp</i>		
22	<i>Mucor sp</i>		
23	<i>Mucor sp</i>		
24	<i>Beauveria</i>		


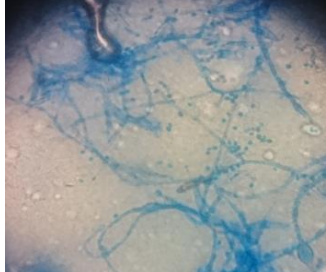


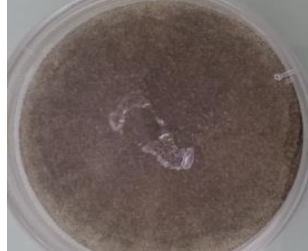




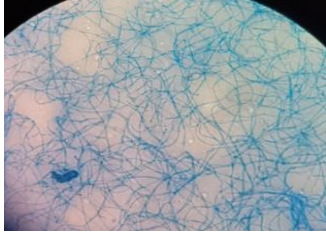


Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
25	<i>Beauveria</i>		
26	<i>Beauveria</i>		
27	Peut etre <i>Rasamsonia</i> sp?		
28	<i>Beauveria</i>		
29	<i>Paecilomyces</i>		
30	<i>Paecilomyces</i>		


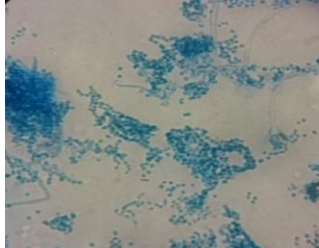

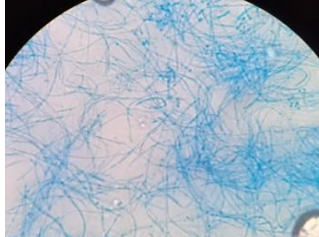

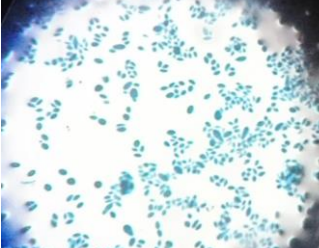



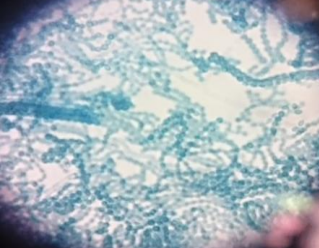
Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
31	<i>Trichoderma</i>		
32	<i>Trichoderma</i>		
33	<i>Penicillium</i>		
34	<i>Penicillium</i>		
35	Phialides en petite pinceau (<i>Penicillium</i> différent)		
36	Pas identifié		


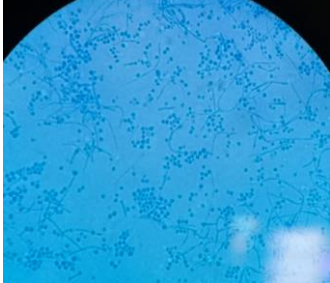

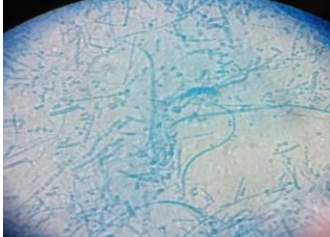


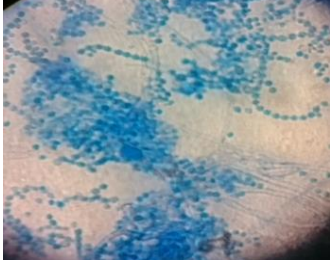

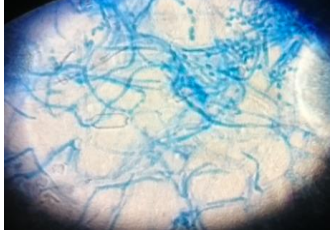

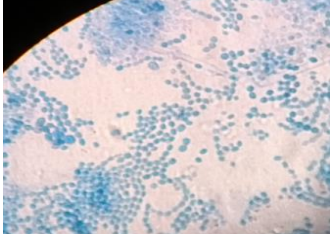
Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
37	Pas identifié		
38	Levure		
39	Macroscopiquement <i>Penicillium</i>		
40	Macroscopiquement <i>Penicillium</i>		
41	Pas identifié		
42	<i>Mortierella</i> sp		








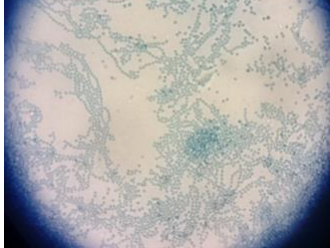

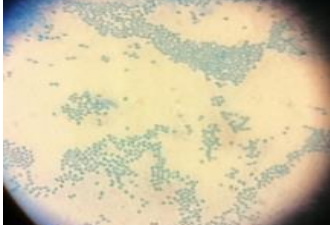

Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
43	<i>Mycophyta</i>		
44	<i>Penicillium</i>		
45	Levure noire		
46	Levure noire		
47	Levure		
48	Pas identifié		


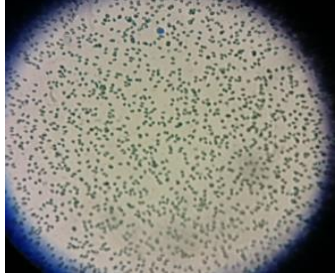
Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
49	Pas identifié		
50	Pas identifié		
51	<i>Mortierella</i> sp		
52	<i>Penicillium</i> ou <i>Paecilomyces</i>		
53	Pas identifié		Rien avoir
54	<i>Penicillium</i>		

Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
55	<i>Paecilomyces</i>		
56	Pas identifié		
57	Pas identifié		
58	<i>Mucorale</i> sp		
59	Pas identifié		
60	Pas identifié		

Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
61	<i>Penicillium</i>		
62	<i>Beauveria</i>		
63	<i>Paecilomyces</i>		
64	Pas identifié		
65	Pas identifié		
66	<i>Penicillium</i>		

Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
67	<i>Beauveria</i>		
68	Pas identifié		
69	Pas identifié		
70	<i>Penicillium</i>		
71	<i>Paecilomyces</i>		
72	<i>Penicillium</i>		

Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
73	<i>Penicillium</i> monoverticillé (3 à 4 phialides) ou biverticillé		
74	<i>Penicillium</i> ou <i>Paecilomyces</i> . points de <i>Perspicillum</i>		
75	<i>Cladosporium</i>		
76	<i>Penicillium</i> bi - verticillé		
77	<i>Trichoderma</i> un peu différent		
78	<i>Penicillium</i> différent		

Le code	Le genre	Observation macroscopique	Observation microscopique
79	Pas identifié		

Le genre le plus abondante est *Penicillium* suivi par un pourcentage important des souches identifiées et non identifiée.

3 Méthode moléculaire

Les caractères morphologiques macro et microscopique sont largement influencées par les conditions des cultures. Parfois l'isolat ne produit pas d'organe de fructification. Pour mieux confirmer les identifications réalisées auparavant nous avons effectuée l'analyse moléculaire, cette méthode de Biologie Moléculaire permet l'analyse directe du génome et permet d'obtenir par répliation *in vitro* de multiples copies de fragment d'ADN. La variabilité génétique au sein d'une espèce est liée à des variations dans la séquence des acides nucléiques portant l'information génétique ADN. Les produits de PCR peuvent être conservés à une température inférieure à -18°C avant électrophorèse.

Chaque fragment d'ADN, est confirmé par l'apparition d'une seule bande dans le gel (parfaitement durci et refroidi) d'agarose et l'augmentation du signal est directement proportionnelle à la quantité d'amplicons générés durant la réaction de la PCR et indiquant la présence de l'ADN à la taille attendue. Cette dernière étape est répétée jusqu'à ce que la pureté des isolats soit effective (Fig 32).

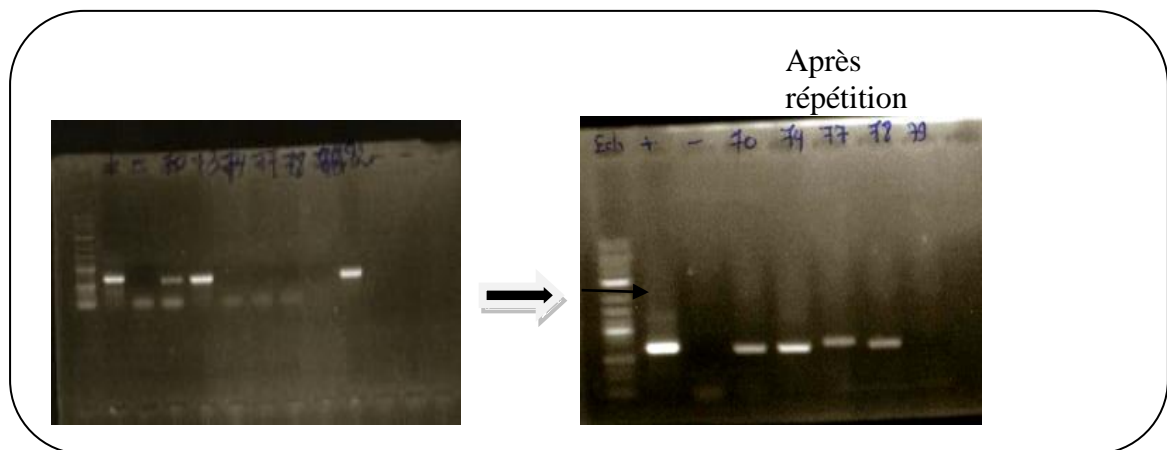


Fig 32 : Bandes obtenues par l'électrophorèse (après répétition).

*Nos résultats ont été validés par l'utilisation de deux souches de références

4 Séquençage

Traitement bioinformatique des séquences a été tout d'abord éfiltré avec logiciel geneious. C'est l'un des principaux logiciels utilisés par plusieurs chercheurs tel que Kearse et *al.*, (2012). Après utilisation de ce programme, nous pouvons déterminer la succession linéaire des bases A, C, G et T et lors de réalisation des BLAST, toutes les séquences de référence proches de nos souches ont été extraites des banques de données NCBI. En fonction des critères de qualité de l'alignement (E-value, maximum d'identité, couverture, etc.). Le choix de la séquence la plus pertinente est réalisé entre les séquences isolées au cours de cette étude et les séquences les plus proches répertoriées dans GenBank entre 3 et 5 premiers résultats qui ont les mêmes régions étudiées comme nos échantillons issus du BLAST, ceci permettant d'identifier les séquences et donc le genre de la souche pure. Les pourcentages de similarité sont ensuite déterminés. Ces séquences ne sont considérées comme similaires que lorsqu'elles ont un pourcentage d'homologie au moins égal à 97,5%. Ces séquences de références constitueront un outil essentiel pour nos études taxonomiques et pour des prochaines études phylogénétiques.

*Les valeurs E rapportées par les recherches BLAST, représentent la probabilité de la similarité entre la requête BLAST et les séquences du sujet

*Les résultats les plus proches de zéro représentent une faible probabilité que la correspondance soit due au hasard.

*Le blast des séquences obtenues dans nos travaux avec les séquences répertoriées dans GenBank révèle que la majorité des isolats provient de *Penicillium*

La PCR a été réalisée sur 42 souches parmi les 79 souches pures rencontrées. Le reste c'est-à-dire 37 souches n'ont pas pu être résolues (Tab 16).

Tableau 16 : Totale des souches par séquençage

Les souches pures	Souches séquencés	Souches non séquencés
79	42	37

5 Relation insectes- champignons

Les résultats de BLASTn menés avec nos séquences dans la banque de données de NCBI nous permettent d'envisager l'utilisation de cet outil pour l'identification à minima du genre d'une souche. Nous observons les résultats suivants (Tab 17)

Tableau 17 : Genres identifiés après séquençage

Le genre	Le code	L'insecte associé
<i>Penicillium</i>	10/12/15/34/35/36/39/44/48/49/52/59/61/64/65/66/72/73/74/78/9.	<i>Kaloterms flavicollis</i> , <i>Cis micans</i> , <i>Scolytus intricatus</i> , <i>Lacon punctatus</i> , <i>Julodis onorpodi</i>
<i>Geosmithia</i>	2/3/27/4	<i>Scolytus intricatus</i> , <i>Kaloterms flavicollis</i> , <i>Cis boleti</i>
<i>Talaromyces</i>	17	<i>Kaloterms flavicollis</i> :
<i>Absidia</i>	18	<i>Cis boleti</i>
<i>Syncephalastrum</i>	23	<i>Scolytus intricatus</i>
<i>Beauveria</i>	28	<i>Kaloterms flavicollis</i> :
<i>Paecilomyces</i>	29/30.	<i>Lacon punctatus</i> , <i>Scolytus intricatus</i>
<i>Trichoderma</i>	31/32/6/7/77/79	<i>Scolytus intricatus</i> , <i>Kaloterms flavicollis</i> , <i>Lacon punctatus</i>
<i>Millerozyma</i>	38	<i>Scolytus intricatus</i>
<i>Umbelopsis</i>	41/42	<i>Cis micans</i> , <i>Scolytus intricatus</i>
<i>Mycophyta</i>	43	<i>Cis boleti</i>
<i>Lecythophora</i>	53	<i>Scolytus intricatus</i>

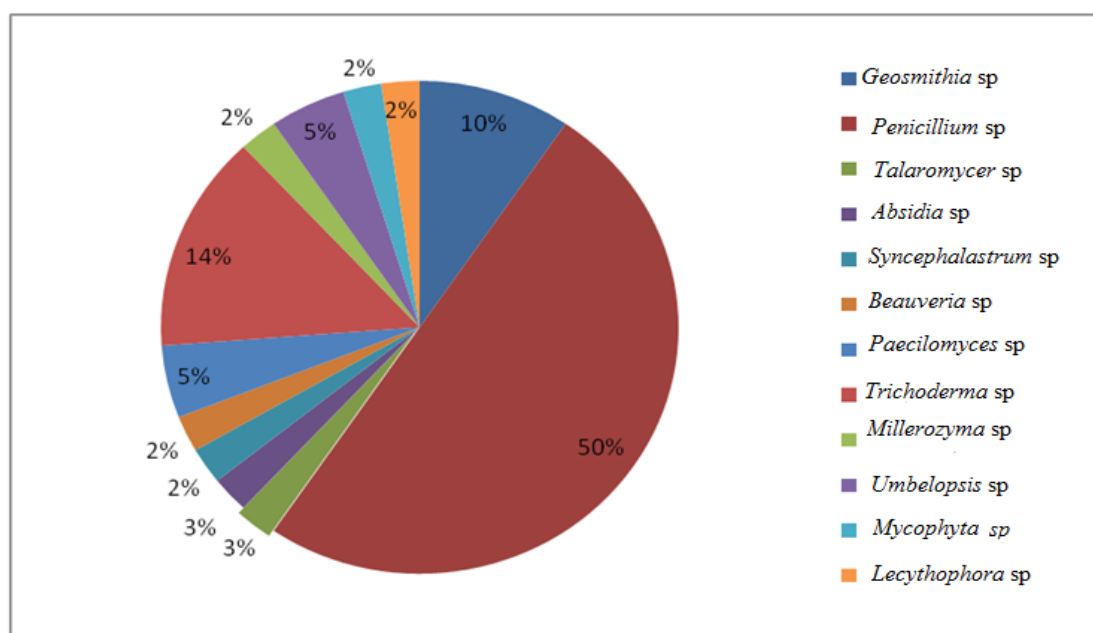


Fig 33 : Pourcentage des genres de champignons identifiés

Le *Penicillium* représente de 50%, *Trichoderma* 14%, *Geosmithia* 10% se sont révélés être les plus abondants, suivis par *Umbelopsis* et *Paecilomyces* 5%, *Absidia* et *Talaromyces* 3% , d'autres genres 2% (Fig 33)

*Le genre majoritairement isolé est *Penicillium* à 50% ; ce genre a été identifié 21 fois selon le (Tab 17) chez les insectes suivants : *Kaloterme flavicollis*, *Cis micans* , *Scolytus intricatus*, *Lacon punctatus* et *Julodis onoropodi*.

*Présence de *Penicillium* chez les divers insectes selon les auteurs

-Chez *Kaloterme flavicollis* : Sa présence est confirmée selon Smythe, 1966 ; König, 2006 ; Ould Safi et al., 2015 ; McLellan, 2017 ; Hanum et al., 2021 .

-Chez *Scolytus intricatus*, par Šrůtka, 1996 ; Salesses, 1998 ; Davis et al., 2006 .

-Chez *Lacon punctatus*, *Julodis onoropodi* et *Cis micans* non décrit auparavant

**Geosmithia*, ce genre a été identifié 04 fois selon le (Tab 17) chez les insectes suivants : *Scolytus intricatus*, *Kaloterme flavicollis* et *Cis boleti*

-Présence de *Geosmithia* chez *Scolytus intricatus* selon Čížková et al., 2005 ; Davis et al., 2006 ; Kolařík et al., 2008; Kolařík et al., 2010

- Chez selon *Kaloterme flavicollis* et *Cis boleti* , non décrit auparavant

**Talaromyces*, ce genre a été identifié 01 fois selon le (Tab 17) chez *Geosmithia*

Kaloterme flavicollis non décrit auparavant

**Absidia*, ce genre a été identifié 01 fois selon le (Tab 17) chez *Cis boleti* non décrit auparavant

**Syncephalastrum*, ce genre a été identifié 01 fois selon le (Tab 17) chez *Scolytus intricatus* non décrit auparavant

**Beauveria*, ce genre a été identifié 01 fois selon le (Tab 17) chez *Kaloterme flavicollis*

-Certains auteurs montrent qu' un champignon entomopathogène tels que *Beauveria brongniartii* et *Beauveria bassiana* utilisés comme insecticide 31 permet de détruire les termites de manière très sélective (Sugiura et al., 1996 ; Gurusubramanian et al., 1999 ; Almeida et al., 2009; Mohamed, 2022).

**Paecilomyces*, ce genre a été identifié 02 fois selon le (Tab 17)

chez *Lacon punctatus* et *Scolytus intricatus*. Chez *Scolytus intricatus* décrit par Šrůtka, 1996.

Chez *Lacon punctatus*, non décrit auparavant

**Trichoderma*, ce genre a été identifié 06 fois selon le (Tab 17) chez *Scolytus intricatus*, *Kaloterme flavicollis* et *Lacon punctatus*.

Chez *Kaloterme flavicollis* l'identification du champignon a été faites par König, 2006; Postava-Davignon, 2010 ; McLellan, 2017 ; Hanum et al., 2021 ; alors que, Krishna and M-Weesner (1969) ont montré que il n'y a aucune preuve d'une relation spécifique entre les termites et les genres de champignons recensés, parmi lesquels *Penicillium* et *Trichoderma* sont les plus courants.

-Concernant la présence de *Trichoderma* chez *Lacon punctatus* et *Scolytus intricatus* , non décrit auparavant.

Millerozyma , ce genre a été identifié 01 fois selon le (Tab 17) chez *Scolytus intricatus*, non décrit auparavant.

Umbelopsis, ce genre a été identifié 02 fois selon le (Tab 17) chez *Cis micans* et *Scolytus intricatus*, non décrit auparavant

Mycophyta, ce genre a été identifié 01 fois selon le (Tab 17) chez *Cis boleti*, non décrit auparavant

Lecythophora, ce genre a été identifié 01 fois selon le tableau (Tab 17) chez *Scolytus intricatus* , non décrit auparavant.

Conclusion

Les résultats de l'étude des aspects macroscopiques et microscopique des champignons symbiotes des xylophages du cèdre de l'Atlas a permis de mettre en évidence des souches en relation avec des insectes cités auparavant, Mais pour avoir une classification plus précise, l'identification de ces derniers repose sur la biologie moléculaire.

En général, ce travail a permis de mettre en évidence la présence de certains champignons hébergés par les insectes pour la première fois. Nous avons cité ***Penicillium***, chez *Lacon punctatus*, *Julodis onorpodi* et *Cis micans*. ***Geosmithia*** chez *Kaloterms flavicollis* et *Cis boleti*. ***Talaromyces*** chez *Kaloterms flavicollis*, ***Absidia*** chez *Cis boleti*. ***Syncephalastrum*** chez *Scolytus intricatus*. ***Paecilomyces*** chez *Lacon punctatus*. ***Trichoderma*** chez *Lacon punctatus* et *Scolytus intricatus*. ***Millerozyma*** chez *Scolytus intricatus*. ***Umbelopsis*** chez *Cis micans* et *Scolytus intricatus*. ***Mycophyta*** chez *Cis boleti*. ***Lecythophora*** chez *Scolytus intricatus*. Dans un essai d'éliminer certains champignons, une lutte biologique a été effectuée par l'utilisation d'huiles extraites de plantes.

CHAPITRE IV

Action antifongique des huiles

essentielles

Introduction

En général, les champignons qui accompagnent les insectes xylophages aident ces derniers à la destruction de la lignine du bois et de ce fait à affaiblir les arbres qui pour la plupart sont des arbres déjà en voie de dépérissement. Dans l'espoir de trouver une solution de lutte biologique contre ces champignons nous nous sommes intéressés à l'activité antifongique de certaines huiles.

1 Objectif

Le but est de tester *in vitro* la sensibilité des souches de champignons (deux champignons pathogène et deux champignons utiles) aux huiles essentielles de quatre plantes à savoir *Saccocalyx (Saccocalyx satureioides)*, cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*). Les huiles de ces plantes ont été choisies et testées au niveau du laboratoire de valorisation des ressources biologiques naturelles (UFASétif 1).

2 Matériel et méthodes

2-1 Matériel végétal

Les huiles de cade ont été obtenues à partir de 03 plantes à savoir *Cedrus atlantica* et *Pinus halepensis* de façon traditionnelle dans la région de Dar El baydha (commune de Boutaleb- Sétif) en juin 2018. Tandis que, celle du *Juniperus phoenicea* est obtenue par un distillateur dans la région de Batna, en octobre 2018. L'huile de cade est distillée à partir des troncs et des branches d'arbres sus-signalées, en brulant dans un four spécial construit en pierres sèches recouvertes de terre, l'intérieur du four était constitué d'une grande fosse centrale de brique et d'argile (Fig 34). Son fond avait une forme d'entonnoir permettant de récupérer l'huile de cade. Au laboratoire de valorisation des ressources biologiques de l'université de Sétif 1, les huiles essentielles sont extraites à l'aide d'un appareil type Clevenger. Le matériel végétal de *Saccocalyx satureioides* a été obtenu d'un herboriste à Ain Oulmènne, l'origine de cette plante est le cordon dunaire Djelfa-Bousaada.



Fig 34 : Etapes d'extraction des huiles de cade (Dar Elbaydha 2018)

2-2 Présentation des plantes utilisées

1 - Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

1-1 Taxonomie de l'espèce

Nom arabe : Sanaoubar al-halabi.

Nom commun : Pin d'Alep

Embranchement : Phanérogames

Sous embranchement : Gymnospermes.

Classe : Conifères.

Ordre : Coniféroles pinoidines.

Sous ordre : Abiétales.

Famille : Pinacées.

Genre : Pinus.

Sous genre : Eupinus

Espèce : *Pinus halepensis* Mill.



Fig 35: Pin d'Alep de la Forêt de Boutaleb (Sebaihi, 2017)

1-2 Ecologie de pin d'Alep

Les pins du groupe halepensis représentent près de la moitié des peuplements forestiers du bassin méditerranéen et offrent du point de vue écologique une plasticité des plus remarquables ainsi qu'une dynamique considérable et une potentialité certaine à étendre leur peuplement. Ils représentent des essences particulièrement bien adaptées aux conditions climatiques méditerranéennes et en particulier au stress hydrique estival (Quezel et Barbero, 1992)

1-3 Usages de Pin d'Alep

C'est un arbre très intéressant pour l'ombrage (Paquereau, 2016). De point de vue usages, le pin d'Alep a été longtemps utilisé comme source principale pour la production du bois servant à des utilisations très variés aussi bien domestiques qu'industrielles. Cependant, l'absence d'une sylviculture adéquate et d'un aménagement adapté, d'une part, l'ignorance des caractéristiques technologiques de son bois, d'autre part, n'ont pas favorisé une exploitation forestière rationnelle ce qui a réduit considérablement l'emploi de son bois dans le domaine industriel (Khouja et al., 2020).

Le pin d'Alep était utilisé par les scieurs pour faire de la palette et notamment des carrelets, pièces de cageots utilisant largement du bois déroulé (Bedel, 1986). Et dans le sciage des grumes en menuiserie (Belvaux, 1992).

2- *Saccocalyx satureioides*

2-1 Taxonomie de l'espèce

Noms vernaculaires : Zaatarmel, zaâtar
el'khil, azir el ebil)

Règne.: Végétal

Sous règne : Cormophyte

Embranchement : Spermaphyte

Sous Embranchement : Angiosperme

Classe : Dicotylédone

Sous classe : Asteridae

Ordre : Lamiales

Famille : Labiaceae

Sous famille : Stachyoideae

Genre : *Saccocalyx*

Espèce : *Saccocalyx satureioides* Coss. et Dur.



Fig 36: *Saccocalyx satureioides* (Sebaihi, 2018).

2-2 Description

La Sarriette indigène est un arbrisseau de 20-100cm tige érigée, feuilles ovales lancéolés de 4-6 fois 2-3 mm ciliées, hispides, fleurs en verticillastre, petites blanches rosées ou pourpres, calice à 5 dents, fortement accrescent, vésiculeux à la maturité. Corolle incluse à 4 lobes très courts, sub-égaux, les supérieurs plus marginés, d'une odeur forte et agréable (Quezel et Santa, 1963).

2-3 Distribution géographique

La Sarriette indigène est une plante endémique, elle pousse également dans le Sud-Ouest de l'Algérie (Khaldi, 2017), elle est répandue dans les dunes prédesertiques, des sous secteur du Hodna, sous secteur de l'Atlas Saharien Oranais,

sous secteur de l'Atlas Saharien Algérois, sous secteur de l'Atlas Saharien Constantinois. Elle est rare dans le secteur du septentrional (Quezel et Santa, 1963).

2-4 Ecologie de *Saccocalyx satureioides*

Lahrech (2010), considère le *Saccocalyx satureioides* comme une espèce fixatrice des dunes surtout par son enracinement profond qui contribue à la rétention du sol et lui permet de résister au dessèchement.

2-5 Usages de *Saccocalyx satureioides*

L'huile essentielle de *Saccocalyx satureioides* a des activités antifongiques (Khaldi, 2017). Laouedj (2018) indique que cette plante a des vertus stomachiques, digestif, antidiarhétic, vermifuge, tonique, calmant, diurétique, sudorifique, expectorant, antivirale, anti-inflammatoire et antalgique, gastroprotecteur, antihypertenseur, vasorelaxant, anti-allergique et biopesticide. Il signale également qu'elle a d'autres propriétés telles que rafraîchissantes au contact de la peau, antibactérienne vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* des infections cutanées et de la pneumonie, ou encore des infections des valves cardiaques et des infections osseuses. L'huile est également sédative par inhalation, et elle a un effet protecteur cérébrale.

3 -*Juniperus phoenicea* L, 1753

3-1 Taxonomie de l'espèce

Nom Français : Genévrier rouge, Genévrier de phénicie

Nom Vernaculaire : Arar

Règne : Plantae

Sous-règne : Trachiobionta

Division : Pinophyta

Classe : Pinopsida

Ordre : Pinales

Famille : Cupressaceae

Genre : *Juniperus*

Espèce : *Juniperus Phoenicea* L



Fig 37: *Juniperus phoenicea* L (Sebaihi, 2018).

3-2 Usages de *Juniperus phoenicea* L

Le juniperus de Phénicie est utilisé en décoction pour traiter la diarrhée et les rhumatismes. Le mélange de feuilles et des baies est utilisé comme agent hypoglycémiant oral. Tandis que, les feuilles sont utilisées contre les maladies broncho-pulmonaires et en tant que diurétique (Achak et *al.*, 2008; Ramdani et *al.*, 2013). Dans la médecine populaire algérienne ses feuilles sont utilisées sous forme de décoction pour traiter le diabète, la diarrhée et les rhumatismes alors que les fruits séchés et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès (Le Floc'h, 1983).

3 Laboratoire de travail

La recherche s'est fondée essentiellement sur les huiles essentielles extraites par hydro-distillation sous la direction du Professeur Laouer Hocine au niveau du laboratoire de valorisation des ressources biologiques naturelles; de la SNV de l'université de Sétif-1. Ensuite, les huiles essentielles ont été analysées dans le laboratoire de Pharmacie du Pr Dr Flammini en Italie.

4 Matériels des tests biologiques

04 souches fongiques ont été choisies à savoir *Geosmithia* sp et *Penicillium* sp (champignon pathogène) . *Trichoderma citrinoviride* et *Beauveria* sp (Des effets positifs sur l'environnement et des effets négatifs sur l'homme), ces champignons sont isolés des insectes xylophages sus cités .

4-1 Fiches techniques des champignons sélectionnés

4-1-1 Champignon *Trichoderma citrinoviride*

1 Taxonomie de l'espèce

Division: Ascomycota

Classe: Sordariomycetes

Ordre : Hypocreales

Famille : Hypocreaceae

Nom scientifique : *Trichoderma citrinoviride*

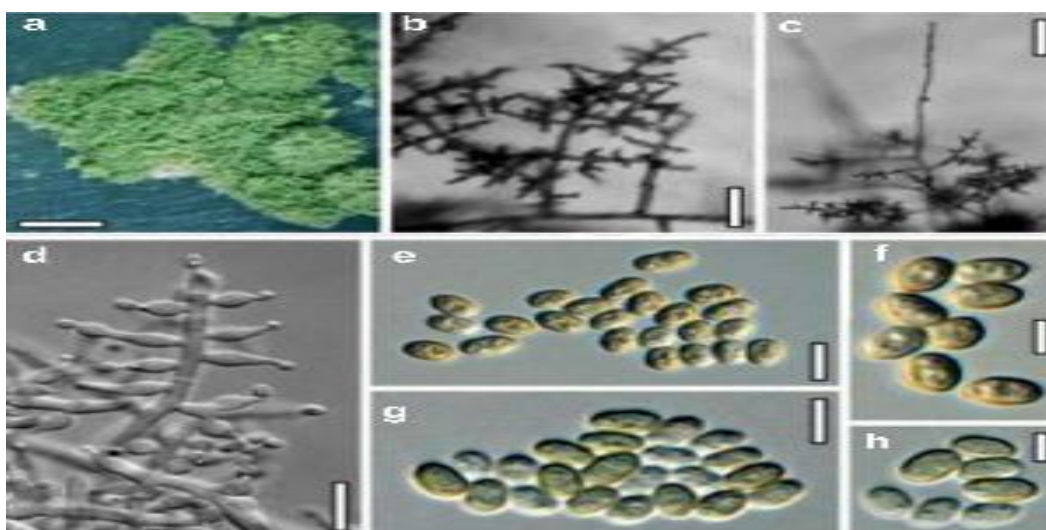


Fig 38: *Trichoderma citrinoviride*
(Sebaihi, 2018)

2 Description

Les colonies croissent de 45 à 75 mm en 07 jours à 20°C. Elles sont d'abord blanchâtres, avec des conidiations effuses ou faiblement touffues vert vif à vert jaune se développant principalement sur les bords de la colonie. Le revers est généralement vert jaunâtre. Les conidiophores ont des branches primaires longues et des branches secondaires courtes, souvent ramifiées une ou deux fois. Les phialides sont disposés de manière variée, en verticilles de trois ou en paires (ou solitaires) (Howard, 2002). Les colonies dont les zones conidiennes forment généralement des pustules compactes plus grandes, conodiation dans les tons jaune-vert ou olive foncé dans les cultures plus anciennes, conidies ellipsoïdales et généralement plus petites que 3,5*2 µm (Kubicek and Harman, 2002).

Trichoderma citrinoviride Bissett produit des conidies ellipsoïdes plus petites que chez les autres espèces et un conidiophore se ramifiant comme celui du *T. pseudokoningii* (Bissett, 1984).



Trichoderma citrinoviride Bissett, a - conidiation tufts (SNA, 6 days). b, c. - conidiophores on tuft margins on growth plates (b. tree-like side branch on main axis; c. young main axis with sterile elongation; SNA, 4 days); d - conidiophores on SNA; e - h conidia (e, f. CMD, 6 days; g, h. SNA, 4 days)..

Fig 39: Morphologie du champignon *Trichoderma citrinoviride* (Jaklitsch, 2011).

3 Méthode d'identification

Cette méthode repose essentiellement sur la prise en considération des caractères morphologiques macroscopiques et microscopiques.

3-1 Identification macroscopique

L'analyse macroscopique des colonies obtenues après culture des champignons est basée sur l'observation de celles-ci à l'œil nu et à la loupe binoculaire. L'observation des caractères porte sur l'aspect de la colonie, l'aspect des bordures des colonies, la couleur du mycélium et la vitesse de croissance (diamètre de la colonie) (Tab 13).

3-2 Identification microscopique

L'identification des champignons nécessite l'observation au microscope optique. Elle est basée sur les critères d'identification microscopique réalisés par le Pr Boucharra (Université d'Angers). Un fragment de la culture est prélevé et mis sur une lame. L'observation des caractères porte sur hyphes, conidiophores : phialide et Conidies : uni ou pluricellulaires, forme de mycélium (Tab 13).

4 Distribution de l'espèce

Trichoderma citrinoviride est un organisme commun sur les sols (Howard, 2002 ; Lin et *al.*, 2016) et les bois tempérés. Jusqu'à présent, il est connu surtout dans l'Amérique du Nord et en Europe (Howard, 2002).

5 Caractéristique de *Trichoderma citrinoviride*

En général, les plages de température de production des conidies ont été déterminées comme étant de 20-35°C pour *T. citrinoviride* (Gezgin et *al.*, 2019). Ils déconstruisent jusqu'à cinq fois plus de cellulose (Lin et *al.*, 2016). La souche de *Trichoderma citrinoviride* produit un complexe d'antibiotiques à base de peptides ayant une action antibactérienne et antimycotique (Sadykova et *al.*, 2015).

6 Effets de *T.citrinoviride* sur la santé humaine

Kurup (2005) a montré un risque accru de développer de l'asthme chez les adultes ayant été exposés au *Trichoderma citrinoviride*.

4-2-1 Champignon *Beauveria* sp.

1 Taxonomie de l'espèce

Classe: Deutéromycètes

Ordre : Hyphomycètes

Famille : Moniliaceae

Nom scientifique : *Beauveria* sp

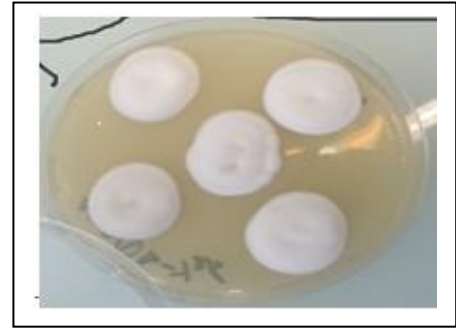


Fig 40: *Beauveria* sp (Sebaihi, 2018)

2 Description

Halouane (2008) signale que les espèces de *Beauveria* produisent des conidies cotonneuses blanches à jaunâtres. Les conidies ou spores sont soutenues par de longs filaments en zigzag qui sont des hyphes transparents et septeux, avec un diamètre de 2.5 à 25 μm . Les conidies sont produites sur des épis courts, donnant aux cellules conidiogènes un aspect épineux. En présence d'air le champignon produit des conidiospores de forme sphérique (1 à 4 μm) ou ovales (1.55 à 5.5* 1 à 3 μm d'envergure) mais en milieu anaérobie, il produit des blastospores de forme ovale (2 à 3 μm de diamètre et 7 μm de longueur). Les blastospores sont aussi infectieux au même titre que les conidies.

3 Méthode d'identification

Cette méthode repose essentiellement sur les caractères morphologiques macroscopiques et microscopiques.

3-1 Identification macroscopique

L'identification macroscopique des colonies obtenues après culture des champignons est basée sur l'observation de celles-ci à l'œil nu et à la loupe binoculaire. L'observation des caractères porte sur l'aspect de la colonie, sur l'aspect des bordures des colonies, sur la couleur du mycélium et enfin, sur la vitesse de croissance (diamètre de la colonie) (Tab 13).

3-2 Identification microscopique

L'identification des champignons nécessite l'observation au microscope optique. Elle est basée sur les critères d'identification microscopique réalisés par le professeur Boucharra du même laboratoire. Un fragment de la culture est prélevé et

dépose sur une lame. L'observation des caractères porte sur les hyphes, les conidiophores, le phialide et enfin sur les conidies qui sont uni- ou pluricellulaires. La forme du mycélium est prise également en compte (Tab 13).

4 Caractéristiques de l'espèce

Beauveria sp est le principal entomopatogène qui peut être utilisé comme agent de biocontrôle dans le cadre de l'agriculture biologique (Bio-contrôle dans les zones de pâturage) (Suryadi et *al.*, 2018).

Selon Mbondji (1988) in Amang à Mbang et *al.* (2012) *Beauveria sp* envahit le scolyte au moment du forage du trou d'entrée dans la baie, alors que le scolyte se trouve la tête enfoncée. Le champignon adhère à son hôte et germe en émettant des filaments mycéliens. L'examen au microscope d'individus morts a montré la présence du mycélium dans les différents tissus de l'insecte, au niveau du tube digestif, des pattes, des élytres et des antennes. Après l'infection, le scolyte peut encore vivre au maximum pendant trois à six jours. L'insecte mort est recouvert d'une moisissure blanche caractéristique et reste fixé à l'orifice de la galerie.

5 Effets de *Beauveria sp* sur la santé humaine

Beauveria sp est un champignon qui pousse naturellement dans les sols partout dans le monde. Il s'agit d'un champignon entomopathogène sont également très efficace lorsque les populations d'insectes cibles sont très denses, comme dans une culture lorsqu'il y a pullulation de ravageurs, mais avant tout l'état du système immunitaire des insectes qui va fortement influencer la toxicité des ces entomophages. Contrairement aux autres micro-organismes, ils sont capables d'infecter les insectes directement par pénétration à travers la cuticule (Moore et *al.*, 1993). Alors que, Henke et *al.* (2002) montrent que l'immunosuppression, une infection humaine systémique par *Beauveria* est possible.

4-1-3 Champignon *Geosmithia* sp

1 Taxonomie de l'espèce

Classe : Sordariomycètes

Ordre : Hypocreales.

Famille : Incertaindans.

Nom scientifique : *Geosmithia* sp



Fig 41: *Geosmithia* sp (Sebaihi, 2018).

2 Description

Les espèces du genre *Geosmithia* sont généralement similaires à celles de *penicillium*, mais possèdent des caractères distinctifs : colonies basses et compactes, ne produisant généralement que des quantités limitées de mycélium aérien. Les couleurs des colonies sont principalement celles des conidies : blanc, brun, gris ou violet grisâtre. Structures de fructification asexuées "Penicilli" dont tous les éléments sont rugueux, phialides et conidies toutes deux cylindroidales (Pitt, 1979).

3 Méthode d'identification

Elle est basée essentiellement sur les caractères morphologiques macroscopiques et microscopiques.

3-1 Identification macroscopique

L'analyse macroscopique des colonies obtenues après culture des champignons est basée sur l'observation de celles-ci à l'œil nu et à la loupe binoculaire. L'observation des caractères porte sur : l'aspect de la colonie, l'aspect des bordures des colonies, la couleur du mycélium et la vitesse de croissance (diamètre de la colonie) (Tab 13).

3-2 Identification microscopique

L'identification des champignons nécessite l'observation au microscope optique. Elle est basée sur les critères d'identification microscopique par le professeur Boucharra. un fragment de la culture est prélevé puis déposé sur une lame. L'observation des caractères porte sur l'hyphe, les conidiophores : phialide et conidies : uni ou pluricellulaires, forme du mycélium (Tab 13).

4 Caractéristiques de l'espèce

Diverses espèces de *Geosmithia*, toujours en association avec des scolytes, sont connues comme agents de dépérissement et de chancre sur différentes espèces de feuillus et de conifères. Le rôle écologique de ces champignons est peu connu. Leur incapacité à utiliser la cellulose et la lignine laisse supposer qu'il s'agit de saprophytes adaptés aux environnements spécifiques riches en nourriture (Wunderli et al., 2016).

5 Effets de *Geosmithia* sp sur la santé humaine

Selon Faillaux (2013), *Rasamsonia argillacea* (anciennement *Geosmithia argillacea*). *Rasamsonia* est un champignon filamenteux dont le genre est proche de celui de *Penicillium* sp. pouvant conduire à des erreurs d'identification morphologique. Ces erreurs peuvent être corrigées par le séquençage moléculaire de l'isolat. Les difficultés d'identification morphologique entraînent probablement une sous-estimation de sa prévalence dans la population des patients atteints de mucoviscidose. En 2010, une étude française rapportait 8 cas de colonisation chronique à *R. argillacea*. Les patients colonisés présentaient tous la mutation Phe508del sur au moins un de leurs deux allèles. La colonisation survenait plus tôt chez les patients homozygotes pour cette mutation (10 ans) que chez les patients hétérozygotes (36 ans). La fréquence de l'homozygotie était plus élevée que dans la population des patients atteints de mucoviscidose en France. Tous les patients avaient reçu un traitement antifongique Mucoviscidose 47 par azolés (itraconazole ou voriconazole) en raison de la présence d'une espèce filamenteuse dans les sécrétions respiratoires avant la survenue de la colonisation. Au Royaume-Uni, Barton rapportait aussi huit cas de colonisation à *R. argillacea*. Comme précédemment, tous les patients étaient porteurs de la mutation Phe508del sur au moins un des deux allèles. Aucune association n'était retrouvée avec l'âge de survenue de la colonisation et la fonction respiratoire. *R. argillacea* est de plus en plus souvent mis en évidence dans les prélèvements respiratoires des patients, y compris ceux indemnes de mucoviscidose, cependant son rôle pathogène reste à déterminer.

Kolarik et al. (2010) signalent que les *Geosmithia* sont des saprobes communs associés aux scolytes qui attaquent les feuillus et les conifères dans le monde entier, *G. morbida* est la première espèce documentée comme agent pathogène des plantes.

4-1-4 Champignon *Penicillium* sp

1 Taxonomie de l'espèce

Classe : Euascomucetes

Ordre : Eurotiales

Famille : Trichomaceae

Genre : *Penicillium*

Nom scientifique : *Penicillium* sp



Fig 42 : *Penicillium* sp (Sebaihi, 2018)

2 Description

Selon Najih (2008), ces champignons poussent facilement sur les milieux utilisés en mycologie, mais sont inhibés par le cycloheximide. Leur croissance est rapide, la colonie est habituellement duveteuse, poudreuse, de couleur variable, le plus souvent verte, mais parfois grise, jaune ou rose. Le revers est incolore ou foncé. Un pigment diffuse parfois dans la gélose. Les hyphes septés, hyalins, portent des conidiophores simples ou ramifiés, parfois regroupés en buisson ou corémie. Les phialides sont disposées en verticilles à l'extrémité des conidiophores. Elles sont insérées directement (*Penicillium* monoverticillé) ou par l'intermédiaire d'une rangée de métules (*Penicillium* biverticillé) ou de deux rangées successives de métules (*Penicillium* triverticillé) sur les conidiophores. Les phialides sont serrées les unes contre les autres, l'ensemble donne une image de pinceau (ou pénicille). Les phialides donnent naissance à des spores unicellulaires disposées en chaînes (chaînes basipètes, non ramifiées). Les conidies sont rondes à ovoïdes, hyalines ou pigmentées, lisses ou échinulées, mesurant de 2 à 4 μm de diamètre.

3 Méthode d'identification

Cette méthode repose essentiellement sur l'analyse des caractères morphologiques macroscopiques et microscopiques

3-1 Identification macroscopiques

L'analyse macroscopique des colonies obtenues après culture des champignons est basée sur l'observation de celles-ci à l'œil nu et à la loupe binoculaire.

L'observation des caractères porte sur : l'aspect de la colonie, l'aspect des bordures des colonies, la couleur du mycélium et la vitesse de croissance (diamètre de la colonie) (Tab 13).

3-2 Identification microscopique

L'identification des champignons nécessite leur observation au microscope optique. Elle est basée sur les critères d'identification microscopique. Un fragment de la culture est prélevé puis déposé sur une lame. L'observation des caractères porte sur les hyphes, les conidiophores : phialide et Conidies : uni ou pluricellulaires, forme du mycélium (Tab 13).

4 Caractéristiques de l'espèce

Les *Penicillium* sont des mycètes mésophiles pouvant croître entre 5 et 37°C (température optimale de 20-30°C) à un pH de 3-4,5. La croissance est optimale in vitro à 23°C, à un pH de 3-4,5. Après 2 jours d'incubation, on observe des petites colonies plates, formées de courts filaments aériens, habituellement blancs. Après 3 à 4 jours d'incubation, la sporulation va conférer aux colonies leur teinte, le plus souvent dans les tons vert, vert bleu, vert-gris, vert-jaune, gris bleu (Charmette et Bussieras, 1993).

5 Effets de *Penicillium* sp sur la santé humaine

Les infections sont habituellement provoquées par l'inhalation des spores. Les premiers signes sont souvent pulmonaires. Des espèces *Penicillium* sont responsables de Kératomycose (inflammation de la cornée), d'Otomycose (infection de l'oreille externe), d'Onychomycose (infection des ongles) et parfois d'infection profondes (Hennequin et Lavarde, 1998).

5 Milieux de cultures

La gélose de Sabouraud (YPDA) a été utilisée pour cultiver les souches fongiques. Cette gélose est constituée par les ingrédients (Chloramphénicol 1.5 g, Yeast extract 15g, Peptone 30g, Glucose 60g, Agar 60g, l'eau distillée).

6 Antibiotiques

Deux types de disques sont utilisés: disques stériles utilisés pour tous les champignons ; et les disques antifongiques (Miconazole *et* Econazole).

7 Produits utilisés

Les produits qui sont utilisés sont : l'eau physiologique (1 L l'eau distillé+ 9g NaCl).

Les extractions ont été effectuées au niveau du laboratoire de biologie laboratoire de valorisation des ressources biologiques (UFASetif 1). Les composants des huiles ont été identifiés par le Professeur Flammini En Espagne.

8 Méthodes d'extraction

La technique d'extraction par l'hydrodistillation à l'aide d'un dispositif d'extraction type Clevenger (Fig 43) est suivie. Cette technique se base sur le pouvoir que possède la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles. L'opération consiste à introduire 100 g de masse végétale ou de l'huile de cade dans un grand ballon en verre, on y ajoutant une quantité suffisante d'eau distillée sans pour autant remplir le ballon pour éviter les débordements de l'ébullition. Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon. Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le tube vertical puis dans le serpentin de refroidissement où aura lieu la condensation. Les gouttelettes ainsi produites s'accumulent dans le tube rempli auparavant d'eau distillée. L'huile essentielle de faible densité par rapport à l'eau, surnage à la surface de cette dernière. L'huile ainsi obtenue est récupérée et conservée dans des flacons opaques bien scellés à température basse (4-5°C). L'opération d'extraction dure trois heures à partir du début d'ébullition.

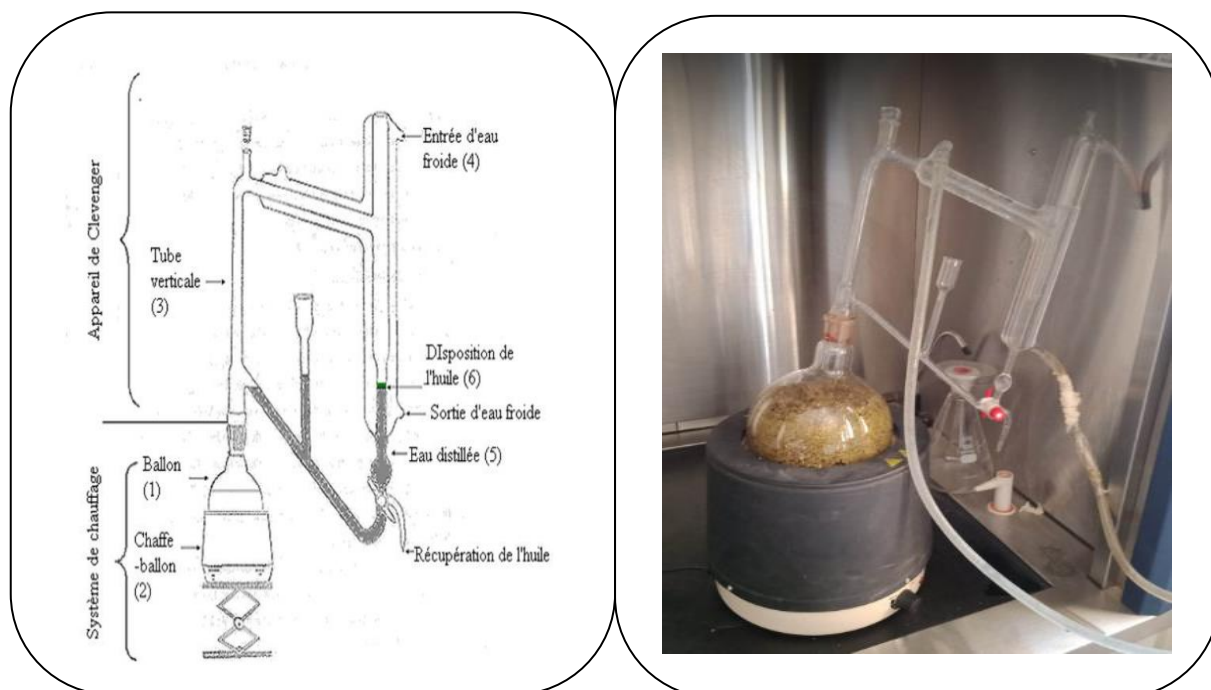


Fig 43: Extraction par l'hydrodistillation

9 Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante sec à traiter (AFNOR, 1986). Le rendement exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante: $R = PB / PA \times 100$

R: rendement de l'huile essentielle en %. **PB:** poids de l'huile en g. **PA:** poids de la plante sec en grammes.

10 Analyse des huiles essentielles

La séparation et l'identification des constituants des huiles essentielles ont été réalisées par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG/MS) à colonne apolaire. Les analyses ont été effectuées à l'aide d'un gaz chromatographe Agilent (modèle 6890N) équipé d'un détecteur à ionisation de flamme (FID) couplé à un détecteur sélectif de masse Agilent 5975 GC-MSD système qui fonctionne en mode impact d'électron(EI) à 70 eV. Le gaz chromatographe est équipé d'une colonne capillaire Innowax FSC (60 mètres de longueur par 0.25 mm de diamètre et d'une épaisseur de 0.25 μ m). Le gaz vecteur est l'hélium avec un flux de 0.8mL/min; la température du four est maintenue à 60 C° pendant 10 min et programmée à 220 C° à raison de 4C°/min pendant 10 min puis maintenue fixe à 240C° à 1C°/min. La température de l'injecteur (mode split, ratio 40:1) est de 250C°. La température du détecteur à ionisation de flamme (FID) a été fixée à 300C. Une auto-injection simultanée a été effectuée en duplicata dans la même colonne en appliquant les mêmes conditions opérationnelles. Les pourcentages des composés séparés ont été calculés à partir des chromatogrammes FID. Les constituants des huiles essentielles sont identifiés par comparaison de leurs spectres de masse et de leurs indices de rétention (IR) à une série de n-alcane et avec ceux des substances pures enregistrées dans la littérature ainsi qu'à partir des bases de données Wiley, Adams et Mass Finder 3

8 Méthodes utilisées

8-1 Tests antifongiques

1^{ère} méthode : Technique par contact direct

A l'aide de l'écouvillon des spores sont prélevés d'une colonie jeune de champignons et mises dans des tubes à vis remplis d'eau physiologique. Après agitation, le nombre de spores par mL est compté à l'aide de cellule de mallasasse. Cette solution à servis à l'ensemencement de 07 boites de Pétri, divisées comme suite :

04 boites contiennent chacune 03 disques imbibés par 10ul de l'huile essentielle, deux autres boites contiennent de disques antifongiques. Enfin une autre boite a servie pour le témoin négatif (Fig 44, 45).

*Protocole de test antifongique

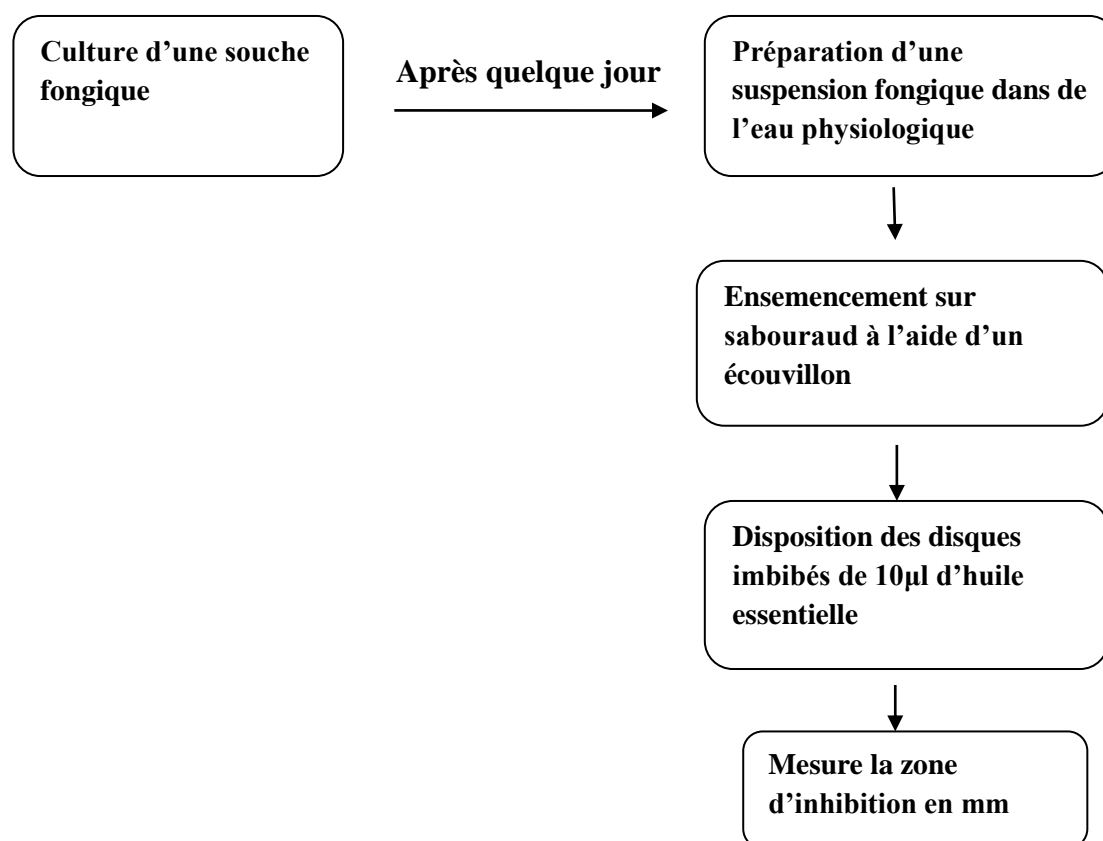
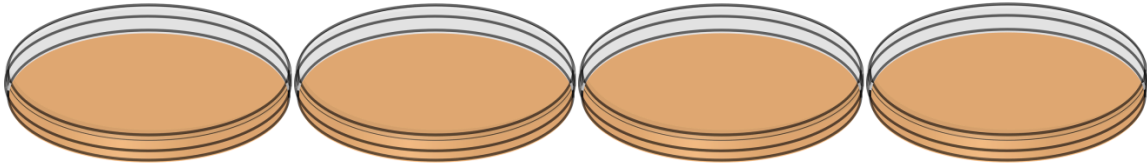
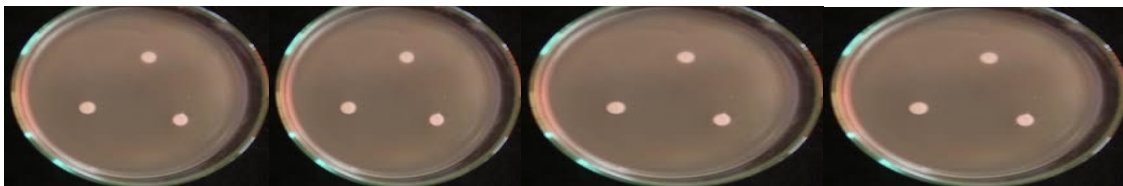


Fig 44 : Etapes de réalisation du test antifongique.

1- Boites de Pétri avec le milieu de culture+ la souche testée



2- Boites de Pétri avec 03 disques (6 mm) imbibé d'huile essentielle



Huile de cèdre

Huile de pin

Huile de
Saccocalyx

Huile de
Juniperus

3- Boite de Pétri avec des disques antifongiques *Miconazole* et *Econazole* (disque sur chaque boîte)



4- Boite de Pétri (témoin sans addition)



Fig 45 : Technique par contact direct

2^{ème} méthode : Utilisation des huiles pures directement sur les souches fongiques

Le protocole expérimental préliminaire consiste à tester l'activité des huiles essentielles sur les champignons sous-cités à l'aide de trois disques par boîte de Pétri durant 15 jours d'incubation à 25°C.

Les résultats obtenus n'ont pas été significatifs car trois disques par boîte de Pétri ne donnent pas les vrais résultats (chevauchement des zones d'inhibition). C'est pour cela que nous avons repris le travail avec un seul disque par boîte (trois répétitions) (schéma ci-dessous). Ce qui nous a permis d'avoir avec précision le diamètre d'inhibition.

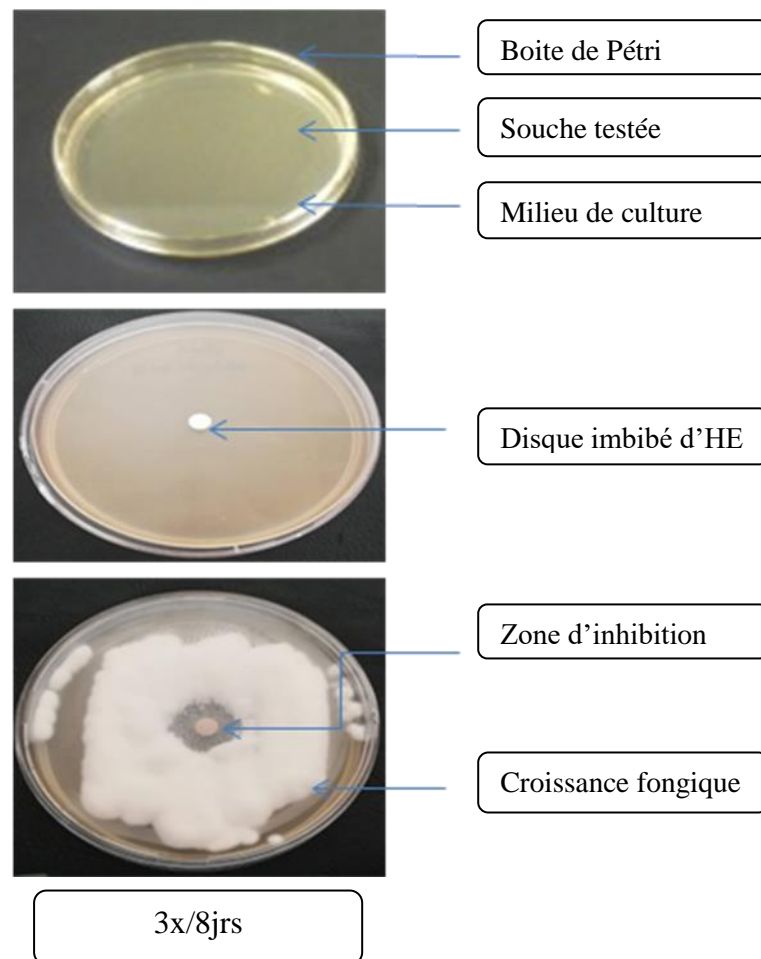


Fig 46: Détermination du diamètre d'inhibition.

Résultats et Discussion

1 Calcul du rendement des huiles essentielles

La première étape à faire après l'extraction de l'huile essentielle de chaque plante par l'hydrodistillation c'est le calcul du rendement (Tab 16). Ce rendement est calculé par la formule suivante:

$$\text{Rdt} = \text{Mhe} / \text{Mvg} \times 100$$

Rdt: rendement en HE (en%)

Mhe: masse de l'huile essentielle

Mvg: masse végétale sèche

Tableau 18: Rendements en huiles essentielles

Les huiles essentielles	Huile essentielle de Cèdre de l'Atlas	Huile essentielle de Pin d'Alep	Huile essentielles de Juniperus	Huiles essentielle de Saccocalyx
Le rendement en %	0.01	0.02	0.01	1.8

La figure ci-dessous résume les rendements en huiles essentielles des différentes plantes :

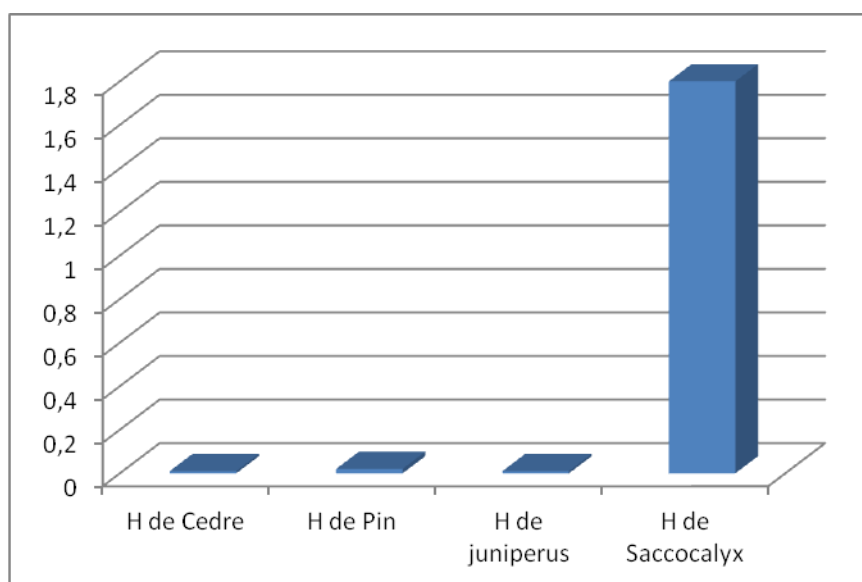


Fig 47: Histogramme montrant les rendements en huiles essentielles des différentes plantes.

Les rendements (0.01%, 0.02%, 0.01%) sont considérés comme faibles comparativement à ceux obtenus à partir des parties sèches de *Saccocalyx* (1.8%) (Fig 47). Pour cette dernière espèce, le rendement est comparable à ceux obtenus par Ariech et sabri (2008). Cependant, Belmekki (2014) a obtenu un rendement de 4.42%.

Les rendements en huiles essentielles du cèdre de l'Atlas sont variables entre 2,4 et 2,6% après 8 h d'extraction (Aberchane et *al.*, 2001). Enfin, Meghazi. (2015) a montré que le rendement moyen d'extraction d'huile essentielle de *Cedrus atlantica* est de 1.62%. Alors que Rhafouri et *al.* (2015) ont signalé que le rendement des graines du cèdre de l'Atlas obtenu varie entre 0,7 et 1,45%, en fonction du stade de germination. Il semble qu'il est plus fort que nous l'avons trouvé. Satrani et *al.* (2006) ont signalé que l'hydrodistillation du bois de *Cedrus atlantica* a donné un rendement de 2,78%. Alors que, Derwich et *al.* (2010) ont montré que le rendement en huile essentielle de *Cedrus atlantica* était de 1,82%.

Sadou et *al.* (2015) indiquent que l'huile essentielle des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill., récoltées dans la forêt du lac Mellah situé dans le Parc National d'El Kala et la forêt Zaarouria (Souk Ahras), obtenue par hydrodistillation ont donné respectivement un rendement de 0,81% et de 0,3%. Alors que Dob et *al.*, (2005) évoquent un RDT de 0.52%.

Les résultats de différents rendements en H.E des espèces végétales testées sont probablement dus à une perte d'huile lors de la distillation.

Selon Mezerket (2010), la composition et le rendement des huiles essentielles peuvent varier selon l'âge, les facteurs climatiques et pédologiques (la nature du sol), analytiques (les procédés d'extraction), génétiques (les gènes) et physiologiques (stade de développement), dans les feuilles de plants jeunes que dans les feuilles de plants âgés. De même un climat sec et ensoleillé favorise la formation des huiles essentielles.

2 Composition chimique des huiles essentielles testées

Les résultats de la composition chimique des huiles essentielles obtenues ont été comparés aux autres travaux concernant les mêmes huiles essentielles. Il est à rappeler que l'extraction des huiles a été effectuée au niveau du laboratoire de biologie laboratoire de valorisation des ressources biologiques naturelles (UFASetif

1) sous la direction du Professeur Laouer Hocine, alors que les analyses de ces dernières ont été faites en Espagne par le Professeur Flammini.

2-1 Composition chimique de l'huile essentielle de la partie aérienne du *Juniperus phoenicea*

Tableau 19 : Différents composants d'huile essentielle de *Juniperus phoenicea*

Constituants	I.r.i.	Pourcentage
<i>ortho</i> -guaiacol	1092	1,9
Creosol	1194	2,6
<i>p</i> -ethylguaiacol	1280	2,3
Isodene	1378	0,9
β -elemene	1392	1,1
Cyperene	1399	1,7
(<i>Z</i>)-caryophyllene (syn. isocaryophyllene)	1406	0,8
α -cedrene	1410	6,9
β -caryophyllene	1419	3,8
1,6-dimethylnaphthalene	1420	2,9
β -gurjunene	1433	0,7
α -guaiene	1440	0,9
dihydro- <i>ar</i> -curcumene	1447	4
α -humulene	1455	2,4
<i>cis</i> -muurola-4(14),5-diene	1462	1,2
<i>trans</i> -cadinane-1(6),4-diene	1476	4,4
γ -muurolene	1477	1,8
β -selinene	1486	1,6
<i>cis</i> - β -guaiene	1491	0,5
Viridiflorene	1495	1,2
Epizonarene	1498	3,7
α -muurolene	1499	4,7
δ -cadinene	1524	35,7
cadinane-1,4-diene (syn. cubenene)	1533	1,3
α -calacorene	1543	4
Gleenol	1585	0,7
1- <i>epi</i> -cubenolo	1629	0,6
T-cadinol	1640	0,6
Cadalene	1674	0,8
Sesquiterpene hydrocarbons		84,1
Oxygenated sesquiterpenes		1,9
Non-terpene derivatives		9,7
Total identified		95,7

L'analyse chimique de l'huile essentielle du *Juniperus phoenicea* est représentée par 32 constituants représentant 95.7% du total de l'huile essentielle. Les composés majoritaires sont: δ -cadinene 35,7%, α -cedrene 6,9%, α -muurolene 4.7%, trans-cadina-1(6),4-diene 4.4%, dihydro-*ar*-curcumene 4%, α -calacorene 4%, β -caryophyllene 3.8%, Epizonarene 3.7%.

Ces résultats sont différents de ceux de Bouzouita et *al.* (2008) qui signalent la composition chimique de l'huile essentielle extraite des feuilles séchées de *Juniperus phoenicea* récoltées de la région de Medenine (Sud de la Tunisie) qui comportent vingt sept constituants, représentant 84,63% du total de l'huile essentielle. Les composés majoritaires sont : l' α -pinène (59,11%) ; le linalool (3,3%) ; le germacrène D (1,55%) ; le germacrène B (3,22%). Mazari (2014) a trouvé que les composés majoritaires mis en évidence dans l'huile essentielle de *J. phoenicea* sont : l' α -pinène (34,51%), le phellandrène (22,37%) et l'acétate d' α -terpényle (14,68%). Enfin, Mansouri et *al.* (2011) ont signalé que les huiles essentielles de ces essences forestières sont largement dominées par l' α -pinène et peuvent constituer une source importante en ce constituant bien recherché sur le marché international.

D'après Ramdhani et *al.* (2013), l'huile de *J. phoenicea* est dominée par la présence de l' α -pinène (36,3-55,9%). Trois autres composants sont présents également en quantité appréciable: le terpinolène (0-13%), le Δ^3 -carène (0-12,4%) et le β -phellandrène (0-7,3%).

Bouyahyaoui (2017) a montré que l'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation à partir des feuilles et des baies sèches de *Juniperus phoenicea* L., ainsi que celles des feuilles sèches de *Juniperus oxycedrus* L se sont montrées plus actives que celles des baies et des feuilles de *J. oxycedrus* avec des CMI (concentrations minimales inhibitrices) de 13,8 à 1380 $\mu\text{g/ml}$ contre la majorité des souches testées responsables des infections nosocomiales (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Staphylococcus aureus* et *Candida albicans*). De plus, l'activité antioxydante de toutes les huiles essentielle des feuilles de *J. phoenicea* et *J. oxycedrus* ont montré le même effet.

Alors que, Drider et Kada (2019) ont signalé que l'activité antifongique d'H E de *Juniperus* est faible.

2-2 Composition chimique de l'huile essentielle de la partie aérienne de *Cedrus atlantica*

Tableau 20 : Différents composants d'huile essentielle de *Cedrus atlantica*

Constituants	l.r.i.	poucentage
<i>p</i> -cymene	1028	1,4
Limonene	1032	0,6
<i>p</i> -cymenene	1091	1,8
<i>ortho</i> -guaiacol	1092	2,4
2,4-dimethylanisole	1109	0,7
4-acetyl-1-methylcyclohexene	1136	2,9
Creosol	1194	3,0
<i>p</i> -ethylguaiacol	1280	2,1
β -maaliene	1379	0,7
Sativene	1394	0,5
Longifolene	1403	1,6
Aromadendrene	1441	0,8
α -himachalene	1450	19,4
γ -gurjunene	1475	1,1
γ -himachalene	1478	9,7
γ -curcumene	1482	2,4
<i>ar</i> -curcumene	1483	0,6
Bicyclogermacrene	1496	0,7
β -himachalene	1501	34,3
Cuparene	1505	0,8
α -dehydro- <i>ar</i> -himachalene	1514	1,6
γ -dehydro- <i>ar</i> -himachalene	1528	3,4
<i>ar</i> -himachalene	1540	2,3
(<i>E</i>)- α -bisabolene	1542	0,6
Monoterpene hydrocarbons		3,8
Sesquiterpene hydrocarbons		80,5
Non-terpene derivatives		11,1
Total identified		95,4

L'analyse chimique de l'huile essentielle de *Cedrus atlantica* a permis d'identifier 27 constituants représentant 95,4% du total de l'huile essentielle. Les composés majoritaires sont : β -himachalene 34,3%, α -himachalene 19,4 γ -himachalene 9,7%, γ -dehydro-*ar*-himachalene 3,4%, Creosol 3%, 4-acetyl-1-methylcyclohexene 2,9%, *ortho*-guaiacol 2,4%, *ar*-himachalene 2,3%. Aberchane et *al.* (2001) signalent que les himachalènes, le déodarone et le E- α -atlantone constituent les composés majoritaires de ces huiles. Alors que Satrani et *al.* (2006) signalent que l'huile de *Cedrus atlantica* est constituée de l'E- α -atlantone (28,75%), le β -himachalène (14,62%), l'himachalol

(7,11%), l' α -himachalène (5,72%), la Z- α -atlantone (5,16%), le γ -himachalène (4,82%), la déodarone (4,42%), l'isocédranol (3,52%) et le 1-épïcubénol (2,71%). La distillation fractionnée a donné quatre fractions, la première riche en alcools (26,40%) et cétones (32,74%), la seconde caractérisée par l'abondance des cétones (38,73%), des sesquiterpènes (25,79%) et des alcools terpéniques (15,01%), la troisième et la quatrième dominées par les cétones (42,16% et 44,38%) et les sesquiterpènes (27,75% et 27,97%).

Derwich et *al.* (2010) ont montré que le principal composé dans les parties aériennes était l' α -pinène (14,85%) suivi de l'himachalène (10,14%), du β -himachalène (9,89%), du σ -himachalène (7,62%), cis- α -atlantone (6,78%), himachalol (5,26%) et α -himachalène (4,15%), germacrène D (3,52%), β -caryophyllène (3,14%), cadinène (3,02%), β -pinène (2,35%), humulène (2,30%) et copaène (2,26%). Alors que, Boudarène et *al.* (2012) signalent que les principaux composants isolés des huiles étaient l' α -pinène (5,6–23,4%), le camphène (0,4–1,8%), le myrcène (0,1–2,7%), l' α -terpinéol (0,8–6,7%), le β -caryophyllène (6,0–11,4%), α -humulène (1,3–2,3%) et oxyde de caryophyllène (trace-10,3%). Toutefois, Ainane et *al.* (2019) évoquent l' α -himachalène 15,63%, le β -himachalène 31,24% et le γ -himachalène 14,46%.

Paoli (2011) signale que l'analyse détaillée d'un échantillon de cette huile essentielle, réalisée par combinaison de techniques chromatographiques et spectroscopiques, a permis d'identifier divers composés possédant le squelette himachalane ou bisabolane non encore référencés dans la bibliothèque de spectres « Terpènes » propre au laboratoire. Il s'agit de la (E)-atlantone, de la (Z)-atlantone, de l'himachalol et de l'allohimachalol. Enfin, Fidah (2016) montre que la composition chimique de l'HE du bois de cèdre est dominée par les atlantones et par les alcools, principalement le 5-isocédranol, le tumérol et l'himachalol.

Fideh et *al.* (2016) ont montré que le bois de *Cedrus atlantica* est très résistant à l'attaque des champignons de la carie du bois. L'extraction de l'huile essentielle de la sciure par hydrodistillation a donné environ 3,35% et l'analyse chimique de cette huile essentielle par GC-MS a montré que l'E- γ -Atlantone (19,73%), la E- α -Atlantone (16,86%), le 5-Isocedranol (11,68%), la 9-iso-Thujopsanone (4,45%), la Cedranone (4,13%) et la Z α -Atlantone (4,02%) étaient les principaux composants identifiés.

Bensaid et *al.* (2021) signalent que les constituants chimiques des huiles essentielles obtenues à partir des cônes, branches et des aiguilles de cèdre de l'Atlas étaient comme suit : le Cis- α -Bisabolène (19,57%) était le composant principal des huiles de branches et des aiguilles, suivi du Perhydrofarnes (19,57%), d'aiguilles, suivi par le perhydrofarnesyl acétone (4,74%) et le spathuleno (4,54%). Les huiles de cône contenaient de l' α -pinène (46,61%) en plus du β -pinène (9,69%) et du D-limonène (4,351 %). Alors que Bennouna et *al.* (2019) montrent que l'analyse par chromatographie en phase gazeuse (GC)/spectrométrie de masse (MS) de l'huile essentielle étudiée a montré que la cédranone et l'iso-cedranol étaient les principaux composants de l'huile essentielle de *C atlantica*.

2-3 Composition chimique de l'huile essentielle de *Saccocalyx satureioides*

Tableau 21 : Différents composants d'huile essentielle de *Sacoccalyx satureioide*

Constituants	I.r.i.	Abondance relative (%)
α -thujene	931	0,2
α -pinene	941	1,6
Camphene	954	2,8
β -pinene	982	0,2
α -terpinene	1018	0,1
<i>p</i> -cymene	1027	2,4
Limonene	1032	0,4
γ -terpinene	1062	0,2
Linalool	1101	0,4
Borneol	1165	22,9
4-terpineol	1178	2,0
<i>p</i> -cymen-8-ol	1183	0,1
α -terpineol	1189	32,3
<i>cis</i> -dihydro carvone	1199	0,3
<i>isobornyl</i> formate	1232	0,2
bornyl acetate	1287	0,1
Thymol	1292	22,0
Carvacrol	1298	2,1
thymol acetate	1355	0,3
β -caryophyllene	1420	0,4
<i>alloaromadendrene</i>	1461	0,1
<i>trans</i> - γ -cadinene	1513	0,3
δ -cadinene	1525	0,5
spathulenol	1576	1,6
Globulol	1583	1,0
Viridiflorol	1590	0,6
Cedrol	1596	0,8
humulene epoxide II	1608	0,1
<i>isospathulenol</i>	1639	0,2
<i>epi</i> - α -cadinol	1641	2,4
<i>epi</i> - α -muurolol	1642	0,1
α -cadinol	1654	0,7
(<i>Z,E</i>)-farnesol	1697	0,6
Monoterpene hydrocarbons	7,8	
Oxygenated monoterpenes	82,7	
Sesquiterpene hydrocarbons	1,3	
Oxygenated sesquiterpenes	8,1	
Total identified (%):		100,0

L'analyse chimique d'huile essentielle de *Saccocalyx satureioides* est représentée par 37 constituants : représentant 100% des huiles essentielles. Les composés majoritaires sont : α -terpineol 32,3%, Borneol 22,9%, Thymol 22%, Camphène 2,8%, *p*-cymène 2,4%, *epi*- α -cadinol 2,4%, Carvacrol 2,1%, 4-terpineol 2%, α -pinène 1,6%, Spathulenol 1,6%, Globulol 1%, Cedrol 0,8%, α -cadinol 0,7%, Viridiflorol 0,6%, (*Z,E*)-farnesol 0,6%, δ -cadinène 0,5%, Limonène 0,4%, β -caryophyllène 0,4% et d'autres constituants

Biondi et *al.* (2006) signalent les composés majoritaires à savoir les hydrocarbures monoterpéniques, les monoterpènes et les sesquiterpènes oxygénés. Les monoterpènes oxygénés, avec 76,9%. Qui sont totalement absents dans nos huiles. Alors que, les principaux composants l' α -terpinéol (32,7%) et le thymol (22,8%) sont proches de celui trouvé. Alors que celui obtenu par Khaldi (2017) a montré que l'HE de *Saccocalyx satureioides* Coss. et Dur. est caractérisée par la présence de terpinéol (32,65%) et le thymol (22,26%) comme principaux constituants chimiques. Belmekki (2014) a permis d'identifier les constituants majoritaires suivants : le bornéol (23,93%), l' α -terpinéol (20,20%) et le thymol (18,01%) .

Selon Lahrech (2010), le composant majoritaire de l'HE de *Saccocalyx satureioides* est le carvacrol qui présente 58,60%.

Benabed et Yousfi (2018) ont révélé que l' α -terpinéol est le composé majoritaire pour les différents échantillons de *S. satureioides*.

Demim (2016) signale que les composés majoritaires sont le carvacrol (73,5%) et le borneol (12,6%). Alors que, les principaux composés étaient le bornéol (24,7%), thymol (21%), α -terpinéol (19,1%) et camphène (6,3%).

Zerroug et *al.* (2011) signalent que les principaux constituants étaient l' α -terpinéol (35,9%), le thymol (15,6%) et le bornéol (12,4%), suivis du *p*-cymène (7,2%), du camphène (4,3%) et du γ -terpinène (4,0%). Celles de *P. arabica* et *S. satureioides*, contenant respectivement de l'*épi*- α -cadinol (23,9 %), du δ -cadinène (21,1 %), de l' α -cadinol (19,8 %) et du germacrène D-4-ol (8,4 %), et du thymol (25,6 %), de l' α -terpinéol (24,6 %), du bornéol (17,4 %) et du *p*-cymène (11,4 %) (Sassoui et *al.*, 2020).

Mostefa Sari et *al.* (2020) signalent que les feuilles des deux plantes *Thymus fontanesii* et *Saccocalyx satureioides* sont riches en flavonoïdes et en huiles

essentielles (HE). Ces dernières sont de chemotype carvacrol (52,138%) et borneol (13,678%).

2-4 Composition chimique de l'huile essentielle de *Pinus halepensis*

Hamrouni et *al.* (2013) indiquent que le rendement d'huiles essentielles (HE) est très variable. L'organe prélevé à partir de la plante, du site et de l'époque de prélèvement, constituent les principaux facteurs de variation. La composition chimique des HE du Pin d'Alep varie nettement selon les organes et selon les sites de récolte. Les hydrocarbures monoterpéniques sont les plus représentés dans les HE obtenues à partir des tiges (80,1%) et des cônes (78,2%), tandis que les monoterpènes oxygénés et les hydrocarbures sesquiterpéniques sont présents à des faibles quantités. D'autre part, les hydrocarbures monoterpéniques (42,8%) et les hydrocarbures sesquiterpéniques (48,3%) forment ensemble la majeure partie des HE des aiguilles. Les principaux composés du *Pinus halepensis* Mill est un pinène avec un teneur de 88,62% (Ejjabraoui et *al.*, 2021).

Sadou et *al.* (2015) signalent que l'huile essentielle des aiguilles du lac Mellah comprend 16 constituants. Les majoritaires sont, le β -caryophyllène (31,89%), l' α -pinène (24,41%) et le β -myrcène (19,38%). Celle de Zaarouria, comprend 16 composés représentés essentiellement par l' α -pinène (21,01%), le β -caryophyllène (31,14%) et l' α -terpinolène (9,43%).

Dob et *al.* (2005) évoquent les constituants majoritaires qui sont le β -caryophyllène (40,31%), l' α -humulène (7,92%) et l'aromadendrene (7,1%).

Selon Ghanmi et *al.* (2007) montrent que la composition chimique de l'essence de térébenthine de ces deux espèces se caractérise par un pourcentage élevé en α -pinène, soit 77% et 89% respectivement pour le pin maritime et le pin d'Alep. D'autres composés tels que le β -pinène, le camphène, le myrcène, le Δ -3-carène, le limonène et le caryophyllène ont été également détectés dans les térébenthines de ces espèces. Le biotest de l'essence de térébenthine de ces deux espèces a montré une bonne activité antibactérienne et antifongique.

Amri et *al.* (2013) ont signalé que les huiles essentielles obtenues par hydrodistillation à partir d'aiguilles, de tiges et de cônes de *Pinus halepensis* Miller ont été étudiées. La composition chimique analysée par GC et GC / MS variait considérablement d'un organe à l'autre. Parmi les 67 composants identifiés, l' α -pinène

(63% et 51,7%, respectivement, dans les tiges et les cônes) et le (Z) -caryophyllène (33,9% dans les aiguilles) se sont révélés être les principaux constituants.

Alors que Hamrouni et *al.* (2013) ont montré que la composition chimique analysée par chromatographie en phase gazeuse / spectrométrie de masse (GC / MS) a révélé une variabilité entre les provenances présentant des chémotypes intéressants, (Z) -caryophyllène (16,16-28,9%), β -myrcène (8,5-22,9%), α -pinène (11,7 –13,14%), β -pinène (3,13–11,8%), bicyclogermacrène (5,2–12,37%), α -terpinolène (8,11–11,01%) et α -humulène (2,85–5,2%), qui étaient les principaux composants de l'huile.

3 Résultats et discussion des testes antifongiques

*Avant d'ensemencement sur sabouraud, nous avons calculé le nombre de cellules (spores) en suspension dans une solution (eau physiologique) à l'aide de cellule de Malassez. Qui a possède un quadrillage spécifique comportant 100 rectangles. Le volume correspondant au quadrillage total est égal à $1\text{mm}^3=10^{-6}\text{dm}^3$. Dans la méthode nous avons compté 10 rectangles au hasard pour calculer le nombre de cellules (Tab 20)

3-1 Calculs de nombre de cellules en suspension dans une solution

Formule à appliquer: selon Moreda (2013)

$$N=n*Fd /a*v$$

N : nombre de cellules par unité de volume (cellules /ml).

n : nombre de cellules comptées.

Fd : facteur de dilution.

a : nombre d'unités de comptage dénombrées.

v : volume d'une unité de comptage.

Tableau 22 : Nombre de cellules (spores) en suspension dans une solution (eau physiologique) à l'aide de cellule de Malassez

	<i>Geosmithia</i> 01	<i>Beauveria</i> 24	<i>Beauveria</i> 25	<i>Beauveria</i> 28	<i>Beauveria</i> 69	<i>Beauveria</i> 75	<i>Penicillium</i> 78	<i>Trichoderma</i> 05	<i>Trichoderma</i> 06	<i>Trichoderma</i> 87
Rectangle 1	387	200	348	68	94	60	112	25	311	199
Rectangle 2	319	54	249	98	150	92	123	34	357	299
Rectangle 3	360	98	567	78	149	72	126	31	344	300
Rectangle 4	196	58	510	110	202	43	120	21	366	40
Rectangle 5	260	74	493	120	160	76	148	28	327	66
Rectangle 6	300	316	469	91	189	96	154	41	97	83
Rectangle 7	245	320	598	98	120	77	83	38	74	356
Rectangle 8	330	58	658	144	58	86	137	44	125	45
Rectangle 9	266	655	468	89	111	81	162	57	379	125
Rectangle 10	310	365	509	120	235	133	179	60	493	366
Moyenne par rectangle	297,3	219,8	486,9	101,6	146,8	81,6	134,4	37,9	387,3	1879
Nombre de cellule Cellules / ml	2.973*10 ¹⁰	2.198*10 ¹⁰	4.869*10 ¹⁰	1.016*10 ¹⁰	1.468*10 ¹⁰	8.16*10 ⁹	1.344*10 ¹⁰	3.79*10 ⁹	3.79*10 ⁹	1.879*10 ¹⁰

Le comptage cellulaire c'est une étape obligatoire, elle permet d'avoir une information qualitative, et surtout quantitative sur sa culture cellulaire à un temps

3-2 Estimation de la zone d'inhibition de chaque huile

Nous avons pris les résultats durant 15 jrs (mois de mars 2019) pour observer l'effet de chaque huile essentielle sur la souche testée (Tab 23).

Tableau 23 : Estimation de zone d'inhibition de chaque huile

Souche fongique	Huile essentielle				Disque antifongique	
	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Juniperus phoenix</i>	<i>Saccocalyx satureioides</i>	Miconazole	Econazole
<i>Geosmithia 01</i>	0	0	10	100 %	0	0
<i>Beauveria 24</i>	100 %	80%	80%	100 %	15	20
<i>Beauveria 25</i>	10	15	10	100 %	0	0
<i>Beauveria 28</i>	80%	80%	90%	100 %	0	0
<i>Beauveria 69</i>	100 %	100 %	100 %	100 %	0	0
<i>Beauveria 75</i>	0	0	10	100 %	18	12
<i>Penicillium 78</i>	10	8	10	100 %	0	0
<i>Trichoderma 05</i>	80%	10	95%	100 %	15	12
<i>Trichoderma 06</i>	0	0	0	100 %	15	12
<i>Trichoderma 87</i>	0	0	0	100 %	0	0

Les résultats (Diamètre de la zone d'inhibition après 7 jours) sont exprimés en mm et %.

L'importance du diamètre de la zone d'inhibition renseigne sur l'activité de chaque huile essentielle.

Différents diamètres de zones d'inhibitions ont été enregistrés selon le tableau suivant (Tab 24) :

Tableau 24 : Récapitulatif de l'action des huiles

l'huile essentielle testée	2	6	78	28
Huile essentielle de cèdre de l'Atlas	> 90mm	0mm	> 90mm	10mm
	> 90mm	0mm	> 90mm	9mm
	> 90mm	0mm	> 90mm	13mm
Huile essentielle de pin d'Alep	> 90mm	0mm	> 90mm	0mm
	> 90mm	0mm	> 90mm	0mm
	> 90mm	0mm	> 90mm	0mm
Huile essentielle de Juniperus	> 90mm	0mm	> 90mm	20mm
	> 90mm	0mm	> 90mm	20mm
	> 90mm	0mm	> 90mm	20mm
Huile essentielle de Saccocalyx	> 90mm	> 90mm	> 90mm	> 90mm
	> 90mm	> 90mm	> 90mm	> 90mm
	> 90mm	> 90mm	> 90mm	> 90mm

> 90 mm = inhibition totale

0 mm= absence d'inhibition

Tableau 25 : Moyenne de chaque répétition

l'huile essentielle testée	<i>Geosmithia sp</i>	<i>Trichoderma sp</i>	<i>Penicillium sp</i>	<i>Beauveria sp</i>
HE de cèdre de l'atlas	> 90mm	0mm	> 90mm	10.66mm
HE de pin d'Alep	> 90mm	0mm	> 90mm	0mm
HE de Juniperus	> 90mm	0mm	> 90mm	20mm
HE de Saccocalyx	> 90mm	> 90mm	> 90mm	> 90mm

Cette inhibition est variable d'une huile essentielle à l'autre, elles stoppent ou réduisent le développement du champignon (Tab 25).

Cas du champignon Beauveria

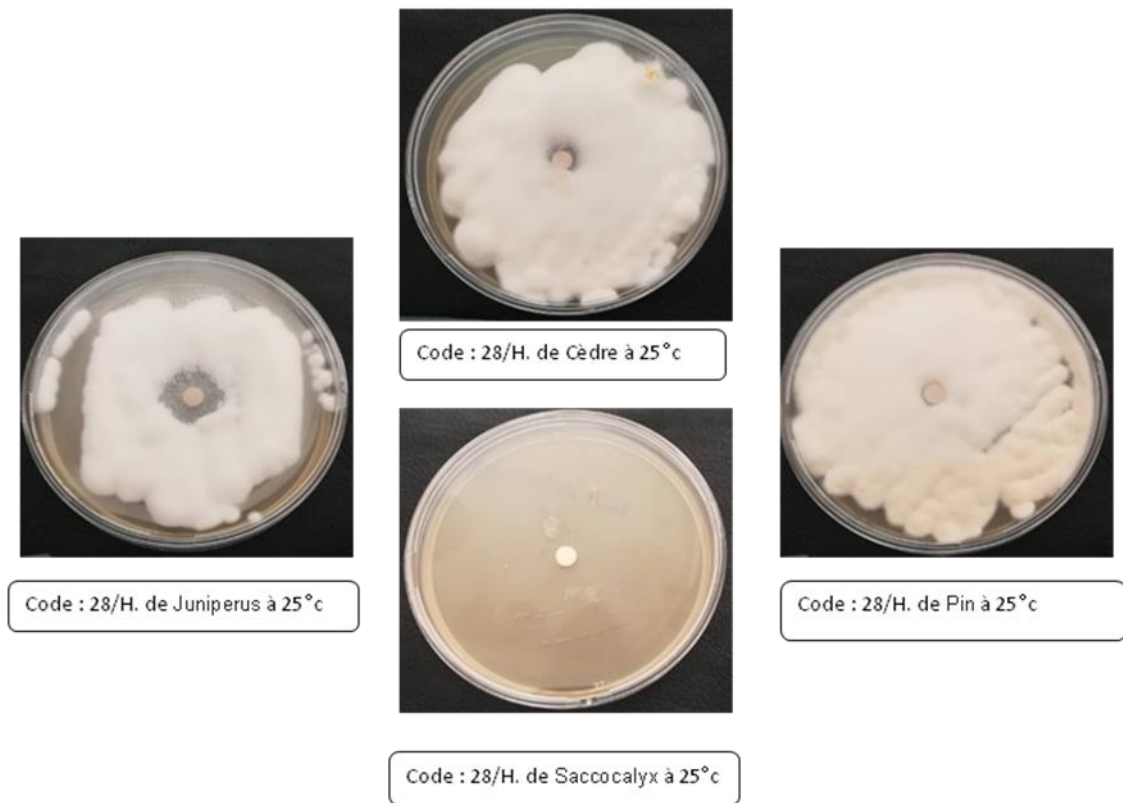


Fig 48 : Action des huiles essentielles testée sur le champignon de *Beauveria*

*Effet totale d'huile de Saccocalyx à 25C° sur le champignon de *Beauveria* (action positive c'est-à-dire son action antifongique aide à éliminer les champignons), D'autre part il n'y a pas une grande variabilité de sensibilité des champignons à l'action de l'huile essentielle des espèces du pin d'Alep , juniperus et cèdre de l'Atlas (Fig 48).

Cas du champignon *Trichoderma*

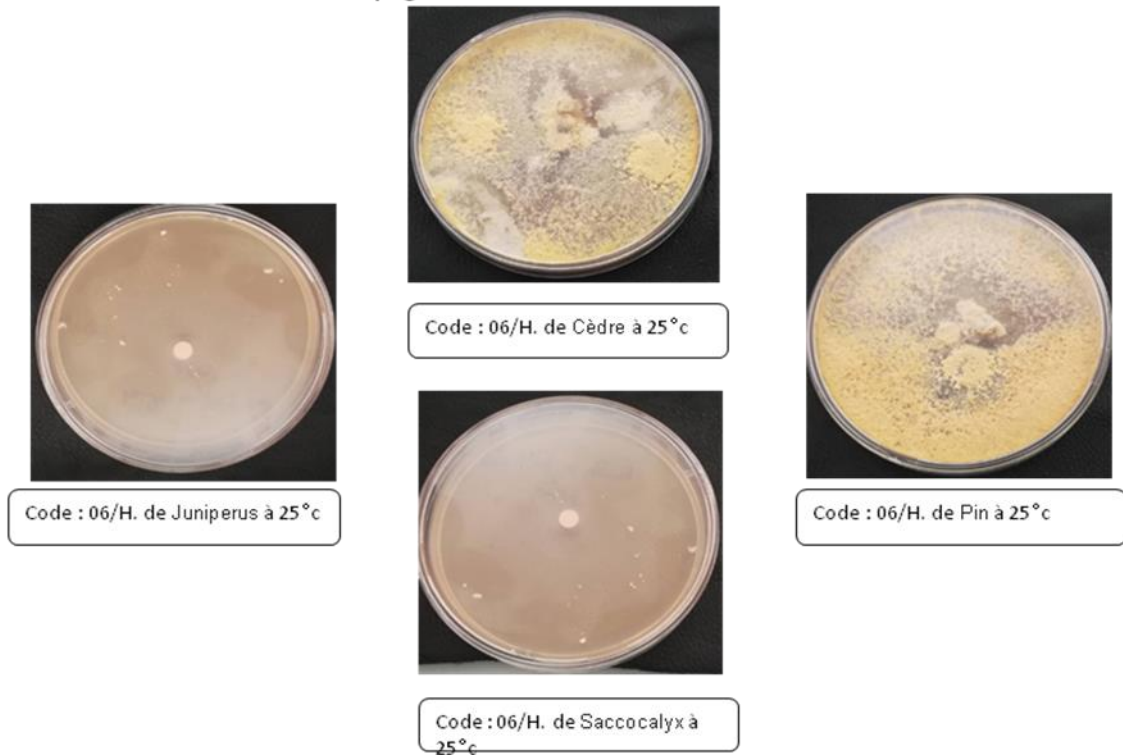


Fig 49: Action des huiles essentielles testée sur le champignon de *Trichoderma*

*Effet total de l'huile essentielle de *Saccocalyx* et *Juniperus* à 25°C sur le champignon de *Trichoderma* (action positive) et aucun variabilité de l'activité des huiles de pin et cèdre sur ce dernier (Fig 49).

Cas du champignon *Geosmithia*

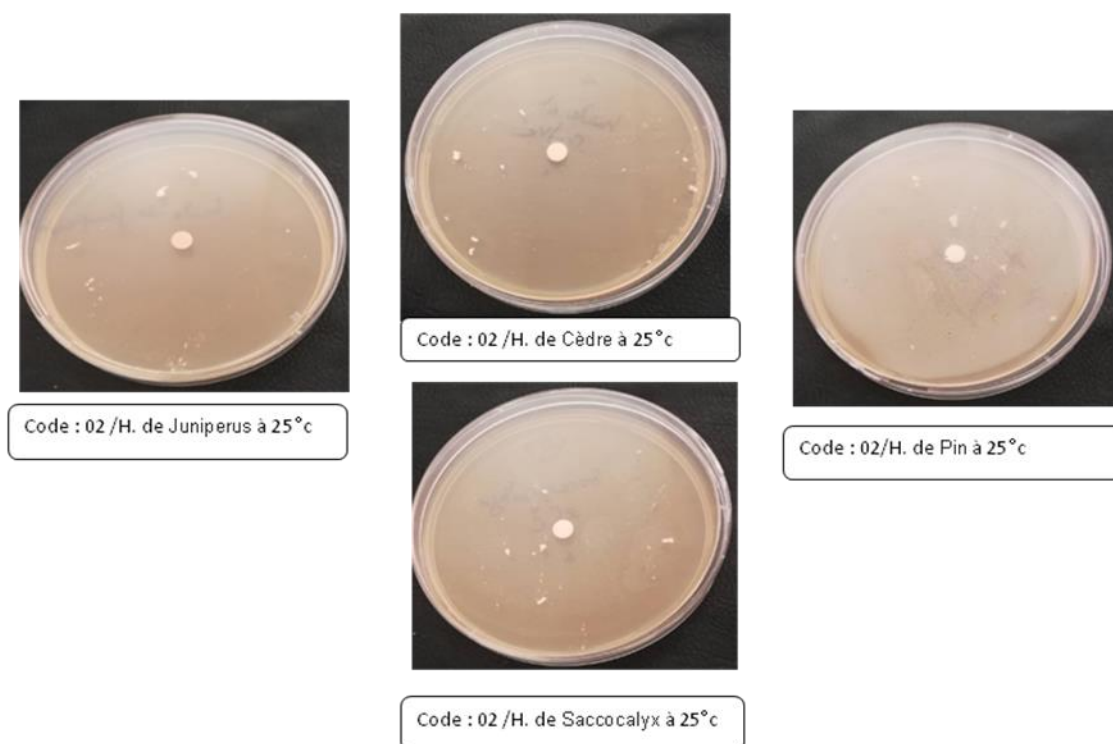


Fig 50 : Action des huiles essentielles testée sur le champignon de *Geosmithia*

* Inhibition totale de *Geosmithia* par l'ensemble des huiles essentielles testées

Cas du champignon de *Penicillium*

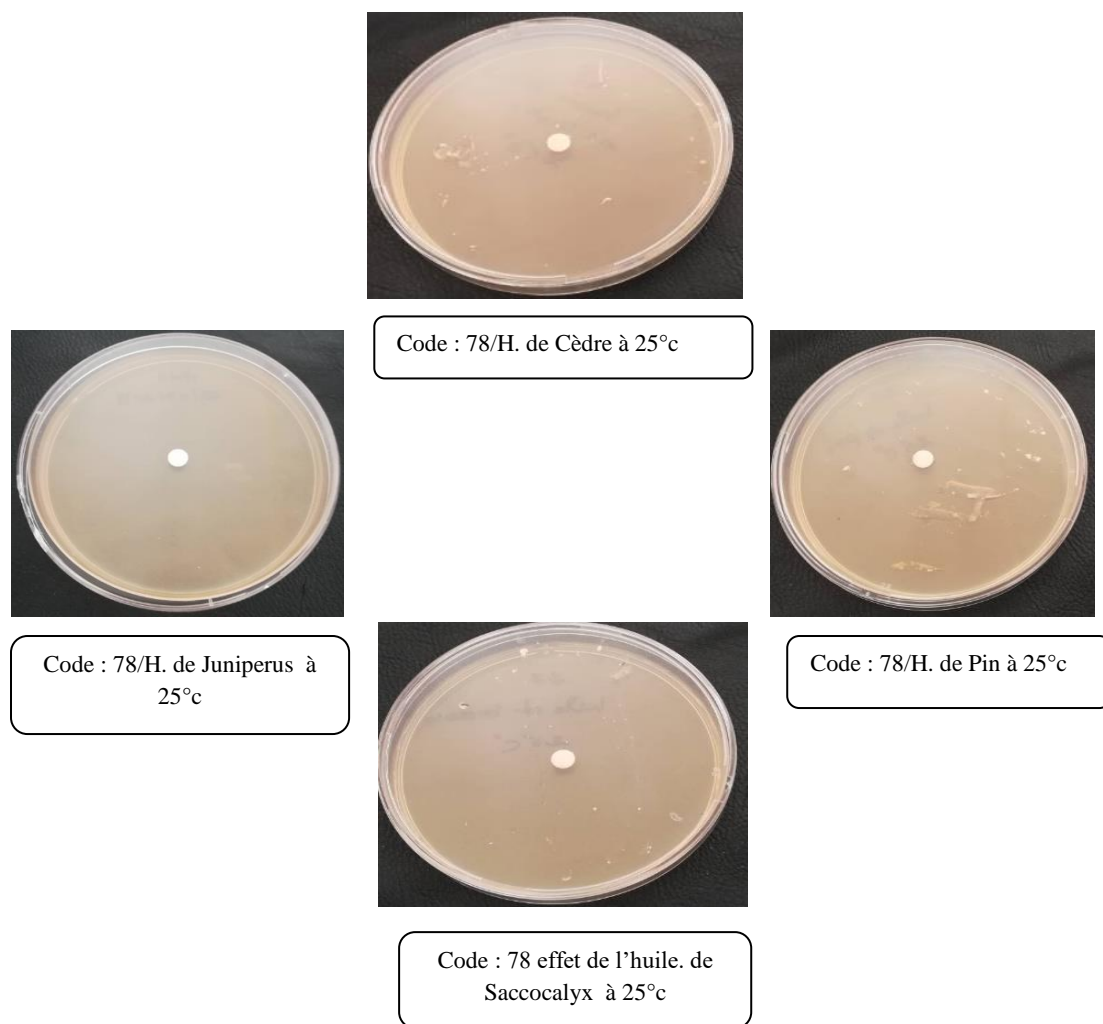


Fig 51: Action des huiles essentielles testée sur le champignon de *Penicillium*

* Inhibition totale de *Penicillium* par l'ensemble des huiles essentielles testées

L'utilisation des huiles essentielles sur les divers champignons symbiotes des xylophages du cèdre de l'Atlas a pour but de montrer l'utilité d'une lutte biologique sur ces derniers. L'huile essentielle de cèdre de l'Atlas a empêché entièrement la croissance de souches 02 (*Geosmithia sp*). La réponse pour la question qui se pose d'elle-même, pourquoi le champignon se développe sous l'écorce de cet arbre dont l'huile essentielle est active vis-à-vis de ce champignon. La réponse est que ce champignon mène une vie parasite sur l'insecte, et que la vapeur de l'huile dans les galeries est insuffisante pour le tuer.

* Nous avons testé la sensibilité des microorganismes (champignons choisis) vis-à-vis des H.E par la méthode de contact direct. Le résultat se traduit par l'apparition de zones d'inhibition.

Les résultats démontrent bien l'effet antifongique que confère l'huile essentielle surtout de *Saccocalyx* envers les champignons étudiés.

Notons que les genres *Geosmithia*, *Beauveria*, *Penicillium* et *Trichoderma* semblent être plus sensibles à l'activité de l'huile de *Saccocalyx satureioides* avec un diamètre de 8mm, cette dernière a été testée contre la majorité des champignons et a montré une inhibition totale de la sporulation.

Discussion générale

Les cédraies en bonne forme peuvent donc constituer des réservoirs génétiques de grand intérêt, que ce soit du point de vue de la biodiversité (qualitatif) que de celui des populations (quantitatif). D'après Mouna (2009), le dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe dont les facteurs responsables peuvent être très diversifiés. Néanmoins, les insectes sont toujours présents à un moment ou à un autre du déroulement de ce phénomène et peuvent même en être la principale cause.

Talbi et Bouhraoua (2015) signalent que dans le Nord de l'Afrique (Algérie et Maroc), la faune du cèdre et plus particulièrement. Les insectes xylophages constituent un domaine pratiquement inexploré, seuls quelques travaux fragmentaires ou des signalements d'espèces sont indiquées par de Peyerimhoff (1919; 1933), Villiers (1946), Balachowsky (1963-1969), Chararas et *al.* (1968) ; Mouna et Fabre (2005) ; Mouna et *al.* (1985) ; Fabre (1988) ; Mouna et Graf (1994) ; Gachi (1994) ; Démolin et *al.* (1994) et Khemici (2001).

Messaoudene et *al.* (2013) signalent que les incendies récurrents sont la cause prépondérante de dégradation directe des cédraies algériennes et l'apparition de phénomène de dépérissement rattachée aux épisodes de sécheresse prolongée et changement climatique. D'autres le corrént aux problèmes pathologiques (la pullulation d'insectes xylophages et mycolologique).

Toutefois, Kherchouche et *al.* (2013) avancent que la dégradation des cédraies algériennes est la résultante des changements climatiques successifs, entraînant : dépérissement, incendies et pullulation d'insectes xylophages. Ces mêmes auteurs pensent que le dépérissement du cèdre de l'Atlas observé au cours de la dernière décennie dans les massifs de l'Aurès et du Belezma a été attribué par la majorité des chercheurs et gestionnaires forestiers à la sécheresse comme facteur principal.

Selon Benhalima et *al.* (1999), le dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe dont les facteurs responsables peuvent être très diversifiés. Néanmoins, les insectes sont toujours présents à un moment ou à un autre du déroulement de ce phénomène et peuvent même en être la principale cause.

L'étude des insectes xylophages de *Cedrus atlantica* des deux forêts de l'Est Algérien, en l'occurrence la wilaya de Setif, soient les forêts de Boutaleb et celle de Ouled Tebben a été effectuée durant la période coïncidant avec la fin du printemps à la fin de l'été, ce qui représente la phase la plus active du cycle de vie des espèces étudiées. Ceci corrobore les résultats de Beghamin (2020) qui a noté que la plupart des espèces associées au cèdre de l'Atlas sont principalement actives de la fin du printemps au début de l'automne.

Les spécimens coléoptères xylophages inventoriés au niveau des deux forêts d'étude sont au nombre de 620 individus appartenant à 7 familles comportant 9 espèces. 524 spécimens sont rencontrés au niveau de la forêt de Boutaleb et 96 au niveau d'Ouled Tebben.

Au niveau de la forêt de Boutaleb l'espèce *Scolytus intricatus* est représentée par 270 individus et un pourcentage de 43.55 %, suivie de *Lacon punctatus* 51 individus et représentant 8.23 %. L'espèce *Temnoscheila coerulea* quant à elle, elle est représentée par des individus au nombre de 46 et un pourcentage de 7.42%, suivie de l'espèce *Cis boleti* 44 et 7.10%, *Sphindus dubius* avec 42 individus et 6.77% et l'espèce *Kaloterms flavicollis* avec 40 individus représentant un pourcentage de 6.45%. Dans la forêt d'Ouled Tebben 2 espèces seulement ont été prélevées *Scolytus intricatus* avec 24 individus et un pourcentage de 25.00% et *Cis micans* avec 72 spécimens et un pourcentage de 75.00 %. Il est à remarquer que l'espèce *Scolytus intricatus* est rencontrée au niveau des deux forêts.

Les champignons symbiotes des xylophages rencontrés sont assez nombreux 79 souches. Il ya ceux qui sont identifiés et peu ne le sont pas encore. Toutefois les travaux relatifs à la macroflore fongique d'Algérie sont très rares et les données sur les champignons associés à *Cedrus atlantica* sont limitées. Dans le cadre d'une étude sur la mycorhization contrôlée du cèdre de l'Atlas, un inventaire des champignons supérieurs de la cédraie d'Ighil-Inguel (station de Tala-Guilef, massif du Djurdjura) a été entrepris. Sur plus de 120 espèces récoltées, 100 ont pu être identifiées, elles appartiennent à 48 genres, surtout d'Homobasidiomycètes. Les ordres les plus représentés sont les Tricholomatales, les Cortinariales et les Russulales. Il s'agit d'espèces communes sous conifères ou feuillus de montagne. Très peu de champignons semblent être spécifiques du cèdre de l'Atlas (Nezzar-Hocine et *al.*, 1996).

Les inventaires mycologiques qui ont été réalisés dans des cédraies du Maroc et du Sud de la France ont rendu compte de la diversité et de la spécificité de la flore mycologique des cédraies. Des isollements de mycelia ont été effectués à partir de basidiomes de champignons mycorhiziens fructifiant sous Cèdre. Certains sont spécifiquement associés à cette essence (*Tricholoma cedrorum*, *Tricholoma tridentinum* var. *cedretorum*, *Hebeloma eburneum*) (Boukcim et Daniel, 1999).

Afin de faire une bonne identification les outils moléculaires comme la PCR et le Séquençage ont été utilisés permettant de mettre en évidence la présence du genre *Penicillium* le plus répandu. Toutefois parmi les champignons rencontrés lors de notre étude, le champignon de *Rasamsonia* responsable de la mucoviscidose qui attaque la santé humaine surtout les personnes âgées, les forestiers, et les habitants près des forêts et entraînant des maladies respiratoire (allergie) n'a pas été identifié de manière complète par manque de spécimens.

L'étude de l'inhibition des germes par les huiles essentielles *in vitro* est connue depuis longtemps, et jusqu'à ce jour des nouveautés apparaissent grâce aux travaux établis des chercheurs. L'activité antifongique des huiles essentielles de notre étude a été testée vis-à-vis de quatre micro-organismes et comparée à celles trouvées dans la littérature.

L'action des huiles essentielles de *Pinus halepensis*, de *Juniperus phoenicea*, de *Cedrus atlantica* et de *Saccocalyx satureioides* sur les différents champignons, dans un but d'essai de lutte biologique a permis de mettre en évidence l'action inhibitrice de l'espèce *Saccocalyx satureioides* par rapport aux autres plantes.

Lahrech (2010) a signalé que les résultats d'inhibition obtenus avec l'extrait ont montré une activité antifongique forte. De même, Khaldi (2017) a avancé qu'une inhibition significative par les huiles essentielles ou leur fraction volatile tant sur la sporulation des spores que sur la croissance mycélienne des champignons a été positive. Cependant, il y'a d'autre effet pour les huiles de *Saccocalyx* comme les résultats de Sari et al. (2013) qui indiquent que les HE de l'*Origanum* possèdent une action anti-leishmania très puissante et nette *in vitro*, ainsi qu'une activité intermédiaire pour le *Saccocalyx*. Ce résultat est en accord avec celui trouvé par

Demim (2016) qui montre que cette huile est très active contre *Aspergillus flavus* et *Penicillium sp.*

*Effet de l'huile de *Saccocalyx satureioides* sur le *Geosmithia*

Selon la bibliographie disponible, il n'existe pas de travaux déjà réalisés sur l'action de l'huile de *Saccocalyx satureioides*, *Cedrus atlantica* et *Juniperus phoenicea* sur les champignons de *Geosmithia*, *Trichoderma* et *Beauveria*.

*Effet de l'huiles de *Saccocalyx satureioides* sur le *Penicillium*

Beaucoup de travaux ont signalé l'efficacité de cette huile, Ariech et Sabri (2008) ont montre une activité inhibitrice de 100% lors de l'utilisation de l'huile essentielle brute sur la germination des spores de tous les champignons (*Aspergillus sp*, *Alternaria sp*, *Penicillium sp1*, *Penicillium sp2*). Certains chercheurs ont montré l'efficacité de cette huile sur les bactéries comme Kherkhache et al. (2020) qui ont indiqué que cette huile possède la meilleure activité antibactérienne. Khaldi (2017) a montre l'efficacité de la bioactivité de l'huile essentielle et l'extrait de *Saccocalyx satureioides* sur *Penicillium expansum* et d'autres champignons.

* Effet de l'huiles de cèdre de l'Atlas sur le *Penicillium*

Satrani et al. (2006) ont montre un développement et une croissance plus élevée du champignon *Penicillium parasiticus* lors d'ajout des fractions d'huile essentielle de cèdre de l'Atlas avec des pourcentages différents. Barkai et al. (2016) signalent les propriétés physicochimiques du bois de cèdre, qui ont été influencées de manière significative par les deux traitements et leur potentiel anti-adhésif contre les spores de *Penicillium expansum*.

* Effet de l'huiles pin d'Alep sur le *Penicillium*

Ghanmi et al. (2007) ont montré le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de gemme des pins (essence de térébenthine) contre *Penicillium parasiticus* et *Aspergillus niger*. L'essence de térébenthine a montré son efficacité contre les champignons, ceci est attribué à sa richesse en pinènes. Donc, seul *Penicillium parasiticus* a résisté à l'huile essentielle de térébenthine du pin d'Alep.

* Effet de l'huiles de *Juniperus* sur le *Penicillium*

Mansouri et al. (2011) ont signalé l'efficacité d'inhibition plus marquée des huiles essentielles des rameaux de *J. phoenicea* contre *P. expansum*.

Les huiles essentielles de *Pinus halepensis*, de *Juniperus phoenicea*, de *Cedrus atlantica* et de *Saccocalyx satureioides* utilisées ont permis de constater que cette dernière est la plus létale pour les champignons expérimentés. Par conséquent, l'huile essentielle de *Saccocalyx* présente une activité inhibitrice très importante vis-à-vis des champignons étudiés.

Conclusion générale et perspectives

A la lumière de cette étude, on peut avancer que les cédraies de Boutaleb et d'Ouled Tebben, abritent une faune entomologique de coléoptères corticoles très diversifiée aussi bien sur le plan taxonomique que sur le plan importance économique. Les insectes inventoriés chez le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) interviennent sur le dépérissement des forêts, soit comme facteur primaire déclenchant, soit comme facteur secondaire accentuant et amplifiant le processus au cours du temps. Parmi les espèces signalées sur le cèdre de l'Atlas l'espèce *Scolytus intricatus* n'a pas été signalée sur cette essence en Algérie bien qu'elle soit rencontrée au niveau des deux forêts. Selon ce diagnostic primaire, il est fort possible que les xylophages, en particulier les Scolytidae jouent un rôle important dans le processus de dépérissement des essences forestières. Il apparaît que les dégâts observés dans les deux cédraies sont dus à la complémentarité de deux principaux facteurs, d'une part l'existence des arbres affaiblis suite au stress hydrique dû aux sécheresses successives, aux attaques des chenilles processionnaires, à l'absence d'une gestion sylvicole durable, et d'autre part, à l'existence d'un certain niveau de population de ravageurs, vivant aux dépens des arbres affaiblis. Les principales familles, rencontrées sont Curculionidae, Ciidae, Trogossitidae Elateridae, Buprestidae, Termitidae et Sphindidae. 9 espèces ont été décrites, dont deux insectes sont rencontrés en commun, à savoir *Scolytus intricatus* et *Cis micans* aux deux forêts. L'espèce *Scolytus intricatus* est représentée par le nombre d'individus le plus élevé (246 individus) au niveau de la forêt de Boutaleb, par contre au niveau de celle d'Ouled Tebben c'est l'espèce *Cis micans* avec 72 individus. Notons que parmi les espèces de ravageurs xylophages étudiées, *Scolytus intricatus* et *Kaloterme flavicollis* (termites) demeurent les plus importants agents de destruction des nos forêts .

L'extraction des champignons hébergés par les insectes capturés et appuyée par l'identification la plus précise qui repose sur la biologie moléculaire (PCR et séquençage) a mis en évidence la présence de 79 souches pures dont 42 souches sont séquencées et 37 Souches non séquencées. En général, ces champignons

augmentent la sciure du bois et produisent de ce fait une substance qui entraîne des problèmes respiratoires, en particulier chez les forestiers, cas du champignon *Rasamsonia* dont la détermination exacte reste douteuse. Toutefois cette question reste posée. Le champignon *Penicillium* est rencontré chez cinq insectes avec un pourcentage de 50%; alors que certains champignons ne sont associés qu'à une seule espèce d'insectes, cas du champignon *Absidia* avec *Cis Boleti*, le champignon *Talaromyces* avec *Kaloterme flavicollis* et d'autres sont *en symbioses avec deux ou trois insectes*, cas des champignons *Trichoderma* représentant (14%), *Geosmithia* (10%) et *Paecilomyces* 5% , ils sont les plus abondants tandis que *Trichoderma* 14% et *Geosmithia* 10% se sont révélés être les plus abondants, suivis par *Umbelopsis* et *Paecilomyces* 5%, *Absidia* et *Talaromyces* 3%, d'autre genres 2%.

L'utilisation des huiles essentielles, de quatre plantes à savoir celles de *Saccocalyx satureioides*, *Cedrus atlantica*, *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* dont les rendements sont respectivement de 1,8%, 0.01%, 0.02%, 0.01% montrent que le rendement de *Saccocalyx satureioides* est le plus élevé et qu'à 25°C sur le *Beauveria* (action positive) cette huile a un effet total contrairement aux autres huiles de Pin, juniperus et cedre de l'Atlas. Sur le champignon *Trichoderma*, l'huile essentielle de *Saccocalyx* et *Juniperus* a un effet total et pas d'activité des autres huiles de pin et du cèdre sur ce dernier. Enfin les genres de *Geosmithia*, *Beauveria*, *Penicillium* et *Trichoderma* sont plus sensibles à l'activité de l'huile de *Saccocalyx satureioides* et a montré une inhibition totale de la sporulation. L'huile essentielle de *Saccocalyx* présente donc une activité inhibitrice très importante vis-à-vis des champignons étudiés.

En perspective, il est recommandé d'effectuer plusieurs sorties au niveau des cédraies en vue de s'assurer de la présence du champignon *Rasamsonia* au niveau de *Cedrus atlantica*, de mettre en évidence la présence d'enzymes de ce champignons capables de provoquer la mucoviscidose en particulier chez les forestiers et de ce fait prévenir les contaminations.

Références bibliographiques

- Aberchane M, M. Fechtal M, Chaouch A et Bouayoune T. (2001) - Influence de la durée et de la technique d'extraction sur le rendement et la qualité des huiles essentielles du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). *Ann. Rech. For. Maroc*. T(34), p 110
- Abourouh M et Morelet M. (1999) - Les champignons parasites du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord et en France. *Forêt méditerranéenne*, XX, n° 4, p 198.
- Achak N, Romane A, Abbad A, Ennajar M, Ramdhane M and Abderraba A. (2008) - Essential oil composition of juniperus phoenicea from Morocco and Tunisia . *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 11 (2) : 137-142.
- AFNOR (Association Française de Normalisation). (1986) - Recueil des normes françaises "huiles essentielles". AFNOR, Paris.
- Ainane A , Benhima R, Khammour F , Elkouali M , Talbi M , Abba E , Cherroud S et Ainane T. (2019) - Composition chimique et activité insecticide de cinq huiles essentielles: *Cedrus atlantica*, *Citrus limonum*, *Eucalyptus globules*, *Rosmarinus officinalis* et *Syzygium aromaticum*. *Proceedings BIOSUNE*. pp 67-79.
- Ait Amar A. (2022) - Des plantes aromatiques et médicinales (PAM). Valorisation dans la cosmétologie. Mémoire du module étude de cas de projet analytique. *GRIN Verlag*.
- Alexander N, Drogvalenko A-N and Ghahari H. (2021) - An annotated checklist of Ciidae (Coleoptera: Tenebrionoidea) of Iran. *Zootaxa* 4981(2): 317-330.
- Almeida J-E-M, Alves S-B and Pereira R-M. (2009) – Selection of *Beauveria* spp. isolates for control of the termite *Heterotermes tenuis* (Hagen, 1858). *Journal of applied entomology*.
- Amang à Mbang J, Mounjouenpou P, Mahob R-J, Mbarga Amougou M, Mouen Bedimo J, Nyasse S, Dibog L, Bidzanga Nomo L, Tchouamo I-R et Babin R. (2012) - Evaluation naturelle de l'impact de *Beauveria bassiana* : champignon enthomopathogène dans la dynamique de population de

- hypothenemus hampei*, scolyte de baies des cerises de coffea canefora. *African Crop Science Journal*, 20(2) : 443-451.
- Amri I, Hamrouni L, Hanana M, Gargouri S, Fezzani T and Jamoussi B. (2013) - Chemical composition, physico-chemical properties, antifungal and herbicidal activities of *Pinus halepensis* Miller essential oils. *Journal Biological Agriculture & Horticulture . Journal for Sustainable Production Systems* . 29(1):1-16 .
- Aurenche-Beau E, Boldorf M et Zschachlitz R. (2017) - RDA : Culture - critique – crise Nouveaux regards sur l'Allemagne de l'Est. Presses Universitaires du Septentrion. France, p 244.
- Bachelot C, blaise A, corbel T, et Le guernic A. (2005) - Les huiles essentielles. Licence en biologie, U.C.O bretagne nord, p 27.
- Balachowsky A. (1949) – Faune de France. Fédération française des sociétés de sciences naturelles. Office central de faunistique. Paris, p 6, 65, 67, 69.
- Barkai H, Elabed S, Sadiki M, Balouiri M, Maataoui H and Koraichi I-S. (2016) - Evaluation of Hydrophobic-hydrophilic Properties and Anti-adhesive Potential of the Treated Cedar Wood by Two Essential Oil Components Against Bioadhesion of *Penicillium expansum* Spores. *Journal of Applied Sciences*. 16(8) : 372-379.
- Baules A. (2016) - Les huiles essentielles: bien les connaitre, bien les choisir pour mieux les conseiller. Université Toulouse 3.
- Bedel L. (1986) - Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. Le pin d'Alep et le Pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne. Paris. CIHEAM. Options Méditerranéennes : Série Etudes; n.1, p. 109-125, p117
- Beghami R. (2020) - Etude des insectes xylophages associés au dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans les cédraies des Aurès. Thèse de Doctorat, science agronomiques. DSpace at University of Batna 1, p 88.
- Belmekki N. (2014) - Etude phytochimique, activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Saccocalyx satureioïdes*, *Salvia verbenaca* et *Teucriumpolium* de la région Ouest d'Algérie. Depot institutionnel de l'université Abou Bekr Belkaid Telemcen UABT. Département de Biologie. Magister en Biologie, p 63.

- Belvaux E. (1992) - Utilisation du bois de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) : présentation d'un essai de transformation. Forêt Méditerranéenne. XIII (3), p 258. p.257-261.
- Ben Hamrouche A. (2021) - Milieux physiques. Université Sétif 1. Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, p 8.
- Benabed K-H et Yousfi M . (2018) - Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles et extraits phénoliques de deux espèces de la famille des Lamiaceae. *DSPACE*.. Thèse de Doctorat. Université Ouargla
- Benabid A. (1994) - Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). Ann. Rech. For. Maroc, T (27), 61-76
- Benhalima S, Villemant C, Lieutier F et Mouna M. (1999) - Chronologie des attaques de xylophages (Coleoptera : Scolytidae) ravageurs du Cèdre, *Cedrus atlantica* (Pinaceae), dans le Moyen Atlas. CIFE Conférence Internationale Francophone d'Entomologie n°4, Saint-Malo , France., Annales de la société entomologique de France. *Ann. Soc. Entomol. Fr.* 35 :206-212
- Benhalima S. (2006) - Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière) dans le Haut et Moyen Atlas (Maroc). Thèse de Doctorat, Université Mohamed V- Agdal, Rabat, Série Zoologie . 1 : 61-63. 107 p
- Benia F. (2010) - Étude de la faune entomologique associée au chêne vert. *Quercus ilex* L . dans la forêt de Taffat (Nord- Est d' Algérie) et étude bioécologique des espèces les plus représentatives. Doctorat d'Etat. Université Setif 1.
- Bennouna F, Lachkar M , El Abed S and Koraichi S-I. (2019) - *Cedrus atlantica* essential oil: Antimicrobial activity and effect on the physicochemical properties of cedar wood Surface. *Moroccan Journal of Biology* Number 16: 35-45.
- Bensaid S, Baali N , Fadel H , Bensouici C , Akkal S and Bicha S. (2021) - Chemical Composition And Antioxidant Potential Of Branch, Needle, Cone Oils Of *Cedrus atlantica*, Antioxidant Properties From Aures Region (Algeria). *International journal of biology, pharmacy and allied sciences (IJBPAS)*, 10 (10): 3671-3680.
- Bentouati A. (2008) - La situation du cèdre de l'Atlas dans les Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, XXIX, n°2, p 203, 205.

- Bentouati et Bariteau. (2006) - Réflexions sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*. France. Tome XXVII, n°4.
- Besombes C. (2008) - Contribution a l'étude des phénomènes d'extraction hydro thermomécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse Doctorat. Université de La Rochelle, p 41.
- Biondi D-M, Sari M and Ghani Z-A. (2006) - Essential oil of Algerian *Saccocalyx satireioides* Coss. et Durieu. 21(3), p 546-548.
- Bisset J. (1984) - *Trichoderma citrinoviride*. Base de données mycologique. Myco.db
- Bisset J. (1984) - A revision of the genus *Trichoderma*. I. Section *Longibrachiatum* sect. nov. 62 (5).
- Boudarene L, Rahim L, Baaliouamer A and Meklati B-Y. (2011) - Analysis of Algerian Essential Oils from Twigs, Needles and Wood of *Cedrus atlantica*. Manetti by GC/MS. *Journal of Essential Oil Research*. 16(6): 531-534.
- Bouget C et Leseigneur L. (2005) - Effets des tempêtes sur les coléoptères saproxyliques. Le cas des *Eucnemidae* dans quelques forêts feuillues d'Ile-de-France. Publications de la société Linnéenne de Lyon. *Bull. mens. Soc, linn*, 74 (3) : 81-92.
- Bouget C, Brustel H et Nageleisen L-M. (2005) - Nomenclature des groupes écologiques d'insectes liés au bois : synthèse et mise au point sémantique. *ELSEVIER .C. R. Biologies* .328 : 936–948.
- Boukcim H et Daniel M. (1999) - Essai d'optimisation de la mycorhization contrôlée du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Paris, France. 223p
- Boukerker H and Si Bachir A. (2015) - Biodiversity of xylophagous insects and their role in the *Cedrus atlantica* forests decline in the national park of Belezma – Batna- (Algeria). 20 :79-90.
- Bouraada K, Chavanon G et Essafi M. (2015) - Catalogue commenté des coléoptères des dunes mobiles de la frange septentrionale et de la région orientale du Maroc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 3(1) :53-59.
- Bourlon P-R. (2023) - Spécialité SVT – Première résumés de cours, exercices et contrôles corrigés. Edition Ellipses, 368p.

- Bouyahyaoui A. (2017) - Contribution à la valorisation des substances naturelles : Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien. Thèse de Doctorat. Université De Mostaganem.
- Bouzouita N, Kachouri F, Ben Halima M et Chaabouni M-M. (2008) - Composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus phœnicea*. *Journal de la Société Chimique de Tunisie*, 10:119-125.
- Branger A, Richer M-M et Roustel S. (2007) - Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques. Edition Educagri, Dijon, p 39.
- Briat J-F et Job D. (2017) - Les sols et la vie souterraine des enjeux majeurs en Agroécologie. Edition Quae. France, p157.
- Brickell C. (2004) – Encyclopédie universelle des 15000 plantes et fleurs de jardin, p 235.
- Bruneton J. (1999) - Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition . Lavoisier, 1120p.
- Brustel H et Rogé J. (2011) - Le genre *Nemozoma* Latreille, 1804 : clé des espèces ouest-paléarctiques et présence en France de *N. caucasicum* Ménétrières, 1832 (Coleoptera, Trogossitidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 116 (4) : 453-462.
- Brustel H. (2001) - Coléoptères saproxyliques et valeur biologique des forêts françaises: perspectives pour la conservation du patrimoine naturel. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques. Toulouse.
- Burt S. (2004) - Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology* 94: 223-253.
- Caillet S, Lacroix M, Laboratoire de recherche en sciences appliquées à l'alimentation (RESALA) et INRS-Institut Armand-Frappier. (?) - Les huiles essentielles - Laboratoire de Recherche en Sciences Appliquées à l'Alimentation (RESALA) INRS-Institut Armand- Frappier, p 1, 2, 6.
- Callot H. (2001) – L'entomologiste. Suivi entomologique d'un incendie de forêt en Alsace. *L'entomologiste*, 57 (2) : 53-62.
- Carle P. (1975) - Problèmes posés par les ravageurs xylophages des conifères en forêt méditerranéenne. *Revue forestière française* , 27(4) : 283-296.

- Carrière E-A.(1867) - Traité général des conifères ou description de toutes les espèces et variétés de ce genre aujourd'hui connues. Première partie. Lyon. Pais, p 374.
- Catton H-A, George S-T et Remphrey W-R.(2007) - An evaluation of bur oak (*Quercus macrocarpa*) decline in the urban forest of Winnipeg, Manitoba, Canada. *Arboriculture and Urban Forestry*, 33(1): 22-30.
- Cautin R. (2005) – Insectes mycophages, *Insectes*, n°138 (3), p 4.
- Chararas C, Juster M et Balmain-oligo N. (1968) - Recherches sur le stimulus attractif de *Cedrus libani* Barr. vis-à-vis de *Phloeosinus cedri* Schedl. (Coléoptère Scolytidae). *Bull. Soc. Zool.*, 93(2): 309-316.
- Chararas C. (1986) - Sélection de la plante-hôte par les Scolytidae et mécanismes d'installation des insectes (attraction primaire et attraction secondaire). *Bulletin de la Société entomologique de France* . 9(5-6) : 137-162.
- Charmette R et Bussieras J. (1993) – Parasitologie vétérinaire. Mycologie, Edité par le service de parasitologie de l'école Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort.
- Čížková D, Šrůtka P, Kolařík M, Kubátová A and Pažoutová S. (2005) - Assessing the pathogenic effect of *Fusarium*, *Geosmithia* and *Ophiostoma* fungi from broad-leaved trees. *Folia Microbiol*, 50(1) : 59-62. Springer Link.
- Colin A. (1902) – Annales de géographie. *Revue armand-colin* . Vol 11. Paris, p 360.
- Colling C. (2002) - Les insectes xylophages. *Enthol* , 19p.
- Couic-Marinier F et Lobstein A. (2013) - Composition chimique des huiles essentielles. Science direct. *ELSEVIER*. 52(525): 22-25.
- Cseke L-J and Kaufman P-B. (1999) – How and why these compounds are synthesized by plants, 2nd Edition, p 37
- Cucherat X et Demuynck S. (2008) -.Les plans d'échantillonnage et les techniques de prélèvements des mollusques continentaux. MalaCo, 5 . *Journal électronique de la malacologie continentale Française*. ResearchGate, 5 : 244-253.
- Dajoz R. (1999) – Les insectes et la forêt : rôles et diversité des insectes dans le milieu forestier. Edition TEC. Paris, p 1-379.
- Dajoz R. (2010) – Dictionnaire d'entomologie : Anatomie, Systématique , Biologie. Editions TEC-DOC. Lavosier. Paris°, p 296.

- Davet P. (1996) - Vie microbienne du sol et production végétale. Quae. Edition INRA.Paris, p 59.
- Davis E-E, Venette R-C and Albrecht E-M. (2006) - CAPS Oak Commodity Survey Reference. United States Department of Agriculture
- Delarras G. (2014) – Pratique en Microbiologie de laboratoire. Levure et moisissures. Lavoisier, p 425,463.
- Demarteau M, Francois I, Cheddadi R et Roche E. (2007) - Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. *Geo-Eco-Trop*, 31 : 105-146.
- Démolin G, Frerot B, Chambon J-P et Martin J-C. (1994) - Réflexions biosystématiques sur toutes les processionnaires du genre *Thaumetopoea* Lep. Thaumetopoeidae, considérées comme ravageurs importants des cèdres *Cedrus libani* Barrel et *Cedrus atlantica* Manetti sur le pourtour du bassin méditerranéen. *Ann. Rech. For.*, T (27): 577-591.
- Derridj A. (1990) - Etude des pollinisations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse.
- Derwich E, Benziane Z And Boukir A. (2010) - Chemical Composition and *In Vitro* Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Cedrus atlantica*. *International Journal Of Agriculture and Biology*, 12(3):381-385.
- Djamel A, Marniche F, Allal-benfekih L, Benadjroud N et Mouna M. (2017) - Importance des coléoptères sylvatiques associés au cèdre de l'Atlas au niveau du parc national de Theniet el had (Algérie). *Revue Agrobiologia*. x(x): 297-311.
- Djamel A. (2018) - Le dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet et Had : investigations des principaux facteurs. These Doctorat. Université de Blida. Agence universitaire de la Francophonie
- Dob T, Berramdane T et Chelgoum C. (2005) - Chemical composition of essential oil of *Pinus halepensis* Miller growing in Algeria. *Comptes Rendus Chimie. Elsevier*. 8(11–12) :1939-1945. .
- Dodelin B et Leseigneur L. (2010) - Nouvelles observations de *Cerophytum elateroides* (Latreille) en région Rhône-Alpes (*Coleoptera Cerophytidae*). Publications de la Société Linnéenne de Lyon. *Bull. mens. Soc. linn. Lyon*, 79(9-10) :267-270.

- Dodelin F, Armada F, Courtecuisse R et André J. (2010) - Bois et Forêts à arbres vieux ou morts. Les cahiers techniques. Edition Rhone-Alpes, p 3
- Drouineau S. (2000)- Forêts et tempête. Edition INRA. Paris, p 120.
- Duffy E-A-J. (1953) – Hand books for the identification of British insects. Royal *Entomological Society of London*. Vol. V. Part 15, p 10.
- Dumé G, Rameau J-C, Gauberville C et Mansion D. (2018) - Flore forestière française : guide écologique illustré. Plaines et collines. Institut pour le développement forestier. Nouvel le Edition, p 357 .
- Dupérat M et Polese J-M. (2008) - Encyclopédie visuelle des arbres – arbustes Editions Artemis, p 103.
- Dupraz P-A, Mooser M et Pflug D. (2009) - Dimensionnement des structures en bois: Aide au calcul basé sur la norme SIA 265 "Constructions en bois". Edition PPUR presses polytechniques, p 35.
- Ejjabraoui M, Fatouma M-A, Fatima-Ezzahra E, Ayoub A, Shybat Z-L and Ainane T. (2021) - Chemical Study And Insecticidal Activity Of Two Species Of Moroccan Pinus: *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus pinaster* Sol. *PharmacologyOnline*. 2 : 508-517.
- Elisabeth et Jullien J. (2010) – Guide écologique des arbres : ornement, fruitier, forestier. Edition Eyrolles, p 440.
- Entomos E. (2000) – Les insectes xylophages. Forêts et tempête. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, DSF , Paris, 2(1) : 112-133.
- Equipe physique. (2020) – Les huiles essentielles. Médiathèque EDUCMAD, p 1.
- Evenou Y, Brustel H, Vayssières J-F et Valladares L. (2017) - Découverte en France d'une nouvelle station de *Julodis onopordi* sommeri Jaubert, 1858 (Coleoptera, Buprestidae). *Le Coléoptériste, ResearchGate*. 20 (1) :21-25
- Fabre J-P. (1988) - Possibilités d'infestation par les pucerons : *Cedrobium laportei* Remaudière, *Cinara cedri* Mimeur (Homoptera, Lachnidae), chez le genre *Cedrus*. *Ann. Sci. For.*, 45(2): 125-140.
- Fabre J-P, Mouna M, Du Merle P et Benhalima S. (1999) - Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'atlas en Afrique du nord, en France et en Europe. *Forêt méditerranéenne*, XX, n°4, p 203, 206, 218.

- Fabre J-P. (1994) – Etat actuel des connaissances sur les ravageurs originaux de l’air naturelle des cèdre parvenus en France, colonisation par les insectes d’un nouvel écosystème forestier. *Ann. Rech. For.* 27 :539-551.
- Faillaux J. (2013) - Evaluation de la sensibilisation à *Aspergillus fumigatus* et du portage persistant comme facteurs de détérioration de la fonction respiratoire des patients atteints de mucoviscidose au CHU de Toulouse. Thèse du Doctorat de l’Université de Toulouse, p 46.
- FAO/PCF. (2018) - Travaillons avec les divers secteurs pour arrêter la déforestation et étendre les superficies forestières. De l’aspiration à l’action. Conférence internationale. FAO Quartier général, Rome, Italie.
- Festy D. (2014) – Huiles essentielles. Le Guide Visuel. Edition Quotidien Malin. Paris, p 9,14.
- Fidah A, Salhi N, Rahouti M, Kabouchi B, Ziani M, Aberchane M and Famiri A. (2016) - Natural durability of *Cedrus atlantica* wood related to the bioactivity of its essential oil against wood decaying fungi. *SciELO. Maderas, Cienc. tecnol.* 18(4) : 567-576.
- Fouquet D. (2000) – Xylophages et construction bois en Guyane. Bois et forêts des tropiques, 264 (2). Cirad Foret, p 6, 7.
- Frapa P. (2011) - 24 Heures naturalistes d’Entrevennes (Alpes-de-Haute-Provence - France). Synthèse des connaissances faunistiques et floristiques. Association Entrevennes Anim’action, p 29.
- Fraval A. (2000) – Forêt et tempête. INRA. Paris, p 113.
- Fraval A. (2004) – La verrerie. n°132, p 33.
- Freeman J-C, Allemand R et Van Meer C. (2003) - *Odontosphindus grandis* Hampe, nouvelle espèce, nouveau genre, nouvelle sous-famille pour la faune de France et pour l’Europe occidentale (Coleoptera, Sphindidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 108 (3) : 221-232.
- Gachi M.(1994) - Note sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre : *Thaumetopoea bonjeani* Powell (Lepidoptera; Thaumetopoeidae). *Ann. Rech. For.*, T (27): 527-537.
- Gandini J. (2006) - Pistes du Maroc à travers l’histoire. Tome I : Haut et moyen Atlas. Guides 4x4, Vol 1. Edition SERRE.

- Garcia M. (?) – Le guide pour débuter avec les huiles essentielles. La vie est belle au naturel Vitalité, Santé et bien – être au quotidien, p 3, 4.
- Gazonneau A. (2007) - Pour la forêt méditerranéenne, le changement climatique est déjà à l'œuvre.
- Gezgin Y, Gül D-M, Şenşatar S-S, Kara C-U, Sargın S, Sukan F-V and Eltem R. (2019) - Evaluation of *Trichoderma atroviride* and *Trichoderma citrinoviride* growth profiles and their potentials as biocontrol agent and biofertilizer. Turk J Biochem. De Gruyter, p 8.
- Ghanmi M, Satrani B, Chaouch A, Aafi A, El Abid A, Rchid Ismaili M et Fareh A. (2007) - Composition chimique et activité antimicrobienne de l'essence de térébenthine du pin maritime (*Pinus pinaster*) et du pin d'Alep (*Pinus halepensis*) du Maroc. *Journal Acta Botanica Gallica* , 154 (2) :293-300.
- Goetz P et Ghédira K. (2012) - Phytothérapie anti-infectieuse. Collection Phytothérapie pratique. Edition Springer Science - Business Media. France, Paris, p 193.
- Gonnin C. (2012) - Utilisation clinique des huiles essentielles: exemples et discussions de pratiques hospitalières au Bade-Würtemberg (Allemagne). Edition [S.l.] : [s.n.]. 1 vol. (183 f.). France .
- Gourvès J. (2006) - Contribution à l'étude des Ostomidae du Maroc (Coleoptera). *R.A.R.E.,T XV(2)* : 56-60.
- Gurusubramanian G, Tamuli A-K and Ghosh R-K-R. (1999)- Susceptibility of *Odontotermes obesus* (Rambur) to *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Published online by Cambridge University Press. *International Journal of Tropical Insect Science*, 19(2-3): 157-162.
- Halouane F. (2008) – Recherche fondamentale sur l'entomopathogène *Beauveria bassiana* (Bals-Criv) Vuill. (Ascomycota : Hypocreales) : Bioécologie, production et application sur *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) et *locusta migratoria* (Linné, 1758) (Orthoptera, Acrididae). Thèse de Doctorat, Institut national agronomique d'El Harrach, p 31.
- Hamrouni L, Hanana M, Amri I, Romane A-E, Gargouri S and Jamoussi B. (2013) - Allelopathic effects of essential oils of *Pinus halepensis* Miller: chemical composition and study of their antifungal and herbicidal activities. *Journal Archives of Phytopathology and Plant Protection* , 48(2): 145-158.

- Hamrouni L, Hanana M, l Amri I, Romane A-E, Gargouri S and Jamoussi B. (2013) - Allelopathic effects of essential oils of *Pinus halepensis* Miller: chemical composition and study of their antifungal and herbicidal activities. *Journal Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 48(2): 145-158.
- Hanum S, Fitri L, Lisa O, Samingan S, Alfizar A, Sutekad D, Novita N, Muarrif S and Syaokani S. (2021) - Inventory of fungi from termite nests at Gunung Leuser National Park, northern Sumatra. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. The 2nd International Conference on Agriculture and Bio-industry, 667(1):012088.
- Heimann H. (2014) - Tout sur la thérapie des fleurs de Bach et les Nouvelles Thérapies avec les fleurs de Bach d'après Dietmar Krämer. Edition illustrée. Editeur BoD - Books on Demand, p 114.
- Henin J-M, Lesir C, Pollet C, Hébert J et Jourez B. (2019) - Épicéas scolytés : impacts du bleuissement sur les caractéristiques de son bois et sa valorisation industrielle. *FORÊT NATURE*, n°150, p 32.
- Henke M-O, De hoog G-S, Gross U, Zimmermann G, Kraemer D and Weig M. (2002) - Human Deep Tissue Infection with an Entomopathogenic *Beauveria* Species. *Journal of Clinical Microbiology*. 40(7): 2698-2702.
- Hennequin C et Lavarde V. (1998) – Infection à *Penicillium*. *Encyclo.Med. Chir. Elsevier*. Paris. Heritage Series.
- Howard D H. (2002) – Pathogenic Fungi in Humans and Animals. Second Edition. Mycology. Vol 16. CRC Press. Marcel Dekker, Inc. New York. Basel, p 440.
- Jaklitsch, W-M. (2011) - European species of *Hypocrea* part II: species with hyaline ascospores. *Fungal Diversity*, 48:1-250
- Karine T, Ophelie L, Julia R et Penelope M. (?) – Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), p 4.
- Khaldi A. (2017) - Etude des effets antifongiques et antimycotoxiques des extraits des plantes médicinales de la région de Béchar. Thèse de Doctorat, Dspace Université Mustapha Stambouli, p 77.
- Khemici M. (2001) - Protection des cédraies en Algérie: inventaire des insectes ravageurs et réseaux d'avertissement et de lutte. In: workshop on

- "Assessment of the scale of insect infestation in cedar forest in Lebanon and the Mediterranean region". Université Américaine de Beyrouth, Liban, p 10, 18.
- Kherchouche D, Mahdi Kalla M, Emilia Gutierrez E, Briki A et Hamchi A. (2013) - La sécheresse et le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif du Belezma (Algérie). Science et changements planétaires / Sécheresse. *John Libbey Eurotext*, 24(2): 37-129 .
- Kherkhache H, Benabdelaziz I, Silva A-M-S, Lahrech M-B, Benalia M and Haba H. (2020) - A new indole alkaloid, antioxidant and antibacterial activities of crude extracts from *Saccocalyx satureioides*. *Natural Product Research Formerly Natural Product Letters* , 34(11):1528-1534
- Khouja M, Khouja M, Taghouti I, Ayari A, Elaieb M-H, Fezzani T, Souayeh N et Khouja M-L. (2020) - Intérêt forestier et principales caractéristiques biologiques et écologiques du pin d'Alep en Tunisie, p 11.
- Kolarik M, Freeland E and Utley C. (2010) - *Geosmithia morbida* sp. nov., a new phytopathogenic species living in symbiosis with the walnut twig beetle (*Pityophthorus juglandis*) on *Juglans* in USA. *Mycologia* 103 (2): 325-32
- Kolařík M, Kubátová A , Hulcr J and Pažoutová S. (2008) - Geosmithia Fungi are Highly Diverse and Consistent Bark Beetle Associates: Evidence from their Community Structure in Temperate Europe. *Microbial Ecology*, 55: 65-80.
- Konig H. (2006) - Intestinal Microorganisms of Termites and Other Invertebrates. Springer. Germany, p 326
- Kourim M-L, Doumandji-Mitiche B, Doumandji S et Reggani A- (2010) - Biodiversité entomologique dans le parc national de l'Ahaggar (Tamanrasset, Sahara). *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* . 63 (3): 149-155.
- Krishna K and M-Weesner F. (1969) – Biology of termites. Academic Press. New York and London. Vol1, p 498.
- Kubicek C-P and Harman G-E (2002) - *Trichoderma* And *Gliocladium*: Basic Biology, Taxonomy and Genetics. Vol 1; CRC Press, p 13.
- Kundrata R, Németh T and Jarzabek-muller A. (2019) - Description of *Lacon mertliki* sp. nov. (Coleoptera: Elateridae: Agrypninae) from the Hyrcanian

- forest ecoregion, with a key to the Lacon species of Iran. *European Journal of Taxonomy*, 535(535):1-13.
- Kurup V. (2005) – Mold Allergy, Biology and Pathogenesis. *Research Signpost*, p 379.
- Lahrech K. (2010) - Extraction et analyse des huiles essentielles de *Mentha pulegium* L. et *Saccocalyx satureioides*. tests d'activités antibactériennes et antifongiques. Mémoire de Magister. Université d'Oran, p 58, 59, 90.
- Laird Farrar J. (1996) – Les arbres du Canada. Fides. Canada, p79.
- Landmann G. (1994) - Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers. *Revue Forestière Française*. 46 (5) : 405-415
ResearchGate.
- Laouedj M. (2018) – Les remèdes du Sahara. Sarriette indigène et ses bienfaits.
- Laouer H. (2004).- Inventaire de la flore médicinale utilisée dans les régions de Sétif, de Bejaia, de Msila et de Djelfa, composition et activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Ammoides pusilla* et de *Magydaris pastinacea*. Thèse de Doctorat d'état, UFA de Sétif.
- Lathuillière L. (2018) - Les forestiers et les insectes dits « nuisibles » Des ravageurs aux bioindicateurs. *Rev. For. Fr.*, 59-72 .
- Launay J. (2016) - Encyclopédie des plantes : Nature et Environnement. Edition Books on Demand. Paris, p388.
- Le Floch E. (1983) - Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. *Publi. Sci. Tunisiennes*, Programme "Flore et Végétation Tunisiennes". Imprimerie Officielle de la République Tunisienne, p 402.
- Leseigneur L. (1972) - Coléoptères Elateridae de la faune de France continentale et de Corse. *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, p 38, 50, 54, 65.3-382
- Liagre F. (2006) - Les haies rurales: rôles, création, entretien. Edition France Agricole. Belgique, p 93.
- Lillo I. (2020) - Les cèdres, des arbres souverains dans notre paysage citadin.
- Limonier A-S. (2018) - La phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie. Le Diplôme d'état de Docteur en Pharmacie. Université de Marseille, p 33.

- Lin H, Travisano M and Kazlauskas R. (2016) – Experimental Evolution of *Trichoderma citrinoviride* for Faster Deconstruction of Cellulose. *Biology Medicine*. Semantic Scholar. 11(1):e0147024
- Liu D, Coloe S, Baird R and Pedersen. (2000) – Application of PCR to the identification of dermatophyte fungi. *Microbiology Society*. 49(6) : 493-497.
- Losange et Dupérat M. (2008) – Arbre en France. Edition Artémis, p30.
- Louis charpentier Y-C. (2005) - Etude des termites souterrains Français : les Réticulitermes . These de doctoret vétérinaire . université de Toulouse, p34-45
- Lucchesi M-E. (2005) - Extraction sans solvant assistée par Micro-ondes Conception et application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat. Université de la Réunion. France, p16.
- M'hirit O (1999) - Le cèdre de l'Atlas, a travers le réseau *Silva mediterranea* «Cèdre». Bilan et perspectives. *Forêt méditerranéenne*, n ° 3, p 91, 93.
- M'hirit O et Benziane M. (2006) - Le cèdre de l'Atlas: mémoire du temps. Edition Mardaga, p 42, 104, 220, 227, 235.
- M'hirit O et Blerot P. (1999) - Le grand livre de la forêt marocaine. Edition Sprimont (Belgique) : Mardaga. Vol 1, p 94, 96.
- Mansouri N, Satrani B , Ghanmi M , El Ghadraoui L , Guedira A et Aafi A. (2011) - Composition chimique, activité Antimicrobienne et Antioxydante de L'huile Essentielle de *Juniperus communis* Du Maroc. *Bulletin De La Société Royale Des Sciences De Liège*, 80 : 791-805 .
- Mansouri N, Satrani B , Ghanmi M , El Ghadraoui L , Guedira A et Aafi A. (2011) - Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. lycia et *Juniperus phoenicea* ssp. turbinata du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 15(3), p 455.
- Mazari K. (2014) - Etude phytochimique et pouvoir antimicrobien de *Juniperus phoenicea* L., *Juniperus oxycedrus* L. et *Cupressus sempervirens* L. de la région de Tlemcen. Thèse. Magister en Biologie. Université de Tlemcen.
- Mazoyer M, Aubineau M, Bermond A, Bougler J, Ney B et Roger-Estrade J. (2002) – Larousse Agricole. Edition LAROUSSE. Canada, p 142, 298.
- McLellan B. (2017) – Sustainable future for human security: Environment and resources. Springer, p 43.

- Meghazi N. (2015) - Activité antifongique de quelques huiles essentielles sur les moisissures du blé stocké. Mémoire Magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique.
- Melik S. (2010) - Etat naturel et rôle dans la plante. Université de Msila, p 6.
- Merghem R. (?) - Les terpenes et leurs derives. Université Constantine 1, p 4,5.
- Messaoudene M, Rabhi K, Megdoud A, Sarmoum M et Dahmani-Megrerouche M . (2013) - Etat des lieux et perspectives des cédraies algériennes. *Forêt méditerranéene*, XXXIV (4) : 341-346.
- Mezerket A. (2010) - Evaluation de l'efficacité des huiles essentielles de quelques plantes contre *Meloidogyne incognita* (White et Kofoid, 1919) Chitwood 1949 (Nematoda : Meloidogynidae). Mémoire Magister. Université EL Harrach-Alger
- M'hirit O, Samih A et Maiagnoux M. (1994) - Annales de la recherche forestière au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, 1(27). Le cèdre de L'Atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). Royaume Du Maroc. Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols. Edition Ciheam, FAO, IUFRO, p 26.
- Mille G et Louppe D. (2015) - Mémento du forestier tropical. Edition Quae. France, p120.
- Mohamed A-R. (2022) - Champignon entomopathogène, *Beauveria bassiana*. Editions Notre Savoir
- Mohamed N et Mohamed A-K. (2017) - Occurrence et répartition verticale des xylophages déperissant le cyprès vert (*Cupressus sempervirens* L.) dans les monts des traras occidentaux (Nord Occidental Algérien). *Journal Scientifique Libanais*. Vol. 18, n°2, p 186.
- Moore D, Bridge P-D, Higgins P-M, Bateman R-P and Prior C. (1993) - Ultra-Violet Radiation Damage to *Metarhizium Flavoviride* Conidia and the Protection given by Vegetable and Mineral Oils and Chemical Sunscreens." *Annals of Applied Biology*. 122(3):605 – 616.
- Moreda R. (2013) – Technique de denombrement l'hematimetre de malassez : Numeration directe
- Mostefa Sari F, Allem R and Toumi M. (2020) - Bioactive Compounds Of Thyme (*Thymus fontanesii* Boiss. & Reut.) And Native Savory (*Saccocalyx*

- Satureioides* Coss. & Dur.) Against Cutaneous Leishmaniasis. *Revue Agrobiologia* 10 (1).
- Mouna M et Graf P. (1994) - Les ravageurs xylophages et sous-corticaux du cèdre. In: El Hassani, A., Graf, P., Hamdaoui, M., Harrachi, K., Messaoudi, J., Mzibri, M. et Stiki, A. (éds), ravageurs et maladies des forêts du Maroc. DPVCTRF, Rabat, 54-56.
- Mouna M, Bigot L et Fabre J-P. (1985) - Comparaison des communautés frondicoles des Coléoptères du cèdre (*Cedrus atlantica* Man.) en France (Provence) et au Maroc (Moyen-Atlas). *Vie Milieu*, 35(2): 99-106.
- Mouna M. (2009) - *Phaenops marmottani* Fairmaire (Coleoptera Buprestidae), xylophage primaire pour le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Man.). *Bulletin des l'Institut Scientifique*, Rabat, 31 (2), 85-90
- Mouna M. and Fabre J-P. (2005) - Pest insect of cedars: *Cedrus atlantica* Manetti, *C. libani* A. Richard and *C. brevifolia* Henry in Mediterranean area. In: Lieutier F. et Ghaioule D. (eds), *Entomological research in Mediterranean forest ecosystems*. INRA, France. 89-103
- Naama F, Hadjer B et Aziza L. (2015) - Étude de l'arthropodofaune dans un verger d'Olivier à Sefiane (w. Batna est –algérien). *Lebanese Science Journal*, 16(2), p 39.
- Nageleisen L. (2019) - *Scolytus intricatus*. *INRAE*.
- Nageleisen L. (2023) – *Scolytus intricatus*. DSF/DGAL. *Revue Ephytia*
- Najih S . (2008) - Généralités sur les moisissures, p 45.
- Nao V. (2013) - Forest Fire Prevention and Control: Proceedings of an International Seminar organized by the Timber Committee of the United Nations Economic Commission for Europe Held at Warsaw. Vol 7 . De Forestry Sciences. Edition Springer Science Business Media, p 221.236p
- Natterer J. (2004) - Construction en bois: matériau, technologie et dimensionnement. Vol 13 . De Traité de génie civil de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne. Edition PUR presses polytechniques, p 53.
- Neghnagh A, Beldjazia A, Bounar R and Missaoui K. (2022) - Structure and Biophysical Variable of Mediterranean Aleppo Pine Forest: Case of Boutaleb Forest (North East of Algeria). 12(11).
- Nezzar-Hocine H, Bouteville R-J, Halli-Hargas R et Chevalier E-G. (1996) - La

- macroflore fongique de *Cedrus atlantica* (Endl). Manetti ex. Carrière. I - Inventaire des espèces d'une cèdraie du massif du Djurdjura (Algérie) et connaissances actuelles sur les champignons des cedraies. Edition *Elsevier*, Paris. Revue / Journal Title *Cryptogamie Mycologie*. 17 (2) : 85-103.
- Ould Safi M, Kechairi R et Benmahioul B. (2015) - Situation sanitaire de l'arganeraie de Tindouf (Algérie) : rôle des termites et champignons associés. *Forêt Méditerranéenne*, XXXVI (3) :311- 318.
- Pacioni G. (1996) – Les champignons. Edition NATHAN. Paris-France, p33.
- Paoli M. (2011) - Analyse par RMN1H et RMN13C d'huiles essentielles et d'extraits (*Cedrus atlantica* G. Manetti et *Taxus baccata* Linné). Thèse de Doctorat .
- Paquereau J. (2016) - Au jardin des plantes de la Bible: botanique, symboles et usages. *Forêt Privée Française*, p 90.
- Parchas M-D et Nguyen T-P. (2019) - Manuel lutte contre les insectes responsables de la dégradation des collections d'archives. Service interministériel des Archives de France (SIAF), p 3.
- Pebert F. (2003) - Maladies infectieuses: toutes les pathologies des programmes officiels des études médicales ou paramédicales. Instituts de formation en soins infirmiers et professions paramédicales. Edition HEURES DE FREANCE. Paris, p 73.
- Peyerimhoff P-D. (1919) - Notes sur la biologie de quelques coléoptères phytophages du Nord africain, 3ème série, *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 88: 169-258.
- Peyerimhoff P-D. (1933) - Les Coléoptères attachés aux Conifères dans le Nord de l'Afrique. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 102: 359-412.
- Peyerimhoff P-D. (1933) - Notes sur la biologie de quelques coléoptères phytophages du Nord Africain (troisième série), p 108, 180, 183,184.
- Pitt J.(1979) - *Geosmithia* gen. nov. for *Penicillium lavendulum* and related species. *Canadian Journal of Botany* 57(19). ResearchGate. National Research Council of Canada | Conseil national de recherches du Canada, p 1021.
- Postava-Davignon M-A – (2010) - Evolution and Ecology of Termite Nesting Behavior and Its Impact on Disease Susceptibility. The Department of Biology In partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Northeastern University Boston.

- Quezel P. et Santa S. (1963) - Nouvelle Flore de l'Algérie et de ses régions désertiques méridionales. Tome II. Paris, Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Quezel P et Barbero M. (1992) - Le pin d'Alep et les espèces voisines : répartition et caractères écologiques généraux, sa dynamique récente en France méditerranéenne. XIII, n°3, pp 158-170.
- Ramade F. (1997) - Conservation des écosystèmes méditerranéens enjeux et perspectives. United Nations Environment Programme. Mediterranean Action Plan, p16.
- Ramdhani M, Lograda T, Silini H, Zeraib A, Chalard P, Figueredo H-G, Bouchaalal M and Zerrar S. (2013) - Antibacterial Activity of Essential oils of *Juniperus phoenicea* from Eastern Algeria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3 (11) : 022-028.
- Rhafouri R, Satrani B, Zair T, Ghanmi M, Bou-Idra M , El Omari M and Bentayeb A. (2015) - Chemical composition of the *Cedrus atlantica* (endl.) Manetti ex carrière seeds essential oil in function of their germination stages. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*, 02 (12): 2350-0743.
- Ripert C and Boisseau B. (1994) - Atlas cedar ecology and growth in Provence (France). *Annales de la recherche forestière au Maroc*, p143 , 165 .
- Roche E. (2006) - Palynologie de la région méditerranéenne. Université de Liège. Notes decours, inédit. Ripert C and Boisseau B. (1994) - Atlas cedar ecology and growth in Provence (France). *Annales de la recherche forestière au Maroc*.
- Rose O et Zagatti P. (2016) – Les Ciidae de la faune de France continentale et de Corse : Clé d'identification illustrée des especes (*Coleoptera Tenebrionoidea*). *L'entomologiste*. Tome 72, n°5, p 291, 297.
- Rose O. (2012) - Articles des tarse non lobés; très petits insectes, au corps cylindrique, aux élytres lisses, p 27
- Rose O. (2012) - Les Ciidae de la faune de France continentale et de Corse : mise à jour de la clé des genres et du catalogue des espèces (Coleoptera,

- Tenebrionoidea). Office National des Forêts. Bulletin de la Société entomologique de France, 117 (3). ResearchGate, p 344, 345, 346, 358.
- Rouland C et Lenoir-Labé F. (1998) - Microflore intestinale symbiotique des insectes xylophages : mythe ou réalité ?. *Cahiers Agricultures*, 7(1) : 37–47
- Sadou N, Seridi R, Djahoudi A et Hadeff Y. (2015) - Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill. du Nord est Algérien. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie. African Journals Online (AJOL)*, 21(1) : 33-39 .
- Sadykova V-S, Kurakov A-V; Korshun V-A, Rogozhin E-A, Gromovykh T-I, Kuvarina A-E and Baranova A-A. (2015) - Antimicrobial Activity of Substances Produced by *Trichoderma citrinoviride* Strain VKPM F-1228: Optimization of Cultivation and Assessment of Spectrum of Individual Peptaibols. *National Library of Medicine* , 60(11):3-8.
- Safranyik L. (2022) – La vie de Scolyte. Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada ; Gouvernement du Canada.
- Salesses G. (1998) – Second international symposium on Chestnut. Institut national de la recherche agronomique (INRA). France, p 469.
- Sari M, Sarri Dj, Hendel N, Boudjelal A, Cherif K, Chicouche N and Adjabi N. (2013) - Test in vitro de l'activité des huiles essentielles de l'*Origanum glandulosum* Desf. et *Saccocalyx satureioides* Coss. et Dur. sur *Leishmania major*. Algeria, p 66.
- Sarmoum M , Abdoun F, Messaoudene M et Guibal F. (2014) - Etat de sante actuel et rétrospectif de la cédraie de Theniet El Had. Etude dendroécologique. RecueilForum-Agro-Veto. Laboratoire d'Agro-Biotechnologie et de Nutrition en Zones Semi-arides. Laboratoire de Reproduction des Animaux de la Ferme Université Ibn Khaldoun de Tiaret, Algérie, p9.
- Sarmoum M, Navarro-cerrilo R et Guibal F. (2019) - Bilan actuel et rétrospectif du dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le Parc national de Theniet El Had (Algérie). *Revue des sciences forestières en partenariat avec la recherche au sud*. Vol 342.
- Sassoui A, Hendel N, Sarri D, Sarri M, Filippo M, Maurizio B, Romano D, Angelo C, Roman P and Giovanni B. (2020) – Essential oils from three Algerian medicinal plants (*Artemisia campestris*, *Pulicaria arabica*, and *Saccocalyx*

- satureioides*) as new botanical insecticides ?. Springer Link , 27 : 26594-26604.
- Satrani B, Aberchane M, Farah A, Chaouch A et Talbi M. (2006)- Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles extraites par hydrodistillation fractionnée du bois de *Cedrus atlantica* Manetti. *Journal Acta Botanica Gallica* , 153:1, 97-104
- Sauvion N, Calatayud P-A, Thiéry D et Marion-Poll F. (2013) - Interactions insectes-plantes Marseille : Edition Quæ. Versailles, p 273,275.
- Scimeca D et Tétou M. (2005) - Votre santé par les huiles essentielles : C'est naturel, c'est ma santé. Alpen Editions s.a.m, p 23.
- Sedjar A. (2012) - Biodiversité et dynamique de la végétation dans un écosystème forestier - Cas de djebel Boutaleb. Thèse Magister. Univeristé Sétif.
- Silvant C. (2015) - L'Aromathérapie: La nature au service de l'humanité. Editions Publibook. Paris, p 85.
- Siziani. (?) – Le cedre. Programme pour l’Afrique du nord. Projet education et conservation de la biodiversité. Avec le soutien de la Direction du Développement et de la Coopération Suisse Droits de reproduction libres. Edition UICN.
- Smith L, Brown S, Howes K, Mcleod S, Arshad S, Barron G, Venugopal K, Mckay J and Payne L. (1998) – Developpement and application of polymerase chain reaction (PCR) test for the detection of subgroup Javian leukosis virus. *Virus research* 54 (1): 87-98.
- Smythe R-V. (1966) - The Behavior of the Eastern Subterranean Termite, *Reticulitermes Flavipes* (Kollar), with Notes on Other Species. l'Université du Wisconsin – Madison, p 60.
- Société d'étude et de Réalisation des Travaux Forestiers. (2009) - Etude d'aménagement et de développement forestier de la forêt domaniale de Boutaleb (w. de Setif). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Direction Générale Des Forêts.
- Soldati f, Barnouin T et Noblecourt T. (2015) - Découverte de *Bius thoracicus* (F., 1792) dans le Vercors (*Coleoptera Tenebrionidae*) L’entomologiste, Tome71, n°4, p 193.

- Souffou K, Sekour M, Ababsa L, Guezou O, Bakouka F et Doumandji S. (2011) - Arthropodofaune recensées par la technique des pots barber dans un reboisement de Pin d'Alep à Sehay Guebly (DJELFA). *Revue des BioRessources*. 2(1): 19-26.
- Šrůtka P. (1996) - Transmission of fungus spores by bark beetles of the genus *Scolytus* with respect to the oak bark beetle (*Scolytus intricatus* Ratz.). *Lesnictví - Forestry* .Vol.42, n°11 , ref.8, p 510, 517
- Sugiura M, Sugiyaman T and Saika T. (1996) - Insecticide anti-termite et procede de lutte contre les termites l'utilisant.
- Suryadi Y, Wartono, Susilowati D N , Ilestari P , Nirmalasari C and Suryani. (2018) - PATOGENISITAS *Beauveria bassiana* STRAIN STGD 7(14)2 DAN STGD 5(14)2 TERHADAP WERENG COKLAT (*Nilaparvata lugens* STÅL). *Journal of Biology*. 11(2):122-132
- Talbi Y et Bouhraoua R-T. (2015) - Complexe xylophage associé au dépérissement du cèdre de l'Atlas au Bélezma (Algérie). *Lebanese Science Journal*, Vol 16, n°1, p 97,98.
- Talbi Y. (2010) – Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus Atlantica*) dans la région de Batna : Cas de la Cedreaie de Belezma. Thèse de Magistère. Science Agronomique. Université Batna, p57.
- Théry A. (1942) – Faune de France. Fédération Française Des Sociétés De Sciences Naturelles B.P. Paris Cedex 05 Association régie par la loi du 1er juillet 1901, fondée en 1919, reconnue d'utilité publique en 1926 Membre fondateur de l'UICN – Union Mondiale pour la Nature. le Comité FAUNE DE France, p 6,17.
- Tissan C. (2012) - Paysages végétaux du domaine méditerranéen: bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale. Edition IRD, p 303.
- Toth J. (2005) - Le cèdre de France: Etude approfondie de l'espèce Biologie, écologie, agronomie. Editions L'Harmattan, p 20.
- Turgeon M. (2001) - Profil des produits forestiers première transformation. Huiles Essentielles. Ministère des Ressources naturelles Secteur des forêts

- Direction du développement de l'industrie des produits forestiers.
Gouvernement du Québec, p 1.
- Uhel F , Zafrani L et Commission de la recherche translationnelle de la Société de réanimation de langue française. (2019) - Nouvelles techniques de biologie moléculaire New Techniques in Molecular Biology. Méd. Intensive Réa. SRLF et *Lavoisier SAS*.
- Vanpeene-Bruhier S. (2003) - Réaménagement forestier des carrières de granulats. Editions Quae, p38.
- Vieile A. (2016) – Cèdre Atlas ; huile essentielle du Maroc.
- Villiers A. (1946) - Coléoptères cérambycides de l'Afrique du Nord. Paris
- Wunderli L, Sigg P, Tripod R et Robert J-F. (2016) - L'Arboretum au Pays du Soleil Levant. Arboretum du vallon de l'Aubonne, p 31.
- YMD L. (2008) – Clinical application of PCR. Books.
- Zaremski A et Louppe D. (2016) – Les termites. Muséum d'histoire naturelle de Nantes, p 1.
- Zerroug K. (2012) - Elaboration d'un système d'information géographique (flore) dans la Wilaya de Sétif. *Mém. Mag. Uni.*
- Zerroug K. (2020) - Étude de la végétation forestière du massif des Righa Dahra des Monts du Hodna (Sétif, Algérie). Thèse Doctorat. Biologie. Université Sétif 1, p 4.
- Zerroug M-M, Laouer H, Strange R-N and Nicklin J. (2011) - The Effect of Essential Oil of *Saccocalyx Satureioides* Coss. Et Dur. On the Growth of and the Production of Solanapyrone a by *Ascochyta Rabiei* (Pass.) Labr. *Advances in Environmental Biology*, 5(2):501-506
- Ziada-Bouchaar H. (2022) – Technique d'analyse de biologie moléculaire. Université Freres Mentouri Constantine. Génétique moléculaire.

Annexes

Les codes de souches

sortie	code
19/07/2017	1
13/09/2017	2
03/05/2017	3
01/06/2017	4
13/08/2017	5
28/08/2017	6
09/09/2017	7
10/09/2017	8
12/09/2017	9
15/05/2018	10

Exemples

*2cy → y25

2 : signifie deuxième sortie

Y : signifie YPDA

→ : signifie le repiquage de milieu à autre milieu

*7(st3)c(1)D →y 37°

7 : signifie septième sortie

D : DRBC

C : insect

St3 : station 03

Fiche de préparation de quelques milieux

Milieu YPDA

Les produits utilisés

Chloramphénicol 1.5 g

Yeast extract 15g

Peptone 30g

Glucose 60g

Agar 60g

L'eau distillée

Matériels

Balance normal, balance de précision, spatules, bac de spatule, flacon de 500ml, bécher 5000 ml, plaque induction, verre de montre, une casserole.

Préparation (YPDA de 3L)

*Peser 15g de Yeast extract + 30g de Peptone+ 60g de Glucose+ 60g de Agar. A l'aide un balance de précision ajouté 1.5g de Chloramphénicol (produit toxique qui a rincé avec un peu d'éthanol).

*Mettre les produits pesés dans la casserole puis au dessus de la plaque à induction (15 minutes / 6C°)

*avec le bécher de 5000 ml ajouter l'eau distillée à deux quantités

-1500 ml directement dans la casserole,

-le reste est chauffé avant l'utilisation

*Mélanger jusqu'à obtenir un milieu homogène (eau caramélisé)

*Verser ce liquide pendant qu'il est chaud dans des flacons à 500ml

*fermer et étiquetés (la date, le milieu) avec un papier collant spécial (scotch)

*puis on place tout dans l'autoclave (115C/20 minute).

*Nettoyer les matériels.

Tween 20 à 0.01%

Les produits utilisés

Tween 20

L'Eau milli-Q

Matériels

Balance, micro-bécher, flacon de 2000ml, flacon de 500ml.

Préparation

-On pèse avec un micro-bécher 0.19g de Tween 20 \approx 100mg

-Rincer avec de l'Eau milli-Q dans un bécher de 500ml puis le verser dans un flacon de 2000ml

Répartir en flacon de 500 ml

-Autoclaver (115C°/20 minute)

Bleu lactique

Le bleu lactique est nécessaire à l'examen mycologique direct par coloration au bleu lactique, à l'examen microscopique des cultures fongiques.

Préparation

Matériel nécessaire

Bleu coton ou bleu méthyle à 0.25g

Acide lactique 90% à 75g

Préparation

Peser le bleu coton ou bleu méthyle (nettoyer la balance après utilisation)

Déposer le bleu coton dans un bécher

Ajouter l'acide lactique

Homogénéiser sur agitateur magnétique jusqu'à dissolution totale

Transvaser dans un flacon brun de 250ml

Indiquer sur le flacon la date de fabrication sous la mention « Fab le » et les initiales du manipulation .

Conservation

Conservation à température ambiante et utiliser dans un délai de 6 mois après la date de fabrication

Ré-partir le bleu lactique en flacon compte goutte

DRBC

Les produits utilisés

Dichloram-Rose Bengal-chloramphénicol Agar (31.6g/l)

Chloramphénicol (0.4 g/l).

Matériels

Spatules, Balance, Bécher de 5000ml, Eau distillé, Bac de pèse, Verre de montre, flacon 500ml.

Méthode (pour 3L)

Sur la balance ; on pèse avec un bec de pèse 94.8g de DRBC

Agar+1.2g de chloramphénicol à l'aide d'un verre de montre (rincer avec un peu d'éthanol) puis on verse dans une casserole


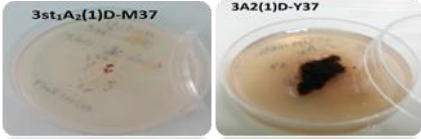


-Ajouter 5000 ml d'eau distillé :

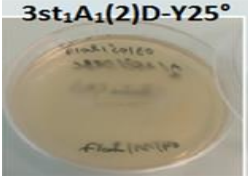

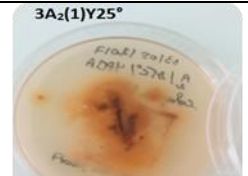
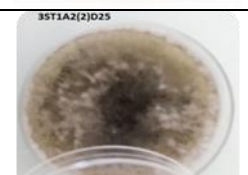
*1500ml directement dans une casserole sur la plaque induction, le reste est chauffé puis mélanger le tout pendant 15 minutes


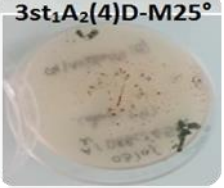
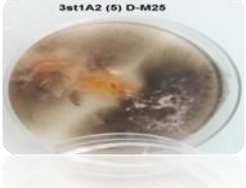



-Verser dans un bécher de 5000ml puis dans un flacon de 500ml

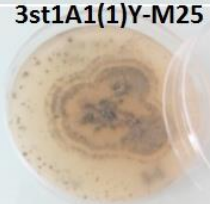
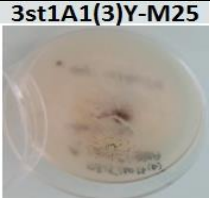


-Autoclaver (20minutes/115C°).



Tableau des souches fongiques
(macro et microscopique)


Les dates		Le milieu	La T	Espèce étudiée	La colonie (s)	Le nombre	La taille	Observation microscopique (02/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (31/10/2017)		
Date de récolte	Date d'ensemencement											
03/05/2017 (st1)	24/10/2017	DRB C	37° C	A ₁	01	++	2m m	Les conidiophores ont une forme pyramidale, ils sont ramifiés et portent des phialides, envahissantes « <i>Trichoderma</i> » *Repiquer à YPDA	<i>Trichoderma</i>			
03/05/2017 (st1)	24/10/2017	DRB C	37° C	A ₂	03	1	2	1m m	*Aucun champignon trouvé, on fait le Scotch * Repiquer à Malt-Agar	*Faire le Scotch : -Spore unicellulaire, pointue, sporochie Pure ?		
						2			<i>Fusarium ?</i>			
						3	1	+	*Aucun champignon trouvé, on fait le Scotch * Repiquer comme levure (YPDA, technique de quadrant) <u>Résultat :</u> *couleur marron claire, irrégulière, plate, duveteux	*Faire le Scotch : Débris de la cuticule d'insecte *Pas de champignon		
03/05/2017 (st1)	24/10/2017	DRB C	37° C	A ₃	01	01	1m m	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA	<i>Trichoderma</i>			

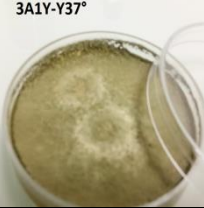
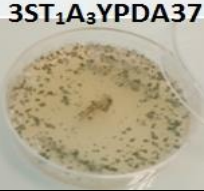
Les dates		Le milieu	La T°	Espèce étudiée	La Colonie (s)		Le nombre	La taille	Observation microscopique (02/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (31/10/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
03/05/2017 (st1)	24/10/2017	DRB C	25° C	A ₁	0 2	1	1	5mm	<i>Mortierella?</i> Repiquer YPDA		
						2	2	3mm	Repiquer à Malt-Agar	Conidiobolus ? séquençage	
03/05/2017 (st1)	24/10/2017	DRB C	25° C	A ₂	0 5	1	2	3mm	la forme de long filaments mycéliens (hyphes), les spores sont divisées par des cloisons (ou septas) transversales et/ou longitudinal : <i>Alternaria</i> repiquer YPDA	<i>Alternaria</i> ou <i>Cladosporium</i> ? YPDA : 2 colonies 1 : pure 2 : <i>Alternaria</i> ou <i>Cladosporium</i>	
						2	1	1mm	La forme de bombou (Repiquer à Malt-Agar)	* <i>Alternaria</i> (chaîne avec des ramifications) à très joli	



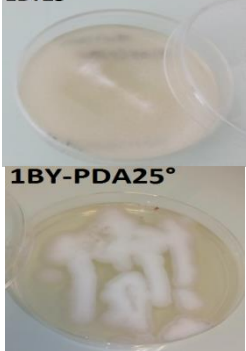
						3	2	1mm	Repiquer à Malt	Bactérie ?	
						4	1	3mm	Repiquer à Malt-Agar	Non identifier : filament très fin (séquençage)	
						5	3	4mm	La forme de bombou Repiquer à Malt-Agar 	Mélange de 3 champignons différents ; <i>Alternaria</i> , Repiquer à DRBC *Couleur jaune cotonneux et couleur vert foncé * <i>Alternaria</i>	
03/05/2017 (st1)	24/10/2017	DRB C	25° C	A ₃	01	++	2mm	Repiquer à Malt-Agar	<i>Trichoderma</i>		
03/05/2017 (st2)	24/10/2017	DRB C	25° C	B	2	++	1mm	Conidiophores hyalins, en touffe plus ou moins compactes repiquer à Malt-Agar	<i>Trichoderma</i>		
03/05/2017 (st 3)	24/10/2017	DRB C	25C °	C	01	++	2mm	<i>Aspergillus</i>			

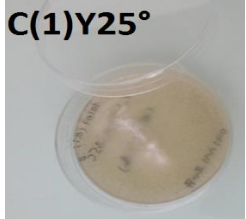




Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie (s)	Le nombre	La taille	Observation microscopique (02/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (31/10/2017)	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
03/05/2017	24 /10/2017	YP DA	25° C	A ₁	03	1	4	2mm	Repiquer à Malt-Agar	<i>Mortierella</i> d'émacé, on ne peut pas séparer	3st1A1(1)Y-M25 
						2	2	3mm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	Même aspect	
						3	2	1mm	Repiquer à Malt-Agar	<i>Penicillium</i> mono-verticillé avec une + phialide	3st1A1(3)Y-M25 
24 /10/2017	24 /10/2017	YP DA	25° C	A ₂	04	1	++	1mm	Repiquer à Malt-Agar	<i>Mortierella</i> contaminé ?	
						2	++	2mm	Repiquer à Malt-Agar 3A2(2)Y-M25° 	Filament contaminé par bactérie Repiquer à DRBC D'émacé, * <i>Alternaria</i>	3A2(2)Y-M-D-25° 

					3	1		Réisolement comme levure (YPDA) Résultat : (03 colonies)		
						2		* 01 : noire foncé (recto et verso), 3mm, poudreux, peu bombé	*(spore noire, allongé) <i>Aspergillus niger</i> + Champignon hyalin (jeter la boîte)	
						3		*02marron foncé (recto et verso), duveteux, plate, étendue	*Identique à colonie 1 (pur)	
						4		*03marron clair, duveteux, plate, étendue	*Identique à 1 et 2 ?	
					4	1		Réisolement comme levure (YPDA) Résultat : (02 colonie) *01couleur vert clair cotonneux, bombé, irrégulière	* <i>Trichoderma</i> (aspect pyramidal) Repiquer à YPDA (jeter)	
						2		*02 : couleur blanc (recto), étendue, duveteux, plat	*spore ovale, phialide	
03/05/2017	24 /10/2017	YP DA	25° C	A ₃	01	1	0,5m m	Repiquer à Malt-Agar	<i>Alternaria</i> (espèce différent)	
03/05/2017	24 /10/2017	YP DA	25° C	B	01	1		<i>Aspergillus glaucus</i>		


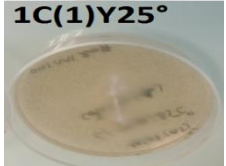
03/05/2017	24 /10/2017	YP DA	25° C	C	01	1		*Gros amas, gros cleistothèce	Contaminé par <i>Aspergillus glaucus</i>			
------------	-------------	----------	----------	---	----	---	--	-------------------------------	---	--	--	--

Les dates		Le milieu	La T	Espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (02/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (31/10/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
03/05/2017	24/10/2017	YP DA	37° C	A ₁	01				<i>Trichoderma</i>	3A1Y-Y37° 
03/05/2017	24/10/2017	YP DA	37° C	A ₂				vide		
03/05/2017	24/10/2017	YP DA	37° C	A ₃	01			Mettre le Scotch	Contaminer avec <i>Trichoderma</i> ?	3ST ₁ A ₃ YPDA37 
03/05/2017	24/10/2017	YP DA	37° C	B				vide		
03/05/2017	24/10/2017	YP DA	37° C	C				vide		



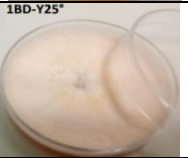

Date de récolte		Le milieu	La °T	Espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (06/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (30/10/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
19/07/2017	24/10/2017	YPDA	25°C	A	01	01	++	1mm	Sporocyte éclaté <i>Mucor</i> ? Repiquer à YPDA	<i>Mucor plumbeus</i>	 <p>1AY-Y25°</p>
19/07/2017	24/10/2017	YPDA	25°C	B	01	07	+	2mm	Repiquer à Malt-agar Résultat : * blanc, aspect poudreux,	 <p>Repiquer à YPDA et PDA <i>Mortierella</i></p>	 <p>1BY25°</p> <p>1BY-PDA25°</p>

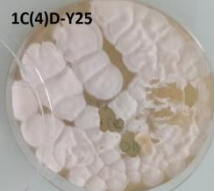
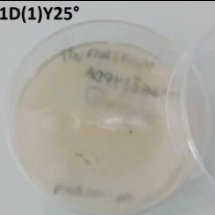

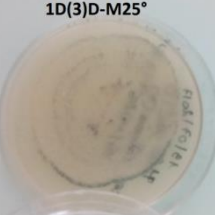

19/07/2017	24/10/2017	YP DA	25° C	C	02	1	1	3m m	Repiquer à Malte-Agar Résultat : *Couleur blanc, noire poudreux	<i>Muccor bambius</i> Même A1	
						2	1	2m m	Scotch	Contaminer par <i>Alternaria</i>	
19/07/2017	24/10/2017	YP DA	25° C	D	02	1	5	2m m	Repiquer à Malte-Agar	Mélange de 3 champignons Pinceau de phialide avec des métules, tri-verticillé, Répiquer YPDA Couleur vert foncé-blanc <i>Penicillium triverticillé</i>	
						2	++	1m m	*Scotch <i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	Pure	
19/07/2017	24/10/2017	YP DA	25° C	E	01	01	++	3m m	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		


Pure



Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (06/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (30/10/2017)
Date de récolte	Date de récolte									
19/07/2017	24/10/2017	YPD A	37° C	A						Vide
19/07/2017	24/10/2017	YPD A	37° C	B						Vide
19/07/2017	24/10/2017	YPD A	37° C	C	01	2	4mm	Repiquer à Malt –agar et YPDA ?	Séquençage ?	<p>1CM37°</p>  <p>1C(1)Y25°</p> 
19/07/2017	24/10/2017	YPD A	37° C	D						Vide
19/07/2017	24/10/2017	YPD A	37° C	E						Vide

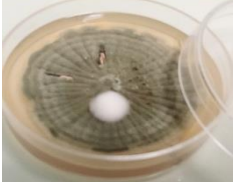



Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (06/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (30/10/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	37° C	A						Vide
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	37° C	B						Vide
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	37° C	C						Vide
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	37° C	D						Vide
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	37° C	E						Vide


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (08/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique
Date de récolte	Date d'ensemencement										
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	25°C	A	02	1	11		<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA et DRBC	<i>Mortierella</i>	
						2	02		<i>Mortierella</i> Même colonie 1		
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	25°C	B	03	1	03	2mm	Spore en amas <i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i>	
						2	02	5mm	Très ramifié <i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma</i>	
						3	03	5mm	<i>Trichoderma</i> Repique une colonie	<i>Trichoderma</i>	
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	25°C	C		1	04	1.5cm	<i>Mortierella</i> ? Repiquer à YPDA	Trichoderma contaminé par l'Aspergillus	
						2	01	8mm		<i>Cladosporium</i>	
						3	05	1cm	<i>Penicillium</i> (mono et triverticillé)	Mélange de champignon (impossible) Repiquer à YPDA : pure ?	






						4	01	2cm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	<i>Mortierella</i>	
						5	01	2mm	Séquençage ? Repiquer à YPDA :	Semble de levure ?	
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	25°C	D	03	1	03	6mm		<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	
						2	01	5mm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> bi-verticillé	
						3	+++	2mm	<i>Penicillium</i> bi verticillé Repiquer à YPDA	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA	
19/07/2017	25/10/2017	DRBC	25°C	E	01		05	1cm		<i>Trichoderma</i> Repiquer à DRBC (levure) et YPDA (Contaminé par <i>Aspergillus</i>)	


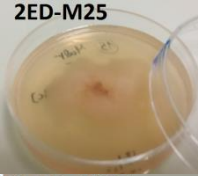

													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

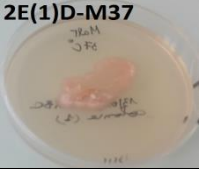
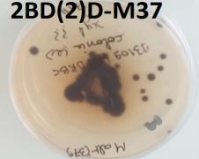
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique	Remarques	Observation macroscopique
Date de récolte	Date d'ensemencement										
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	25°C	A	03	1			Les spores rondes.	<i>Penicillium</i> . Répiquer à YPDA <i>Penicillium</i> triverticillé ou <i>Paecilomyces</i> ?	
						2	08	2-5mm		Stérile.	
						3	+50			<i>Penicillium</i> triverticillé ou <i>Paecilomyces</i>	
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	25°C	B	01	+++		<i>Penicillium</i> mono-verticillé	<i>Penicillium</i>		

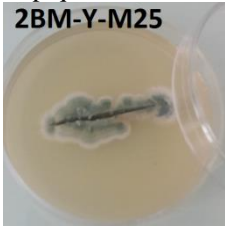

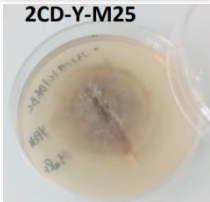
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	25°C	C	01	++				<i>Penicillium</i> tri-verticillé Repiquer à YPDA	2CM-Y25 
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	25°C	D	02	1	01	3.5cm	*	Repiquer à YPDA Contaminée par <i>Aspergillus niger</i> (jette)	2D(1)Y-Y25° 
											2
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	25°C	E	01	++		Repiquer à Malt-agar Stérile	Repiquer à Malt-agar	2EY-M25°  2EY-M25 	

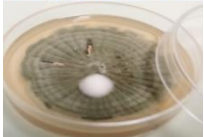



Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (08/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	37C°	A							Vide
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	37C°	B							Vide
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	37C°	C							Vide
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	37C°	D							Vide
13/09/2017	03/11/2017	YPDA	37C°	E	02	1	+30	1-2mm	Repiquer à YPDA	Contaminer par l'Aspergillus	
						2	10	2-5mm	Repiquer à Malt *D'émaciation, spore unicellulaire, un peu ovale, Pure * Mettre en cryobille		

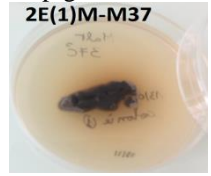
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (08/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	25°C	A	03	1	+		<i>Penicillium</i> mono-verticillé contaminé par l' <i>Aspergillus niger</i>		
						2	02		<i>Penicillium</i> mono-verticillé	<i>Paecilomyces</i>	
						3	04	3mm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA		
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	25°C	B	01			Penicillium mono-verticillé Repiquer à YPDA	Penicillium mono-verticillé	2A(1)Y-Y25 	
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	25°C	C	01			Repiquer à YPDA Colonie vert foncé, duveteux, plat Repiquer à Malt.	Couleur vert clair, peu bombé * <i>Alternaria</i> ou <i>Penicillium</i> .	2CD-Y25° 	
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	25°C	D	01	03	1 cm	<i>Alternaria</i> ? Repiquer à YPDA Résultat : (02 colonies) *Vert claire, poudreux, pliée, irrégulière *Vert, velouté, non pliée, irrégulière 2D(1)M-Y25 	* <i>Penicillium</i> tri-verticillé ou <i>Paecilomyces</i> ?	2D(2)M-D25  2D(1)D-Y25 	

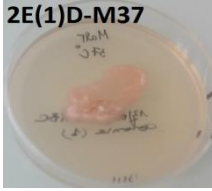
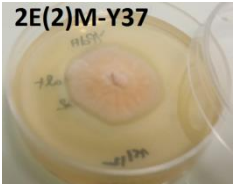
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	25°C	E	01	+++	2mm	<p>Repiquage à (YPDA + DRBC) <i>Cératocystis</i> ??? xylophage</p> <p>résultats : *dans YPDA le résultat est boite vide (repiquer pour la deuxième fois) *dans DRBC le résultat est : Colonie rose couvre toute la boite, plat, lisse</p>	 <p>2ED-D25</p> <p>YPDA : spore rectangulaire (<i>Cératocystis</i> ?) *stérile Repiquer à Malt *pur *scotch Repiquer a malt (filament espèce ressort (pure) Lorsque grand,</p>  <p>2ED-M25</p>  <p>2ED-Y25</p>
------------	------------	------	------	---	----	-----	-----	--	--


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (08/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	37 C°	A						Vide	
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	37 C°	B						Vide	
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	37 C°	C						Vide	
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	37 C°	D						Vide	
13/09/2017	03/11/2017	DRBC	37 C°	E	02	1	18	1-2mm	Repiquer à malt	Scotch???	
						2	03	1mm	Peut être champignon <i>Cératocystis</i> ? Repiquer à malt	D'émaciation Même champignon de E sur YPDA	




Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique 13/11/2017	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
13/09/2017	02/11/2017	Malt-Agar	25° C	A	02	1	08	1cm	<i>Aspergillus niger</i> + <i>Penicillium</i> mono verticillé	Jeter la boite	
						2	+++		<i>Penicillium</i> mono-verticillé	Jeter la boite	
13/09/2017	02/11/2017	Malt-agar	25° C	B	01	+++	2-4mm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA 2BM-Y-M25  Résultat : Vert claire (recto) et jaune verso, duveteux, plate, étendue Repiquer à Malt Colonie vert militaire	*Scotch *Beaucoup sporulant <i>Penicillium</i> bi-verticillé	 2B(M)-Y25°  2CD-Y-M25	



13/09/2017	02/11/2017	Malt-agar	25° C	C	01	+++	3mm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé repiquer à YPDA	Stérile (pure)	 2CM-Y25	
13/09/2017	02/11/2017	Malt-agar	25° C	D	02	1	03	2cm	* <i>Penicillium</i> tri-verticillé ou <i>Paecilomyces</i> ?		 2D(1)M-Y25
						2	01	2mm	Peut être <i>Penicillium</i> Repiquer à (YPDA+DRBC) Dans le milieu YPDA : 02 colonies 1*marron foncé et claire, duveteux, peu – bombé 2*blanc, poudreux, étendue, Dans le milieu DRBC : 2 colonies 1*rose claire, ronde, demi- bombé, 2*vert claire et foncé, duveteux, bombé	* <i>Alternaria+Paecilo myces</i> *mélange n'est pas pur (<i>Alternaria+</i> <i>Paecilomyces</i>) * <i>Paecilomyces</i> (cryobille) * <i>Penicillium</i> + <i>Alternaria</i>	 2D(2)M-Y25°  2D(2)M-D25
13/09/2017	02/11/2017	Malt-agar	25° C	E	1	1mm	5mm	Crasser entre lame et lamelle	Réisolement sur malt Très sporulant, spore rectangulaire Peut être <i>Ceratocystis</i> ?		

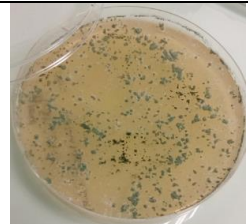
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
13/09/2017	03/11/2017	Malt-Agar	37°C	A						Vide
13/09/2017	03/11/2017	Malt	37°C	B						Vide
13/09/2017	03/11/2017	Malt	37°C	C						Vide
13/09/2017	03/11/2017	Malt	37°C	D						Vide
13/09/2017	03/11/2017	Malt	37°C	E	0 2	1	10		Repiquer à Malt Résultat : Couleur vert foncé	Couleur noire (recto et verso), petit, ronde, lisse *même champignon de E  2E(1)M-M37

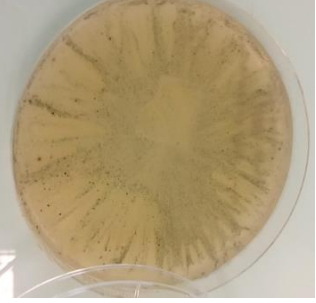

						2				Repiquer à Malt+YPDA Couleur blanc écramé 2E(1)D-M37		2E(2)M-Y37 
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	---	---	--

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
01/06/2017	06/11/2017	YPDA	25°C	A	01			<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA	<i>Beauveria</i> ?	
01/06/2017	06/11/2017	YPDA	25°C	B	04	1	02	<i>Mucor plumbeus</i>		
						2	02	<i>Penicillium</i> + <i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> bi ou triverticillé	


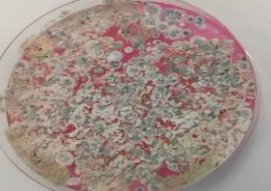
						3	+++		<i>Penicillium</i> bi-tri verticillé Repiquer à YPDA Impossible d'identifié (il y'a mélange de champignons)			
						4	+++		<i>Penicillium</i> tri-verticillé Repiquer à YPDA			
13/08/2017	06/11/2017	YPDA	25°C	A	01	19	5m m- 1cm	Repiquer à malt	* <i>Haplosporanguim</i> avec spore unicellulaire, spirite finement unicellulaire			
13/08/2017	06/11/2017	YPDA	25°C	B	03	1	01	4m m	Repiquer à malt	* <i>Penicillium</i> mono-verticillé+ <i>Mortirealla</i> (impossible)		
						2	01		<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA	<i>Syncephalastrum</i> ?		
						3	13		Repiquer à malt	* <i>Haplosporanguim</i> (même que a), et après coloniser par <i>Aspergillus</i>		

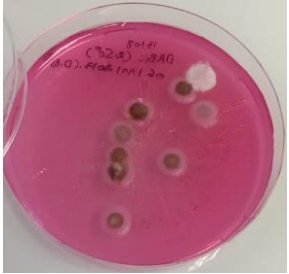
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
01/06/2017	06/11/2017	YPDA	37°C	A	01		01	5mm	*mélange de deux champignons, impossible de faire l'identification <i>Paecilomyces</i> + <i>Cladosporium</i> .		
01/06/2017	06/11/2017	YPDA	37°C	B	02	1	++	5mm	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		
						2		02			
13/08/2017	06/11/2017	YPDA	37°C	A	01		01	1cm	Repiquer à malt	Mucorale Spore à <i>Mycotypha</i>	
13/08/2017	06/11/2017	YPDA	37°C	B						Vide	


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
01/06/2017	06/11/2017	Malt-agar	37°C	A					Vide	
01/06/2017	06/11/2017	Malt-agar	37°C	B	01	+++		<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA Faire le scotch		
13/08/2017	06/11/2017	Malt-agar	37°C	A					Vide	
13/08/2017	06/11/2017	Malt-agar	37°C	B	01	03		<i>Paecilomyces</i> ? (champignon pathogène pour l'insecte) Repiquer à YPDA	Mucorale avec des filaments très large+ cellule vésicule ? *Repiquer à Malt	


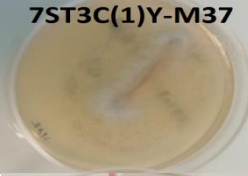
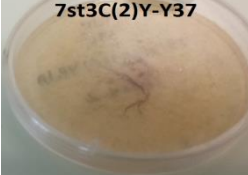
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
01/06/2017	06/11/2017	Malt-agar	25°C	A	01	+++	2mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé ou <i>Paecilomyces</i> ?		
01/06/2017	06/11/2017	Malt-agar	25°C	B	04	1	07	1mm-2mm	<i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> mono-verticillé		
						2	06	1mm	<i>Penicillium</i> tri-verticillé Repiquer à YPDA 1*Couleur vert jaune 2*Couleur blanc cotonneux	*1 : peut être <i>Scedosporium</i> + <i>Trichoderma</i> Réisolement à scedo-select Repique deux boites *2 : <i>Penicillium</i> triverticillé Scedo-select (2 boites) et Repiquer à YPDA	
						3	+++	3mm	<i>Penicillium</i> tri-verticillé Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> tri-verticillé (pas pure)	
						4	02		<i>Penicillium</i> tri-verticillé+ <i>Mucor plumbeus</i>		

13/08/2017	06/11/2017	Malt-agar	25°C	A	0	1	02	2cm	Repiquer à YPDA+malt Peut être <i>Haplosporanguim</i>	<i>Haplosporanguim</i> ? *Mélange de <i>Paécilomyces</i> + <i>Mortere illa</i> Repiquer chacun en YPDA Malt : séquençage (<i>Haplosporanguim</i> pure)	
					2		13			<i>Lichtheimia</i>	
13/08/2017	06/11/2017	Malt-agar	25°C	B	0	1	01	5mm	<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA	* <i>Syncephalomyces</i> ?	
					3	2	02	2cm	<i>Syncephalastrum racemosum</i> ? Repiquer à YPDA	<i>Syncephalastrum</i> ?	
						3	08	1cm	Repiquer à malt	* <i>Syncephalomyces</i> Repiquer a YPDA Scotch 2 champignons (<i>Penicillium</i> + <i>Haplosporanguim</i>)	



Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
01/06/2017	06/11/2017	DRBC	25C°	A	01	+++	3mm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA	<i>Penicillium.</i>		
01/06/2017	06/11/2017	DRBC	25C°	B	03	1	+50	1mm	<i>Penicillium</i> mono et tri-verticillé ? Repiquer à YPDA	<i>Trichoderma</i>	
						2	++	2mm	<i>Trichoderma</i> (pas résoudre)		
						3		03	<i>Penicillium</i> tri-verticillé+ <i>Alternaria</i>	impossible	
13/08/2017	06/11/2017	DRBC	25C°	A	02	1	16	5mm-1cm	Repiquer à malt	<i>Mucor plumbeus</i> Repiquer à YPDA et Malt Malt : stérile YPDA : Mucorale (<i>Lichtheimia</i>)	
						2	01	1cm	Repiquer à YPD ?	Peut être <i>Rasamsonia</i> ?	

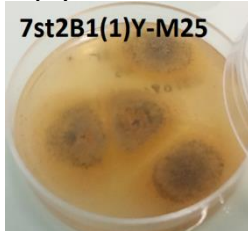


13/08/2017	06/11/2017	DRB C	25C°	B	02	1	01	1cm	Mucorale genre <i>Mortierella</i> Repiquer à YBDA	*Rien Repiquer à YPDA Mucorale (pure)	
						2	08	1cm	Repiquer à malt	*Mucor (<i>Lichtheimia</i>) Repiquer à YPDA Coloniser par l' <i>Aspergillus</i> Repiquer à Malt ?	

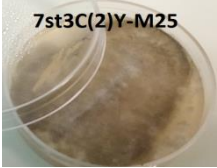
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (13/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
01/06/2017	06/11/2017	DRB C	37°C	A							Vide
01/06/2017	06/11/2017	DRB C	37°C	B	02	1	+	4mm	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA	<i>Trichoderma</i>	
						2	++	3mm	Mucorales (<i>Lichtheimia</i>) + <i>Trichoderma</i>		
13/08/2017	06/11/2017	DRB C	37°C	A							Vide
13/08/2017	06/11/2017	DRB C	37°C	B							Vide





Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (22/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (10/11/2017)	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	YPDA	37°C	A	01	01	1cm	<i>Trichoderma</i> Repiquer à malt			
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	YPDA	37°C	B	01	01	6cm	Mélange de <i>Paecilomyces</i> et d'autre spore rond Reisolement à scedo-select Repiquer à YPDA	Scedo-select : Peut être <i>Cladosporium</i> ? (d'émacie) YPDA : spore rectangulaire (<i>Cérato cystis</i> ?)		
28/08/2017 (st3)	09/11/2017	YPDA	37°C	C	03	1	1	2mm	D'émacie Repique à malt	<i>Penicillium</i> mono-verticillé (pure)	
						2	1	4cm	Petit <i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA Repiquer à YPDA+Malt	Répiquer à Scédo	
						3	1	2.5cm	<i>Syncephalestrus</i> Repiquer à malt	<i>Paecilomyces</i> (pure)	




Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (22/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (14/11/2017)	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	Malt	37C°	A					Vide		
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	Malt	37C°	B	1	1	1mm	Repiquer à malt			
28/08/2017 (st3)	09/11/2017	Malt	37C°	C	2	1	5	1mm	Stérile Repiquer à malt	<i>Penicillium</i> avec <i>Aspergillus</i>	
							03	3.5cm	<i>Penicillium</i> tri-verticillé Repiquer à YPDA	Coloniser par <i>Aspergillus niger</i>	

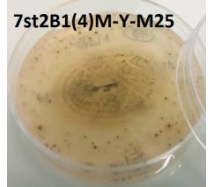

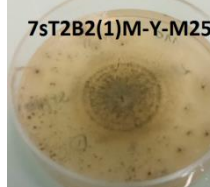


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (22/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (14/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	DRBC	37°C	A	1	2	1mm			
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	DRBC	37°C	B	1	1	5cm	<i>Cladosporium</i> Repiquer à YPDA	<i>Humicola</i> + <i>Paecilomyces</i> Réisol à YPDA Essayer de repiquer.	
28/08/2017 (st3)	09/11/2017	DRBC	37°C	C	1	03	3cm	Réisolement sur YPDA	<i>Paecilomyces</i> (pas pure) Réisol à YPDA 1 :? 2 : <i>Penicillium</i> mono-verticillé	





Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (22/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (24/11/2017)			
Date de récolte	Date d'ensemencement													
28/08/2017 (st2)	20/11/2017	YPDA	25C°	B	3	1	+++	3mm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA  7st2B1(1)Y-M25	Repiquer à DRBC Peut être <i>Rasamsonia</i> ? -Séquençage				
						2			1		5mm	Peut être <i>Cératocystis</i> ? reisolement sur YPDA 2 colonies :	1 : repiquer à Malt 2 : repiquer à Malt	
						3			2		2mm	repiquer à Malt	<i>Penicillium</i> monoverticillé	 7ST2B1(3)Y-M25
28/08/2017 (st2)	20/11/2017	YPDA	25C°	A	1	1			<i>Penicillium</i> mono-verticillé	 7ST2B2Y-M25				

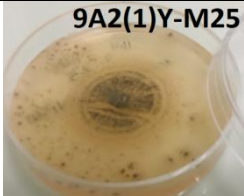
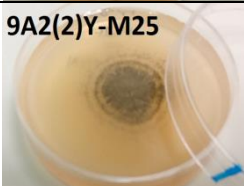
					2		++		Levure noire ?	Séquençage	
28/08/2017 (st3)	20/11/2017	YPDA	25C°	C	2	1	4	3cm		Mucoral (<i>Lichtheimia</i>) Ne pas repiquer	
						2	+++			Réisolement <i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer sur Malt	


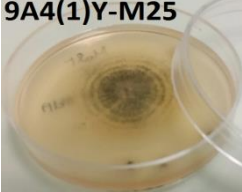
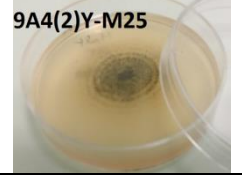
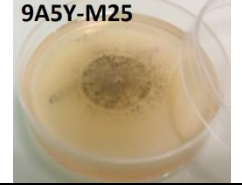
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	observation microscopique (22/11/2017)	Remarques	Observation microscopique (14/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	DRBC	25C°	A	0	1	+30	5mm-1cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i>	
						2	+30	2-4mm	Repiquer à YPDA Et Malt <i>Rasamsonia</i> ? Réisole bien	Semble de <i>Rasamsonia</i> Diluer sur DRBC Puis conserver	
						3	++++		<i>Alternaria</i> ou <i>Cladosporium</i> ? Repiquer à YPDA		
						4	++++		<i>Penicillium</i> monoverticillé + autre type de champignon	Repiquer à YPDA et Malt-agar	Séquençage les deux
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	DRBC	25C°	B	1	+++		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> mono vericillé		
28/08/2017 (st3)	09/11/2017	DRBC	25C°	C	1	+++		<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA Repiquer à malt	On a 2 colonies : 1 - jaune : peut être <i>Penicillium</i> ou <i>Paecilomyces</i> . 2-marron : pénicillium bi-verticillé	  	


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (22/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (14/11/2017)	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	Malt	25C°	A	05	1	+++		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> monoverticillé	
						2	1		Reisolement sur Malt , YPDA et DRBC ? <i>Rasamsonia</i> ?	Semble de <i>Rasamsonia</i>	 
						3	2	1mm	Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> monoverticillé	
						4	5	1mm	<i>Fusarium</i> pointue au bout et cloison au milieu Repiquer à YPDA	Stérile Repiquer à Malt	

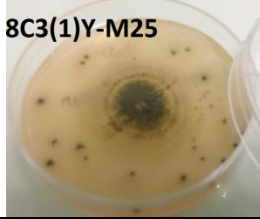
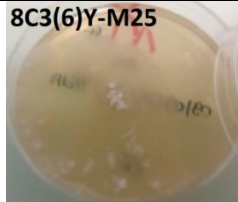
											
28/08/2017 (st2)	09/11/2017	Malt	25C°	B	0 2	1	12	5mm	<i>Penicillium</i> bi verticillé symétrique Repiquer à YPDA 2 colonies : 1 : Blanc (repiquer à YPDA) Résultat : Stérile repiquer à Malt 2 : vert (repiqué à YPDA)		
											
											
							+++		<i>Penicillium</i> mono verticillé Repiquer à YPDA	<i>Paecilomyces</i>	
28/08/2017 (st3)	09/11/2017	Malt	25C°	C	0 3	1	++		<i>Penicillium</i> mono verticillé Repiquer à YPDA YPDA : semble de <i>Scédosporium</i> ? Malt : repiquer deux boîtes à Scédo-select (vide)		


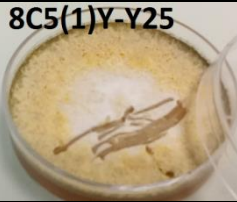
					2	01	3mm	Réisolement sur YPDA et Malt Ypda : semble de <i>Scédosporium</i> (repiquer à YPDA et Malt) Malt : entre <i>Alternaria</i> ou <i>Cladosporium</i> Réisolé à YPDA	Entre <i>Trichoderma</i> et <i>Beauveria</i> ?	  
					3	1		Filament, phialide, Réisolement sur malt <i>Penicillium</i> mono verticillé ?	<i>Penicillium</i> bi-verticillé	

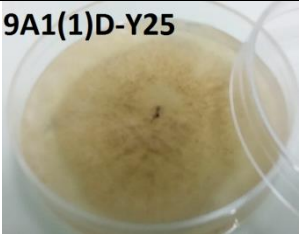
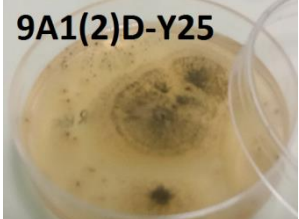
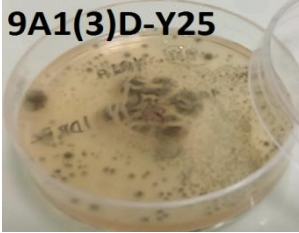

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (30/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (28/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPD A	25° C	A1	03	1	+++	<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA		
						2	16	Stérile repiquer à Malt <i>Penicillium</i>	<i>Penicillium</i>	
						3	+20		Mélange (<i>Paecilomyces</i> + <i>Penicillium</i> <i>m</i> biverticillé)	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPD A	25° C	A2	2	1	+++	<i>Penicillium</i> Repiquer à Malt	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	 9A2(1)Y-M25
						2	+30	Stérile Repiquer à Malt	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	 9A2(2)Y-M25



10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPD A	25° C	A3	0 1		+++		Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i>	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPD A	25° C	A4	0 2	1	+++			<i>Penicillium</i> mono- verticillé	
						2	01	2m m		<i>Penicillium</i> mono- verticillé	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPD A	25° C	A5	01		+++			<i>Penicillium</i> mono- verticillé	
10/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPD A	25° C	B						Vide	
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPD A	25° C	C1	5	1	08	2- 2cm	<i>Paécilomyces</i> ou <i>Penicillium</i> bi-verticillé		
						2	3	6m m			
						3	1				




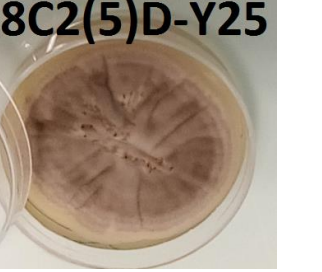
						4	2				
						5	+20	1-4m m			
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPD A	25° C	C2	0 5	1	02	5cm	<i>Lichtheimia corymbifera</i>		
						2	05		<i>Penicillium triverticillé</i>		
						3	01	1.5c m	<i>Penicillium</i> Comme colonie A2		
						4	01	1.5c m	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		
						5	01	2cm	<i>Lichtheimia+ Beauveria</i> Repiquer à YPDA		

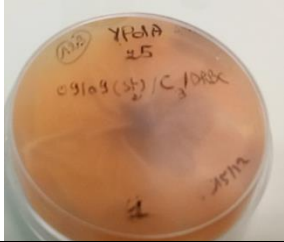

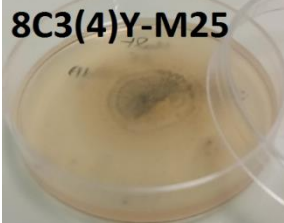

9/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPD A	25° C	C3	0 7	1	1	2.5cm	Repiquer à Malt+YPDA Malt : <i>Penicillium</i>		
						2	1	1cm	<i>Penicillium</i> bi et triverticillé		
						3	1	1.5cm	<i>Penicillium</i> bi et triverticillé (même colonie 2) Répiquer à YPDA	<i>Paecilomyces ?</i>	
						4			Repiquer à Malt		
						5	1	3- 5m m	Repiquer à Malt		
			25° C			6	14	5m m	Repiquer à Malt <i>Beauveria</i>		
						7	1	2m m	Levure + champignon Repiquer à YPDA		
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPD A	25° C	C4	6	1	1	6cm	Mucorale <i>Lichtheimia corymbifera</i>		

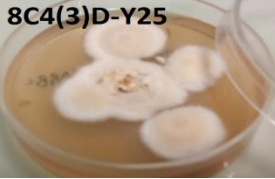


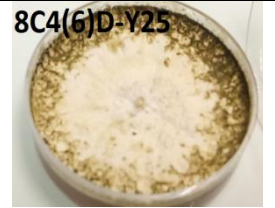

						2	4	1cm	Mucor(<i>Mortierella</i>) Stérile Repiquer à Malt		
						3	4	1cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à Malt		
						4	2	5m m	Stérile Repiquer à Malt		
						5	2	5m m	Stérile Repiquer à Malt		
						6	+20	3m m	<i>Beauveria</i>		
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPD A	25° C	C5	0 2	1	+++		<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		
						2			<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		

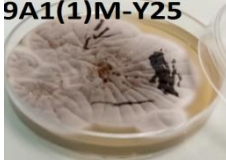
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (30/11/2017)	Remarques	Observation macroscopique (28/11/2017)			
Date de récolte	Date d'ensemencement													
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	25°C	A1	0	1	+++	3mm	Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> mono-verticillé ou <i>Paecilomyces</i> (varioté) ?		9A1(1)D-Y25 			
						2					16	5-8mm	<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> monoverticillé	9A1(2)D-Y25 
						3					9	3-5mm	<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA	9A1(3)D-Y25 
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	25°C	A2	01		+++		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA		9A2D-Y25 			
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	25°C	A3	01		+++		Même A2					
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	25°C	A4	01		+++		Même A2					
10/09/2017	24/11/2017	DRBC	25°C	A5	01		+++		Même A2					



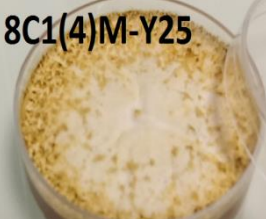
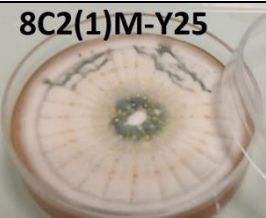
(st1)			°									
10/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	25°C	B								
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	25°C	C1	06	1	+30	2-1.3m	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> bi ou triverticillé			8C1(4)D-Y25 
						2	6	4mm-1cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> mono-verticillé			8C1(2)D-Y25 
						3	03	1.5cm	Phialospore ? Repiquer à YPDA			
						4	04	1.5cm	Mucorale Repiquer à YPDA	Mucorale		
						5	05	1.5cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Mortierella</i>		
						6	06	1cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i>			

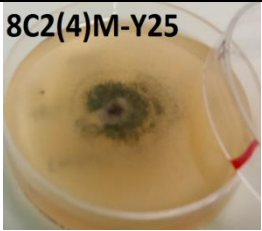
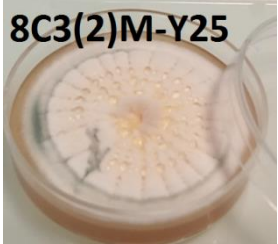
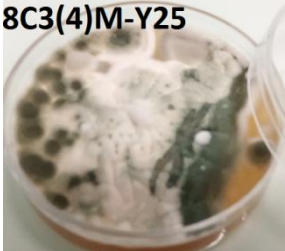
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	25°C	C2	1	3	2mm- 2cm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA Mucorale (<i>lichtheimia</i>)		
					2	1	1.5cm	03 champignons : <i>Beauveria</i> + <i>Mortierella</i> + <i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i>	
					3	+20	1cm	<i>Penicillium</i> triverticillé Repiquer à YPDA		
					4	5	8mm- 1cm	<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA		
					5	+10		<i>Penicillium</i> monoverticillé		


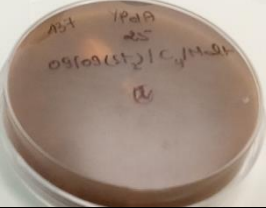

09/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	25°C	C3	4	1	17	5mm-1cm	<i>Penicillium</i> bi et triverticillé Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> tri-verticillé		
						2	01	2cm	<i>Paecilomyces</i> ? Repiquer à YPDA		
						3	01	2.5cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> bi et tri-verticillé <i>Penicillium</i> ou <i>Paecilomyces</i> ?		8C3(3)D-Y25 
						4	7	2mm-5mm	<i>Penicillium</i> tri-verticillé Repiquer à YPDA		8C3(4)Y-M25 
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	25°C	C4	07	1	2	2cm	Mucorale Repiquer à YPDA		8C4(1)D-Y25 
						2	01	1cm	Repiquer à YPDA	<i>Rasamsonia</i> ?	


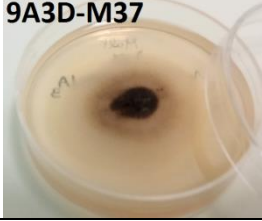

						3	+20	3mm	<i>Beauveria</i> Repiquer à Malt	<i>Beauveria ?</i>	8C4(3)D-Y25 
						4	6	6mm-1cm	<i>Penicillium</i> bi-verticillé Repique à YPDA		8C4(4)D-Y25 
						5	2	1.5cm	Mucorale (<i>Mortierella</i>) Repiquer à YPDA		8C4(5)D-Y25 
						6	01	3cm	<i>Trichoderma ?</i>		8C4(6)D-Y25 
						7	8	1cm	<i>Penicillium</i> monoverticillé		8C4(7)D-Y25 
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	25°C	C5	1		+++		Repiquer à Malt		

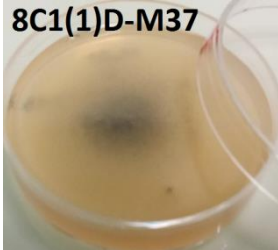
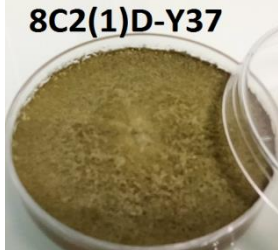
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (18/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique (28/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	25° C	A1	02	1	+20	3-5mm	<i>Penicillium</i> triverticillé Repiquer à YPDA		9A1(1)M-Y25 
						2					
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	25° C	A2	01		++	2-5mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	25° C	A3	01		+++	2-5mm	<i>Penicillium</i>	Même aspect d'A2	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	25° C	A4	01		+++		<i>Penicillium</i>	Même aspect d'A2	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	25° C	A5	01		+++		<i>Penicillium</i>	Même aspect d'A2	
10/09/2017 (st2)	24/11/2017	Malt	25° C	B	01		01	2.5cm	<i>Cladosporium</i>		


09/09/2017 7 (st2)	24/11/2017	Malt	25° C	C1	04	1	04	3-5mm	<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA		
						2	01		<i>Penicillium</i> mono verticillé		8C1(2)M-Y25 
						3	03		<i>Penicillium</i> pure Repiquer à YPDA		8C1(3)M-Y25 
						4	+		<i>Penicillium</i> bi ou triverticillé Repiquer à YPDA		8C1(4)M-Y25 
09/09/2017 7 (st2)	24/11/2017	Malt	25° C	C2	04	1	04		<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA		8C2(1)M-Y25 
						2	+20		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono- verticillé	


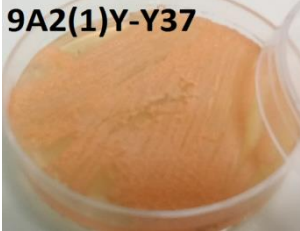

						3	+10	1mm	Stérile Repiquer à Malt		
						4	01	5mm	D'émacie, filament Pycnide ? Repiquer à YPDA (pique+ d'autre quadrant) <i>Penicillium mono--verticillé</i>	Stérile	8C2(4)M-Y25 
09/09/2017 7 (st2)	24/11/2017	Malt	25° C	C3	4	1	08	2mm	D'émacie Repiquer à Malt		
						2	12	5mm- 1cm	<i>Beauveria</i> ? Repique à YPDA	Stérile (pure)	
						3	01	4mm	Repiquer à Malt <i>Beauveria</i> ?		8C3(2)M-Y25 
						4	+05	5mm- 2cm	<i>Penicillium monoverticillé</i> Repiquer à YPDA		8C3(4)M-Y25 

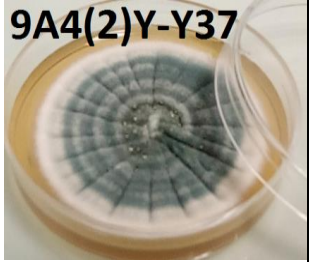

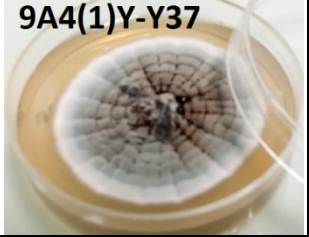
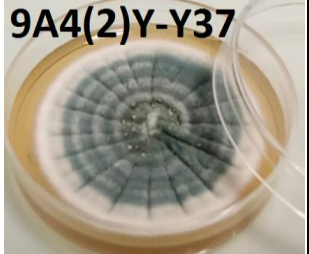
09/09/2017 7 (st2)	24/11/2017	Malt	25° C	C4	02	1	+10	2-1cm	<i>Penicillium monovercillé</i> Repiquer à YPDA		8C4(1)M-Y25 
						2			<i>Lichthimea corymbifera</i> Repiquer à YPDA		
09/09/2017 7 (st2)	24/11/2017	Malt	25° C	C5	01	1	++		<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		8C5M-Y25 



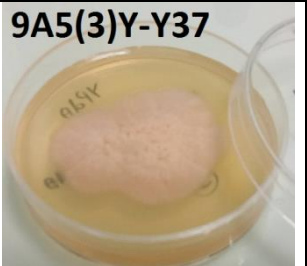
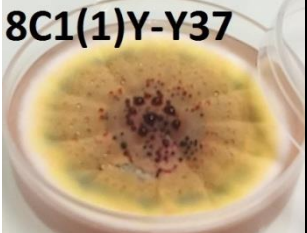
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (18/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique (28/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement									
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	37° C	A1	01	++		Mélange deux champignons : <i>Paecilomyces</i> + <i>Humicola</i>		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	37° C	A2	01	01	2cm	Stérile Repiquer à Malt <i>Penicillium</i>		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	37° C	A3	01	+20	5mm	Repiquer à Malt	<i>Paecilomyces</i> ?	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	37° C	A4					Vide	
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	DRBC	37° C	A5			4mm	<i>Ceratocystis</i> ? Repiquer à YPDA		
10/09/2017 (st2)	24/11/2017	DRBC	37° C	B					Vide	

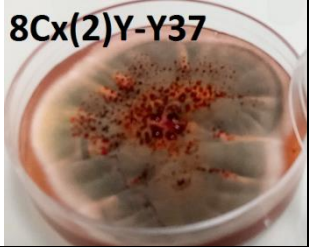


09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	DRBC	37° C	C1	2	1	+10	2mm- 3mm	Repiquer à Malt <i>Penicillium</i> mono-verticillé		
							01	4.5m m	<i>Penicillium</i> triverticillé Repiquer à YPDA		
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	DRBC	37° C	C2	1	1	++		<i>Trichoderma</i> ? Repiquer à YPDA		
						2	2	5mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA		
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	DRBC	37° C	C3	2	1	08		<i>Trichoderma</i> (n'a pas Repiqué)		
						2	01	7mm	<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	DRBC	37° C	C4	01	12	3mm	Bactérie			



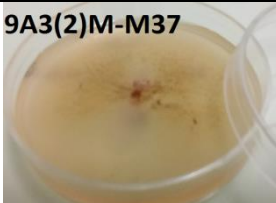

09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	DRBC	37° C	C5	01	++		<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		8C5D-Y37 
----------------------	----------------	------	-------	----	----	----	--	---------------------------------------	--	---


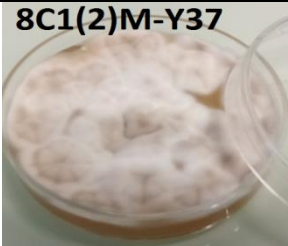
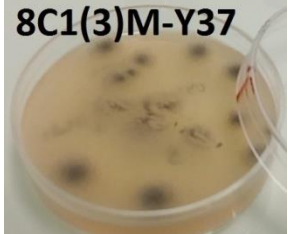
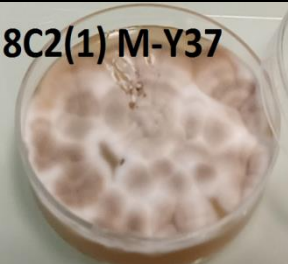
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (18/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique (28/11/2017)
Date de récolte	Date d'ensemencement										
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPDA	37°C	A1	0	1	+++	2m-2cm	Repiquer à YPDA <i>Paecilomyces</i> ? pure		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPDA	37°C	A2	0	1	01	3mm	Levure Repiquer à YPDA		
						2	01	3mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA		

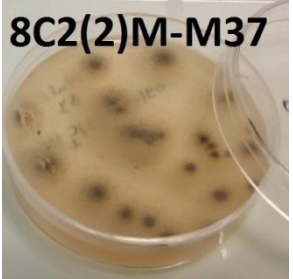
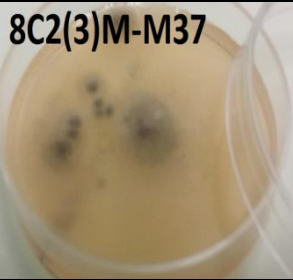

						3			<i>Penicillium</i> Pure Repiquer à YPDA		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPDA	37°C	A3	02	+++			Pure		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPDA	37°C	A4	0 3	1	02	3cm	Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i>		
						2	01	2cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA		


						3	01	3cm	Repiquer à YPDA		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	YPDA	37° C	A5	0 3	1	+10		Repiquer à Malt ?		
						2	03	5mm-1cm	Repiquer à YPDA (levure)		
						3	01	2mm	Semble comme levure Repiquer à YPDA		
10/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPDA	37° C	B					Vide		
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPDA	37° C	C1	0 2	1	+10	3mm	Stérile ??		

						02	2.5mm	<i>Penicilium</i> bi-verticillé ? Repiquer à YPDA		
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPDA	37° C	C2	0	1	1-3mm	Stérile Repiquer à YPDA	<i>Paecilomyces</i> ?	
					2	2				
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPDA	37° C	C3	01	+10	1-3mm	Repiquer à Malt stérile		
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPDA	37° C	C4	01	+++		<i>Trichoderma</i> ? Repiquer à YPDA		
09/09/2017 (st2)	24/11/2017	YPDA	37° C	C5		++		<i>Trichoderma</i> ? Repiquer à YPDA	<i>Trichoderma</i>	

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (18/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 28/11/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	37 °C	A1	01	+++	2mm-1cm	<i>Cladosporium</i> (pas d'intérêt ne repique pas)		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	37 °C	A2				<i>Paecilomyces</i> ?		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	37 °C	A3	01	01	2cm	<i>Paecilomyces+Humicola</i> ? (style piqué et quadrant à YPDA)		
					2	+15	5mm-1cm	D'émacie Repiquer à Malt		
10/09/2017 (st1)	24/11/2017	Malt	37 C°	A4	01	+++		<i>Paecilomyces</i> ?		



10/09/20 17 (st1)	24/11/201 7	Malt	37 °C	A5	01	08	2cm	<i>Cératocystis ?</i> Repiquer à YPDA		
10/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	Malt	37 °C	B					Vide	
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	Malt	37 °C	C1	0 3	1	02	2cm-3cm	<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA	
						2	01	4.5cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	
						3	12	2mm	Stérile Repiquer à Malt <i>Penicillium</i>	
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	Malt	37 °C	C2	0 3	1	03		<i>Penicillium?</i> Repiquer à YPDA	

					2	01			Stérile Repiquer à Malt		
					3	03			Malt (stérile) <i>Penicillium</i>		
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	Malt	37 °C	C3	0	1	01	6cm	<i>Paecilomyces</i> même l'autre avec <i>Humicola</i>		
					2	2	05	2mm	Stérile Repiquer à Malt		
09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	Malt	37° C	C4	01	+++			<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		

09/09/20 17 (st2)	24/11/201 7	Malt	37 °C	C5	01	+++		<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		
----------------------	----------------	------	-------	----	----	-----	--	---------------------------------------	--	--


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (18/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 05/12/2017	
Date de récolte	Date d'ensemencement											
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	25 °C	A1	02	1	04	3mm	<i>Penicillium</i> bi ou triverticillé Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé		
						2		+++	2,5mm			<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	25 °C	A2	03	1	02	4mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	Stérile Repiquer à YPDA		
						2		05	3mm			<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA
						3		05	2mm			<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	25 °C	A3					Vide			
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	25 °C	A4	02	1			<i>Alternaria</i> + <i>Penicillium</i>			
						2			<i>Alternaria</i>			

12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	25 °C	A5		++		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA et Malt-Agar		
---------------------	------------	------	-------	----	--	----	--	---	--	--

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 05/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRBC	25 °C	A1	0	1	+++		<i>Penicillium+Paecilomyces+Humicola</i>	
						2	+20		<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA	
						3	01	3mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	Séquençage ?
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRBC	25 °C	A2	2	1	+++		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	
						2	+10		Levure Repiquer à YPDA	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRBC	25 °C	A3	4	1	+30		<i>Penicillium+Alternaria</i>	
						2	+10		<i>Penicillium</i> biverticillé Repiquer à YPDA	
						3	+50		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	

					4	16			<i>Alternaria+Penicillium</i>		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRBC	25 °C	A4	0	1	+++		<i>Penicillium</i> biverticillé Repiquer à YPDA		
					2	20		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA			
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRBC	25 °C	A5	0	1	++		<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono- verticillé	
					2			<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA			

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 05/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	25 °C	A1	01	+++		<i>Paecilomyces + Penicillium</i>		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	25 °C	A2	01	+++	8mm	<i>Penicillium</i> mono verticillé Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	25 °C	A3	01	+++		<i>Penicillium</i> monoverticillé+ <i>Alternaria</i>		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	25 °C	A4	01	+++	12mm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	25 °C	A5	01	+++	6mm	<i>Penicillium</i> à YPDA		

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 05/1/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	37 °C	A1	01			<i>Paecilomyces</i> + <i>Humicola</i> Repiquer à YPDA	<i>Paecilomyces</i> ?	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	37 °C	A2					Vide	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	37 °C	A3					Vide	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	37 °C	A4	01			Bactérie		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	Malt	37 °C	A5	01			<i>Paecilomyces</i> + <i>Humicola</i>		

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 05/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	37 °C	A1	01	++		<i>Paecilomyces</i> (autre espèce) Repiquer à YPDA	<i>Paecilomyces</i>	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	37 °C	A2					Vide	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	37 °C	A3	01	01	2mm	Stérile Repiquer à Malt	Champignon filamenteux ?	
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	37 °C	A4	01	05	1cm	Repiquer à Malt		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	YPDA	37 °C	A5	01	01	6cm	<i>Paecilomyces+Humicola</i> Repiquer à YPDA	<i>Paecilomyces</i> ?	

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie		Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 05/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement										
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRB C	37 °C	A1	02	1			<i>Paecilomyces+Humicola</i> (même chose que d'autre)		
						2	03		Levure Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRB C	37 °C	A2					Vide		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRB C	37 C°	A3	01		03	1mm	Levure ou <i>Cératocystis</i> ? Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRB C	37 C°	A4	01		01		Repiquer à Malt		
12/09/2017 (st2)	27/11/2017	DRB C	37 C°	A5	01		01	4,5cm	<i>Péacilomyces+Humicola</i> Repiquer à YPDA	<i>Paecilomyces</i> ?	

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 11/12/2017	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	DRBC	25 °C	A1	05	1	16	8mm	<i>Penicillium</i> bi et triverticillé Repiquer à YPDA		
						2	2	2.5cm	Levure ?		
						3	3		<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> mono-verticillé		
						4	2		<i>Mucor plumbeus</i>		
						5	4		Levure Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	DRBC	25 °C	A2	2	1	+20	5mm-2cm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	
						2	02	2mm	Levure ? Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i>	
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	DRBC	25 °C	A3	2	1	3	2mm-5mm	<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA		

						2			<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	DRBC	25 °C	A4	03	1			<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA		
						2			<i>Penicillium</i> mono-verticillé Repiquer à YPDA		
						3			Levure Repiquer à YPDA		

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (19/12/2017)	remarques	Observation macroscopique 11/1/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	YPD A	25 °C	A1				<i>Mucor plumbeus</i> Repiquer à YPDA	<i>Mucor plumbeus</i> + aspect <i>Mortierella</i>	
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	YPD A	25 °C	A2				<i>Penicillium ?</i> Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	YPD A	25 °C	A3	2	1		<i>Penicillium monovercillé</i> Repiquer à YPDA	Sérile	
								<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA		
12/09/2017 (st3)	05/12/2017	YPD A	25 °C	A4	3	1	2	<i>Penicillium ?</i> Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	
						2		Levure Repiquer à YPDA		
						3		Levure Repiquer à YPDA	D'émacie (même forme de levure)	

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (20/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 19/12/2017		
Date de récolte	Date d'ensemencement											
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	25 °C	A1	01	01		<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA				
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	25 °C	A2	1	1	3-5mm	Spore ???				
					2	2	+++	2mm	Spore ???			
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	25 °C	A3	01	+++		<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA	stérile			
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	25 °C	A4	4	1	1	1cm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	Pas de champignon ?		
						2		6		<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	
						3		+10		Levure Repiquer à YPDA	Mélange levure et champignon	



					4		1cm	D'émaciac (stérile) Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i> mono-verticillé	
--	--	--	--	--	---	--	-----	--	---------------------------------------	--


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (20/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 19/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	YPDA	37 °C	A1					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	YPDA	37 °C	A2					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	YPDA	37 °C	A3					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	YPDA	37 °C	A4				Stérile Repiquer à Malt		

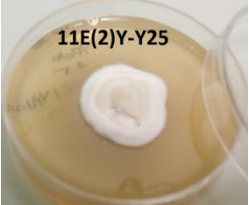
Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (20/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 19/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	DRBC	37 °C	A1					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	DRBC	37 °C	A2					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	DRBC	37 °C	A3					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	DRBC	37 °C	A4					Vide	


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique (20/12/2017)	Remarques	Observation macroscopique 19/12/2017
Date de récolte	Date d'ensemencement									
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	37 °C	A1					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	37 °C	A2					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	37 °C	A3					Vide	
12/09/2017 (st3)	15/12/2017	Malt	37 °C	A4	01	+++		Repiquer à YPDA		

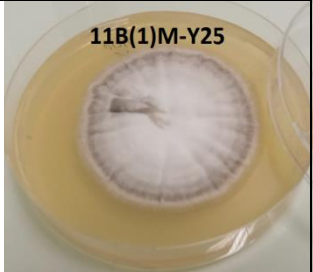
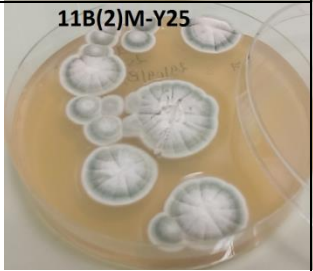

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique 31/05/2018	Remarques	Observation macroscopique 29/05/2018
Date de récolte	Date d'ensemencement									
15/05/2018	24/05/2018	DRBC	25°C	B	3	1	4	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
						2		<i>Mortierella</i>		
								Mucorale (<i>Mortierella</i>)		
15/05/2018	24/05/2018	DRBC	25°C	C	4	1	3	<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA		
						2		Stérile Repiquer à YPDA	<i>Penicillium</i>	
						3	1	<i>Penicillium</i> triverticillé Repiquer à YPDA <i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
15/05/2018	24/05/2018	DRBC	25°C	D	3	1	4	<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA		


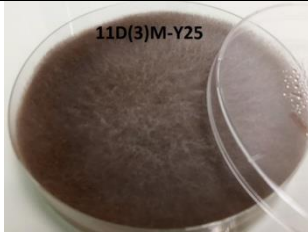
					2	8		<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA		
					3	4		<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
15/05/2018	24/05/2018	DRBC	25°C	E	1	3		<i>Paecilomyces</i> Repiquer à YPDA		
					3					
					2	5		<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
					3	+		<i>Trichoderma</i> Repiquer à YPDA		


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille		Observation microscopique 31/05/2018	Remarques	Observation macroscopique 29/05/2018
Date de récolte	Date d'ensemencement										
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	25°C	A	3	1	3	2cm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
						2	3	2-4 cm	??? Non connu Repiquer à YPDA	phialospore	
						3			<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA		
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	25°C	B	2	1	4	4cm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	<i>Mortierella</i>	
						2	1	2cm	<i>Penicillium</i> Repiquer à YPDA	Pas pure (Mucorale+ <i>Penicillium</i> tri- verticillé)	
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	25°C	C	2	1			<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		


						2			<i>Pencillium</i>		
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	25°C	D	2	1			<i>Mortierella</i>		
						2			<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	25°C	E	2	1	0 2		<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA	<i>Mortierella</i>	
						2	0 6	2cm	<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA <i>Mortierella</i>		


Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique 31/05/2018	Remarques	Observation macroscopique 29/05/2018	
Date de récolte	Date d'ensemencement										
15/05/2018	24/05/2018	Malt	25°C	A	5	1	03	5-1cm	<i>Mortierella</i> Repiquer à YPDA		
						2			<i>Trichodema</i> Repiquer à YPDA		
						3			??? d'émaciation sporulante Repiquer à YPDA		
						4			<i>Penicillium</i> + Mucorale	<i>Penicillium</i> + <i>Mortierella</i> (pas pure)	

						5			Pleine de spore Repiquer à Malt	Mucorale	
15/05/2018	24/05/2018	Malt	25°C	B	3	1			Arthospore Repiquer à YPDA		
						2			<i>Penicillium</i> + Mucorale Repiquer à YPDA Pénicillium mono-verticillé		
						3			D'émacié ??? Repiquer à YPDA	Stérile	
15/05/2018	24/05/2018	Malt	25°C	C	3	1			<i>Penicillium</i> monoverticillé Repiquer à YPDA <i>Penicillium</i> mono-verticillé		
						2				Deux champignons (pas pure)	

									Mortierella Repiquer à YPDA	Mortierella	
15/05/2018	24/05/2018	Malt	25°C	D		1	3		Mucorale (sporocyste de <i>Mortierella</i> ?) Levure ?		
						2			<i>Beauveria</i> Repiquer à YPDA	<i>Haplosporanguim</i> (pure)	
						3			<i>Mucor plumbeus</i> Repiquer à YPDA Mortierella (spore rond inoculé)		
						4			Sporocyste inoculé ??? Repiquer à YPDA	<i>Mortierella</i> ???	
15/05/2018	24/05/2018	Malt	25°C	E	4	1	04	1-2cm	Repiquer à YPDA ???		

						2	03	2-4mm	Repiquer à YPDA	<i>Mortierella</i>	
						3	04	2-4mm	Repiquer à YPD		
						4	+++	2mm	Petite arthospore carré	Repiquer à YPDA	

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique 31/05/2018	Remarques	Observation macroscopique 29/05/2018
Date de récolte	Date d'ensemencement									
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	37°C	A	01	1		Filament fragmenté, arthospore Trichome ou arthrographis Repiquer à MALT		
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	37°C	B					Vide	
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	37°C	C	01	01		Repiquer à Malt-agar et YPDA	Vide	rien
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	37°C	D					Vide	
15/05/2018	24/05/2018	YPDA	37°C	E					Vide	

Les dates		Le milieu	La T°	L'espèce étudiée	La colonie	Le nombre	La taille	Observation microscopique 31/05/2018	Remarques	Observation macroscopique 29/05/2018
Date de récolt	Date d'ensemencement									
15/05/2018	24/05/2018	Malt	37 °C	A	01	+++		?? Répiquer à YPDA		
15/05/2018	24/05/2018	Malt	37 °C	B					Vide	
15/05/2018	24/05/2018	Malt	37 °C	C					Vide	
15/05/2018	24/05/2018	Malt	37 °C	D	01			<i>Mortierella ?</i> Repiquer à YPDA		
15/05/2018	24/05/2018	Malt	37 °C	E					Vide	

Corticlous insects of eastern Algerian cedar (*Cedrus atlantica*)

Sebaihi N.¹, Benia F.¹, Bouchara J-P.², Gastebois A.², Gillmann L.², Samai I.³, Missaoui K.⁴, Beldjazia A.⁴,
Laouar H.⁴

Laboratory of Plant and Animal Production Improvement and Development, Faculty of Nature and Life Sciences, Ferhat Abbas Setif 1 University, Setif, 19000, Algeria¹

Group of Host-Pathogen Interactions Study, EA 3142/ Institute of Health Biology, University of Angers, France²

Department of Biology, Faculty of Sciences, Laboratory Researches of Soil and Sustainable. Badji Mokhtar-Annaba University, BP 12, 23000, Annaba, Algeria³

Department of Plant Biology and Ecology, Faculty of Nature and Life Sciences, Ferhat Abbas Setif 1 University, Setif, 19000, Algeria⁴

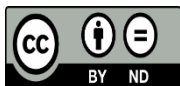


Keywords:

Cedrus atlantica, decline, xylophagous insects, forests, Setif

ABSTRACT

Algeria in particular is home to the resinous Atlas cedar (*Cedrus atlantica*). It covers a huge region and is currently dealing with dieback, a widespread issue. The latter is brought on by either abiotic or biotic causes, or both at once. The goal of the present study is to catalogue and identify xylophagous insects, in this case beetles, in two research locations, the forest of Boutaleb and the forest of Ouled Tebben, which are related to the decline of the Atlas cedar (*Cedrus atlantica*). Both sites are situated in the Setif's southern region (north-eastern Algeria). Seven families of xylophagous and xylo-mycetophagous beetles representing, eleven (11) species from the Scolytidae, Ciidae, Trogossitidae, Elateridae, Buprestidae, Termitidae, and Sphindidae families, were collected. Findings of this study indicated that among the various species recorded found, the *Scolytus intricatus*, a species mainly in oak groves, was discovered for the first time on the atlas cedar in both Ouled Tebben and Boutaleb forests.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License.

1. Introduction

Ouled Tebben's forest, particularly that of Boutaleb, has become generally degraded. Finding conservation and protection strategies is now essential. This rule applies to the dieback of *Cedrus atlantica* cedar woods in Algeria, which began in 1999. Numerous biotic and abiotic factors are implicated in dieback development. Insects operate as phyllophages or xylophages in the dieback process. Unlike Ouled Tebben forest, Boutaleb massif has been the focus of numerous works. Geology of this massif served as the foundation for the earlier works such those of Brossard, 1866; Peron, 1870; Cotteau et al., 1884; Ficheur, 1893; Savornin, 1920; Bertraneu, 1952 and 1955, and Madoui, 1987 and 1995 [1]. There has been very little research on the entomofauna of these two forest massifs, but there have been several studies on the

Atlas cedar, [2- 11] Unlike Ouled Tebben, the Boutaleb massif has been the focus of numerous works. In the Aures, the Atlas cedar is subject to decline which has worsened in recent years. This phenomenon concerns all the Aures cedar forests. It affects not only old cedars, but also young clumps of trees [12]. Drought was reported by the majority of researchers and forest managers as the main cause of this decline. In fact two other waves of high mortality were reported in 1880 and 1979 following intense droughts [13]. According to M'hirit [6], factors causing Atlas cedar dieback classified into three categories:

- Predisposing elements (trees age, genetic potential, and climate change).
- Triggering factors (drought, defoliating insects attacks).
- Aggravating factors (xylophagous insects, parasitic fungi).

Therefore, a complex of several factors appears to be involved in the Atlas cedar's dieback, among which insects' attacks. This study aimed to investigate the effect of insect attacks on dieback of a stand of Atlas Cedar in Boutaleb and Ouled Tebben forests. To do so insects were inventoried from three types of Atlas cedar sampled trees: dying, decaying, and dead wood from both forests. Several harvesting methods were combined including the insects capture, their automatic placement in pillboxes, and logs from the sampled trees have been cut and brought back to the laboratory for analysis in order to provide phytosanitary protection.

2. Material and methods

2.1 Study area

We chose a stand of *Cedrus atlantica* undergoing the process of decline in two sites, the forest of Boutaleb and that of Ouled Tebben. These two forests are located south of the wilaya of Sétif (Fig.1).

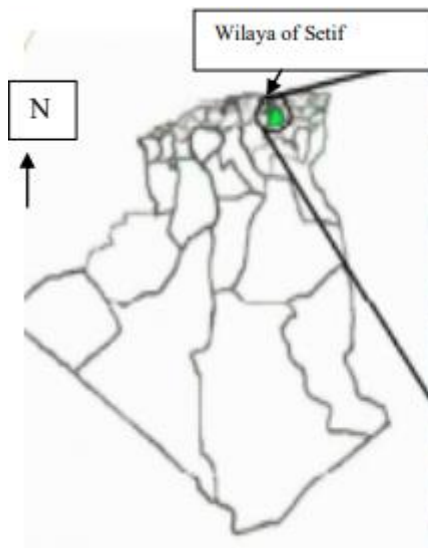


Fig 01: Map of Algeria



Fig 02: Location of study forests (Google Earth)

2.1.1 Boutaleb Forest

The Boutaleb massif is a member of the Hodna Mountain chain, where it forms an essential and distinctive link in the eastern region. Thus, it is situated halfway between the Hodna basin in the south and the high plains of Sétif in the north [14]. The wilayas of M'sila and Batna are bordered by the Boutaleb forest, which is situated at the level of the wilaya of Sétif on its southern portion. It covers a total area of 28,427.17 ha, divided among 46 cantons, of which two (2) are a part of the Magra forest territory (Wilaya de M'sila), covering 779 ha, and four (4) are a part of the Gosbete forest territory (Wilaya of Batna), covering 1851.62 ha. The remainder, or 40 townships with a combined size of 25,796.55 ha, are a part of Sétif's conservation

area. The wilaya of Sétif's forest conservation department is solely responsible for managing this forest. With *Pinus halepensis*, *Cedrus atlantica*, *Quercus ilex*, and *Juniperus oxycedrus* evolving in a challenging climatic setting with rainfall that barely exceeds 400 mm/year, it is made up of spontaneous ecosystems. Although the forest is surrounded by forest groups (Aleppo pine, cedar, holm oak), pre-forest groups (matorrals, scrubland), and pre-steppe and steppe groups at the base of rosemary and esparto, it appears to adapt to the severity of the local conditions. Actually, this forest ecology is being impacted by anthropozoogenic disturbances [15].

2.1.2 Ouled Tebben Forest

The wilayates of Sétif, M'sila, and Bordj Bou Arrerridj make up the three wilayates that the national forest of Ouled Tebben crosses. It is situated halfway between the Hodna chotts and the upper Sétifian plains. Its borders are formed by the synclinal region of Barika to the south, the plain of Ras el Oued and Djebel Kendour to the north, the basin of Salah bey and the massif of Boutaleb to the east, and the massif of Ouled Hannache to the west. covering a 14,932 ha area

2.2 Choice of stations

The choice of sampling stations is made at random (Figure 3 and 4). However, the selection focused on places where the trees are very withered (dead standing trees (Chablis), fallen trees). Each station is measured by a square (10m/10m).

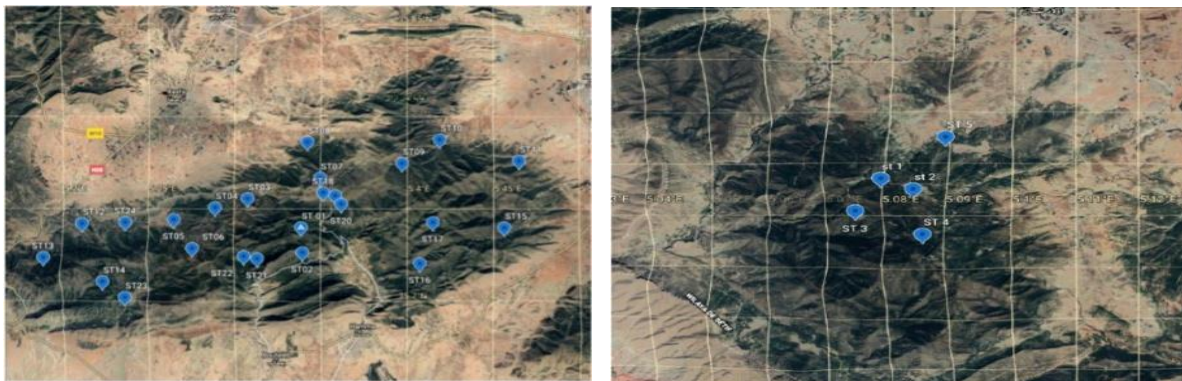


Fig.3: Study stations, Boutaleb forest (Google Earth) **Fig.4:** Study stations, Ouled Tebben forest (Google Earth)

2.3 Methodology

For the purpose of collecting wood-boring beetles reliant on Atlas cedar, various sample techniques were applied.

Glass trap: Several authors, including [16- 21] have employed the trapping method. Two glass traps were set up at various altitudes. From May 2017 to May 2018, these traps were observed every 10 days, or three times each month.



Fig 05: Glass traps (original photo, 2017)

Sight hunting

Sight sampling, technique involves was applied to picking up insects by hand or with a vacuum. Several authors [22- 25] have used this sampling technique.



Fig 06: Sight hunting (original photo, 2017)

In the laboratory

Insects are sorted into families after debarking, which involves removing the bark while maintaining the structure of the subcortical pathways (Fig. 07), so that they may be identified. Professor BENIA, entomologist at the SNV Faculty of Setif LADPVA Research Laboratory, carried out the sorting and identification, which were later verified by Professor Amador Vinôlas of the Barcelona Museum.



Fig 07: Visible galleries under the bark (original photo, 2017)

Table 01: Boutaleb forest work schedule

Exit number	The dates Release	Sampling areas	Stations (st)	Tree condition	Number of insects
-------------	-------------------	----------------	---------------	----------------	-------------------

					sampled
01	03/05/2017	Afghane	01 02 03	Dead tree Fallen tree Dead tree	5 46 11
02	19/05/2017	Ain Laaneb	01 02	Dead tree Fallen tree	00 00
03	26/05/2017	Ain Laaneb	01 02	Dead tree Fallen tree	00 00
04	01/06/2017	Ain Laaneb	01 02	Dead tree Fallen tree	51 00
05	12/07/2017	Afghane	01	Fallen tree	00
06	13/08/2017	Ain Laaneb	01 02	Dead tree Dead tree	44 00
07	28/08/2017	Ain Laaneb	01 02 03	Fallen tree Dead tree Fallen tree	00 02 32
08	09/09/2017	Afghane	01	Fallen tree	40
09	10/09/2017	Afghane	01 02	Dead tree Dead tree	232 00
10	12/09/2017	Afghane	02 03	Fallen tree Fallen tree	02 12
11	14/09/2017	Ain Laaneb	01 02	Dead tree Fallen tree	00 00
12	29/09/2017	Ain Laaneb	01	Dead tree	00
13	15/05/2018	Ain Laaneb	01	Fallen tree	05
Total					482

Table 02: Work schedule in the Ouled Tebben forest

Release date	Sampling area	Station	Tree condition	Number of insects sampled
19/07/2017	Gdile	01	Standing dead tree	72
20/08/2017	Gdile	01	Standing dead tree	00
02/09/2017	Gdile	01	Fallen tree	00
13/09/2017	Gdile	01	Fallen tree	24
15/09/2017	Gdile	01	Standing dead tree	00

Total				96
-------	--	--	--	----

3. Results and Discussion

3.1 Results

3.1.1 Quantitative Inventory

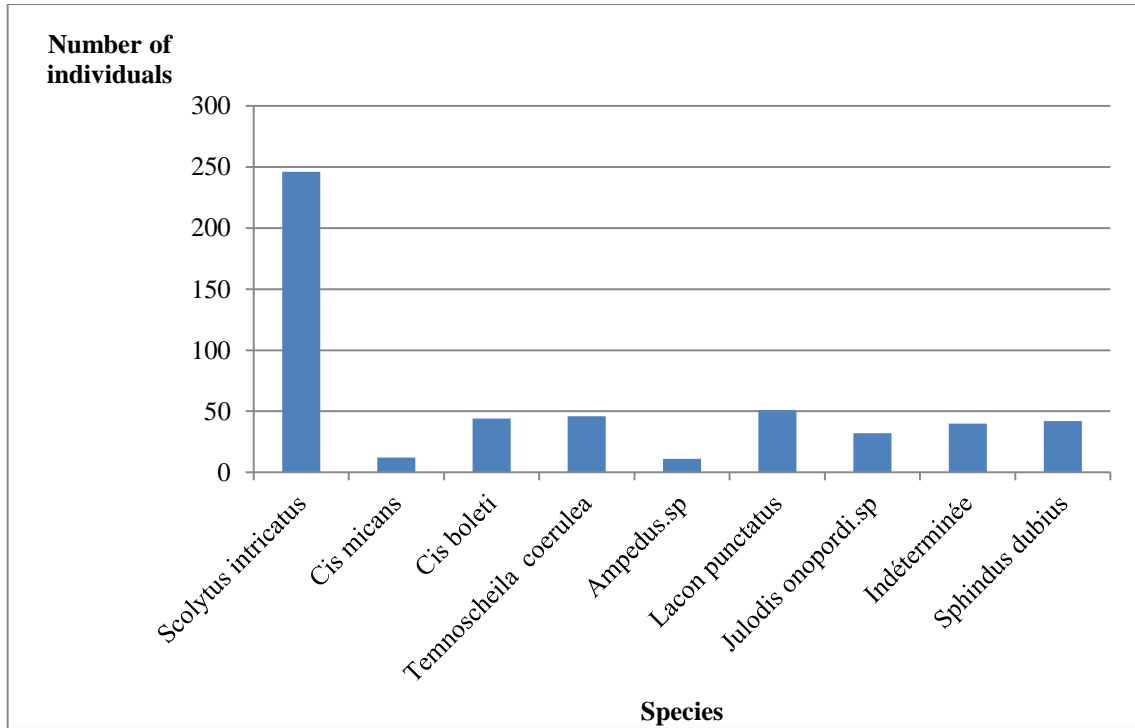


Fig 08: Number of individuals for each species (Boutaleb Forest).

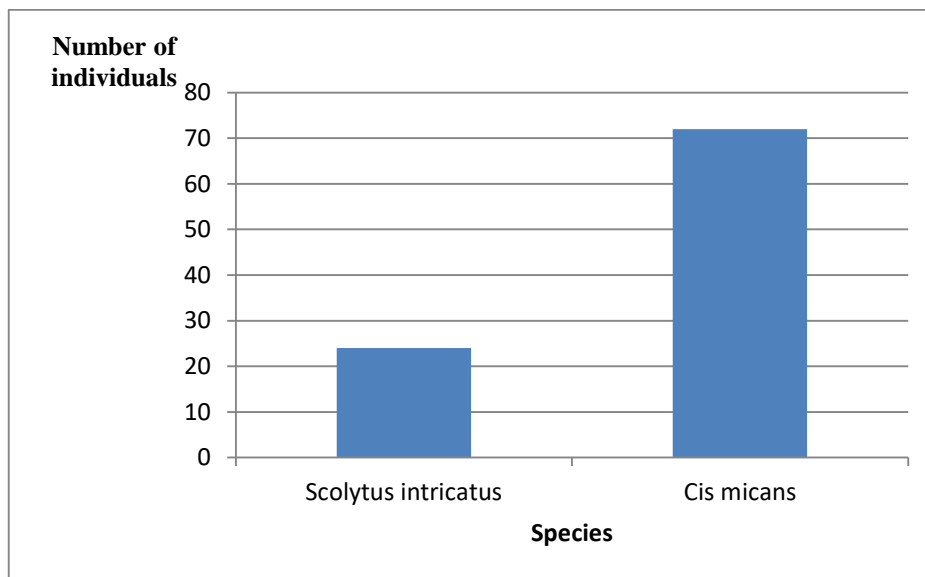


Fig 09: Number of individuals for each species (Forest of Ouled Tebben).

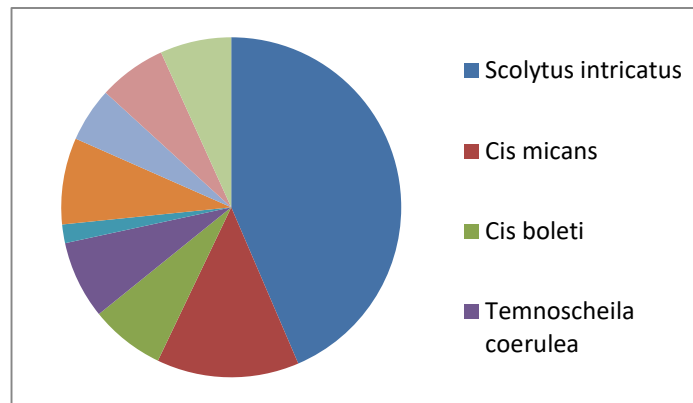


Fig 10: Number of individuals for each species (Boutaleb Forest and Ouled Tebben).

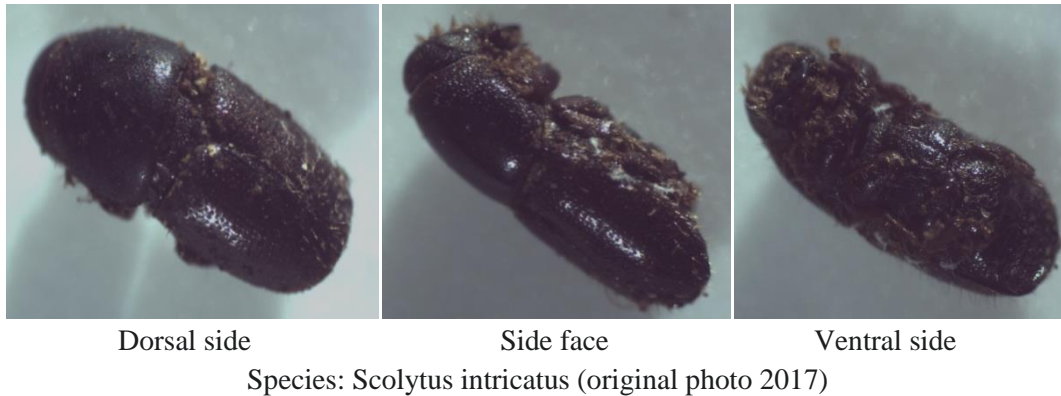
3.1.2 Stand composition

The beetles collected on *Cedrus atlantica* belong to 07 families are represented by 9 species (Table 03).

Table 03: Main families and species of beetles harvested

Family	Number of species per family	Species	Number of individuals	Boutaleb----- Ouled Tebben	Diet
Scolytidae	01	<i>Scolytus intricatus</i>	270	+ +	<i>Xylophagous</i>
Ciidae	02	<i>Cis micans</i>	84	+ +	- <i>Xylo-mycétophage</i>
		<i>Cis boleti</i>	44	+ -	- <i>Xylo-mycétophage</i>
Trogossitidae	01	<i>Temnoscheila coerulea</i>	46	+ -	<i>Saproxylophagous</i>
Elateridae	02	<i>Ampedus.sp</i>	11	+ -	- <i>Larvae: dead wood</i> - <i>Phytophagous adults</i>
		<i>Lacon punctatus</i>	51	+ -	<i>Saproxylophagous</i>
Buprestidae	01	<i>Julodis onopordi.sp</i>	32	+ -	<i>phytophagous</i>
Termitidae	01	Undetermined	40	+ -	<i>Xylophagous</i>
Sphindidae	01	<i>Sphindus dubius</i>	42	+ -	<i>Mycophage (lives in cortical fungi)</i>
7 families	9species		620		

The *Scolytus intractus* and *Cis micans* species encountered in the two forests represent the highest number.



3.2 Discussion

A total of 620 individuals, classified into 7 families and 9 species, were found in the Atlas cedar beetle entomological fauna in two districts of eastern Algeria, in this case Sétif. Among the xylophagous species, the species *Scolytus intricatus* (Scolytidae) was documented for the first time at the level of the two stations. According to the literature, various writers [26- 31] have reported on this species on other woody species, such as oak. During our travels, the Atlas cedar woodlands' level of infection is particularly striking. According to Lieutier and Levieux [32], there are two complementing variables that contribute to the potential of Scolytidae damage in coniferous forest stands: firstly, the presence of stressed-out trees, and secondly, a particular degree of pest population. The numerous bark beetle species attack trees that have previously been harmed by recurrent droughts, are in poor health, and are growing more slowly. The two species *Cis micans* and *Scolytus intricatus* constitute the maximum number at the level of the two stations encountered, with 84 and 270 individuals, respectively.

4. Conclusions

It can be argued, in light of this study, that the cedar forests of Boutaleb and Ouled Tebbene support a corticolous beetle entomological fauna that is highly diverse in terms of taxonomy and economics. The insects found in the Atlas cedar (*Cedrus atlantica*) play a role in the deterioration of our forests, either as a primary cause of the decline or as a secondary cause that over time highlights and intensifies the process. Two insects, *Scolytus intricatus* and *Cis micans*, are present in both of the woodlands. Several species have been reported on the Atlas Cedar. Despite being present in the two forests, the species *Scolytus intricatus* has not been documented in Algeria. This initial identification suggests that xylophages, particularly Scolytidae, may be a significant factor in the decrease of forest species. The two cedar forests appear to have been damaged as a result of the complementarity of two main factors: first, the presence of weakened trees as a result of water stress brought on by repeated droughts, attacks by processionary caterpillars, and a lack of silvicultural management; second, the presence of a certain level of pest population that feeds on the weakened trees.

5. REFERENCES

- [1] H. Marrouche, R. Bounar, S. Chermat. Contribution to the floristic study of the boutaleb massif: proposal of a development model. Journal of EcoAgriTourism ISSN: 1844-8577 Vol. 18, no. 2, 2022.
- [2] Fabre, J.P. et Rabasse, J.M. 1987. Introduction dans le Sud-Est de la France d'un parasite: *Pauesia cedrobii* [Hym.: Aphidiidae] du puceron: *Cedrobium laportei* [Hom.: Lachnidae] du Cèdre de l'atlas: *Cedrus atlantica*. Springer Link. Entomophaga, 32 :127-141 <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02373123>
- [3] Fabre, J.P. et Chevin, M. 1991. Un nouveau ravageur du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en Algérie,

la tenthrède *Prionomeion gaullei* (Hymenoptera : Diprionidae). Bulletin de la Société entomologique de France. 96(3). Persee, pp. 309. https://www.persee.fr/doc/bsef_0037-928x_1991_num_96_3_17735.

[4] Fabre, J.P. Alptekin, C.U. et Chalon A. 1993. Importance des attaques des graines de Cedre du Liban, *Cedrus libani*, en Turquie par *Megastigmus schimitscheki* (Hym., Torymidae) et risques d'extension de cet insecte au cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*. Séminaire International sur le Cèdre de l'Atlas., Ifrane, Maroc. <hal-02778416>. <https://hal.inrae.fr/hal-02778416>.

[5] Fabre, J.P. Mouna, M. Du Merle, P. et Benhalima. S. 1999. Le point sur certains ravageurs du Cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. Forêt méditerranéenne t. xx, n° 4, pp. 203,215 https://www.foret-mediterraneenne.org/upload/biblio/FORET_MED_1999_4_203.pdf. [6] L.P. Leong., G. Shui. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. Food Chemistry. 76: 69-75., 2002. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00251-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00251-5)

[6] Mhirit, O. 1999. Le Cèdre de l'Atlas à travers le réseau Silva mediterranea "cèdre". Bilan et perspectives. Forêt méditerranéenne t. XX, n°3, pp. 98. https://www.foret-mediterraneenne.org/upload/biblio/FORET_MED_1999_3_91.pdf

[7] Bentouati, A. et Bariteau, M. 2006. Réflexions sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). HAL Id: hal-03565226. Forêt méditerranéenne t. XXVII, n° 4, pp. 317. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03565226/document>

[8] Mouna, M. 2009. *Phaenops marmottani* Fairmaire (Coleoptera Buprestidae), xylophage primaire pour le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Man.). Bulletin des l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n° 31 (2), pp. 87. [http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/02/13-%20Mouna%20\(2\)%20\(85-90\).pdf](http://www.israbat.ac.ma/wp-content/uploads/2015/02/13-%20Mouna%20(2)%20(85-90).pdf)

[9] Sebti, S. 2011. Caractéristiques biologiques et écologiques de la processionnaire, *Thaumetopoea pityocampa schiff* (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) sur le Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica manetti* dans le parc national de Chrea. Magister, Université de Blida. <https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=00000000000000863168000841>

[10] Talbi ,Y. 2010. Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans la région de Batna: cas de la Cedraie de Belezma. Magister : Science agronomique : Batna, Université El Hadj Lakhdar. Faculté des Sciences : Université El Hadj Lakhdar Batna. <https://www.ccdz.cerist.dz/admin/notice.php?id=00000000000000816275000557>

[11] Talbi, Y. 2015. Complexe xylophage associé au dépérissement du Cèdre de l'Atlas au Bélezma (Algérie).Lebanese Science Journal, Vol. 16, No. 1, pp. 100. file:///C:/Users/pc/Downloads/TalbiY.pdf.

[12] Bentouati, A. 2008. La situation du cèdre de l'Atlas en Algérie. Forêt méditerranéenne. N 2, pp. 208. <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/39062/FM%20XXIX-2%20203-208.pdf?sequence=1>

[13] Kherchouche, D. Kalla, M. Gutierrez, E. Briki, A. et Hamchi, A. 2013. La sécheresse et le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif du Belezma (Algérie). Revues de Jhon Libbey EUROTTEXT. Vol 22.n

http://www.jle.com/fr/revuesc/edocs/la_secheresse_et_le_deperissement_du_cedre_de_latlas_cedrus_atlantica_manetti_dans_le_massif_du_belezma_algerie__297347/article.phtml?tab=texte

[14] Madoui, A. et Gehu, J.M. 1999. Etat de la végétation dans la forêt du Boutaleb Mont du Hodna, Algérie. Forêt méditerranéenne. Vol XX n° 4. pp. 162. <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/40939/162.pdf?sequence=1>

[15] Société d'étude et de Réalisation des Travaux Forestiers. 2009. Etude d'Aménagement et de développement forestier de la forêt domaniale de Boutaleb (w. de Setif). Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Direction Générale Des Forêts

[16] Brustel, H. et Rogé, J. 2011. Le genre *Nemozoma* Latreille, 1804 : clé des espèces ouest paléarctiques et présence en France de *N. caucasicum* Ménétriers, 1832 (Coleoptera, Trogossitidae). Bulletin de la Société entomologique de France, pp. 460. 116 (4). https://lasef.org/wp-content/uploads/BSEF/116-4/8-1563_Brustel_&_Roge.pdf. Consulté

[17] Fraval, A. 2004. La verrerie. N 132. pp. 33. <https://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i132fraval.pdf>.

[18] Bouget, C. et Leseigneur, L. 2005. Effets des tempêtes sur les coléoptères saproxyliques. Le cas des Eucnemidae dans quelques forêts feuillues d'Ile-de-France. Publications de la société Linnéenne de Lyon. Bull. mens. Soc. linn. Lyon, pp. 83 https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_2005_num_74_3_13585.

[19] Dodelin, B. et Leseigneur, L. 2010. Nouvelles observations de *Cerophytum elateroides* (Latreille) en région Rhône-Alpes (Coleoptera Cerophytidae). Publications de la Société Linnéenne de Lyon. https://www.persee.fr/doc/linly_0366-1326_2010_num_79_9_13794.

[20] Brustel, H. et Rogé, J. 2011. Le genre *Nemozoma* Latreille, 1804 : clé des espèces ouest paléarctiques et présence en France de *N. caucasicum* Ménétriers, 1832 (Coleoptera, Trogossitidae). Bulletin de la Société entomologique de France, pp. 460. 116 (4). https://lasef.org/wp-content/uploads/BSEF/116-4/8-1563_Brustel_&_Roge.pdf.

[21] Soldati, f. Barnouin, T. et Noblecourt, T. 2015. Découverte de *Bius thoracicus* (F., 1792) dans le Vercors (Coleoptera Tenebrionidae) L'entomologiste, Tome71, n4, pp.193. https://www.researchgate.net/profile/Fabien_Soldati/publication/281439220_First_record_of_Bius_thoracicus_F_1792_in_the_Vercors_area_Coleoptera_Tenebrionidae_in_French/links/55e6f30708ae6cf8e133ee36/First-record-of-Bius-thoracicus-F-1792-in-the-Vercors-area-Coleoptera-Tenebrionidae-in-French.pdf .

[22] Cucherat, X. et Demuynck, S. 2008. Les plans d'échantillonnage et les techniques de prélèvements des mollusques continentaux. MalaCo, 5. Journal électronique de la malacologie continentale Française. ResearchGate, pp. 254. www.journal-malaco.fr.

[23] Benia, F. 2010. Étude de la faune entomologique associée au chêne vert. *Quercus ilex* L dans la forêt de Taffat (Nord- Est d' Algérie) et étude bioécologique des espèces les plus représentatives. (Doctorat d'Etat, Université Ferhat Abbas, Setif 1

[24] Bouraada, K. Chavanon, G. et Essafi, M. 2015. Catalogue commenté des coléoptères des dunes mobiles de la frange septentrionale et de la région orientale du Maroc, pp. 54. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.

Vol 3. N 1

- [25] Naama, F. Hadjer. B. et Aziza. L. 2015. Étude de l'arthropodofaune dans un verger d'Olivier à Sefiane (w. Batna est –algérien). *Lebanese Science Journal*, 16(2), pp. 39. <http://lsj.cnrs.edu.lb/wp-content/uploads/2016/01/frahbis.pdf>
- [26] Nageleisen, L.M. 1994. Dépérissement actuel des chênes, pp 506. http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/26578/RFF_1994_5_NS_504.pdf?sequence=1
- [27] Vrkočová, P.Valterová, I. Vrkoč, J. and Koutek, B. 2000 . Volatiles released from oak, a host tree for the bark beetle *Scolytus intricatus*. *Biochemical Systematics and Ecology*. Volume 28, Issue 10. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305197800000429>
- [28] Riziero, T. Ragazzi, A. Marianelli, L. Sabbatini, P. and Roversi, P.F. 2002. Insects and fungi involved in oak decline in Italy. *Integrated Protection in Oak Forests*. IOBC/wprs Bull. 25(5), pp. 67. http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2002_25_05.pdf#page=85
- [29] Villemant, C. et Sousa, E. 2002. OILB / SROP Groupe de travail “Protection Intégrée des Forêts de Chênes”. *Comptes rendus de la réunion à Oeiras - Lisbonne (Portugal)*. Vol (5), pp. 70. http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2002_25_05.pdf#page=85
- [30] Helsinki, C. 2006. Problèmes phytosanitaires. Bilan patrimonial des forêts domaniales. Office National des Forêts, pp.266. https://www.researchgate.net/profile/S_Cecchini/publication/257276502_Bilan_patrimonial_des_forets_domaniales_Problemes_phytosanitaires/links/0deec524c23323acfe000000.pdf
- [31] Grancher, C. Collado, L. et Soulet, D. 2012. Les boisements matures des zones humides du lac d'Uzein (Pyrénées-Atlantiques) : un refuge pour la faune des Coléoptères saproxyliques. *L'entomologiste*, tome 68. N 2, pp. 110.
- [32] Lieutier, F. et Levieux, J. 1985. Les relations conifères-Scolytides : importance et perspectives de recherches. I-N.R.A., Station de zoologie forestière, Centre de Recherches d'Orléan. Ardon, F 45160 Olivet. *Ann. Sci. For.*, 42(4), pp. 359. https://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/1985/04/AFS_0003-4312_1985_42_4_ART0001.pdf

ملخص

يعتبر الارز الاطلسي *Cedrus atlantica* Manetti أحد أهم الأنواع الصنوبرية في شمال أفريقيا. حيث اجريت الدراسة بغابات الأرز في بوطالب وأولاد تيبان جنوب ولاية سطيف. لكونه يشهد تراجعا ملحوظا وواسع النطاق الى يومنا هذا. الهدف الأول من هذه الدراسة يكمن في التعرف على التنوع البيولوجي الحشري لنبات الارز وبالتحديد الأرز الاطلسي مما أتاح لنا تسليط الضوء على وجود 620 فرداً مقسمة إلى 7 عائلات و 9 أنواع. وقد لوحظ ظهور *Scolytus intricatus* لأول مرة بنسبة كبيرة. اما الهدف الثاني فكان التعرف على الفطريات المرتبطة(المتعايشة) مع الحشرات. وفي الاخير تم اختبار المكافحة البيولوجية ضد الفطريات المتعايشة من خلال استخدام نباتات طبية مختارة، منها هذا نوع الذي اظهر تأثيرات كبيرة من حيث قوته المضادة للفطريات *Saccocalyx satureioide*

الكلمات المفتاحية : غابات الارز الاطلسي ، حشرات آكلة الخشب ، فطريات، تعايش

Résumé

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica* Manetti, est l'une des essences résineuses les plus importantes dans le nord de l'Afrique. L'étude est menée dans la cédraie des forêts de Boutaleb et Ouled Tebben au sud de la Wilaya de Setif. Cet arbre subit un dépérissement remarquable qui continue à s'étendre actuellement. De ce fait une étude portant sur la biodiversité entomologique est notre premier objectif qui nous a permis de mettre en évidence la présence de 620 individus répartis en 7 familles et 9 espèces. Parmi les espèces, *Scolytus intricatus* est la première fois que je trouve cela sur *Cedrus atlantica*. Cette espèce se caractérise par un potentiel de reproduction élevé. Ce qui lui permet de connaître une augmentation rapide et exponentielle de sa population.

Le second objectif est d'identifier les champignons associés (symbiotes) aux insectes collectés. et le dernier objectif c'est l'essai d'une lutte biologique contre les champignons symbiotes, par l'utilisation de plantes médicinales sélectionnées et dont l'espèce *Saccocalyx satureioide* a montré des effets significatifs quant à leur pouvoir antifongique.

Mots clés : Forêts à *Cedrus atlantica*. Insectes xylophages, Champignons, Symbiote.

Abstract

The Atlas cedar, *Cedrus atlantica* Manetti, is one of the most important softwood species in North Africa. The study was carried out in the cedar forests of Boutaleb and Ouled Tebben in the south of the Wilaya of Setif. It is undergoing a more remarkable and extensive decline. The first objective was to determine the entomological biodiversity of *Cedrus atlantica*, revealing the presence of 620 individuals divided into 7 families and 9 species. One of these species, *Scolytus intricatus*, seems to have suddenly appeared on the cedars. This species is characterized by its high reproductive potential. The second objective of this study was to use molecular techniques such as PCR and sequencing to identify the fungi associated with the insects collected above. We have 42 isolates identified from a total of 79 isolates. The final objective Among the medicinal plants selected, *Saccocalyx satureioide* showed significant effects in terms of their antifungal powers.

Key words : *Cedrus atlantica* forests, Xylophagous insects, Fungi, Symbiote.