

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR – ANNABA

جامعة باجي مختار - عنابة



FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

LABORATOIRE DE NEURO-ENDOCRINOLOGIE APPLIQUEE

Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat

Domaine : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

Filière : Biologie

Spécialité : ECO-ETHOLOGIE

**Intitulé**

**Etat sanitaire des subéraies de l'Edough (Annaba Algérie). Etude des phyllophages et du cortège des insectes gallicoles inféodés aux chênaies**

**Presentée par : Gouri maroua**

**Directeur de thèse : Pr. ADJAMI Yasmine**

**Devant un jury composé de :**

Pr. Benslama Mohamed	Président	Université Badji Mokhtar - Annaba
Dr. Sakraoui Rym	Examinatrice	Université Badji Mokhtar - Annaba
Dr. Amoura Mounia	Examinatrice	Université Chadli-Bendjedid -El Tarf
Dr. Amrani Amina	Examinatrice	Université Chadli-Bendjedid -El Tarf

Année universitaire : 2024/2025

## **Remerciements**

*En premier lieu, mes remerciements se dirigent vivement vers les membres du jury, qui ont accepté d'évaluer mon travail.*

*Tout d'abord, je remercie **M<sup>r</sup> BENSLAMA MOUHAMED** Professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, pour avoir accepté de présider le Jury et aussi pour sa sympathie, sa gentillesse et son humour.*

*Je remercie **M<sup>me</sup> DADCI-SAKRAOUI RYM** MCA à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, **M<sup>me</sup> AMOURA MOUNIA** MCA à l'Université d'El-Taref et **M<sup>me</sup> AMRANI AMINA** MCA à l'Université d'El-Taref, qui vont m'honorer par leur déplacement afin d'examiner et de juger ce travail.*

*Cette thèse constitue une riche expérience qui ne peut s'achever sans remercier les personnes qui m'ont encadré, aidé et soutenu le long de ce parcours.*

*Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon directeur de thèse **M<sup>me</sup> ADJAMI YASMINE** Professeur à l'Université Badji Mokhtar d'Annaba, pour la confiance qu'elle m'a accordé en acceptant de m'encadrer, d'avoir été toujours disponible pour le travail malgré ses occupations, pour son aide, ses multiples conseils, son soutien et surtout pour ses qualités humaines.*

*Mes remerciements vont à **M<sup>r</sup> OUAKID MOHAMED LAID** professeur à l'université de Badji Mokhtar d'Annaba, pour son soutien et son aide.*

*Je remercie tous ceux sans qui cette thèse ne serait pas ce qu'elle est : mes chers parents, mes frères et sœurs et mon mari.*

*Mes remerciements vont à tous les membres de mon laboratoire d'Ecologie Animale.*

## Liste des figures

N°	Titre	Page
1	L'emplacement de la région d'étude (Edough) (Source : ArcGIS 10.3 2023)	6
2	Croquis orographiques de la région de l'Edough	7
3	Environnement géologique du massif de l'Edough; (a) Réseau hydrographique avec un drainage dendritique (Hilly, 1962) ; (b) Carte de sensibilité à l'érosion du massif de l'Edough	8
4	Carte des précipitations annuelles médianes de l'Est Algérien	10
5	Diagramme ombrothermique de Gaussen, station Aéroport d'Annaba Rabah-Bitat (2009-2019)	13
6	Climmagramme d'Emberger (station Aéroport-Annaba)	14
7	Schéma géologique du massif de l'Edough	15
8	L'occupation du sol dans le massif de l'Edough	17
9	Localisation géographique des sites étude	18
10	les sites d'études A, Bourouaga ; B, Mourcad; C, Dar samir	19
11	Zone géographique des subéraies dans la Méditerranée et l'Atlantique	22
12	La superficie mondiale du chêne-liège	24
13	Aire de répartition du chêne-liège en Algérie	25
14	Aire de répartition du chêne-zeen en Algérie	30
15	Coupe transversale de la galle de Cynips	34
16	Schéma représenter l'évolution des galles de Cynipidae ( <i>Andricus quercustozae</i> ) et leurs faune	36
17	La coupe de la galle d' <i>Andricus hispanicus</i> révèle l'emplacement des larves cécidogènes et les inquilins	37
18	Le positionnement des galles sur le limbe	43
19	L'élevage des cécidogènes et de cortège parasites	45
20	Aspect général de différentes familles de Chalcidoidea obtenues des galles des Cynipini dans notre étude	47
21	Coupe transversale de la galle <i>A. quercustozae</i> et <i>A. pictus</i> révèle la présence de la faune secondaire	48
22	Evolution de la défoliation durant les années d'étude dans les subéraies de l'Edough (A) Bourouaga (B) Dar smair	52
23	Evolution de l'indice de dépérissement (ID) dans les subéraies Bourouaga(A), Dar smair (B)	53

24	Evolution de la décoloration durant les années d'étude dans les subéraies (A) Bourouaga, (B) Dar smair	54
25	Evolution de la glandée et de galle durant les années d'étude dans les subéraies de seraidi (A) la glandée, (C) les galles de Bourouaga. (B) la glandée, (D) les galles de Dar smair	56
26	Evaluation de l'état sanitaire de l'écorce à travers les classes des Crevasses (A), Liège déhiscent (B)	57
27	Evaluation de l'état sanitaire de l'écorce à travers les classes des Crevasses (A), Liège déhiscent (B)	58
28	Etat sanitaire du tronc évalué à travers les différents descripteurs des subéraies de Bourouaga	60
29	Etat sanitaire de la zone corticale évaluée à travers les différents descripteurs des subéraies de Dar smair	61
30	Analyse globale (AFC) de la distribution des descripteurs de l'état sanitaire des subéraies de Dar smair. (A):2016 (B) : 2017 (C) : 2018	63
32	Répartition des feuilles en fonction de leur état sanitaire du chêne-liège	64
33	l'état sanitaire des feuilles. (A) saine, (B) attaquée, (C) à galle, (D) nécrosée, (E) attaquée et nécrosée	64
34	Répartition des feuilles en fonction de leur état sanitaire du chêne-zeen	65
35	Etat sanitaires des feuilles du chêne zeen. (A) saine, (B) attaquée, (C) à galle, (D) attaquée et nécrosée, (E) nécrosée	66
36	Distribution de la surface des feuilles saines et atteintes des subéraies de l'Edough	68
37	Distribution de la surface des feuilles saines et atteintes des feuilles du chêne-zeen de l'Edough.	70
38	Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au niveau des subéraies de l'Edough.	71
39	Les différents types d'attaques des feuilles par les phyllophages. (A) décapeuse, (B) perforation, (C) décapeuse et perforation	71
40	Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue par les phyllophages	72
41	Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées	73
42	Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au niveau des zénaies de l'Edough	74
43	La nature d'attaque des feuilles. (A) décapeuse, (B) perforation, (C) décapeuse et perforation	74

44	Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue des feuilles attaquée par les phlophages	75
45	Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées	76
46	Evaluation du taux de répartition des espèces gallicoles au niveau des feuilles du chêne-liège	77
47	Inventaires des galles des feuilles du chêne-liège	78
48	Evaluation du taux de répartition des galles au niveau des feuilles du chêne-liège	79
49	Répartition des positions des galles sur les feuilles du chêne-liège	80
50	Evaluation du taux de répartition des espèces gallicoles au niveau des feuilles du chêne-zeen	81
51	Inventaire des galles des feuilles du chêne- zeen	81
52	Evaluation du taux de répartition des galles au niveau des feuilles du chêne-zeen	82
53	Répartition des positions des galles sur les feuilles du chêne-zeen	83
54	La comparaison saisonnière entre les arthropodes capturée au niveaux des feuilles du chêne-liège (A) et du chêne-zeen (B)	84
55	Répartition des insectes capturés par ordre systématique. A. l'entomofaune du chêne-liège. B. l'entomofaune du chêne-zeen	86
56	Inventaire des insectes phytophages	96
57	Inventaire des chenilles de Lépidoptères phytophages	97
58	La repartions de peuplement des galles dans les trois sites	100
59	La manifestation des galles à l'échelle du temps	101
60	Evolution de nombre des galles récoltées durant les années d'étude	103
61	La richesse des espèces des galles récoltées au cours les années d'étude	103
62	L'évolution de l'indice de diversité spécifique de Shannon (H) au cours les années d'étude	104
63	L'équitabilité (E) des peuplements des galles récoltées	104
64	Inventaire de galles de Cynipidae récoltées au niveau des forêts du chêne-liège	105
65	Les espèces des galles récoltées au niveau des forêts du chêne-liège	105
66	Inventaire des galles récoltées au niveau des forêts du chêne-zeen	106
67	les espèces des galles récoltées au niveau des forêts du chêne- zeen	106
68	Distribution des espèces d'insectes indicateurs des galles dans le massif de l'Edough	108
69	La faune des inquilins vivant dans les galles de Cynipidae de l'Edough	109

70	la faune de cortège Parasitaires vivant dans les galles de Cynipidae	113
71	Répartition graphique des variations du rapport en fonction des mois durant les années d'étude	114
72	Inventaire des occupants secondaires inféodés aux galles	115
73	Proportion des galles refugient la faune secondaire	116
74	La rpartition des familles des Coléoptères inféodée aux galles	117
75	La faune auxiliaire des Coléoptères xylophages, saprophage, polyphage et Granivores	122
76	La faune auxiliaire des coléoptères phylophage	123
77	La faune des coléoptères prédateurs inféodé aux galles du chêne	124
78	la faune des coléoptères infiéodée aux galles	125
79	la faune des Hyménoptères infiéodée aux galles	128
80	la faune des Arthropodes infiéodée aux galles	131
81	La faune secondaire des araignées inféodées aux galles	134
82	la faune des Archinides infiodée aux galles	135
83	la faune des Psodoscorpions infiodée aux galles	135
84	la faune secondaire infiodée aux galles	141

### Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Situation géographique (D'après la station météorologique : 603600 (DABB) Aéroport D'Annaba Rabah Bitat 2019).	8
2	Températures moyennes mensuelles et température moyenne annuelle en (C°)	9
3	Précipitations mensuelles (mm)	10
4	Coefficient pluviométrique	11
5	Vitesse moyenne annuelle du vent (Km/h)	12
6	Températures moyennes mensuelles (2T°C) ; Précipitations mensuelles (mm)	13
7	Données concernant le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger	14
8	La liste des sites, leurs localisations géographiques et l'étude réalisée sur chaque une	17
9	Estimations de la superficie occupée par le chêne-liège dans la région méditerranéenne de 1885 à 2006 (en hectares)	23
10	Répartition et superficies des peuplements de chêne-liège en Algérie	24
11	Classes de notation de la défoliation et les principales catégories d'arbres atteints	39
12	Classes de décoloration des feuilles	40
13	Principales catégories de dépérissement du peuplement du chêne-liège prises en compte en fonction de l'ID	40
14	Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc	41
15	Classes de notation des feuilles endommagées par les phyllophages et par les nécroses	42
16	Classes de notation du nombre de galles par feuille	43
17	Relevés dendrométriques des arbres échantillons des subéraies de Bourouaga et Dar smair	50

18	Relevés d'exploitation des arbres échantillons des subéraies de Bourouaga et Dar smair	51
19	Codes des descripteurs de l'état sanitaire des subéraies utilisés dans l'analyse factorielle des correspondances (AFC)	62
20	Liste des espèces des Coléoptères phyllophages recensés sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière	88
21	Liste des espèces des Hémiptères phyllophages recensés sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière	90
22	Liste des espèces des Hyménoptères recensés sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière	91
23	Liste des espèces des Artropodes recensés sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière	92
24	Liste des espèces prédatrices recensée sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière	94
25	la liste des espèces des galles identifiées sur <i>Q.suber</i> et <i>Q. faginea</i> dans le massif de l'Edough	98
26	Espèces d'insectes inquilines (Cynipidae : Synergini) identifiées issues de galles de chêne sur <i>Q. suber</i> et <i>Q. faginea</i> dans le massif de l'Edough	109
27	les familles d'Hyménoptères collectées à partir de galles dans le massif d'Edough	110
28	Espèces d'insectes parasitoïdes (Chalcidoidea) identifiées sur les galles de <i>Q. faginea</i> et <i>Q. suber</i> dans le massif de l'Edough	110
29	Le détail de la faune secondaire sortant des galles récoltées	115
30	La faune des Coléoptères inféodée aux galles du chêne-zeen ( <i>A. pictus</i> , <i>A. hispanacus</i> et <i>A. quercustozae</i> ) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif	119
31	La faune des Coléoptères inféodée aux galles du chêne-zeen ( <i>A. coriarius</i> et <i>A. grossulariae</i> ) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif	121
32	La faune des Hyménoptères qui peuplent les galles d' <i>A.pictus</i> et <i>A.qercustozae</i>	126
33	La faune des Hyménoptères qui abri les galles de <i>A.hispanacus</i> et <i>A.grossulariae</i> (a)	127
34	La faune des insectes qui abri les galles	130
35	La faune secondaire des Archinides qui refuge les cécidies <i>A.quercustozae</i> et <i>A.pictus</i> et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif	133

36	La faune des Chilopodes inféodée aux galles ( <i>A. pictus</i> et <i>A. quercustozae</i> ) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif	136
37	La faune des Dilopodes inféodée aux galles ( <i>A. pictus</i> et <i>A. quercustozae</i> ) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif	138
38	La faune des Isopodas qui abri les galles d' <i>A. pictus</i> et <i>A. quercustozae</i>	139
39	La faune des collemboles qui abri les galles d' <i>A. pictus</i> et <i>A. quercustozae</i>	139
40	La faune des Mollusque (Limace) qui séjournent les galles	139
41	La faune des Arthropodes inféodée aux galles du chêne-liège et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif	141

## Sommaire

1	Introduction .....	1
2	Matériel et Méthodes .....	5
2.1	Présentation de la région de l'Edough .....	5
2.1.1	Situation géographique .....	5
2.1.2	Caractères mésologiques de la région .....	6
2.1.2.1	Géologie et Orographie .....	6
2.1.2.2	Les sols .....	7
2.1.2.3	Réseaux hydrographique .....	7
2.1.2.4	Éléments de la climatologie générale .....	8
	<i>Température</i> .....	8
	<i>Les précipitations</i> .....	9
	<i>Coefficient pluviométrique</i> .....	11
	<i>Les autres facteurs climatiques</i> .....	12
	<i>Synthèse climatique</i> .....	12
	□ Diagramme ombro-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN .....	12
	<i>Quotient pluviothermique d'Emberger</i> .....	13
	<i>Conclusion</i> .....	14
2.1.2.5	Géologie .....	14
2.1.2.6	Végétation .....	15
2.1.3	Les Sites d'étude .....	17
2.2	Place taxonomique et systématique du chêne-liège .....	20
2.2.1	Principales caractéristiques botaniques .....	20
2.2.2	Aire de répartition .....	21
2.2.2.1	Aire de répartition mondiale .....	22
2.2.2.2	Aire de répartition en Algérie .....	24

2.2.3 Exigences écologiques .....	25
2.2.4 La croissance.....	26
2.2.5 Régénération.....	27
2.2.5.1 Régénération naturelle (semis naturel) .....	27
2.2.5.2 Régénération par rejet de souche .....	27
2.2.5.3 Régénération assistée (semis directes et plantation) .....	27
2.2.6 Les cause du dépérissement .....	27
2.2.7 Les ennemies .....	28
2.2.7.1 Les insectes.....	28
2.2.7.2 Les champignons .....	28
2.2.7.3 L'incendie .....	28
2.2.8 Importance économique du liège .....	28
2.3 Chêne-zeen.....	28
2.3.1 Aire de répartition du Chêne-zeen .....	29
2.3.1.1 Aire de répartition mondiale.....	29
2.3.1.2 Aire de répartition en Algérie .....	29
2.3.2 Caractère botanique.....	30
2.3.3 Exigence en altitude et en exposition.....	31
2.3.4 Exigences édaphiques .....	31
2.3.5 Exigences et conditions climatiques .....	31
2.3.6 Multiplication .....	32
2.3.7 Les ennemies .....	32
2.4 Présentation des galles et des insectes gallicoles.....	32
2.4.1 Notion de galle ou cécidie.....	33
2.4.2 Position systématique des gallicoles .....	33
2.4.3 Les plantes-hôtes.....	33
2.4.4 Structure des galles .....	34
2.4.5 Formation des galles ou cécidies .....	35
2.4.6 Les Faune des galles .....	36
2.4.6.1 Les inducteurs .....	36
2.4.6.2 La faune primaire .....	36

2.4.6.3 La faune secondaire.....	37
2.4.6.4 La faune tertiaire .....	37
2.4.7 Systématique.....	37
2.5 Examen de la situation sanitaire des subéraies .....	38
2.5.1 Relevés caractéristiques des arbres .....	38
2.5.1.1 Relevés dendrométriques .....	38
2.5.1.2 Relevés d'exploitation .....	38
2.5.2 L'examen de la cime.....	39
2.5.2.1 La défoliation .....	39
2.5.2.2 La décoloration .....	39
2.5.2.3 L'indice de dépérissement (ID).....	40
2.5.3 L'examen du tronc .....	40
2.5.3.1 L'examen de l'écorce.....	41
2.5.3.2 Analyse statistique (AFC) .....	42
2.5.4 L'examen des feuilles et des rameaux.....	42
2.5.4.1 Biométrie des feuilles .....	42
2.5.4.2 Etude des feuilles attaquées et nécrosées.....	42
2.5.4.3 La Nature de l'attaque des feuilles.....	43
2.5.5 La faune des insectes phyllophages .....	44
2.5.5.1 Sur terrain.....	44
2.5.5.2 Au laboratoire .....	44
2.5.6 Inventaire des galles et le cortège des insectes inféodés.....	44
2.5.6.1 Sur terrain.....	44
2.5.6.2 Au laboratoire .....	45
2.5.6.3 Analyse et traitement des données .....	45
2.5.6.4 Récolte et conservation des insectes .....	45
2.5.6.5 Détermination des insectes récoltés .....	46
2.5.6.6 Etude de la faune auxiliaire des galles.....	47
2.5.6.7 Classification de la faune auxiliaire .....	48
3. Résultats.....	50

3.1 Etat sanitaire de la cime du chêne-liège.....	50
3.1.1 Les relevés dendrométriques.....	50
3.1.2 Relevés d'exploitation des arbres .....	50
3.1.3 Etat de la cime.....	51
3.1.3.1 La défoliation .....	51
3.1.3.2 L'indice de dépérissement .....	52
3.1.3.3 Evolution de la décoloration .....	53
3.1.3.4 Etude des glands et des galles .....	54
3.1.4 Etat sanitaire du tronc.....	54
3.1.4.1 Examen de l'écorce .....	54
3.1.4.2 Interaction des variables impliquées dans l'étude de dépérissement des subéraies Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur les variables étudiés.....	61
3.1.4.3 Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur les variables étudiées dans les subéraies de Bourouaga et Dar smair.....	62
3.2 Etude des feuilles du chêne-liège et du chêne- zeen.....	63
3.2.1 Etat sanitaire des feuilles du chêne-liège .....	63
3.2.2 Etat sanitaire des feuilles du chêne-zeen.....	65
3.2.3 Biométrie des feuilles .....	66
3.2.3.1 chêne-liège .....	66
3.2.3.2 chêne-zeen.....	68
3.2.4 Evaluation de la surface perdue des feuilles .....	70
3.2.4.1 chêne- liège .....	70
<i>Feuilles attaquées par les phytophages .....</i>	70
<i>Evaluation de la surface foliaire attaquée par les phyllophages.....</i>	71
<i>Evaluation de la surface foliaire nécrosée .....</i>	72
3.2.4.2 chêne-zeen .....	73
<i>Feuilles attaquées par les phytophages .....</i>	73
<i>Evaluation de la surface foliaire attaquée par les phyllophages.....</i>	74
<i>Evaluation de la surface foliaire nécrosée .....</i>	75
3.2.5 Etude des feuilles présentant des galles .....	76
3.2.5.1 Evaluation de l'attaque des feuilles par les espèces gallicoles .....	76

<i>Chêne-liège</i> .....	76
• Evaluation de la répartition de nombre de galles par feuilles .....	78
• Les positions des galles .....	79
<i>Chêne-zeen</i> .....	80
• Evaluation de la répartition de nombre de galles par feuilles .....	82
• Les positions des galles .....	82
3.3 Inventaire des insectes phyllophages .....	83
3.3.1 Répartition des espèces recensées selon leur Ordre systématique.....	83
3.3.1.1 La faune des feuilles du chêne-liège .....	83
3.3.1.2 La faune des feuilles du chêne-zeen .....	85
3.3.2 Présentation des espèces appartenant aux principaux ordres d'arthropodes récoltés .....	87
3.3.2.1 Ordre des Coléoptères .....	87
3.3.2.2 Ordres des Hémiptères .....	90
3.3.2.3 Ordre des Hyménoptères .....	91
3.3.2.4 La faune des Thysanoptères, Psocoptères, Orthoptères, Lépidoptères, Collaboles, Névroptère et Zygentoma .....	91
3.3.3 La faune des arthropodes prédateurs.....	93
3.4 Inventaires des galles de Cynipidae et le cortège des insectes inféodés.....	98
3.4.1 Inventaire des galles.....	98
3.4.1.1 Analyse de la structure de peuplement .....	99
3.4.1.1 Analyse de la structure de peuplement .....	99
<i>La repartions des galles dans les sites</i> .....	99
<i>La manifestation des galles à l'échelle du temps</i> .....	99
3.4.1.2 Les paramètres écologiques.....	102
<i>Abondance</i> .....	102
<i>Richesse</i> .....	102
<i>Indices d'équilibres des populations</i> .....	102
3.4.2 Etude de la faune des galles .....	104

3.4.2.1 les galles du chêne-liège .....	104
3.4.2.2 Les galles du chêne-zeen .....	106
3.4.3 Le cortège des insectes inféodés aux galles .....	107
3.4.3.1 La faune primaire .....	107
<i>Les inducteurs</i> .....	107
<i>Les inquilins</i> .....	109
<i>Les parasitoïdes (CHALCIDOIDEA)</i> .....	110
3.4.2.2 La faune secondaire .....	113
<i>L'importance numérique des galles occupées par les arthropodes par rapport</i> <i>aux galles récoltées</i> .....	113
<i>Inventaire de la faune auxiliaire des galles</i> .....	114
<i>Inventaire des galles habitable aux mollusques et aux Arthropodes</i> .....	116
3.4.4 Etude systématique de la faune auxiliaire des galles .....	116
3.4.4.1 La faune des galles du chêne-zeen .....	116
<i>La faune des insectes</i> .....	116
• Les Coléoptères .....	116
• Les Hyménoptères .....	126
• Les Dictyoptères .....	128
• Les Embioptères .....	128
• Les Hémiptères .....	128
• Les Lépidoptères.....	129
• Les Orthoptères.....	129
• Les Psocoptères .....	129
• Les Thysanoptère .....	129
• Les Zygentomas.....	130
<i>La faune des archinides</i> .....	131
• Les Araignées .....	132
• Les Mesostigmatas .....	132
• Les Opilions .....	133
• Les Sarcoptiformes .....	133
• Les Prostigmatas .....	133

• Les Psodoscorpions .....	133
<i>La faune des chilopodas</i> .....	135
• Les Géophélomorphas .....	135
• Les Lithobiomorohas .....	135
<i>La faune des Diplopodes</i> .....	136
• Les Glomeridas .....	136
• Les Julidas .....	137
• Les Polyxeniedas .....	137
<i>La faune des Crustaceas (les Isopodas)</i> .....	138
<i>La faune des Enthogounthas (les Collembolés)</i> .....	138
<i>La faune des Mollusque (les Stylommatophoras)</i> .....	139
3.4.4.2 La faune des galles du chêne-liège.....	141
4 Discussion .....	142
5 Conclusion.....	167

Résumé

## 1 Introduction

Les forêts jouent un rôle essentiel dans le système de support de la vie sur notre planète. En tant que ressource, elles représentent un avantage économique important. Au milieu naturel, le régime de perturbations a un impact considérable sur la dynamique des forêts (**Pickett et White, 2013**).

Environ 81 millions d'hectares (9,4 % de la superficie forestière mondiale) sont couverts par les forêts méditerranéennes, qui sont composées d'une variété d'essences forestières, principalement des feuillus (environ 60 %) (**Mugnozza et al., 2000**). Certains sont fondés sur un principe essentiel d'intérêt écologique. Il en est de même pour les stands qui couvrent 2,2 millions d'hectares : 33 % au Portugal, 23 % en Espagne, 1 % en France, 10 % en Italie, 15 % au Maroc, 21 % en Algérie et 3 % en Tunisie.

L'écosystème forestier méditerranéen est particulièrement riche en diversité floristique et en fonctions écologiques, en raison de son rôle environnemental et socio-économique (**Quézel et Médail, 2003**). Cet ensemble comprend la forêt algérienne, qui joue un rôle important dans l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de diverses régions du pays. Son état actuel est l'un des plus graves de la région méditerranéenne, car la persistance des éléments destructives tels que les incendies, le surpâturage, les défrichements et les attaques parasitaires ne fait qu'accentuer la détérioration du système forestier existant (**Lopes, 1996**). Le bouchon des chênes couvre tout le nord de l'Algérie, mais se concentre principalement dans l'est du pays. Sur un total d'environ 450 000 hectares, un peu plus de la moitié (229 000 hectares) est cultivée et le reste est broussaillé (**Zine, 1992**).

Effectivement, la préservation et la conservation de cette richesse naturelle représentent un défi constant en termes de stabilité, en raison des nombreuses pressions qui y sont exercées et dont la situation actuelle est récapitulée : Dans des forêts de liège et de chênes clairs, des forêts artificielles de pins, quelques bosquets d'Eucalyptus et surtout des zones vides de terre (**Haddoum et al., 2013**).

Les problèmes de dégradation par le déclin ont commencé au début du siècle dernier et ont été rapportés par Flack en 1924. Depuis plus d'un siècle, l'Europe (en particulier l'Allemagne et la France) et les littéraux nord-américaines en font état (**Landmann, 1995**). Les peuplements méditerranéens de chênes-lièges ont également été effectués par ce phénomène depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle (**Natividade, 1956**). Ce phénomène est associé à différents facteurs dont l'intensité varie selon les régions. De l'un à l'autre : certain nombre de facteurs abiotiques (variations climatiques, pratiques de gestion sylvicole inefficaces,

exploitation incorrecte du liège, incendies), et facteurs biotiques (infestations de ravageurs ...) (**Amandier, 2006 ; Silva et Catry, 2006 ; Schaffhauser *et al.*, 2012 ; Tiberi *et al.*, 2016**). Beaucoup de travaux ont porté sur l'état sanitaire des subéraies du massif de l'Edough par **Ghanem (2014) ; Adjami (2016) et Hamza (2013, 2023 et 2024)**.

Plusieurs organismes (champignons, plantes, insectes,...etc) interagissent directement ou indirectement avec les arbres et forment des éléments naturels et essentiels des écosystèmes en bonne santé. La plupart de ces échanges ne provoquent pas de perturbations pour les arbres, mais parfois des explosions démographiques de certains d'entre eux peuvent entraîner une diminution de la croissance, une anomalie et même la mort des arbres (**Boukreris, 2008**). De plus, Les ravageurs causent des dégâts très divers aux plantes, certains attaquent les racines, mais la plupart vivent au dépend des feuilles, des tiges, des bourgeons, des fleurs ou des fruits. Par conséquent, les feuilles peuvent présenter des boursouflures, des découpes, des décolorations, des déformations, des mines ou des galles (**Aouar-Sadli et Doumandji, 2011**).

En plus, ces forêts contiennent des galles qui contribuent à la diversité entomologique de ces écosystèmes. Environ 50% des galles connues dans l'hémisphère nord sont présents sur des arbres de la famille des Fagaceae, en particulier sur *Quercus* (**Dajoz, 1980**). La formation de ces néoformations est due à une déviation de la croissance normale de la plante et peuvent affecter les feuilles, les pédoncules, les bourgeons, les chatons ainsi que les rameaux, les racines, et les fruits (**Dajoz, 1980**). Les galles se manifestent sur diverses plantes (**Dauphin, 1993**), la discussion sur leur nature a duré plus de 100 ans (**Maresquelle et Meyer 1965**), et nous avons très peu de connaissances sur la manière dont ce type de néoformation est provoqué et se développe (**Jankiewicz *et al.*, 2021**).

Les gallicoles sont des Diptères Cécidomyides, des Homoptères et de rares Coléoptères, et surtout des Hyménoptères qui sont les plus connus dans ce type de formation et représentés principalement par la famille des Cynipidae (**Meyer, 1987 ; Shorthouse et Rohfritsch, 1992 ; Stone et Schönrogge, 2003**). Les galles du chêne (Hymenoptera : Cynipidae:Cynipinae), qui sont des insectes herbivores spécialisés, constituent l'une des plus grandes familles d'insectes, avec plus de 1400 espèces connues à travers le monde et probablement de nombreuses autres espèces non décrites. (**Ronquist *et al.*, 2015**). Ces Cynipidae sont étroitement associés aux chênes (Fagaceae :*Quercus*), chaque espèce de galle est spécifique à un hôte de chêne (**Nieves-Aldrey, 2001; Stone *et al.*, 2009**).

En plus, les Cynipini ont un cycle de vie inhabituel appelé hétérogonie ou parthénogenèse cyclique, caractérisé par l'alternance entre une génération sexuée et une génération asexuée qui se développent en deux galles morphologiquement et temporellement dissemblables, généralement dans des tissus hôtes différents (**Folliot, 1964 ; Pujade-Villar et al., 2001; Stone et al., 2002**). Ce cycle de vie inhabituel implique que chaque espèce de cynipidae formant des galles produit en fait deux organismes écologiquement et fonctionnellement indépendants, créant ainsi une taxonomie unique (**Brandão-Dias et al., 2022**).

En Algérie, tout comme la plupart des pays d'Afrique du Nord, les études sur les galles restent très limitées jusqu'à présent. Les contributions les plus importantes sur les galles de Cynipidae ont été réalisées par **Kieffer, 1897-1901 ; Marchal, 1897 ; Houard, 1914 ; Quézel, 1956 ; Benia et al., 2009; Pujade-Villar et al., 2010, 2012 ; Boukreris et al., 2015 ; Ghanema et al., 2016 ; Haddar et al., 2016 ; Adjami et al., 2017**.

La communauté faunistique associée aux galles des Cynipidae peut être divisée en deux grands groupes : la faune primaire et la faune secondaire. (**Massana-Canals et al., 2013**). Cependant, environ 180 espèces classées en dix genres se développent sous forme d'inquilines à l'intérieur des galles d'autres cynipidés (**Pujade-Villar et al., 2003, Nieves-Aldrey et Medianero, 2010, Nieves-Aldrey et Butterill, 2014**).

Les parasitoïdes sont les principaux ennemis des larves inductrices de cynipidés. Ils font partie de la faune gallicole primaire, et les parasitoïdes peuvent provoquer une mortalité importante chez les cynipidés, atteignant des taux allant jusqu'à 100 % (Joseph et al., 2011; Plantard & Hochberg, 1998; G. Stone et al., 2002; Taper et al., 1986).

La communauté parasitaire est composée d'hyménoptères de la superfamille des Chalcidoidea, avec les familles Pteromalidae, Eurytomidae, Ormyridae, Eulophidae, Torymidae et Eupelmidae. Aucune trace de cette faune dans les galles de Cynipidae n'a été rapportée en Algérie, avant **Marchal (1897)**.

La faune secondaire est constituée d'organismes indirectement liés aux galles, généralement lorsque ces derniers ont été abandonnés. Les galles sont un abri permanent ou temporaire (surtout lorsque les adultes sont déjà partis), et ils peuvent servir de nourriture à d'autres arthropodes phytophages qui se nourrissent des galles (**Massana-Canals et al., 2013**). En effet, une multitude d'organismes peut profiter de ces structures : formicides, araignées, les pseudoscorpions, les coléoptères, les lépidoptères, les thysanoptères, hyménoptères...(Torossian, 1971 a b, 1972)

Nous avons établi notre travail en quatre chapitres :

Dans cette présente étude, le premier chapitre concerne l'évaluation de l'état sanitaire du peuplement de chêne-liège à travers des relevés caractéristiques des arbres échantillons (relevés dendrométriques et d'exploitation).

Le deuxième chapitre est consacré dans l'étude détaillée de l'état sanitaire des feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen dans le but de déterminer les différents types d'infestation provoquée par différents agents biotiques, ainsi qu'une étude particulière concernant les différentes espèces gallicoles qui attaquent les feuilles et leur cohabitation « les galles ».

Le troisième chapitre propose à déterminer les espèces phyllophages qui attaquent les feuillages du chêne-liège et du chêne-zeen.

Enfin, le dernier chapitre concerne le cortège des insectes inféodés aux galles du chêne-liège et du chêne-zeen.

# **1 Matériel et Méthodes**

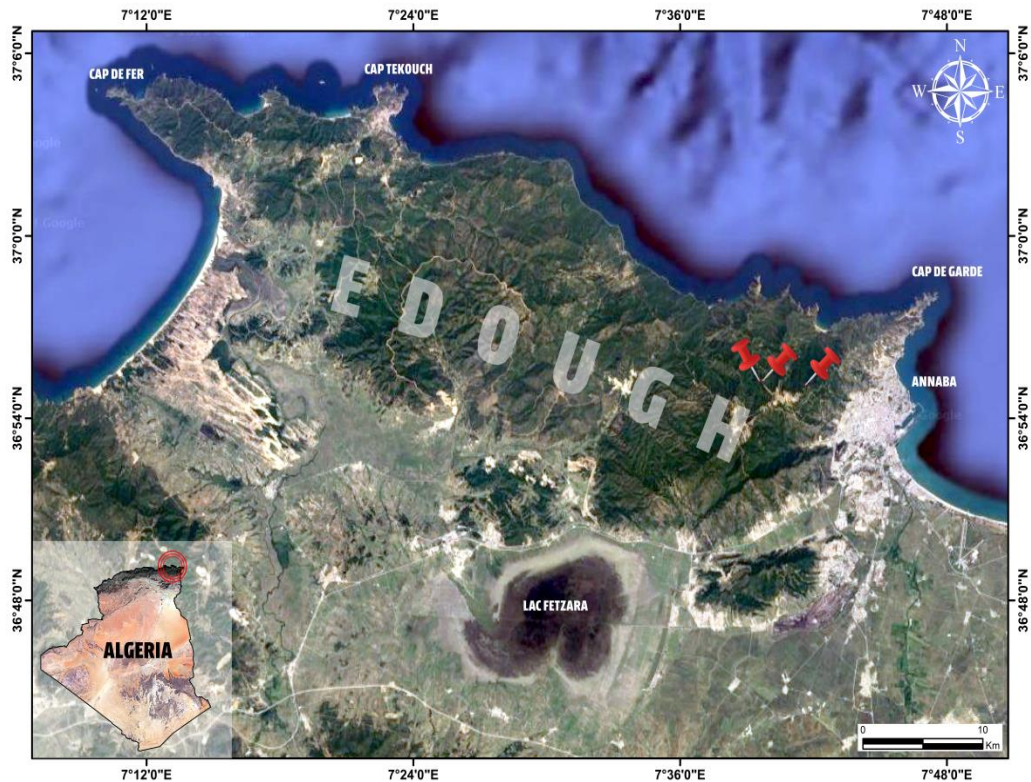
## **1.1 Présentation de la région de l'Edough**

### **1.1.1 Situation géographique**

Le massif de l'Edough est cristallophyllien, sa superficie est de 47 350 hectares, ce qui en fait un véritable îlot montagneux, bordé par la mer méditerranée au nord, la vallée de l'oued El Kébir à l'ouest, la dépression du lac Fetzara au sud et la plaine de Kherraza à l'est. Avec une ligne de crête longue de 25 kilomètres, la masse principale du massif de l'Edough s'allonge vers le nord-est, atteignant rapidement 1008 m au Kef Seba, point culminant du massif. Cette ligne descend vers Séraïdi, puis descend progressivement à une altitude inférieure à 100 mètres au nord du Cap de Garde (**Oularbi et Zeghiche, 2009**).

Le massif de l'Edough est une entité physique personnalisée, avec un caractère très différent. Trois sous-ensembles topographiques principaux sont présents : le djebel Edough au centre, le djebel Chaïba (827 m) à l'ouest et le Béléliéta à l'est, entre lesquels s'entremêlent des vallées étroites et des versants pentus (**Tomas, 1977**).

Deux essences principales sont présentes dans la flore du massif forestier de l'Edough : le chêne-liège, qui couvre 3419 hectares, et le chêne-zeen, qui couvre en massif compact toutes les zones humides ou fraîches des versants Nord et Est. La superficie de la forêt domaniale de l'Edough est de 527402.45 hectares, répartis administrativement sur le territoire de la Wilaya d'Annaba (**Hamza, 2013**).



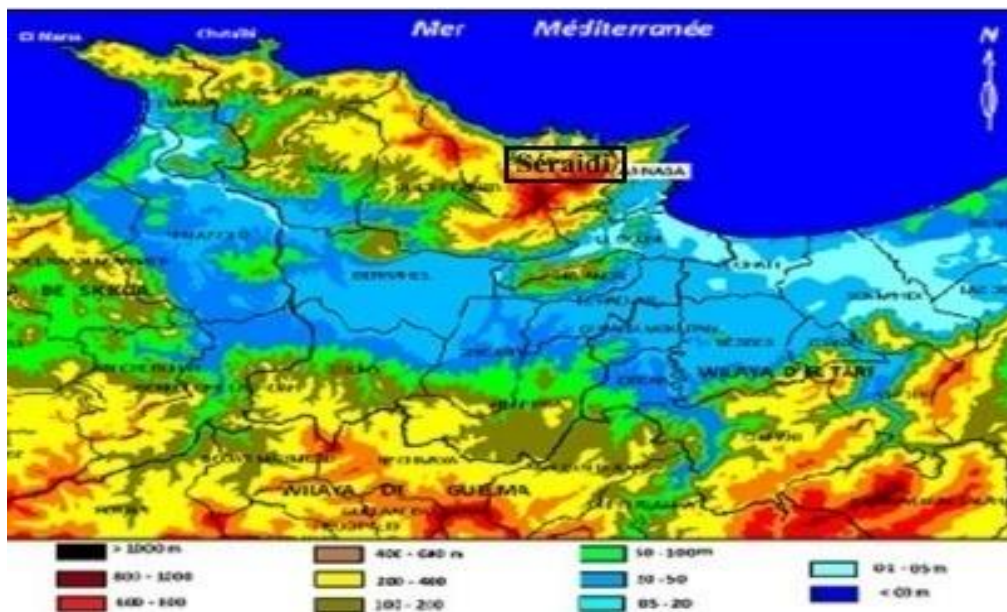
**Figure. 01:** L'emplacement de la région d'étude (Edough) (Source : ArcGIS 10.3 2023).

## 2.1.2 Caractères mésologiques de la région

### 2.1.2.1 Géologie et Orographie

La particularité de la région de l'Edough réside dans les pentes élevées de ces versants qui restent souvent convexes jusqu'au fond des nombreuses vallées. C'est le modèle traditionnel d'un massif gneissique (**Zobir et al., 2008**). De plus, l'altitude du Kef Sbaa est de 1008 mètres et la ligne de crête est orientée perpendiculairement aux vents dominants du Nord-Ouest, ce qui entraîne une pluviométrie relativement abondante et des températures hivernales jamais très basses (**Oularbi et Zeghiche, 2009**).

Les forêts de chênes les plus magnifiques d'Algérie couvrent les interfluves, ce qui entraîne l'apparition de quelques châtaigniers et surtout le passage des chênes-lièges aux chênes-zeens près des sommets. Le socle est profondément entaillé par les vallées, ce qui rend tous les déplacements difficiles. Les principaux cours d'eau comprennent : l'Oued El Amels, l'Oued Erbiha, l'Oued Efris, l'Oued sahel et l'Oued Bagrat (**DGF, 2002**).



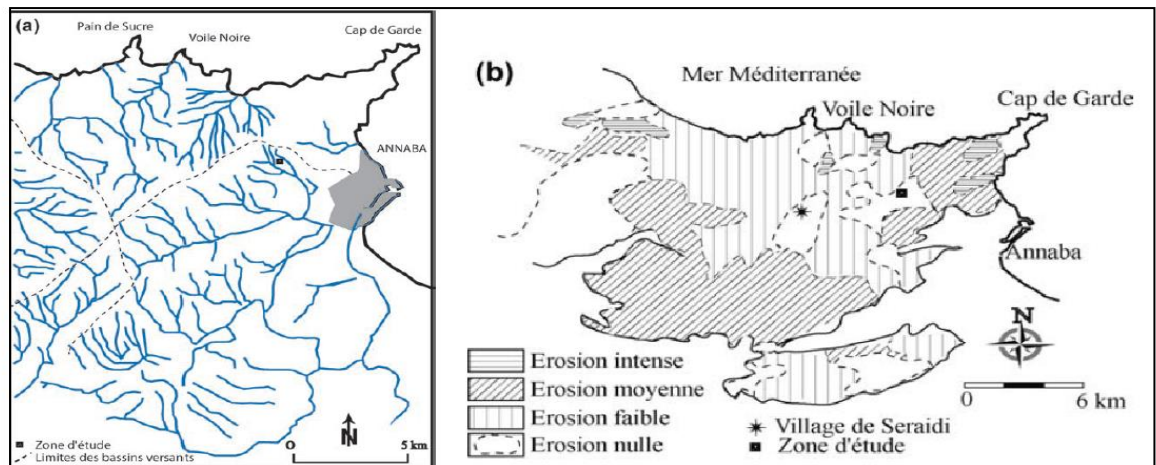
**Figure.02** : Croquis orographiques de la région de l'Edough (Hamza, 2013).

### 2.1.2.2 Les sols

Selon **Toubal et Toubal (1998)**, les sols de l'Edough sont acides et sont destinés à la forêt. L'analyse pédologique de leur forêt domaniale révèle la présence de différents types de sols répartis dans trois catégories : la classe des sols peu évolués, la classe des sols à sesquioxyde de fer et la classe des sols brunifiés (**DGRF, 2006**).

### 2.1.2.3 Réseaux hydrographique

Le point culminant de ce massif montagneux, l'Edough, s'élève à 1008 mètres et est presque escarpé sur tout son versant Nord. L'orientation générale des principales lignes de crête est Est-Ouest, mais le réseau hydrographique danse associé à l'irrégularité du relief crée un terrain accidenté. L'altitude varie d'Est en Ouest, avec comme point culminant le point 1008 m (**DGRF, 2006**). Par ailleurs, Le massif comprend quatre bassins versants plus ou moins étroitement séparés par les principales lignes de crêtes. Il y a une densité élevée du réseau hydrographique et un drainage dendritique (**Hadj-Zobir, 2012**).



**Figure .03 :** Environnement géologique du massif de l'Edough; (a) Réseau hydrographique avec un drainage dendritique (Hilly, 1962) ; (b) Carte de sensibilité à l'érosion du massif de l'Edough (Oularbi *et al.*, 2009).

#### 2.1.2.4 Éléments de la climatologie générale

Le massif de l'Edough c'est la région la plus humide d'Afrique du nord (Toubal et Toubal, 1998). Les bioclimats subhumides chauds et humides tempéré sont présents dans le massif selon Seltzer (1946) et Emberger (1971).se trouve à plus de 800 mètres d'altitude sur la côte de la région d'Annaba. Cette étude a été réalisée en se basant sur les observations réalisées à la station météorologique de Séraïdi entre 2009 et 2019.

**Tableau.01:** Situation géographique. (D'après la station météorologique : 603600 (DABB) Aéroport D'Annaba Rabah Bitat 2019).

Altitude (m)	Longitude	Latitude	Période d'observation
870	07 ° 81'E	36° 38'N	2009/ 2019

#### *Température*

Les fluctuations de température sont influencées par divers facteurs (saison, la latitude, l'altitude et les conditions atmosphériques). Dans la péninsule de l'Edough, les températures moyennes mensuelles les plus élevées sont observées entre juin et août, tandis que les températures les plus basses sont observées entre novembre et mars (Louhihaou, 2014). Les températures maximales moyennes du mois le plus chaud sont de 28,92 C° et les températures minimales moyennes du mois le plus froid de 4,63 C° (CONM, 2010).

**Tableau .02:** Températures moyennes mensuelles et température moyenne annuelle en (C°).

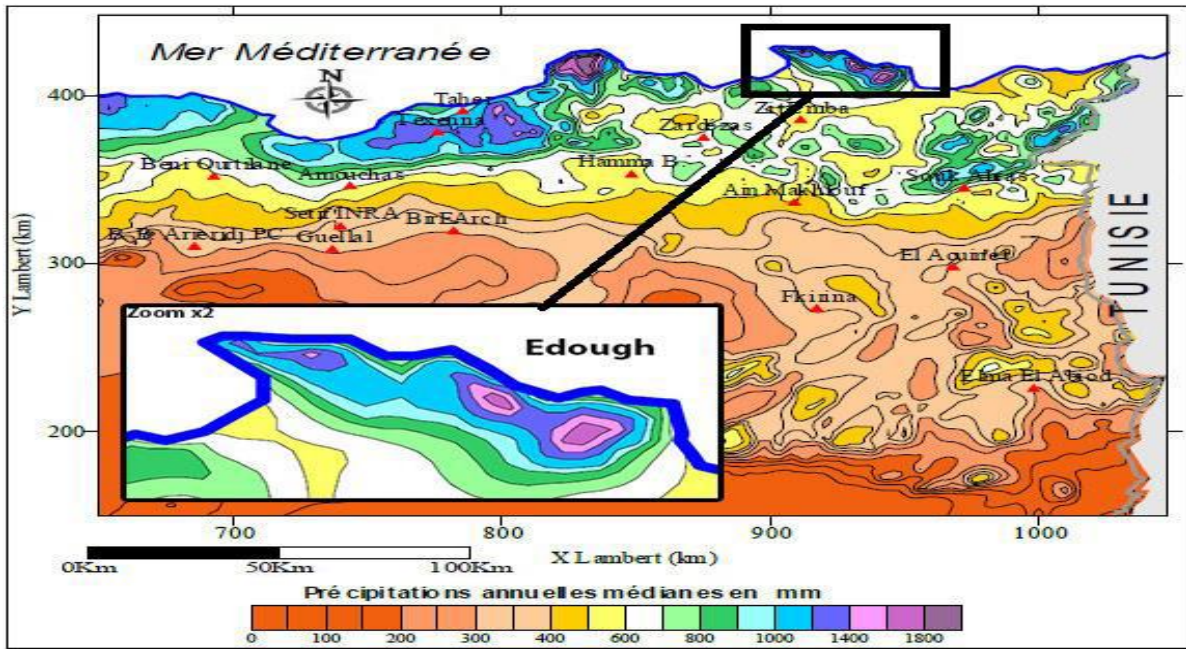
	J	F	Ms	Av	M	Jn	Jl	At	S	O	N	D	TMA
2009	11	10.6	12.3	14.6	19.5	22.6	26	26.2	22.9	18.9	15.1	13.8	17.8
2010	11.5	12.5	13.5	15.6	17.8	21.3	25.2	25	22.8	19.3	15.4	12.5	17.7
2011	11.3	10.8	12.9	16.3	18.5	21.7	25.3	25.5	23.8	19.6	16.1	12.5	17.9
2012	11.3	8.5	13.2	16	18.4	24.1	26.1	27.1	23.5	20.6	16.8	12.5	18.2
2013	11.2	9.8	14.1	15.4	17.6	20.7	24.8	25.4	23.1	22.2	15	11.8	17.6
2014	12.2	12.4	12.3	15.6	17.9	23	24.6	25.7	25	21.3	17.8	12.6	18.4
2015	11.2	10.1	13.2	15.1	19.6	22.7	26.1	26.7	24.3	20.7	15.7	11.9	18.2
2016	12.1	12.4	12.7	15.8	18.3	22.2	24.9	24.6	23.4	21.5	16.5	13.6	18.2
2017	10	12.2	13.9	15.3	19.2	23.8	26.1	27.1	22.7	19.3	14.3	11.1	18.0
2018	12.4	10.4	13.5	15.9	17.9	22.1	25.9	25.4	24.6	19.7	15.3	12.6	18.1
2019	10.4	10.8	13.2	15.2	17	22.8	26.2	27	23.6	20.6	14.5	13.9	18.0
Mm	11.3	10.9	13.1	15.5	18.3	22.4	25.5	25.9	23.6	20.3	15.6	12.6	

(J : janvier ; F : février ; Ms : mars ; Av : avril ; Jn : juin ; Jl : juillet ; At : aout ; S : septembre ; O : octobre ; N : novembre ; D : décembre)

(TMA : température moyenne annuelle ; Mm : moyenne mensuelle)

### ***Les précipitations***

Les précipitations variaient selon un gradient l'altitudinal, Sur la côte, la pluviométrie est de 700 mm et au sommet, 1200 mm ; la proximité de la mer maintient une hygrométrie élevée (80%) (Toubal, 2009). Les précipitations sont très abondantes dépassent souvent le 1 mètre annuellement (figure .04).



**Figure .04 :** Carte des précipitations annuelles médianes de l'Est Algérien (période moyenne 1972/73-1983/84) (Mebarki, 2003).

Le tableau ce- dessous montre que la précipitation moyenne annuelle est de 666.52 mm/an.

**Tableau. 03:** Précipitations mensuelles (mm).

	J	F	Ms	Av	M	Jn	Jl	At	S	O	N	D	TA
2009	194. 5	96.2 7	75.4 3	139. 1	89.1 4	0.76	1.78	7.12	119. 1	55.1 2	70.1	86.8	935. 4
2010	89.4 3	54.8 7	59.9 4	31.7 5	31.2 5	18.5 5	0	1.53	27.1 8	88.9	121. 6	43.7 1	568. 7
2011	55.6 2	112. 5	84.8 3	57.4	41.6 5	23.6 3	3.05	0	37.6	104. 3	55.1 2	86.6 3	662. 4
2012	34.1	169. 4	51.0	50.3	3.31	0.51	1.02	0	53.0	64.2	35.8	69.8	532. 6
2013	115. 8	124. 9	55.1 3	47.7 6	16.7 7	0	0	21.0 8	39.3 8	17.2 7	231. 1	44.2	713. 5
2014	60.9 6	39.8 8	153. 6	12.1 9	14.4 7	4.58	0	0	17.0 3	64.2 7	43.4 4	160. 7	571. 2
2015	167. 8	197. 1	101. 3	1.27	25.1 5	3.05	0.25	16.0 1	34.0 3	76.4 4	124. 7	0	747. 2
2016	92.7	45.4 7	97.5 4	36.0 7	24.1 3	6.59	2.03	2.03	33.2 7	30.9 8	70.8 4	21.8 4	463. 4

2017	120. 9	66.8	7.36	26.4	0	22.3 5	2.03	0.51	6.36	102. 8	193. 2	101. 3	650. 2
2018	24.3 8	81.7 9	57.6 6	25.1 4	52.0 7	4.32	0	65.7 9	63.7 5	164. 3	38.1	40.8 8	618. 2
2019	191. 5	57.4 1	160. 5	24.3 9	51.5 7	0	0.25	22.1	79.0 1	49.7 7	118. 1	113. 7	868. 4
Mm	104. 3	95.1 3	88.1 6	47.8 2	36.9 0	12.8 8	0.76	12.3 7	46.3 4	74.4 2	100. 2	69.9 8	666. 5

(J : janvier ; F : février ; Ms : mars ; Av : avril ; Jn : juin ; Jl : juillet ; At : aout ; S : septembre ; O : octobre ; N : novembre ; D : décembre )

(TA : total annuel ; Mm : moyenne mensuelle)

### ***Coefficient pluviométrique***

Le coefficient de pluviométrie est lié à la quantité de pluie. L'année correspondante est excédentaire lorsque le coefficient pluviométrique est élevé ( $H > 1$ ), tandis que l'année correspondante est déficitaire lorsque le coefficient pluviométrique est faible ( $H < 1$ ). Ce facteur climatique joue un rôle crucial dans l'évaluation des années avec des excédents et des déficits. On le calcule en utilisant la formule suivante:

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

H : coefficient pluviométrique, Hi : Pluviométrie de l'année considérée, H' : Pluviométrie moyenne pour une période de n années.

Les valeurs des coefficients pluviométriques présentées dans (le tableau.04) mettent en évidence les années excédentaires et celles déficitaires.

**Tableau.04 : Coefficient pluviométrique.**

Année hydrologique	Pluviométrie de l'année considérée Hi	coefficient pluviométrique H
2009	935.48	1.40
2010	568.76	0.85
2011	662.44	0.99
2012	532.64	0.79
2013	713.56	1.07
2014	571.26	0.85
2015	747.24	1.12
2016	463.49	0.69

2017	650.20	0.97
2018	618.22	0.92
2019	868.44	1.30

- Les années excédentaires : 2009, 2013, 2015, 2019.
- Les années déficitaires : 2010, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2018.

### *Les autres facteurs climatiques*

Le littoral de l'Edough est constamment impacté par d'autres facteurs climatiques, tels que le vent. Ce dernier agit directement sur la végétation, le sol et les roches en causant des dommages physiques, ou indirectement en modifiant d'autres facteurs climatiques tels que la distribution des pluies, la diminution des températures et l'augmentation de l'évaporation (**Boulemtafes, 2015**).

Les vents prédominants dans le Nord-Ouest sont froids et humidifiants, avec des vitesses très élevées, tandis que ceux du Sud-Est sont chauds et desséchant, avec une fréquence maximale observée en août (**Toubal, 2009 ; Seltzer, 1946**).

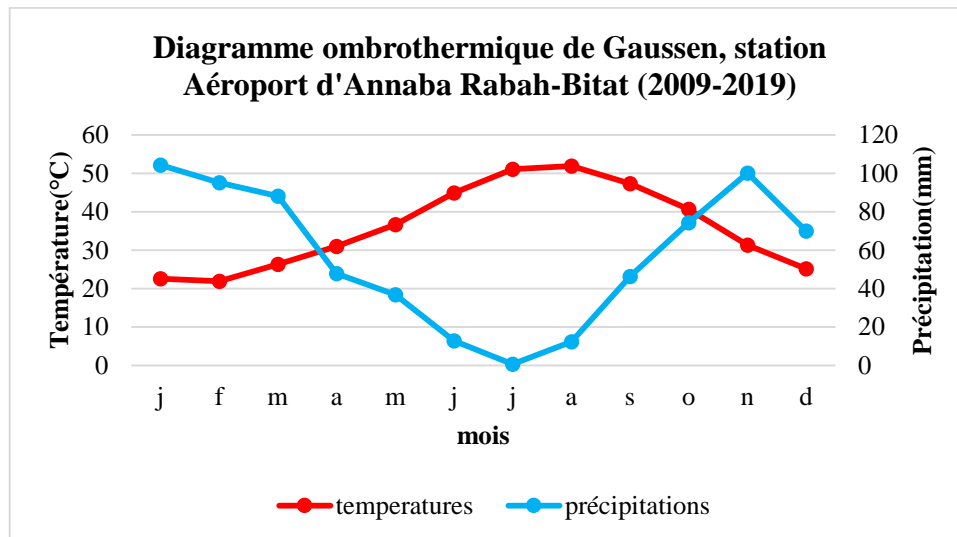
**Tableau.05** : Vitesse moyenne annuelle du vent (Km/h)

année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vent km/h	12.6	13.8	13.2	12.8	13.1	13.2	13.6	-	12.1	11.9	12.0

### *Synthèse climatique*

- **Diagramme ombro-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN**

L'objectif du diagramme ombro-thermique est de déterminer la période sèche, sa durée et son intensité pour une région spécifique, en utilisant des moyennes mensuelles des températures et des précipitations (**Tassin, 2012**), on utilise la formule  $P \geq 2T$  dans le Tableau.06.



**Figure .05:** Diagramme ombrothermique de Gaussen, station Aéroport d'Annaba Rabah-Bitat (2009-2019).

**Tableau .06 :** Températures moyennes mensuelles (2T°C) ; Précipitations mensuelles (mm).

Mois	J	F	Ms	Av	M	Jn	Jl	At	S	O	N	D
T	22,6	21,9	26,3	31,0	36,6	44,9	51,1	51,9	47,3	40,6	31,3	25,2
PP	104,3	95,1	88,1	47,8	36,9	12,8	0,76	12,3	46,3	74,4	100,2	69,9

(J : janvier ; F : février ; Ms : mars ; Av : avril ; Jn : juin ; Jl : juillet ; At : aout ; S : septembre ; O : octobre ; N : novembre ; D : décembre). (T : température ; PP : précipitation).

#### ***Quotient pluviothermique d'Emberger***

Le coefficient d'Emberger est spécifique au climat méditerranéen (**Benabadji et Bouazza, 2000**), il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Le quotient Q2 a été formulé de la façon suivante :

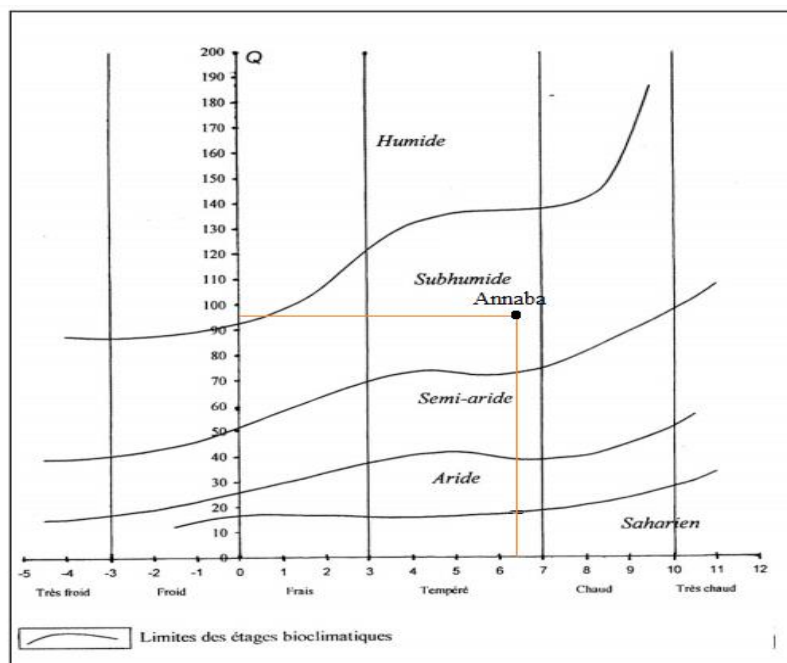
$$Q2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

La température moyenne, en Kelvin, du mois le plus chaud est « M », tandis que la température moyenne, en Kelvin, du mois le plus froid est « m ». La moyenne des précipitations en millimètres est évaluée à P (**Benabadji et Bouazza, 2000**).

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau.07 :** Données concernant le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger.

La station	M (°K)	m (°K)	P (mm)	Q <sub>2</sub>	période
Aéroport d'Annaba	304.88	279.55	712.28	96.23	2017-2019



**Figure .06:** Climmagramme d'Emberger (station Aéroport-Annaba).

### Conclusion

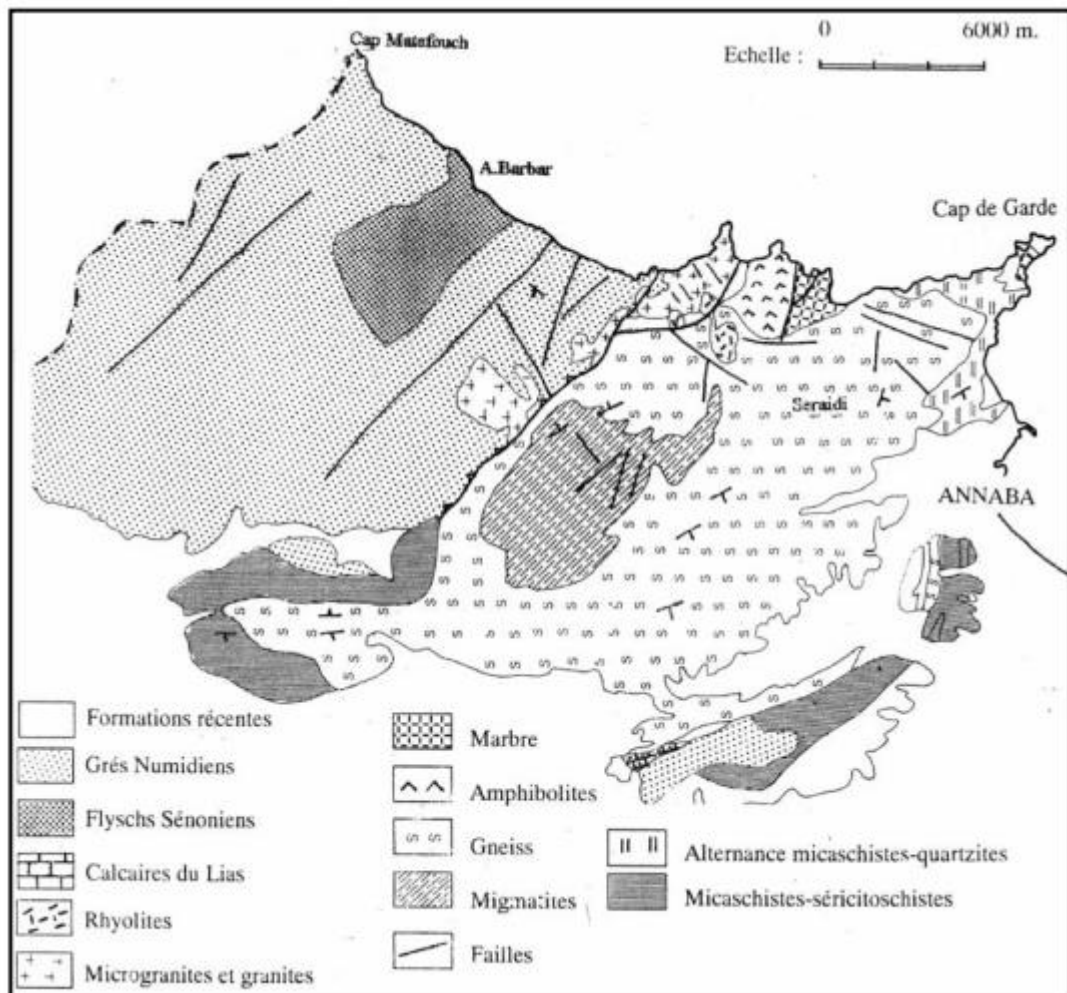
La localisation de la péninsule de l'Edough lui confère un climat spécifiquement méditerranéen. Le climat est principalement marqué par des saisons estivales chaudes et sèches, suivies d'hivers assez doux et doux. Selon le diagramme climatique d'Emberger, la zone se situe dans l'étage bioclimatique subhumide.

#### 2.1.2.5 Géologie

Le massif de l'Edough (figure.07) s'agit d'un grand anticlinal dont le dôme est composé de gneiss, entouré de micaschistes avec des extrusions de roches ignées (microgranites, rhyolites) et une couverture de roches sédimentaires (argiles et grès numidiens). Celui-ci est constitué de trois grandes formations lithologiques : une formation métamorphique, une formation sédimentaire et une formation éruptive (**Gleizes et al., 1988**).

Les trois unités de l'ensemble métamorphique se superposent : une unité de base à dominante gneiss migmatitiques, une unité intermédiaire principalement composée de micaschistes englobant des bancs de marbre et d'amphibolites, et une unité supérieure alternant micaschistes et bancs de quartzites. Les sédiments constitutifs de l'ensemble sont des

flyschs sénoniens et des grès numidiens qui sont directement positionnés sur le socle. En ce qui concerne l'ensemble éruptif, il est constitué de roches calco-alcalines, principalement composées de microgranites et de rhyolites, qui généralement séparent le socle et sa couverture (Oularbi *et al.*, 2009).



**Figure .07:** Schéma géologique du massif de l'Edough (Hilly, 1962).

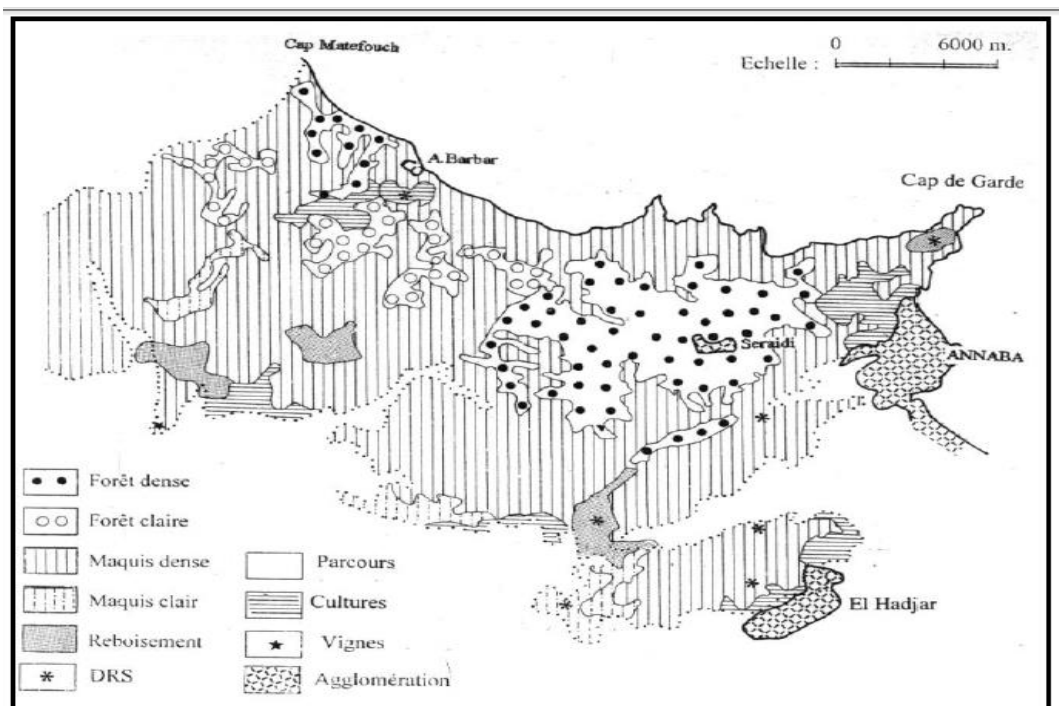
### 2.1.2.6 Végétation

La superficie végétale couvre 42250 hectares, ce qui représente un taux de végétalisation élevé de 89%. Cependant, sur le plan qualitatif, cette végétation présente une efficacité légèrement diminuée car elle est composée à 69% de maquis. La superficie du domaine forestier est de 12793 hectares. En outre, on observe une distribution inégale du couvert végétal dans l'espace (Oularbi *et al.*, 2009).

Le ruissellement est freiné par la présence d'une couverture végétale plus dense, souvent stratifiée, enracinée sur des sols humifères assez profonds (0,60 à 1m), composée d'une strate arborée avec sous-bois, sur les ubacs. Sur son versant nord, le massif de l'Edough

est habité par des essences forestières. Elle est fortement boisée et occupe la plupart des terrains métamorphiques et ignés, ainsi que sur de vastes étendues de flysch argilo-calcaréogréseux. L'essence dominante est le chêne-liège. Sa flore est principalement constituée de bruyère arborescente, lentisque, myrte, ciste et arbousier (**Boudy, 1952**).

Deux forêts majeures comprennent l'Edough, la zénaie : Au-dessus de 900 mètres, elle occupe les sommets et les versants N-NO et crée de véritables forêts-climax, avec un sous-bois très varié (*Pteridium aquilinum*, *Crataegus monogyna* et *Rubus incanescens*, *Castanea sativa*, *Hypericum androsaemum* pour *Ilex aquifolium*). Dans sa zone écologique limitée, le chêne-zéen constitue un groupe mixte avec le chêne-liège (**Toubal et al., 1998**) et la suberaie se trouve entre 400 m et 900 m, et en raison de son étendue écologique et de sa variété floristique, on peut distinguer trois forêts de haut en bas. Une forêt dense de chêne-lièges séculaire ne produit pas de liège, tandis qu'une forêt claire offre un liège de qualité supérieure. Enfin, la suberaie à lentisque offre un environnement thermophile pour les espèces thermophiles de l'étage inférieur et les espèces mésophiles de l'étage immédiatement supérieur (**Toubal, 1998**).



**Figure .08** : L'occupation du sol dans le massif de l'Edough (**BNEDER, 1980**).

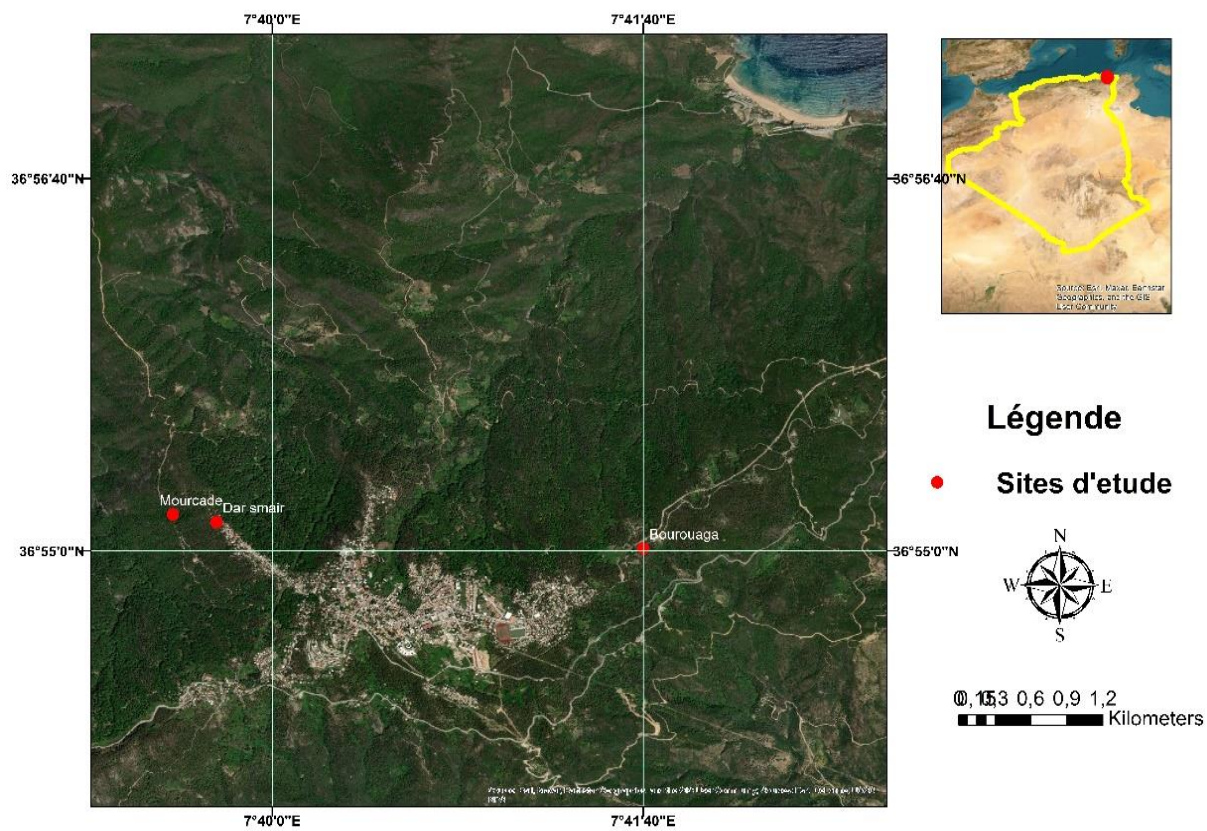
### 2.1.3 Les Sites d'étude

Nous avons effectué notre étude sur quatre sites différents : Dar Smair, Bourouaga, Sidi Temem et Mourcad. Dans Dar Smair, nous avons effectué toutes les études nécessaires sur l'état sanitaire des subéraies, l'état sanitaire des feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen, l'inventaire des insectes phyllophages, l'inventaire des galles et le cortège des insectes inféodés et des insectes phyllophages.

Bourouaga, qui est une subéraie pure, est utilisée pour étudier l'état sanitaire des subéraies et collecter les galles. Mourcad est une forêt composée exclusivement de zénaie, on collecte également les espèces de galles.

**Tableau.08** : La liste des sites, leurs localisations géographiques et l'étude réalisée sur chaque une.

	Site	Localisation	Etude
A	Bourouaga	36.916853, 7.694434	-Etat sanitaire des subéraie. -Inventaire des galles et le cortège des insectes inféodés.
B	Dar smair	36.918817, 7.662498	-Etat sanitaire des subéraies. -Etat sanitaire des feuilles. - Inventaires des insectes phyllophages. -Inventaire des galles et le cortège des insectes inféodés.
C	Mourcad	36.919385, 7.659227	-Inventaire des galles et le cortège des insectes inféodés



**Figure.09** : Localisation géographique des sites étude (Source : ArcGIS 10.3 2024).



**Figure.10** : les sites d'études A, Bourouaga ; B, Mourcad; C, Dar samir.

## 2.2. Place taxonomique et systématique du chêne-liège

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) fait partie de la famille des Fagacées (sous-famille des Quercoidées), de l'ordre des Fagales, de la classe des Dicotylédones, de l'embranchement des Angiospermes, de l'embranchement des spermaphytes et du genre *Quercus*. Ce genre comprend 200 à 500 espèces, dont 6 en Afrique du Nord (El antry tazi *et al.*, 2008). Linee a décrit l'arbre pour la première fois en 1753 (Natividade, 1956). Le genre *Quercus* présente un problème polygénétique qui n'a pas encore été résolu, mettant l'accent sur le problème posé par *Q. suber* (Aim, 1976).

### 2.2.1. Principales caractéristiques botaniques

Le chêne-liège est un arbre de 10 à 15 mètres de haut, pouvant atteindre 20 à 25 mètres de haut. Sa cime est irrégulière, s'étendant en longueur, et l'arbre est couvert d'un léger couvert qui laisse passer la lumière. Le tronc est couvert de grandes branches étalées à l'état isolé, tandis qu'en massif, le tronc est plus droit et plus long (Belkacem, 2023).

Il a une longévité de 250 à 300 ans, mais les levées successives de liège réduisent considérablement cette longévité remarquable à environ 150 à 200 ans. Les levées successives de liège, avec des rotations de 9 à 11 ans, peuvent être effectuées jusqu'à 50 à 200 ans (Vignes, 1990).

Les feuilles du chêne-liège sont très variées, alternes, coriacées, plus ou moins dentées ou non, ovales, souvent renflées, vertes foncées et glabres sur leurs parties supérieures, grises blanchâtres et duveteuses sur leurs parties inférieures (Aimene, 2019). D'après Piazzetta (2005), Elles ont une durée de vie de 2 à 3 ans, et elles possèdent entre 5 et 7 paires de nervures. Ils mesurent entre 3 et 6 cm de long et 2 à 3 cm de large. Le pétiole peut mesurer jusqu'à 2 cm. Selon Yessad (2000), Toutes ces feuilles peuvent être perdues par l'arbre après une forte glandée, après des conditions atmosphériques défavorables ou après une collecte excessive de liège. Quant aux fleurs, le chêne-liège est monoïque et allogame. Les fleurs mâles pendent en chatons à l'extrémité des rameaux de l'année précédente, mesurant de 4 à 8 cm de long (Fraval, 1991). Les fleurs femelles sont de petits boutons écailleux qui se développent individuellement ou en groupe de trois ou plus sur les rameaux de l'année en cours. Dans leur cupule protectrice se trouvent les futures gencives. La floraison est influencée par le climat et l'exposition et débute dès l'âge de 12 à 15 ans et se déroule de la fin avril à la fin mai (Piazzetta, 2005).

Le fruit ou gland de chêne-liège est très variable en forme et en dimensions, de 2 à 5 cm de long et de 1 à 2 cm de large (Soukkou, 2018). Les glands sont maturés pendant l'année de floraison (Maire, 1926 ; Boudy, 1950 ; Natividade, 1956 ; Lebourgeois, 2019). Les

glands sont tombés en octobre et novembre, voire jusqu'en janvier parfois (**Piazzetta, 2005**). D'après **Saccardy (1938)**, la maturation débute à l'âge de 15 ans, et les bonnes glandules se reproduisent tous les 2 ou 3 ans. Le gland se développe à l'automne et produit trois récoltes différentes:

a- Les glands primaires sont des glands de l'année précédente, qui commencent à se développer en septembre-octobre. Ils sont fabriqués en faible quantité mais sont extrêmement volumineux.

b- Les glands secondaires sont produits en grande quantité de novembre à décembre et leur taille est caractéristique.

c- Les glands tardifs sont tombés à la fin de janvier. Dans les premières années, les rameaux de chêne-liège sont sinueux pubescents, puis brun clair et enfin complètement subéreux. Les jeunes rameaux, dès leur âge de 3 ou 4 ans, font creuser leur écorce en grossissant. Plus les branches sont grandes, plus les crevasses sont profondes. Elles peuvent s'élargir de 2 à 3 mm par an. L'écorce est alors grise claire, avec des taches de lichens, parfois de mousses. C'est l'écorce mâle (**Seigue, 1985**).

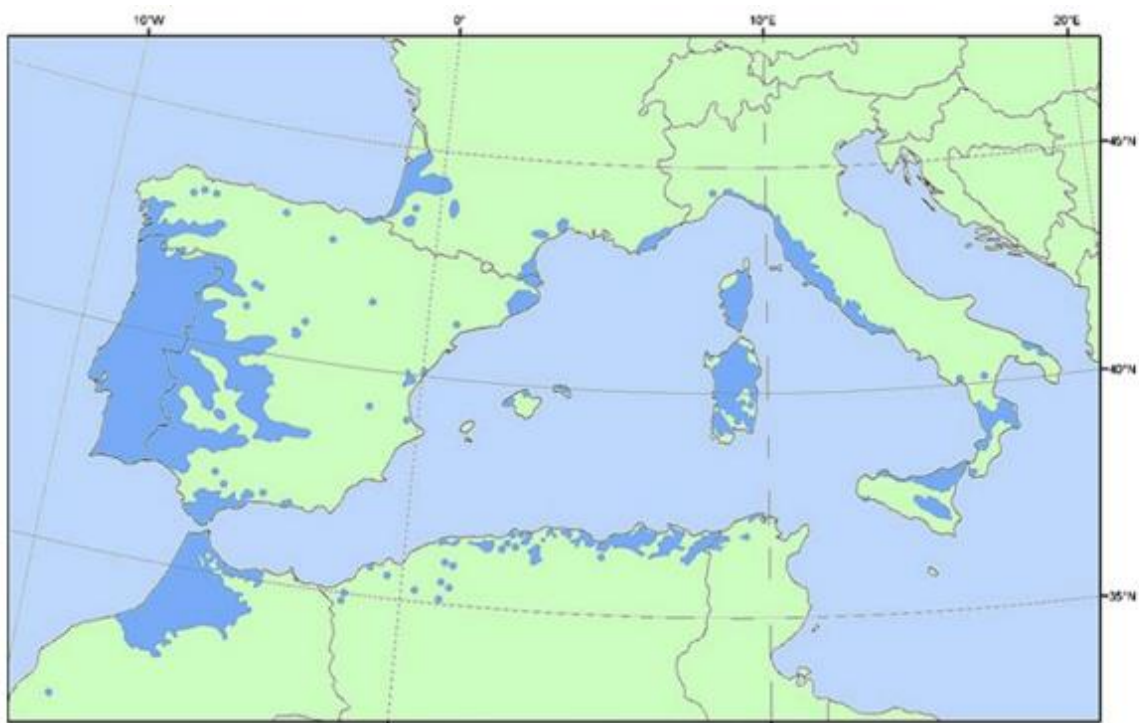
La partie la plus originale de l'arbre est l'écorce du chêne-liège. En raison de la forte présence de subérine dans le liège, les cellules de ce tissu sont très résistantes aux liquides et aux gaz (**Chikhi et Adrir, 2017**). L'assise suberophellodermique forme un tissu parenchymateux qui recouvre le tronc et les branches. La première levée de liège, connue sous le nom de démasclage, est réalisée lorsque l'arbre atteint une circonférence de 17.5 cm à 1.30 m (**Veillon, 1998**). Il s'agit d'un liège masculin. Le liège mâle, qu'il s'agisse de liège vierge ou de liège naturel, présente une texture très creusée et est difficile à transformer en bouchon (**Piazzetta, 2005 ; Touat, 2021**). Tandis que, après le démasclage du liège femelle, il se développe moins dégonflé, plus cohérent, uniforme et plus et plus flexible (**Bouhraoua, 2003**).

En ce qui concerne les racines, le chêne-liège possède un système racinaire pivotant formé de puissantes ramifications latérales, ce qui permet un enracinement profond qui fixe l'arbre sur des sols légers peu profonds et même rocheux (**Khalla, 2006**). Selon **Natividade (1956)**, le chêne-liège présente des capacités naturelles à s'enfoncer verticalement et avec force dans le sol dès le jeune âge. Trois mois après le semis, les racines atteignaient 55 à 60 cm, tandis que la partie aérienne atteignait 9 cm. Les racines superficielles ont la capacité de créer des drageons, ce qui peut entraîner la mycorhisation des racines par des champignons tels : *boletus*, *russula*, et *lactarius* (**Veillon, 1998**).

## 2.2.2 Aire de répartition:

### 2.2.2.1 Aire de répartition mondiale :

Le chêne-liège est limité à la Méditerranée occidentale et s'échappe le long du sud de la façade atlantique, où les apports de la mer et de l'océan permettent de compenser la grande amplitude des variations thermiques et l'aridité de la saison estivale du climat méditerranéen au sens strict (Touat, 2021). Selon Zeraia (1981) et Piazzetta (2005), le chêne-liège est une espèce endémique de la Méditerranée occidentale. Depuis le Maroc jusqu'au golfe de Gascogne, il déborde sur les côtes atlantiques entre les latitudes Nord 31 et 45 (Boutaleb *et al.*, 2012) (Figure.11).



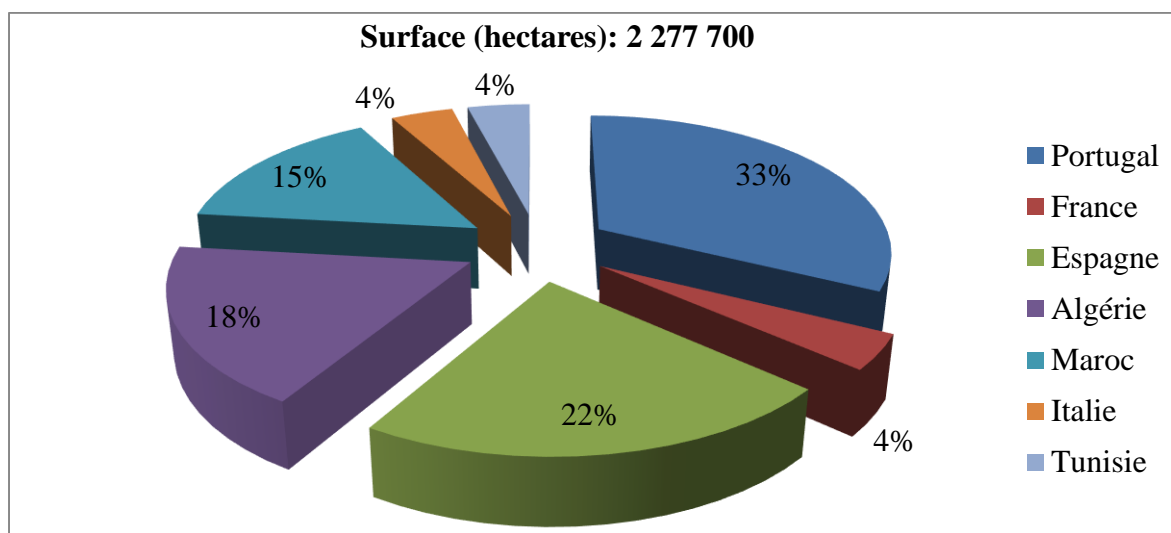
**Figure.11:** Zone géographique des subéraies dans la Méditerranée et l'Atlantique (Tiberi, 2016).

Les données du Tableau 09 indiquent que la croissance de la superficie du chêne-liège dans la région méditerranéenne est en général faible. Leur superficie s'élève à 1733000 hectares en 1885 et à 2277700 hectares en 2018.

**Tableau.09** : Estimations de la superficie occupée par le chêne-liège dans la région méditerranéenne de 1885 à 2018 (en hectares).

Auteurs		P. Artigas	R. Costa	O. Simões	Saccardy	Guérin, J. C.	Montserirat, P.	Seigue	Veillon	Yessad	Bleu, P.		
Publication	Titre	Alcomocales-industria Taponera	Da Economia Nacional	Problemas de actividade científica	Instituto Superior de Agronomia e a sua	Notes sur le chêne-liège et le liège en Algérie	L'aménagement 1951-1954 et l'avenir du chêne-liège	La présence du chêne-liège à Minorque.	ses problèmes	Guide technique de puériculture	Occidentale	Chêne-liège et le chêne dans les pays Méditerranée	Etat des forêts méditerranéennes
	Année	1885	1912	1934	1938	1961	1972	1985	1998	2000	2020		
Superficie d'occupation estimée	Portugal	300000	300000	555555	600000	700000	67600	600000	60000	605000	736700		
	Espagne	300000	300000	54000	340000	530000	500000	365000	340000	352000	506000		
	Algérie	459000	460000	440000	440000	475000	480000	440000	200000	450000	414000		
	France	160000	100000	159000	150000	127000	100000	54000	70000	56000	92000		
	Italie	80000	100000	75000	75000	104000	100000	70000	70000	70000	92000		
	Tunisie	134000	-	134000	140000	145000	99000	45000	100000	90000	92000		
	Maroc	-	-	300000	300000	375000	400000	320000	300000	345000	345000		
Total		1733000	1350000	2203555	2045000	2456000	2355000	1894000	1680000	1968500	2277700		

Environ 2 277 700 hectares sont occupés par cette espèce (**Bleu, 2020**), répartis sur sept pays : Portugal (736 700 hectares), Espagne (506 000 hectares), France (92 000 hectares), Italie (92 000 hectares), Algérie (414 000 hectares), Tunisie (92 000 hectares) et Maroc (345 000 hectares) (Figure 12).



**Figure .12 :** La superficie mondiale du chêne-liège ; Source (**Bleu, 2018**).

### 2.2.2.2 Aire de répartition en Algérie

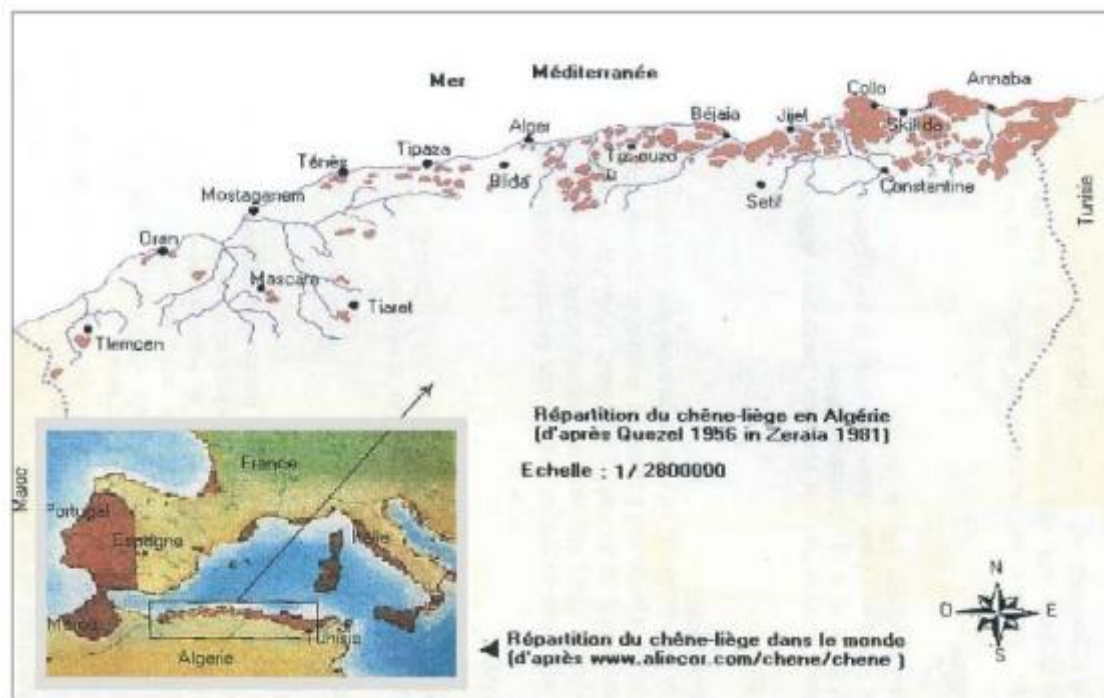
La forêt de chêne-liège est la principale espèce forestière d'Algérie, tant par la superficie occupée que par son importance économique. Sa superficie est de 450 000 hectares, mais il ne forme de véritables subéraies que sur 150 000 hectares. Situées entre les frontières du Maroc et de la Tunisie, ces zones s'étendent du littoral méditerranéen au Nord aux chaînes telliennes au Sud, sur une largeur inférieure à 100 km (**Bouhraoua, 2003**). D'après **Yessad (2000)**, il existe trois types de subéraies en Algérie : l'occidental montagnard, l'oriental littoral et l'oriental montagnard. La superficie des peuplements du chêne-liège est présentée dans le tableau 10.

**Tableau .10:** Répartition et superficies des peuplements du chêne-liège en Algérie.

Subéraies orientales		Subéraies occidentales	
Skikda	40 000 ha	Tlemcen	2 000 ha
Jijel – El-Milia	40 000 ha	Chleff	3 000 ha
Guelma	20 000 ha	Medea	2 00 ha
Annaba - El-Tarf	30 000 ha	Blida	1 000 ha
Bouira	1 500 ha	Total	6200 ha
Tizi-Ouzou	10 000 ha		
Total	141 500 ha		

*Source: (YESSAD, 2000)*

Le tell oriental abrite les principales subéraies algériennes, principalement en zone subhumide et humide au Nord-est de l'Algérie jusqu'à la frontière avec la Tunisie (**Belouahem-Abed et al., 2009**), région qui renferme à elle seule environ 4/5 de la subéraie algérienne (**Boudy, 1952 ; Natividade, 1956 ; Yessad, 2000**). Le chêne-liège s'étend assez régulièrement le long de la côte et reste dispersé sous forme d'îlots de moindre importance dans la partie Ouest. Elles sont réparties dans 22 wilayas (Figure.13).



**Figure .13:** Aire de répartition du chêne-liège en Algérie (Algeria W. T., 2015).

### 2.2.3 Exigences écologiques

Le chêne-liège est une espèce particulièrement résistante aux cailloux, préférant les sols dépourvus de carbonate de calcium, acides, peu exigeants pour la pénétration des racines, bien drainés et avec un horizon organique bien conservé. Il n'est pas compatible avec la présence de calcaire actif dans le sol et ne supporte le substratum calcaire que si la chaux est soluble (**El Antry Tazi et al., 2008**). Selon Veillon (**1998**), il préfère les sols siliceux (tels que les grès Numidiens, le sable et le pliocène) ou à la rigueur argilo-siliceux. Il s'adapte également à d'autres sols, même s'ils ne sont pas pourvus de calcaire assimilable. De plus, il a une peur des terrains calcaires et argileux.

Le système racinaire juvénile du chêne-liège est composé d'un seul pivot et d'un système racinaire traçant (**Sauvage, 1961**). La saison sèche, bien éloignée du sol argileux humide, surprise celui-ci, ce qui provoque le dessèchement des jeunes plants (**El Hassani et Dahmani, 1996**).

D'après Villemant (2005), les facteurs limitant les semis de chêne-liège sont :

- Une alimentation en eau du sol limitée pendant l'été.
- Un manque de magnésium et une surabondance de potassium.
- Une forte pente qui favorise le ruissellement et le décapage de la couche superficielle du sol, ce qui nécessite une régénération

En ce qui concerne la température, *Quercus suber* est une espèce assez thermophile, spécifiquement adaptée aux types de bioclimats humides et subhumides, voire semi-aride en cas de compensation hydrique (nappe phréatique ou forte humidité de l'air) (El antry tazi et al., 2008). Il requiert une température douce, avec un maximum de 13°C à 18°C. Il ne supporte pas les gelées de -9°C pendant une période prolongée (1 à 2 jours) (Boudy, 1952).

Quant à leur besoin de lumière, le chêne-liège est une essence héliophile, ce qui nécessite une insolation élevée. Selon les recherches de Frochot et Levy (1986), une augmentation de l'éclairage entraîne la levée de dormance d'une partie du stock de graines au sol et favorise une photosynthèse efficace. D'après des observations mesurées, il est confirmé que la survie des semis et leur croissance augmentent considérablement avec l'éclairage relatif (Chollet, 1997).

L'humidité est un facteur limitant, car même si le chêne-liège est xérophile, il exige une humidité atmosphérique d'au moins 60 % même en saison sèche (Cantat et al., 2005). L'arbre présente une grande résistance aux précipitations. Il a une moyenne annuelle de 441 à 1700 mm et nécessite une humidité atmosphérique élevée, en particulier en saison sèche. Cette condition ne se rencontre que dans les environs de la mer en zone méditerranéenne, mais jusqu'à 200 à 300 kilomètres des côtes atlantiques (El Antry Tazi et al., 2008). Selon Maire (1926), le *Quercus suber* ne se développe que dans les régions où les précipitations sont abondantes (600 mm). D'après Zeraia (1981), la quantité de pluie pendant l'été est l'élément le plus crucial pour la reproduction du chêne-liège.

#### 2.2.4 La croissance

Le chêne-liège a une croissance rythmique, marquée par des vagues appelées « flush » (Alatou, 1992). La temporalité se manifeste par une alternance de périodes d'allongement de la tige et de repos du bourgeon apicale. La variation de la longueur des entre-noeuds et du nombre d'ensembles foliaires formés par unité de temps est connue sous le nom d'expression spatiale, reflétant le rythme de dégagement des feuilles et la morphogenèse de ces ensembles, qui sont :  
les premières pièces foliaires développées sur l'axe caulinaire sont appelées ensembles foliaires à stipules écailleuses, les feuilles lobées du chêne sont des ensembles foliaires à

limbe assimilateur spécifié et les groupes de feuilles avec un limbe avorté spécifié : ces groupes entourent le bourgeon terminal écailleux à la fin d'une vague de développement (Alatou, 1994).

## **2.2.5 Régénération**

Trois types de multiplication de l'espèce sont possibles:

### **2.2.5.1 Régénération naturelle (semis naturel)**

Dans toute l'Algérie, la régénération par semi-naturel est insuffisante en raison de l'absence de sylviculture. Étant une espèce de lumière, à tous les stades de son développement, le jeune semis issu d'un gland présente des difficultés à supporter le couvert végétal et finit par disparaître à l'ombre de ses alliés (Varela et Piazzetta, 2014).

### **2.2.5.2 Régénération par rejet de souche**

Les souches peuvent rejeter et produire des rejets vigoureux jusqu'à un âge très avancé (75 à 80 ans), en fonction des conditions environnementales (Cemagref, 1983). Il semblerait que le chêne-liège drageonne sur des racines superficielles qui ont été traumatisées. Selon Varela et Piazzetta (2014), le chêne-liège possède une capacité remarquable à rejeter vigoureusement après un recépage, mais cette méthode est peu répandue en Algérie en raison du manque d'informations sur ses capacités de produit.

### **2.2.5.3 Régénération assistée (semis directes et plantation)**

Selon Ait Saidi et Souki (2018), le gland de chêne-liège dispose de réserves adéquates pour faire face aux diverses conditions climatiques. Cependant, cet avantage est contre-productif car il offre une protection exceptionnelle à certains prédateurs tels que le sanglier et les rongeurs. En Algérie et dans le pourtour méditerranéen, les plantations de chêne-liège présentent également des problèmes en raison de la non maîtrise des techniques d'élevage de plantes en pépinière. Le principal problème rencontré par les pépiniéristes est l'enroulement des racines latérales et la croissance rapide du pivot, ce qui entraîne le chignon lorsqu'il atteint le fond du sachet, avant même l'apparition de la tigelle dans les pépinières au sol (Birem, 2020).

## **2.2.6 Les cause du dépérissement**

Selon Bouhraoua (2003), les problèmes de santé des subéraies en Algérie remontent au début du siècle, après l'émergence du phénomène de dépérissement dans toute l'Ouest du pays, notamment sur les jeunes sujets (moins de 15 ans) et les arbres adultes. Aujourd'hui, la plupart des subéraies algériennes sont en mauvais état et une grande partie est encore en danger de disparition (Messoudene, 2000).

Le déclin peut être attribué à la combinaison de trois catégories de facteurs :

a- Les facteurs prédisposants : les peuplements vieillissants, récemment incendiés en exposition sud ou sur des stations à réserve d'eau trop faible sont caractérisés (**Vennetier, 2012**).

b- Les facteurs déclenchants : les périodes de sécheresse estivale qui ont eu lieu ces dernières années ont grandement affaibli les arbres qui sont relativement exigeants en eau (**Varela, 2008**).

c- Les facteurs aggravants : les facteurs prédisposants et/ou déclenchants ne sont pas responsables de la détérioration des arbres à eux seuls. Il faut qu'il y ait des éléments aggravants comme les insectes, les champignons ou l'homme (par un démasclage mal fait qui peut causer des blessures à la mère, des techniques de culture médiocres ou des levées excessives) (**Gillmann, 2010**).

## **2.2.7 Les ennemies**

### **2.2.7.1 Les insectes**

Le chêne-liège est principalement attaqué par le grand capricorne (*Cerambyx cerdo L*), qui s'attaque au bois du tronc et des branches, le bombyx disparate (*Lymantria dispar L*) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui s'attaque aux feuilles et aux bourgeons, le carpocapse des glands (*Cydia fagiglandana*), la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*) (**Chakali et al., 2002**).

### **2.2.7.2 Les champignons**

En général, ils causent des dommages aux feuilles et au bois, comme la truffe, *Armillaria* et *Polyporus* (**Merouani et al., 2005**).

### **2.2.7.3 L'incendie**

Le chêne-liège est la plus résistante aux incendies. Selon **Varela (2008)**, les arbres exploités ont une résistance accrue au feu (à moins que le feu ne survienne juste après le démasclage), car le liège, l'un des tissus végétaux les plus isolants, renforce la résistance du chêne-liège face au feu. Selon **Mezali (2003)**, la superficie de la forêt de chêne-liège touchée par les incendies en Algérie s'élève à 90 987,39 hectares, soit 31,66 %.

## **2.2.8 Importance économique du liège**

Le chêne-liège est, du point de vue économique, l'essence forestière la plus importante d'Afrique du Nord en raison de la qualité, de la valeur de son écorce et de son bois (**Boudy, 1952**). Son écorce (liège) peut être utilisée dans divers secteurs tels que la fabrication de bouchons, de panneaux d'agglomérés et d'isolation, ainsi que pour la décoration, le revêtement et divers articles. Il renferme du tanin employé dans le domaine du tannage. Sa matière

première est utilisée pour la construction de traverses de chemin de fer, de tonneaux et d'autres utilisations en menuiserie. Il s'agit d'un bois compact rouge clair.

## 2.3 Chêne-zeen

Le chêne-zeen ou chêne des Canaries. *Quercus faginea* est une espèce de chêne de la famille des Fagacées, originaire du Sud du Portugal, de l'Espagne, de la Tunisie, de l'Algérie et du Maroc, qui n'est pas (ou n'est plus) présente aujourd'hui dans les îles Canaries. Il est beaucoup plus commun en Afrique du Nord, où il représente la plupart des forêts semi caducifoliées situées en bord de mer, dont la Kabylie (Algérie) (Quésel et Médail, 2003).

### 2.3.1 Aire de répartition du Chêne-zeen

#### 2.3.1.1 Aire de répartition mondiale

Le chêne-zeen n'a d'aire mondiale que sur la rive sud-occidentale du bassin méditerranéen. Elle couvre la Perse et l'Arménie, la Péninsule ibérique et l'Afrique du Nord. Cependant, il manque considérablement dans la région intermédiaire qui englobe la France, l'Italie, la Sardaigne, la Corse et les Baléares (Boudy, 1950 ; Rol et al., 1968).

#### 2.3.1.2 Aire de répartition en Algérie

Le chêne-zeen est présent partout où le chêne-liège est présent, de la zone subhumide à humide. Elle est présente en Oranie, dans les monts de Tlemcen (le massif forestier de Hafir-zarieffet) et dans les forêts de Teniet El Had (Tissemsilte) (Aimé et al., 1986). Cependant, les massifs les plus importants se trouvent à Tizi Ouzou (Akfadou, Béni-ghobri et Tamgout), ainsi que dans les régions de l'est telles que les forêts de Tamentout (Sétif), de Guerrouch (Jijel), de l'Edough (Annaba), de Béni-Salah, d'El-Kala et de Souk-ahras (Boudy, 1950 ; Benmecherie, 1994).

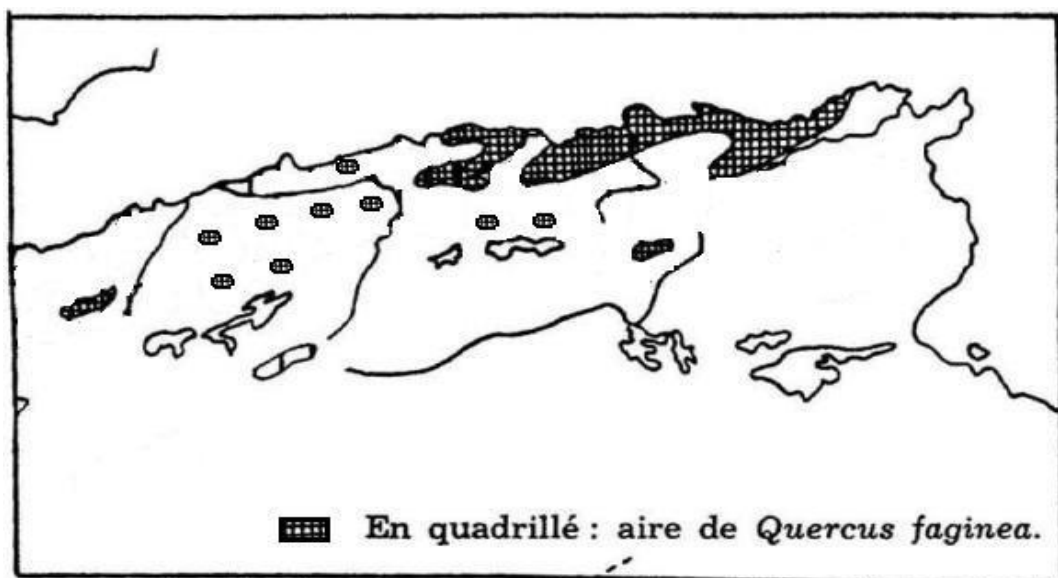


Figure.14 : Aire de répartition du chêne-zeen en Algérie (Quésel et Santa, 1962)

### 2.3.2 Caractère botanique

Le chêne-zeen est une grande diversité. Il s'agit d'un arbre de grande taille, pouvant atteindre 30 mètres. Sa hauteur de fût en bois d'œuvre est de 20 mètres (**Oussaid, 2016**).

Une circonférence Une longueur de 6 mètres et plus, avec une cime bien développée et un couvert fin. Son système d'enracinement est solide et sa durée de vie dépasse les 300 ans. Elle présente une écorce profondément fissurée de couleur sombre (**Belkessa et Guechetouli, 2023**).

Feuilles caduques tombant tard au début du printemps. Quelques feuilles peuvent être conservées en hiver. Elles sont très variées en forme et en taille, d'un vert foncé et glabres sur la face supérieure, glabres ou tomenteuses sur la face inférieure. Elles peuvent être ovales ou lancéolées et avoir une base plus ou moins auriculée (**Aoudjit, 2006**). Le limbe est constitué de 10 à 12 lobes mucronés, régulières, arrondies ou obtus. La face inférieure présente des nervures principales saillantes, de longueur 5 à 20 cm et de largeur 4 à 12 cm (**Mechergui et al., 2002**).

La maturité annuelle des glands subsessiles est de 1,5 à 4 cm de long sur 0,8 à 1,8 cm de diamètre, avec une cupule hémisphérique qui enveloppe 1/5 à 1/3 de leur longueur, avec des écailles lancéolées, planes imbriquées et longues (**Battandier et Trabut, 1890 ; Boudy, 1950 ; Maire, 1961 ; Quézel et Santa, 1962 ; Bossard et Cuisance, 1986 ; Messaoudéne, 2000**).

Le bois a une masse volumique de 0,924 et est nerveux, d'un jaunâtre quelquefois rosé. Il a tendance à s'échapper, à se développer et à se décomposer en séchant (**Boudy, 1950 ; Jacamon, 1987**). L'écorce contient une grande quantité de tanin utilisé dans la production de produits cosmétiques et principalement dans le tannage du cuir (**Chouiheb et al., 2020**).

### 2.3.3 Exigence en altitude et en exposition

Les exigences écologiques du chêne-zeen sont très rigoureuses et il ne se développe que dans les stations humides. L'altitude idéale pour lui est comprise entre 1000 et 1600 mètres et peut atteindre 1800 mètres (**Battandier et Trabut, 1890 ; Boudy, 1950 ; Zeraia, 1980 ; Messaoudéne, 1996**). Leur altitude minimale varie de 700 à 800 mètres, mais ils peuvent parfois atteindre le bord de la mère.

### 2.3.4 Exigences édaphiques

Le chêne-zeen n'a pas à s'intéresser à la composition physico-chimique du sol. Selon Bouazza (**2021**), il préfère les sols relativement frais, légèrement perméables et sableux.

### 2.3.5 Exigences et conditions climatiques

Le chêne-zeen est très exigeant au point de vue climatique, ce qui a fortement réduit son aire de répartition. Il ne vit que dans les régions à fortes précipitations avec une tranche pluviométrique d'au moins 800 mm. La température moyenne lui convenant est de 15°C. à 16°C., il supporte des froids de -8°C à -10°C. Et ne prend son plein développement qu'à l'exposition Nord et dans les zones recevant 100mm comme Kabaylie, Edough et El kala. **(Boudy, 1950 ; Zeraia, 1980).**

***Etage bioclimatique*** : variantes tempérée et fraîche du bioclimat humide **(Laribi et al., 2008 ; Serbouh, 2021)**, subhumide frais et l'humide chaud **(Zine El Abidine, 1987)**.

***Température*** : Il résiste à des températures inférieures à -8°C ; la température moyenne qui lui convient est d'environ 15 °C **(Deffous et al., 2012)**.

***Pluviométrie*** : Selon Boudy (1955), de 800-1000 mm.

***Etagement altitudinal*** : Les zones les plus peuplées se situent entre 1000m et 1600m **(Alatou, 1984)**.

***Exposition*** : Nord **(Messaoudene et al., 2007)**.

***Etages de végétation*** : Selon Quézel et Medail **(2003)**, dans le supra méditerranéen

***Sol*** : Indépendamment de la composition chimique du sol. Les grés numidiens sont ses préférés (sols bruns lessivés, profonds, perméables et légèrement acides) **(Serbouh, 2021)**.

***Tempérament*** : Elle est la seule essence sciaphile, moins solide et plus plastique que le chêne **(Boudy, 1955)**.

### **2.3.6 Multiplication**

Selon **Boudy (1950)**, le chêne-zeen est largement cultivé par semis et par rejets de souches. D'après le même écrivain, c'est la seule espèce prédominante en Afrique du Nord pour laquelle ces deux modes de régénération puissants jouent en même temps et à pleine mesure pour assurer la persistance des arbres.

### **2.3.7 Les ennemis**

***Les incendies*** : peu vulnérables

***Les insectes*** : les principaux ravageurs du chêne-zeen sont coléoptères (bostryches et longicornes), le *C. heros*, *L. dispar* et le *T. viridana*.

***Maladies cryptogamiques*** : Selon **Okkacha (2014)** signalée la présence des polypores (*Fomes fomentarius*).

***Les champignons*** : La maladie de la plaque (une perturbation physiologique du cambium) et l'*Hypoxylon sertatum* (un envahissement du liber).

## 2.4 Présentation des galles et des insectes gallicoles

On connaît les galles depuis l'antiquité, mais c'est Marcello Malpighi, un médecin, anatomiste et botaniste italien (1628-1694), qui a découvert en 1675 que les larves présentes dans les galles sont à l'origine de celles-ci. Environ 13000 espèces d'insectes, appelés galligènes ou cécidogènes, forment des galles ou des cécidies connues à travers le monde. Il faut ajouter à ce nombre tous les acariens, les champignons et autres organismes cécidogènes, ce qui signifie que le nombre total d'organismes susceptibles de former des galles doit dépasser les 20000 (**Dauphin 2014**).

L'étude des galles ou cécidies végétales est la tâche de la cécidologie. Elles sont principalement fabriquées par des arthropodes, en particulier les insectes. Le naturaliste de terrain et l'observateur curieux de biologie d'écologie et d'éthologie sont très intéressés par les insectes inducteurs de galles (**Gimingham, 1969 ; Mani, 1966 ; Weis, 2000**).

Les espèces galligènes sont présentes dans différents ordres d'insectes, mais les gallicoles les plus complexes et les plus variées sont celles de l'ordre des Hyménoptères et de la famille des Cynipidae. La tribu des Cynipini est l'une de celles qui entraînent des galles sur les chênes. En général, ces galles sont très apparentes et leurs formes complexes peuvent étonner le naturaliste. Ces galles altèrent l'aspect et la forme des arbres, mais ne sont généralement pas gravement néfastes pour leur vigueur. Ce chapitre offre un bref aperçu des galles et de leurs inducteurs, ainsi que des Cynipidae des chênes (**Pujade-villar, 1991 ; Dauphin, 2014**).

### 2.4.1 Notion de galle ou cécidie

Une galle, également appelée cécidie, est une végétation qui se forme à partir d'une croissance anormale de la plante. On la définit également comme le résultat de l'interaction entre deux organismes distincts ou deux patrimoines génétiques indépendants qui entrent en interaction intime localement (**Mani, 1964 ; Dajoz, 1980 ; Pujade-Villar et Nieves-Aldrey, 1986 ; Mayer, 1987 ; Shorthouse et Rohfritsch, 1992 ; Dauphin, 1994, 1998**).

Les formations produites par un organisme parasite, comme les virus, les bactéries, les champignons, les nématodes, les acariens ou les insectes, sont appelées galles (**Mani, 1964 ; Meyer, 1987**). De plus, c'est la plante qui doit commencer à croître en réponse à l'attaque du parasite. Ce développement diffère en fonction de la physiologie nutritionnelle ou du mode d'action employé par le parasite pour exploiter son hôte (**Mani, 1964 ; Meyer, 1987**).

Cependant, ce sont les parasites qui régulent le développement de la galle et s'ils meurent avant la maturation de celle-ci, sa croissance sera interrompue (**Stone et Schönrogge, 2003**).

## 2.4.2 Position systématique des gallicoles

Les insectes qui produisent les galles sont appelés les cécidogènes ou galligènes. Plus de 14 000 espèces sont présentes et interagissent avec la plante à travers des processus alimentaires ou des processus liés à la ponte en produisant des galles. Ils sont abondamment répartis dans différents ordres (**Ronquiste, 2015**).

## 2.4.3 Les plantes-hôtes

Les insectes galligènes sont plus de 90 % dicotylédones et la majorité ne s'attaquent qu'à trois familles : Rosacées, Asteracées et Fagacées. En Europe, les galles touchent près de 50 % des Fagacées et les chênes sont de loin les plus gravement et les plus variés. Les galles touchent la majorité (80 %) des feuilles, 20 % des tiges, 10 % des bourgeons et 5 % des autres organes (fleurs, fruits, racines) (**Dajoz, 1980**).

Lors des piqûres de ponte, l'insecte galligène pond un œuf sur ou dans la plante-hôte, ce qui entraîne une réaction de défense du végétal contre cette attaque. L'apparition des galles n'est pas expliquée par une simple action mécanique (morsures de nutrition, piqûres de ponte de la femelle). L'action chimique des sécrétions et des excréments du parasite est souvent responsable de cette formation (**Dajoz, 1980**).

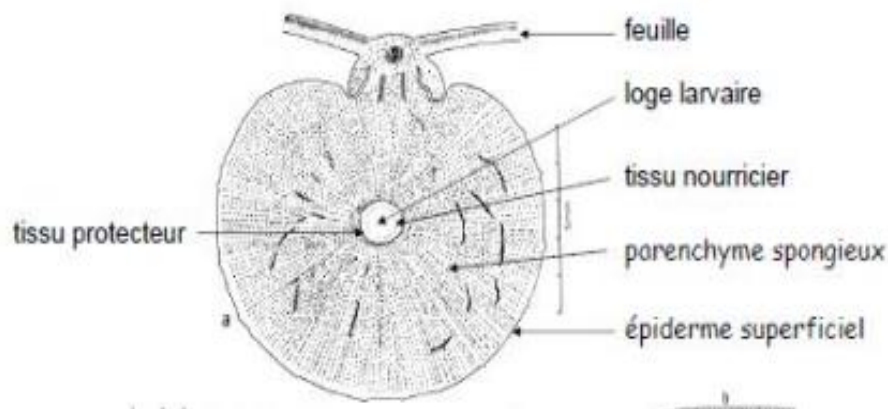
En effet, toutes les substances sécrétées par la larve et les enzymes salivaires produites lors de la nutrition de la larve provoquent des changements dans les substances végétales de croissance telles que les hormones. La cécidogénèse, c'est-à-dire la création de la galle ou de la "tumeur végétale" à partir des tissus de la plante, est causée par cette modification (**Pujade-Villar, 2004**).

## 2.4.4 Structure des galles

Les insectes cécidozoaires, pour la plupart, sont très spécifiques non seulement à l'espèce de la plante-hôte, mais aussi à l'organe en question (**Shorthouse et Rohfritsch, 1992**). La structure des galles, souvent complexes, est très bien structurée en fonction de la manifestation du patrimoine génétique de l'espèce végétale en question, ainsi que de l'éveil et de l'évolution de cette morphogénèse qui est entièrement et exclusivement liée au comportement de l'insecte inducteur (mère pondeuse ou larve locataire de la galle). D'après les recherches menées par **Grasse (1951) et Dajoz (1980)**, la composition des galles des Cynipidae est extrêmement complexe (Figure 15). Les tissus suivants sont identifiés de l'intérieur vers l'extérieur:

- Un tissu alimentaire qui entoure la larve qui la consomme.
- Un film protecteur en forme de lignes constitué de cellules à parois épaisses.

- Un tissu spongieux qui représente la majeure partie de la galle.
- Enfin, une peau superficielle avec des éléments dépendants (poils, épines, etc.).



**Figure. 15:** Coupe transversale de la galle de Cynips (**Dajoz, 1980**).

#### 2.4.5 Formation des galles ou cécidies

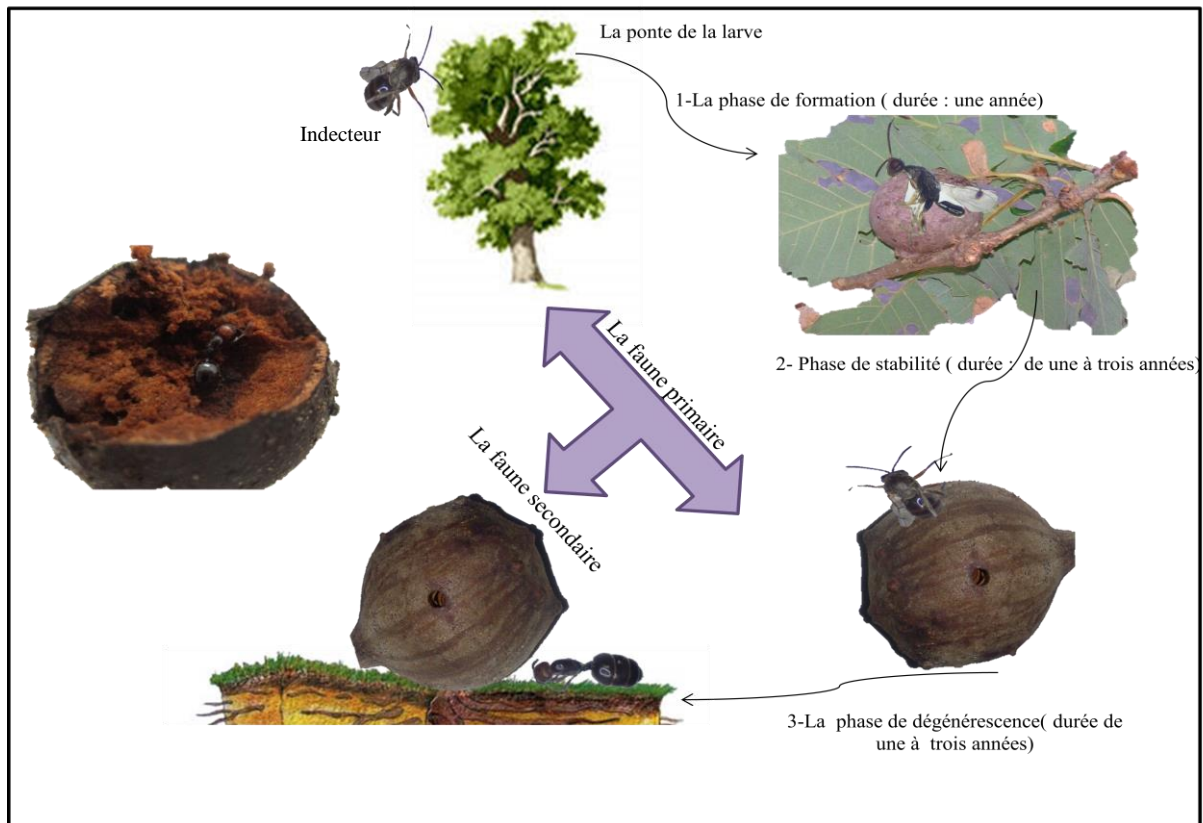
On connaît très peu le processus de formation des galles. Il reste encore à mener des recherches. En effet, Selon **Folliot *et al.*, (2004)**, ils estiment qu'il y a un contrôle génétique complexe impliqué dans la création de ces structures déformantes causées par les insectes, car leur localisation et leurs caractéristiques (taille et forme) sont si constantes que nous pouvons identifier l'organisme inducteur uniquement en les visualisant.

D'après **Torossian (1971)**, la formation de la cécidie des galles de cynipidae gallicoles de chêne se déroule en plusieurs étapes :

- A- Phase de formation (environ une année). Cette étape commence par la piqure de la femelle cynipidae et la ponte de l'œuf. Toute cette période se termine par l'éclosion de l'imago, la galle est aérienne (c'est la période d'évolution larvaire du cynipidae).
- B- État de stabilité (durée : environ une à trois ans). La galle se dessèche entièrement après l'éclosion et le départ du Cynipidae, mais sa structure ne change pas pendant toute cette période. Deux phases peuvent être distinguées, selon :
- 1- La permanence de la galle sur l'arbre : c'est la période aérienne.
  - 2- Ou que la galle tombe sur le sol (sur lequel elle reste avant que sa structure ne soit complètement altérée) : c'est la période de la terre.
  - 3- Phase de dégradation (durée : environ une à deux ans).

Enfin, En raison de l'influence des agents extérieurs (principalement), la galle à terre se décompose lentement et s'incorpore à l'humus après sa "décomposition".

De la formation à la disparition totale de la galle, l'évolution complète se fait donc en 3 à 6 ans.



**Figure.16:** Schéma représentant l'évolution des galls de Cynipidae (*Andricus quercustozae*) et leurs faune (Photo personnel).

#### 2.4.6 Les Faune des galles

Il arrive parfois que la galle soit perçue comme un écosystème ou un microhabitat où s'installent fréquemment, en plus des larves cécidogènes, d'autres occupants très divers (**Dajoz, 1980 ; Weiss, 2000 ; Pujade-Villar, 2004**). En effet, il y a encore un espace libre lorsque l'organisme gallicole a achevé son évolution dans la galle (Figure.17).

La description des différentes étapes naturelles du processus de formation des galls peut à son tour servir de fondement pour caractériser les diverses faunes d'insectes que nous proposons donc d'appeler :

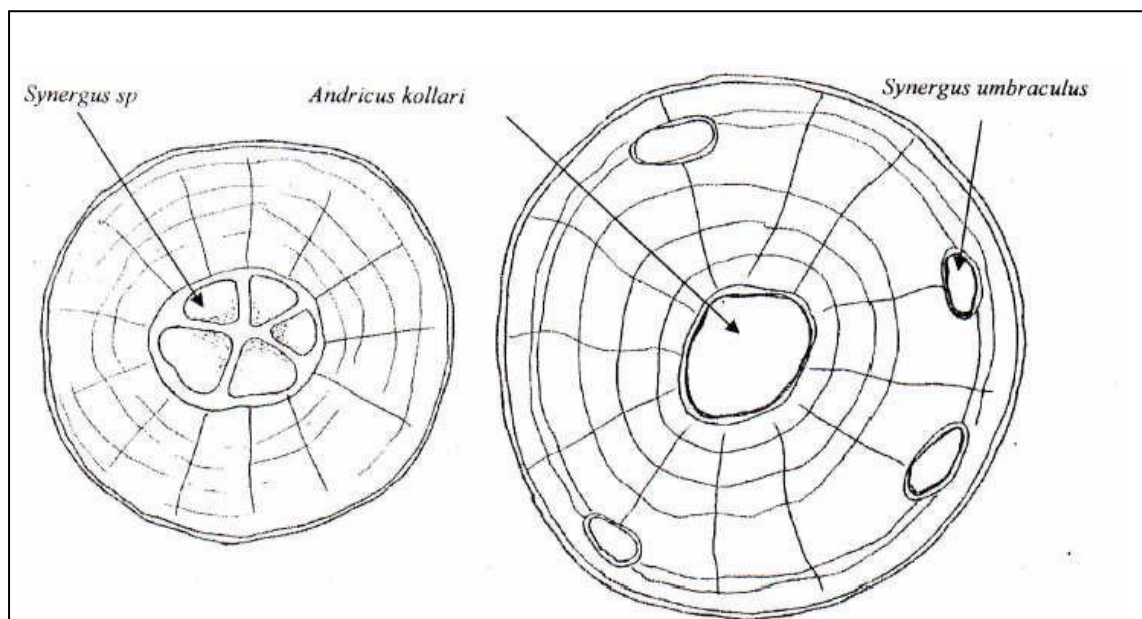
**2.4.6.1 Les inducteurs :** sont des organismes qui provoquent la formation des cécidies sur les chênes cibles (**Torossian, 1971**).

**2.4.6.2 La faune primaire :** elle est représentée par des organismes vivant au durant des galls des autres inducteurs, aux quels s'ajoutent tous les cortèges de parasites et d'inquilins qui les détruisent de manière directe ou indirecte sur la galle. Les insectes de la superfamille des Chalcidoidea, avec les familles des Pteromalidae, Eurytomidae,

Ormyridae, Eulophidae, Torymidae et Eupelmidae, forment le premier groupe (**Pujade-villard, 1991**). le deuxième groupe est constitué d'insectes de la famille Cynipidae et de la tribu Synergini qui attaquent directement ou indirectement les inducteurs. Cette faune est présente tout au long de la formation initiale de la galle (**Torossian, 1971**).

**2.4.6.3 La faune secondaire :** La galle est un arbi ou un refuge (permanent ou temporaire) pendant toute la période de stabilité, car elle peut être une source de nourriture pour une multitude d'animaux aux stades larvaires ou adultes, ou les deux à la fois. On pourra identifier deux types de faune secondaire : une faune arboricole (phase aérienne de la galle) et une faune terricole (phase terricole de la galle) (**Torossian, 1971**).

**2.4.6.4 La faune tertiaire :** Elle ne se compose que d'animaux endogés ou épigés, très-imparfaitement connus, que l'on trouve généralement dans les soles forestières (**Torossian, 1971**).



**Figure. 17:** La coupe de la galle d'*Andricus hispanicus* révèle l'emplacement des larves cécidogènes et les inquilins (**Askew, 1961**).

#### 2.4.7 Systématique

Selon **Ronquist et al., (2015)**, les gallicoles des chênes sont des hyménoptères de la super-famille des Cynipoidea, qui regroupe des espèces qui se comportent généralement comme des parasites ou des hyperparasites d'autres insectes, et surtout comme des véritables galligènes. Elles appartiennent à la famille des Cynipidae. Elle est constituée de 12 tribus :

Synergini, Aylacini, Diplolepidini, Eschatocerini, Pediaspidini, Paraulacini, Qwaqwaiini, Cynipini, Aulacideini, Phanacidini, Diastrophini et Ceroptresini.

## 2.5 Examen de la situation sanitaire des subéraies

Entre 20016 et 2019, une période d'observation de trois ans a été consacrée à l'étude approfondie de la situation des subéraies de séraïdi dans deux sites, à savoir Bourouaga et Dar Smair, grâce à un réseau de surveillance permanent.

Après avoir démasqué les arbres, on peut évaluer la santé du chêne-liège de manière globale. Cela peut être un facteur influençable et favorable à l'installation de certains pathogènes, ce qui peut entraîner le dépérissement (**Adjami, 2016**). Dans cette situation, nous effectuons une évaluation de l'état sanitaire de nos subéraies en utilisant les relevés dendrométriques et d'exploitation qui caractérisent nos arbres échantillons. Nous prenons également en compte chaque aspect de l'arbre, tels que l'état de la cime, l'évaluation de l'état du tronc et l'état des feuilles.

Cette étude débute avec des observations sur le terrain, en sélectionnant 50 arbres démasclés dans deux sites différents. Les arbres échantillons sont choisis sans prendre en considération leur état sanitaire apparent. Dès le premier arbre identifié dans le peuplement, les autres arbres ont été choisis en utilisant la méthode du voisin le plus proche (**Bouhraoua, 2003**). Chaque arbre choisi a été numéroté à l'aide d'une peinture blanche sans danger. Lorsqu'il y a plusieurs brins dans l'arbre d'un taillis, nous n'avons retenu pour chaque cépée que la plus grande. Par la suite, les observations visuelles et les mesures réalisées sont enregistrées sous forme de classes et une deuxième observation détaillée est réalisée au laboratoire afin d'évaluer l'état des feuilles.

### 2.5.1 Relevés caractéristiques des arbres

**2.5.1.1 Relevés dendrométriques:** Selon **Bouhraoua (2003)**, ils évaluent la croissance des arbres en prenant en compte la circonférence du tronc à 1,30 m du sol (mesurée au mètre ruban), la hauteur de l'arbre (estimation visuelle) et la hauteur des premières branches.

**2.5.1.2 Relevés d'exploitation:** Ils mettent en évidence la qualité de l'exploitation du liège. La mesure de la hauteur d'écorçage de la dernière levée est incluse, ainsi que le nombre d'écorçages (en prenant en compte le nombre de couches de liège visibles), la circonférence à hauteur d'homme (1,70m) et le coefficient de démasclage « Cd ». On peut obtenir cet indice en multipliant la hauteur démasclée par la circonférence à hauteur d'un individu.

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

## 2.5.2 L'examen de la cime

La réalisation d'une observation automnale (fin septembre et début octobre) permet d'évaluer la réaction des arbres face à certaines conditions écologiques défavorables de l'été. L'étude de la cime révèle deux symptômes majeurs : la défoliation (la perte de feuilles) et la décoloration (coloration anormale) (Landmann, 1988 ; Bonneau et Landmann, 1990), qui sont le plus souvent perçus comme des signes, plutôt que comme de véritables indicateurs de vitalité.

### 2.5.2.1 La défoliation

Traduit la possibilité de perdre des feuilles dans la partie fonctionnelle de la fondation. Sa notation est basée sur l'analyse de la ramification d'abondance et l'état physiologique des branches et des rameaux (Bouhraoua, 2003). La perte des feuilles est estimée en divisant la cime de l'arbre en zones homogènes, en calculant les pertes par zone et en établissant la note. Les diverses notes obtenues sont regroupées en cinq grandes classes (Tableau 11).

**Tableau.11:** Classes de notation de la défoliation et les principales catégories d'arbres atteints (Bouhraoua *et al.*, 2002).

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

### 2.5.2.2 La décoloration:

Traduit une variation par rapport à la couleur traditionnelle du feuillage du chêne-liège (vert foncé lustré). On l'évalue en fonction du feuillage présent. Pour évaluer la décoloration, on utilise la méthode suivante : L'houpier est divisé en quatre zones égales, on évalue la

proportion de feuillage anormal dans chaque zone et on combine les quatre zones pour établir la note (Tableau.12) (Bouhraoua, 2003).

**Tableau12.:** Classes de décoloration des feuilles.

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

**2.5.2.3 L'indice de dépérissement (ID):** L'état général du peuplement peut être directement exprimé à partir de l'ensemble des arbres pris individuellement (Bouhraoua, 2003) (Tableau.13).

$$ID = \frac{(n1. P1) + (n2. p2) + (n3. p3) + (n4. p4)}{N}$$

$N_i$  : Nombre d'arbres de la classe  $i$ ,  $P_i$  : Poids de la classe  $i$  (1 si  $i = 1$ , 2 si  $i = 2$ ),  $N$  : Effectif total d'arbres observés dans la station.

Ainsi, nous distinguons 3 niveaux de dépérissement en fonction des valeurs obtenues (Tableau.13).

**Tableau.13:** Les différents catégories de dépérissement du peuplement du chêne-liège en fonction de l'indice de dépérissement (ID).

Indice de dépérissement (ID)	Statut sanitaire
<b>ID &lt; 1,5</b>	Non dépérissant ou sain
<b>1,6 &lt; ID &lt; 2,0</b>	En début de dépérissement
<b>2,1 &lt; ID &lt; 2.5</b>	En dépérissement assez grave
<b>ID &gt; 2,6</b>	En dépérissement grave ou fortement dépérissant

### **2.5.3 L'examen du tronc**

Il implique des observations visuelles à une hauteur inférieure à 3 mètres. On réalise ces observations à l'automne (**Bouhraoua, 2003**). On peut évaluer l'état du tronc en examinant l'écorce. On examine et décrit le tronc de chaque arbre en utilisant plusieurs paramètres résumés dans le Tableau 14.

#### **2.5.3.1 L'examen de l'écorce :**

Il s'agit des crevasses (partie du tronc manquante correspondant au bois altéré). Toutefois, la proportion de surface détruite est calculée en fonction de la surface totale de la partie du tronc observée. La proportion obtenue a été enregistrée en utilisant une notation. Ces deux paramètres sont déterminés en utilisant des classes.

En ce qui concerne les agents biotiques, nous avons étudié leur présence : les trous d'insectes xylophages, les écoulements de différentes couleurs transparentes, ainsi que les champignons. Les suintements noirâtres causés par le charbon de la mère (*Hypoxylon mediterraneum*) sont d'origine fongique. Par la suite, on observe l'intervention de l'homme qui se manifeste par le déliègeage illicite, les blessures et les traces d'incendies (Tableau 14).

La qualité de la couche de liège ainsi que la proportion de surface productive dégradée ont également été prises en compte. La qualité du liège est jugée à l'œil nu et au toucher par sa texture extrême et par la difficulté avec laquelle il se détache de la couche mère : un liège est déprécié quand il est sec et se détache facilement par fragmentation. D'un autre côté, un liège sain est flexible et s'attache parfaitement à la mère (**Bouhraoua, 2003**).

**Tableau.14** : Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc (**Bouhraoua, 2003**).

<b>1.2 Descripteurs</b>	<b>Notes</b>	<b>Signification des notes</b>
Présence de crevasses	1 - 4	1 (aucune), 2 (faible : 1- 10% de surface crevassée) 3 (moyenne; 11- 25%), 4 (forte : > 25%)
Proportion de la surface du liège déhiscent (%)	1 - 6	1 (nulle), 2 (1- 10%),3 (11- 25%), 4 (26- 50%), 5 (51- 75%),6 (> 75%)
Suintements noirâtres	1 - 4	1 (aucune), 2 (faible), 3 (moyen), 4 (important)
Trous d'insectes xylophages	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
Action de l'Homme	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)
la qualité de la couche du liège	1-2	1(mauvaise) , 2 (bonne)
Champignons	1 - 2	1 (absence), 2 (présence)

### **2.5.3.2 Analyse statistique (AFC)**

Pour étudier les relations entre les différents descripteurs utilisés dans l'étude phytosanitaire des forêts du chêne-liège, il est nécessaire de déterminer les principaux facteurs qui influencent l'état de ces subéraies, en utilisant principalement l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

### **2.5.4 L'examen des feuilles et des rameaux**

Au niveau de la partie inférieure de chaque arbre, 4 rameaux feuillés de 10 cm ont été choisis en fonction des 4 points cardinaux, à raison d'un rameau par direction. Les rameaux ont été examinés en laboratoire dans le but de mesurer les dommages causés par les agents biotiques.

Au laboratoire, les feuilles des rameaux prélevés des arbres échantillons ont été séparées. Il y a plus de 1000 de ces dernières pour chaque essence. Afin d'évaluer leur état de santé, les feuilles ont été placées dans des boîtes en plastique avec des étiquettes (feuilles saines, attaquées, nécrosées, galles, attaquées et nécrosées, attaquées et présentant des galles, nécrosées et présentant des galles, attaquées, nécrosées et présentant des galles).

### 2.5.4.1 Biométrie des feuilles

Par la suite, afin d'analyser la biométrie des feuilles, les feuilles ont été réparties en fonction de leur état et leur longueur et leur largeur ont été mesurées. Ensuite, la surface foliaire a été calculée en utilisant la formule de Moneville (1944):

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

### 2.5.4.2 Etude des feuilles attaquées et nécrosées

Dans le cas des feuilles attaquées et nécrosées, nous avons identifié 4 catégories qui reflètent le taux de dommages aux feuilles (Tableau. 15).

**Tableau. 15:** Classes de notation des feuilles endommagées par les phyllophages et par les nécroses (Bouhraoua et Villemant, 2005).

Classes	% des feuilles endommagées
C1	1-10%: feuilles faiblement endommagées
C2	10-30%: feuilles moyennement endommagées
C3	>30-50%: feuilles endommagées
C4	>50%: feuilles fortement endommagées

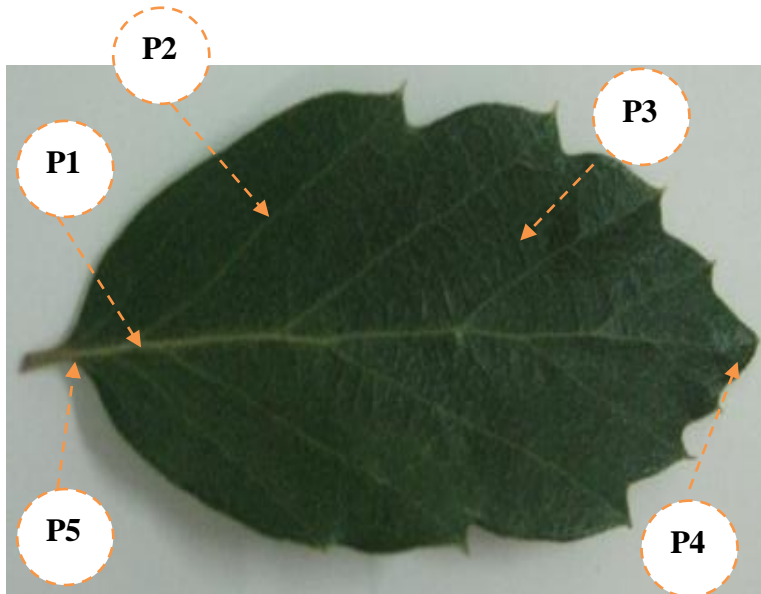
### 2.5.4.3 La Nature de l'attaque des feuilles

En ce qui concerne la mesure des dommages causés aux feuilles attaquées par les phyllophages, le taux des feuilles attaquées a été évaluée en décapéuses, en perforation et les deux au même temps. Il y a une autre étude sur les feuilles à galles, qui permet d'évaluer la répartition du nombre de galles par feuille selon des classes (Tableau.16).

**Tableau. 16:** Classes de notation du nombre de galles par feuille (Adjami *et al.*, 2017).

Classes	Nombre de galles/ feuille
C1	5-10 G
C2	>10-15 G
C3	>15-20 G
C4	>20-40 G

Ainsi nous avons évalué les diverses espèces gallicoles présentes et nous avons également établi le pourcentage d'espèces qui coexistent sur la même feuille. De plus, on effectue une étude sur la position des galles au niveau des feuilles, que ce soit de manière individuelle ou en collaboration.



**Figure. 18:** Le positionnement des galles sur le limbe : **P1** : au niveau du nerf principal, **P2** : au niveau du nerf secondaire, **P3** : située entre les nervures, **P4** : a l'extrémité de la feuille, **P5** : au début de la feuille (Photo personnel).

Nous avons aussi évalué les diverses espèces gallicoles présentes et nous avons également établi le pourcentage d'espèces qui coexistent sur la même feuille.

### 2.5.5 La faune des insectes phyllophages

#### 2.5.5.1 Sur terrain

Suite aux résultats obtenus concernant la santé des feuilles du *Q. suber* et *Q. faginea*, nous avons mené une étude approfondie sur les insectes phyllophages qui se trouvent au dessus des feuilles et qui ont un impact sur leur qualité.

Nous avons mené notre étude pendant deux années (2017-2018), avec deux sorties effectuées chaque mois. Les collectes d'insectes ont été réalisées en battant avec un bâton. On frappe ou secoue vigoureusement les branchages d'arbres afin de faire tomber les insectes sur un drap blanc. Ensuite, on conserve les insectes récoltés dans de l'éthanol à 70° dans des tubes étiquetés avec la date de récolte et le site de deux essences.

**2.5.5.2 Au laboratoire :** Les échenillions sont repérés à l'aide du binoculaire et du stéréoscope en utilisant les guides disponibles.

### 2.5.6 Inventaire des galles et le cortège des insectes inféodés

Dans les chênaies, l'entomofaune est très variée tant sur le plan systématique que sur le plan alimentaire. L'inventaire et l'étude de son mode alimentaire et de son impact sur la vigueur des arbres-hôtes sont inévitablement liés à son importance économique pour les arbres.

Dans notre recherche, nous nous concentrons principalement sur les insectes galligènes présents dans la chênaie de l'Edough (Annaba). Elle offre surtout la possibilité de dresser une liste aussi complète que possible des espèces gallicoles liées aux chênes, de connaître leur distribution au niveau de l'arbre selon la saison et leurs formes d'apparition.

#### 2.5.6.1 Sur terrain

Les récoltes des galles ont été réalisées dans différentes forêts de chênes (*Q. suber*, *Q. faginea* et mixte *Q. suber*, *Q. faginea*), à des intervalles de temps régulier de trois à quatre semaines durant trois années successives, et on récolte les galles sur l'arbre et tombent au sol. Tous les échantillons ont été placés dans des sacs en plastique, sans mélanger les galles récoltées sur les différents arbres-hôtes et celles ramassées du sol. Sur chaque sac, nous avons noté tous les renseignements nécessaires (date de prélèvement, localité, espèce-hôte...).

#### 2.5.6.2 Au laboratoire

Les galles collectées ont été amenées au laboratoire, placées dans des différents tubes selon les morphotypes/espèces collectées en attendant l'obtention des adultes. L'identification des insectes à galles a été réalisée à travers une collecte de ce groupe dans notre laboratoire et confirmée dans le laboratoire de l'Université de Barcelone (Espagne).



Figure .19 : L'élevage des cécidogènes et de cortège parasites.

### 2.5.6.3 Analyse et traitement des données

La richesse spécifique et les données collectées ont été analysées à l'aide des proportions numériques des individus et des espèces. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et Weaver (H') et l'Équitabilité (E) des galles ont été calculées sur la base de l'abondance numérique des espèces à l'aide d'un spss v23.0 software (IBM Corp., 2015). Le biais de l'Analyse factorielle de Correspondance (AFC) a été réalisé par le Logiciel ADE-4 (Chessel et Doledec, 1992).

### 2.5.6.4 Récolte et conservation des insectes

Tous les insectes inféodée aux galles sont soigneusement récoltés et conservés directement dans l'alcool éthylique 70<sup>0</sup>. Chaque échantillon est étiqueté où nous avons indiqué le lieu de récolte, la date de collecte des galles, l'espèce de la galle, la date de prélèvement des adultes, ainsi que la plante hôte.

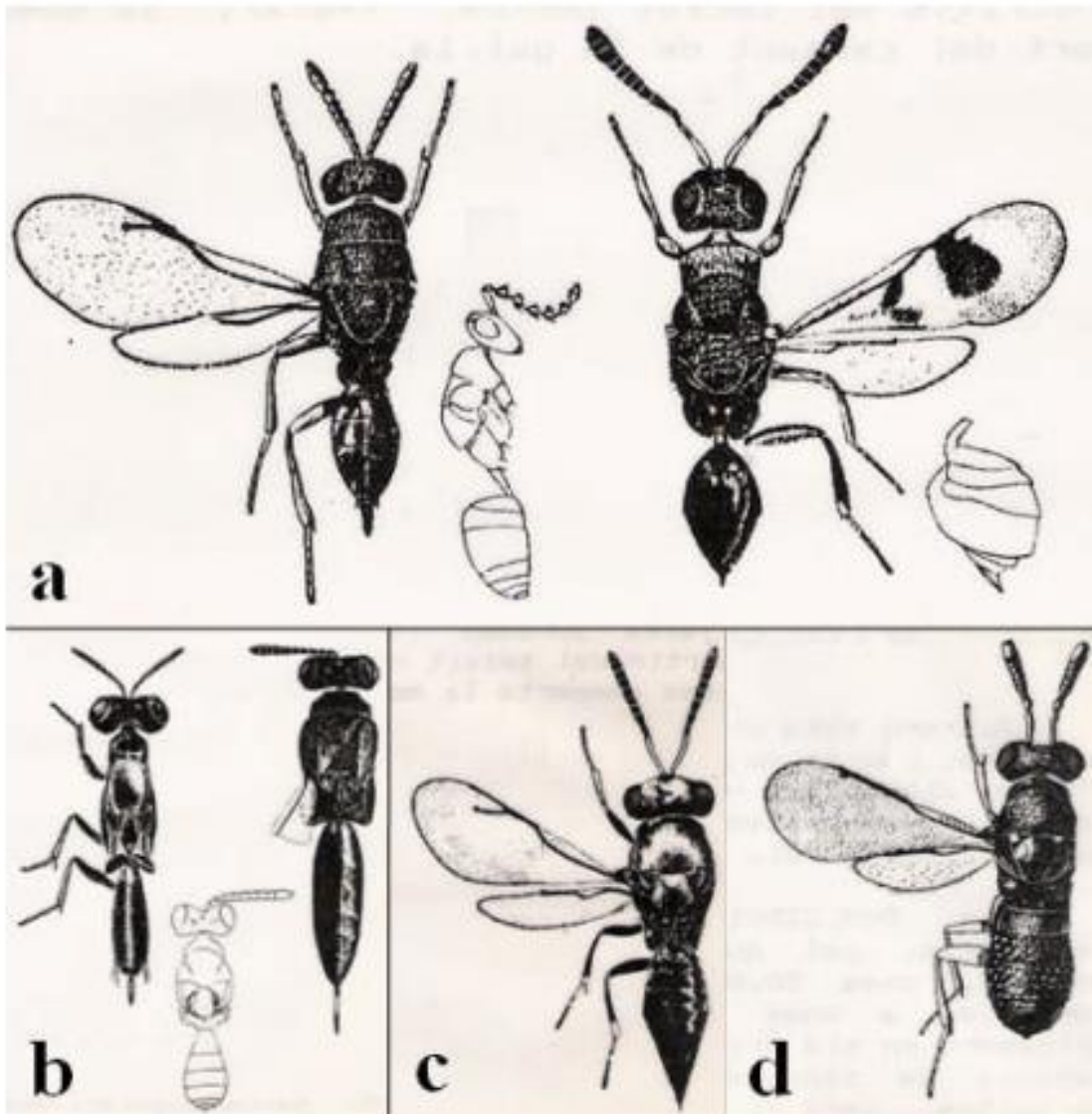
### 2.5.6.5 Détermination des insectes récoltés

Quatre types d'insectes sont présents dans la faune des galles : les inducteurs, les inquilins, les parasitoïdes et la faune secondaire. Après leur envoi, J.Pujade-Villar, spécialiste de ce groupe d'insectes à l'Université de Barcelone, laboratoire de Biologie animale, effectue les différentes identifications d'insectes gallicoles et les inquilins. Cette étude ne s'intéressera qu'aux grands groupes d'hyménoptères, aux inducteurs de galles, mais également à la faune primaire, en particulier à certains locataires qui ont une capacité de transformation de la galle élevée, comme la tribu Synergini de la famille des Cynipidae.

En ce qui concerne les parasitoïdes (Chalcidoidea), on peut identifier leurs espèces en utilisant la clé **Pujade-Villar (1991)** (figure. 20) :

- Les antennes avec 7 segments ; Coxas III plus petite, parus au coxas II. Vena stigmal plus longue avec un longueur parue à la vena postmarginal, Ovipositeur grand et habituellement bicolore.....**Eupelmidae**
  
- funicule avec 3 - 6 segments et autres caractères ne se présentent pas ensemble.....
- Coxas III beaucoup plus grand que les coxas II (4x1). Metasoma fortement sculpturé. Vena stigmal courte .....**Ormyridae**

- Coxas III plus petite, au maximum 2x1. Vena stigmal longue bien développée.....
- Pronotum court et transversal. Coloration métallique ou bronze .....**Pteromalidae**
  
- Pronotum à peu près carré. Coloration jamais métallique, elle est noire ou partiellement  
jeune.....**Eurytomidae**



**Figure . 20:** Aspect général de différentes familles de Chalcidoidea obtenues des galles des Cynipini dans notre étude: (a) Eurytomidae, (b) Eupelmidae, (c) Pteromalidae, (d) Ormyridae selon **Pujade-Villar (1991)**.

### 2.5.6.6 Etude de la faune auxiliaire des galles

Dans le cadre d'étude l'importance numérique des galles occupée par les arthropodes par rapport aux galles récoltées, Nous exprimons l'importance des galles occupées par les arthropodes, par l'étude du rapport de **Torossian (1971)** :

$$B/A = \frac{\text{Galle occupées par les arthropodes}}{\text{galles récoltées}}$$

- **Le tri des échantillons**

Toutes les galles collectées des deux essences ont été classées au laboratoire en fonction de la plante-hôte et de la forme de galle identifiée. Ensuite, elles ont été placées dans des beurriers en plastique ou en verre aérés. On place toutes ces galles dans des boîtes aérées, en indiquant toutes les informations requises et le nom des galles. Toutefois, en utilisant un sécateur, chaque galle est coupée, puis chaque partie est vidée afin de déterminer s'il y a une faune d'Arthropodes.

- **Préparation et identification des échantillons**

Cependant, les Arthropodes recueillis sont classés puis séparés en fonction de la date de collecte. Les espèces sont conservées dans de l'alcool éthylique titré à 70 % dans de petits tubes en verre soigneusement fermés. On observe en utilisant une loupe binoculaire et un stéréoscope. Dans un verre à montre, les espèces sont manipulées à l'aide de pinces souples et d'épingles. Ensuite, les clés d'identification sont utilisées pour déterminer les espèces au laboratoire de l'Université Badji-Mokhtar.



**Figure .21:** Coupe transversale de la galle *A. quercustozae* et *A.pictus* révèle la présence de la faune secondaire.

### 2.5.6.7 Classification de la faune auxiliaire

Selon la liste de Torossian (1971), l'étude de la faune secondaire des Cynipidae nous conduit à proposer une classification quantitative : l'étude de la faune trouvée, qu'elle soit abondante ou numériquement diversifiée, est divisée en trois catégories : les hôtes accidentels, les hôtes habituels et les hôtes obligatoires. Deux types d'insectes soucieux (les fourmis) et d'insectes non soucieux (les autres arthropodes et mollusques) sont identifiés dans une classification qualitative.

- **Une classification à caractère quantitatif**

1-Les hôtes accidentels: Les insectes trouvent un refuge temporaire dans la galle, qui ne constitue en aucun cas leur abri habituel (Torossian, 1971).

2-Les hôtes habituels : Les arthropodes classés dans cette catégorie passent une grande partie de leur vie (larvaire ou adulte) dans la galle, qui constitue pour eux un habitat normale (Torossian, 1971).

3-Les hôtes obligatoires: ces arthropodes passent tout leur cycle biologique. Selon Torossian (1971), ils se nourrissent principalement de la matière de la galle et sont en quelque sorte les occupants "à part entière" de celle-ci, après avoir été abondants par les Cynipidae.

- **Caractère qualitatif**

Deux classifications sont proposées par Torossian (1971) à partir de l'étude de la faune secondaire des Cynipidae : les Arthropodes non sociaux et les Arthropodes sociaux.

### 3. Résultats

#### 3.1 Etat sanitaire de la cime du chêne-liège

##### 3.1.1 Les relevés dendrométriques

Les mesures dendrométriques effectuées sur les arbres échantillonnés dans les subéraies du site de Bourouaga révèlent une circonférence moyenne de  $1,04 \pm 0,30$  m, avec des valeurs extrêmes comprises entre 0,57 m et 1,90 m. La hauteur totale des arbres présente une moyenne de  $8,92 \pm 2,48$  m, variant de 3,10 m à 17,00 m. La hauteur de la première branche atteint en moyenne  $3,68 \pm 1,82$  m, avec une amplitude allant de 1,20 m à 9,00 m. La circonférence à hauteur d'homme (1,30 m) est en moyenne de  $1,02 \pm 0,30$  m, avec des valeurs comprises entre 0,43 m et 1,09 m (Tableau 17).

Dans les subéraies de Dar Smair, la circonférence moyenne des arbres est nettement plus élevée, atteignant  $2,24 \pm 1,70$  m, avec des valeurs extrêmes de 1,01 m à 3,85 m. La hauteur totale moyenne est de  $11,73 \pm 2,30$  m, variant entre 7,00 m et 17,00 m, ce qui traduit une forte hétérogénéité au sein de la population étudiée. La hauteur de la première branche y est également plus élevée, avec une moyenne de  $5,06 \pm 2,11$  m, et des extrêmes allant de 1,37 m à 10,50 m. Enfin, la circonférence à hauteur d'homme est estimée à  $2,03 \pm 0,60$  m, avec des valeurs comprises entre 1,05 m et 3,35 m (Tableau.17).

**Tableau.17:** Relevés dendrométriques des arbres échantillons des subéraies de Bourouaga et Dar smair (moy  $\pm$  e-type, max, min)

relevés dendrométriques	Bourouaga	Dar smair
Circonférence (m)	$1,04 \pm 0,30$ (0,57-1,9)	$2,24 \pm 1,7$ (1,01- 3,85)
Hauteur totale (m)	$8,92 \pm 2,48$ (17-3,1)	$11,73 \pm 2,30$ (7- 17)
Hauteur de la 1 <sup>ère</sup> branche (m)	$3,68 \pm 1,82$ (1,2- 9)	$5,06 \pm 2,11$ (1,37-10, 50)
Circonférence à hauteur d'homme (m)	$1,02 \pm 0,30$ (0,43-1,09)	$2,03 \pm 0,60$ (1,05-3,35)

##### 3.1.2 Relevés d'exploitation des arbres

La méthode d'exploitation des arbres échantillons des subéraies de Bourouaga, présente une moyenne de  $1,64 \pm 0,44$  m dont un minimum 0,64 m et un maximum 3 m. En ce qui concerne le nombre d'écorçage, les arbres ont été exploités de 1 à 4 fois. Le coefficient d'écorçage qui exprime le degré d'exploitation des arbres étudiés révèle une valeur qui ne

dépasse pas la norme ( $< 2$ ),  $1,70 \pm 0,46$  d'un minimum de 0,79 et un maximum de 3,95 (Tableau.18).

Les relevés d'exploitation des subéraies de Dar smair, présentent une hauteur d'écorçage élevé de  $2,28 \pm 0,59$ m (0,90 - 3,50m). Le nombre d'écorçage est important en comparaison avec celui de Bourouaga entre 2 et 8. Le coefficient d'écorçage moyen est de  $1,20 \pm 0,4$ m avec un minimum de 0,28 et un maximum 2,32m (Tableau.18).

**Tableau.18:** Relevés d'exploitation des arbres échantillons des subéraies de Bourouaga et Dar smair (moy  $\pm$  e-type, max, min)

	Bourouaga	Dar smair
Hauteur d'écorçage	$1,64 \pm 0,44$ (0,64- 3)	$2,28 \pm 0,5$ (0,90 - 3,50)
Nombre d'écorçage	1-4	2-8
Coefficient d'écorçage	$1,70 \pm 0,46$ (0,79-3,95)	$1,20 \pm 0,4$ (0,28 -2,32)

### 3.1.3 Etat de la cime

L'état et la qualité de la cime est l'un des indicateurs de la santé des subéraies, la description de perte de vitalité du chêne-liège est évaluée d'une partie à travers les examens annuels de la cime, permettant d'évaluer les pertes foliaires qui déterminent l'indice de dépérissement ainsi que la coloration anormale du feuillage selon les échelles d'observation.

#### 3.1.3.1 La défoliation

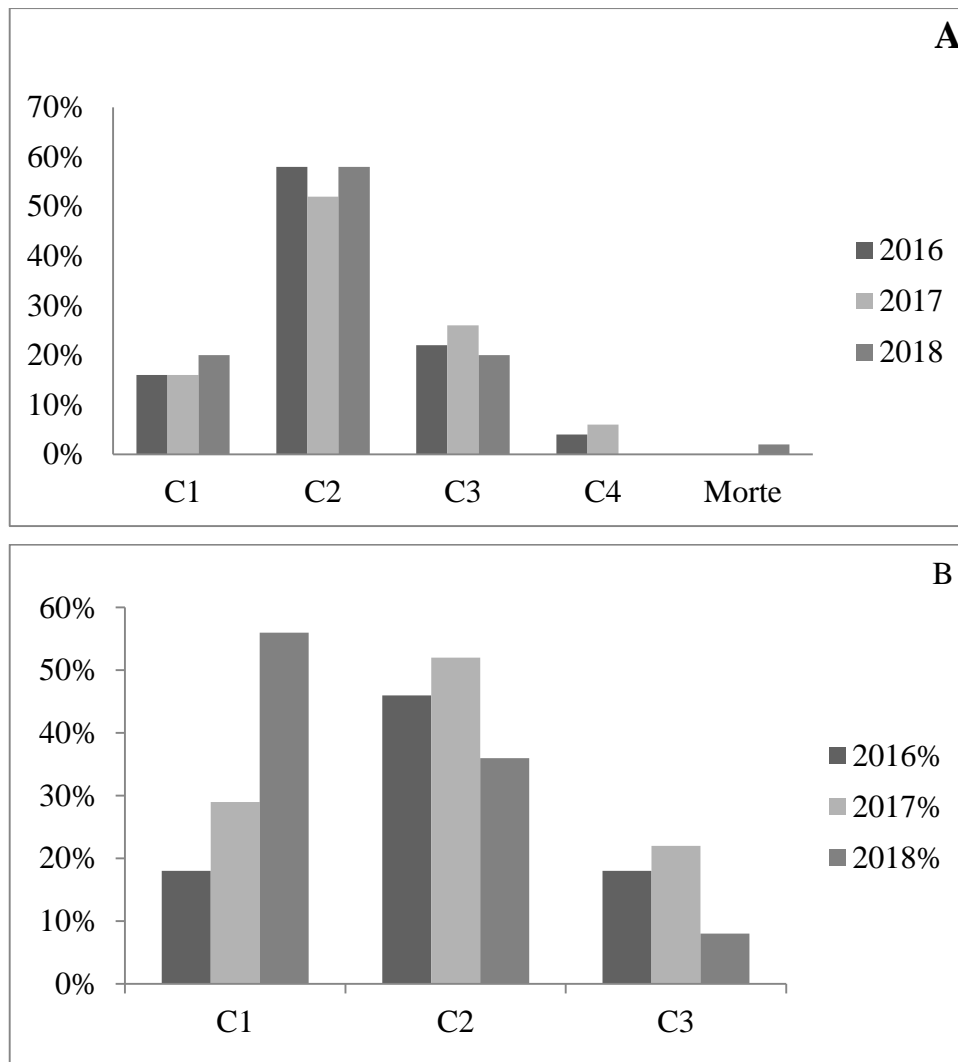
Au niveau du peuplement de chêne-liège à Bourouaga, un accroissement de la défoliation a été enregistré au cours des trois années d'étude (2016, 2017 et 2018). La proportion maximale d'arbres sains, correspondant à la classe 1, a été observée en 2016 et 2017 avec un taux de 16 %. En 2018, une progression des arbres sains a été signalée, atteignant 20 %.

Les arbres faiblement défoliés représentaient 58 % en 2016 et en 2018, avec une baisse en 2017 à 52 %. En ce qui concerne la défoliation modérée, 22 % des arbres étaient concernés en 2016, ce taux est passé à 26 % en 2017 avant de diminuer à 20 % en 2018. Enfin, les arbres dépérissants étaient présents à hauteur de 4 % en 2016 et 6 % en 2018. La proportion d'arbres dépérissants secs (morts) a été de 2 % en 2018 ( Figure 22A).

Sur le site de Dar Samir, l'année 2016 se caractérisait par une faible défoliation (18 %), avec 46 % d'arbres affaiblis et 18 % d'arbres dépérissants. En 2017, la proportion d'arbres faiblement défoliés a augmenté jusqu'à 46 %, tandis que celle des arbres

modérément défoliés a atteint 52 %. Le taux d'arbres dépérissants s'élevait à 22 %. Lors de la troisième année d'étude, une progression des arbres faiblement défoliés a été enregistrée, atteignant 52 %. Par ailleurs, 36 % des arbres étaient modérément défoliés, et 8 % étaient dépérissants ( Figure 22B).

On note également l'absence totale d'arbres sains dans les deux sites au cours de la période étudiée.



**Figure.22:** Evolution de la défoliation durant les années d'étude dans les subéraies de l'Edough (A) Bourouaga (B) Dar smair.

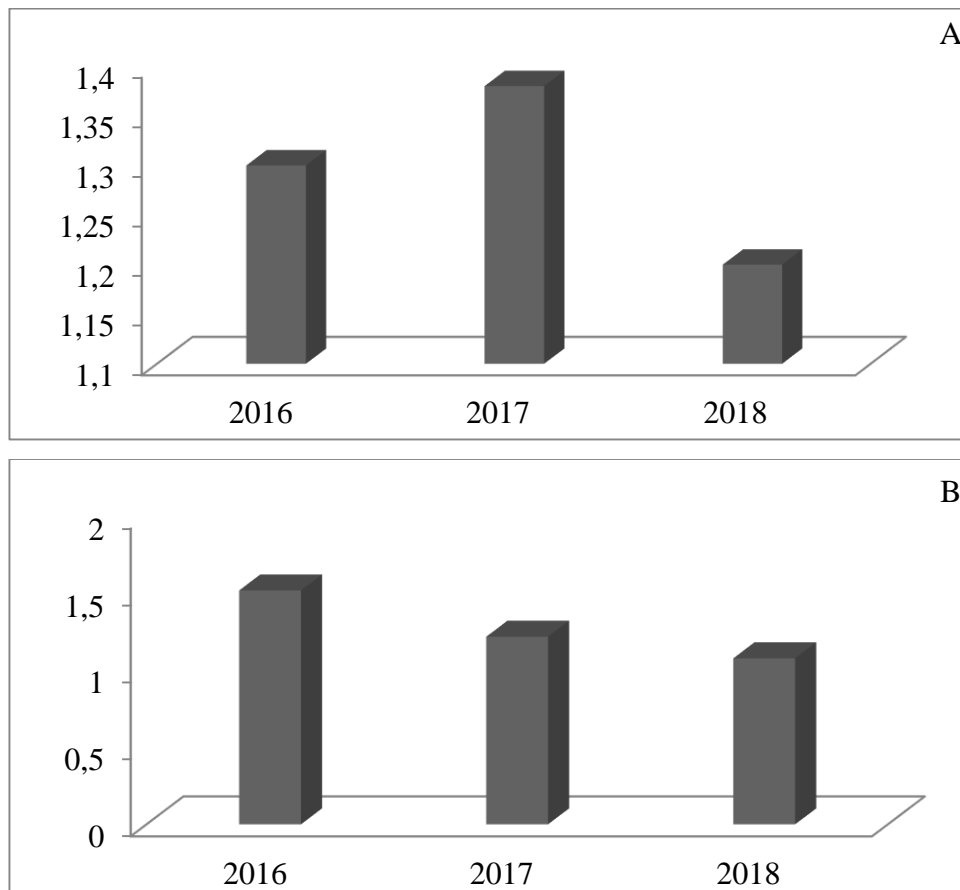
### 3.1.3.2 L'indice de dépérissement

Les résultats de l'indice de dépérissement des subéraies de Bourouaga, montrent que l'état sanitaire de ces derniers est en nette régression, le calcul de cet indice en 2016 indique un état sain du peuplement avec 1,3. Alors qu'en 2017, l'état des subéraies commence à

s'affaiblir avec un indice de 1,38, en 2018, vu que l'indice de dépérissement régresse à 1,2 (Figure.23A).

Concernant les subéraies de Dar smair on enregistre un indice de 1,52 en 2016 cette valeur régresse de 1,22 et 1,08 en 2017 et 2018.

Globalement la situation des subéraies de Séraïdi, est en général en bon état sanitaire, vu que l'indice de dépérissement ne dépasse pas le 1,52 (Figure.23B).



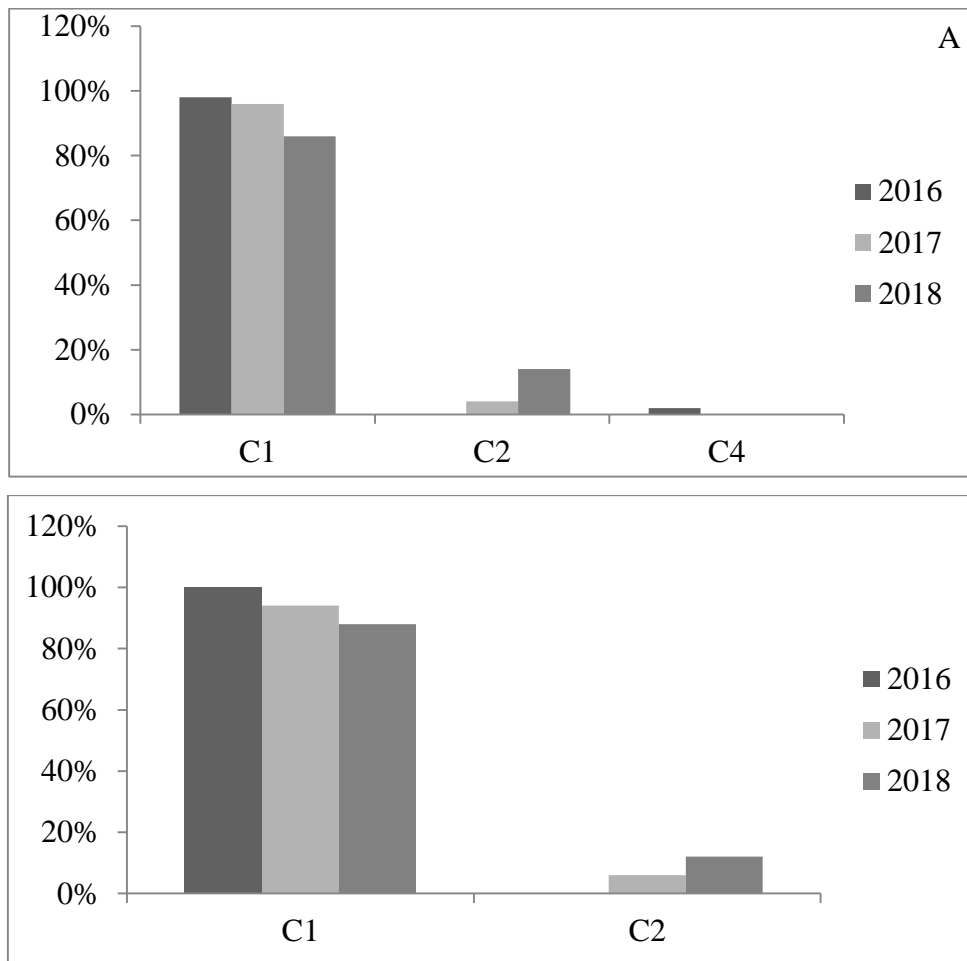
**Figure. 23:** Evolution de l'indice de dépérissement (ID) dans les subéraies Bourouaga(A), Dar smair (B).

### 3.1.3.3 Evolution de la décoloration

Les résultats portant sur la décoloration des arbres échantillons des subéraies de Bourouaga, signale que l'année 2016 est caractérisée par le taux le plus élevé des arbres sains 98%, bien qu'une régression remarquée durant l'année 2017 à 96%, le taux des arbres sains

passer de 86% l'année qui suit. Et 14% des arbres qui passent à une faible décoloration de la classe 2 (Figure.24A).

L'observation de la décoloration des arbres des subéraies de Dar smair, a mis en évidence en 2016 un taux de 100% du feuillage qui présente une coloration normale, en 2017 on remarque une diminution des arbres sains avec 94%, et 6% des arbres présentent une faible décoloration. Après une année, enregistrer une progression des arbres faiblement colorés (C2) à 12 %, alors que 88% des arbres sont saines. (Figure.24B).

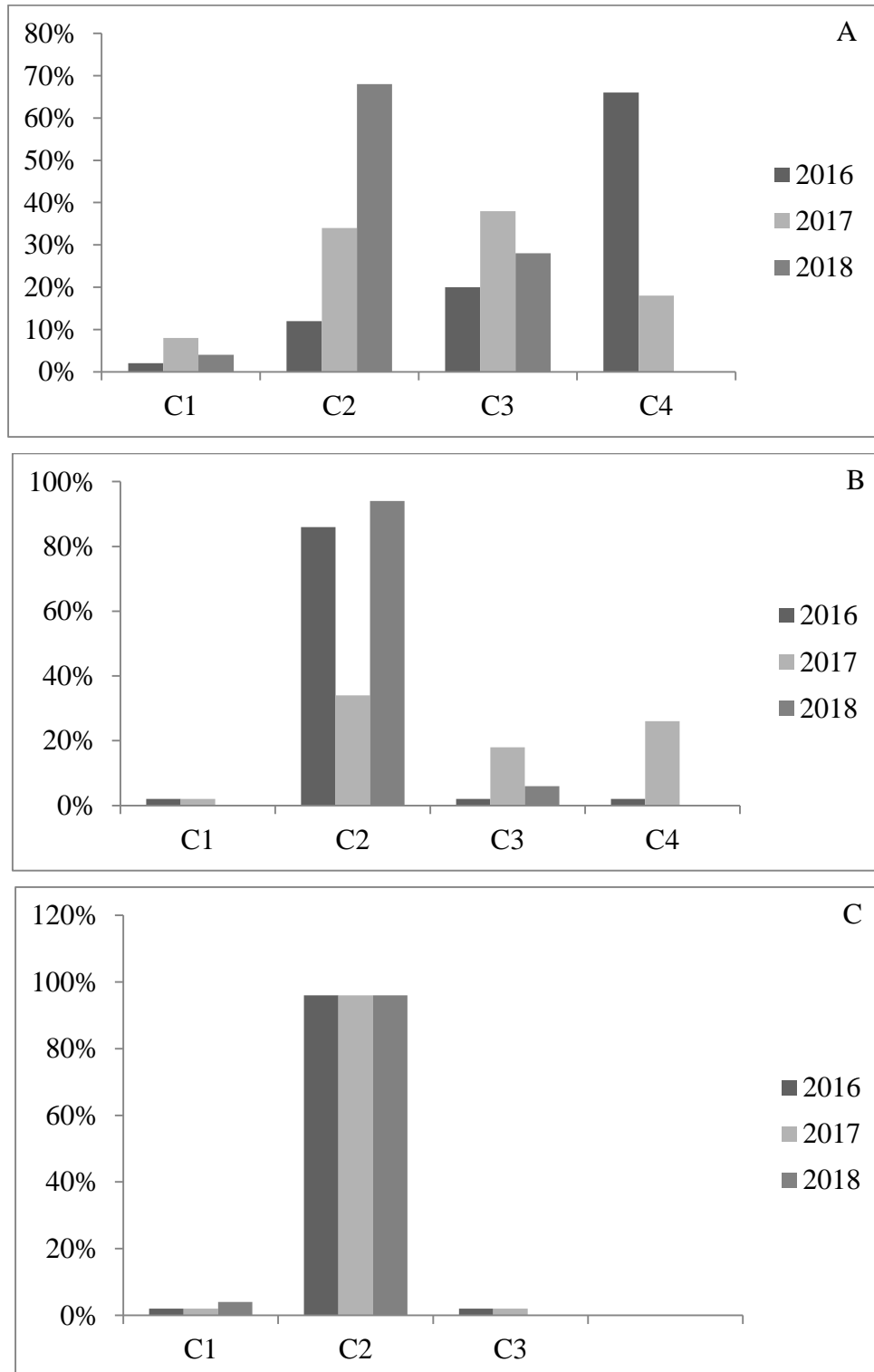


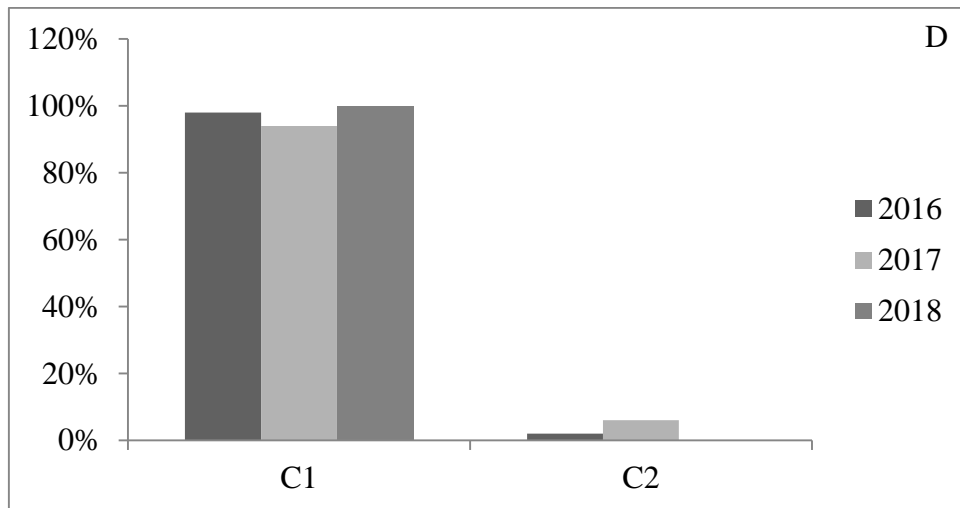
**Figure.24:** Evolution de la décoloration durant les années d'étude dans les subéraies (A) Bourouaga, (B) Dar smair.

### 3.1.3.4 Etude des glands et des galles

Au niveau du peuplement de Bourouaga, l'année 2016 caractérisée par 66% des arbres à une glandée abondante. On a noté une régression de la glandée en 2017 qui présente des arbres entre moyennement et faiblement glandés (38% et 34%), on note une nette régression en 2018 qui présente des arbres très faibles de 20 à 50 glands dans l'ordre de 68% (Figure.25A). La valeur de galles enregistrées est très faible, et elle est aussi constante au cours des trois années d'étude dans l'ordre de 4% (Figure.25C).

Dans le site de Dar smair, au cours les trois années des études (2016, 2017 et 2018) présentes des arbres très faiblement glandée avec 86% , 34% et 94% (Figure.25B). La présence des galles est presque nulle par quelques galles au maximum au cours les trois années (Figure.25D).





**Figure.25:** Evolution de la glandée et de galle durant les années d'étude dans les subéraies de seraidi (A) la glandée,(C) les galles de Bourouaga. (B) la glandée, (D) les galles de Dar smair.

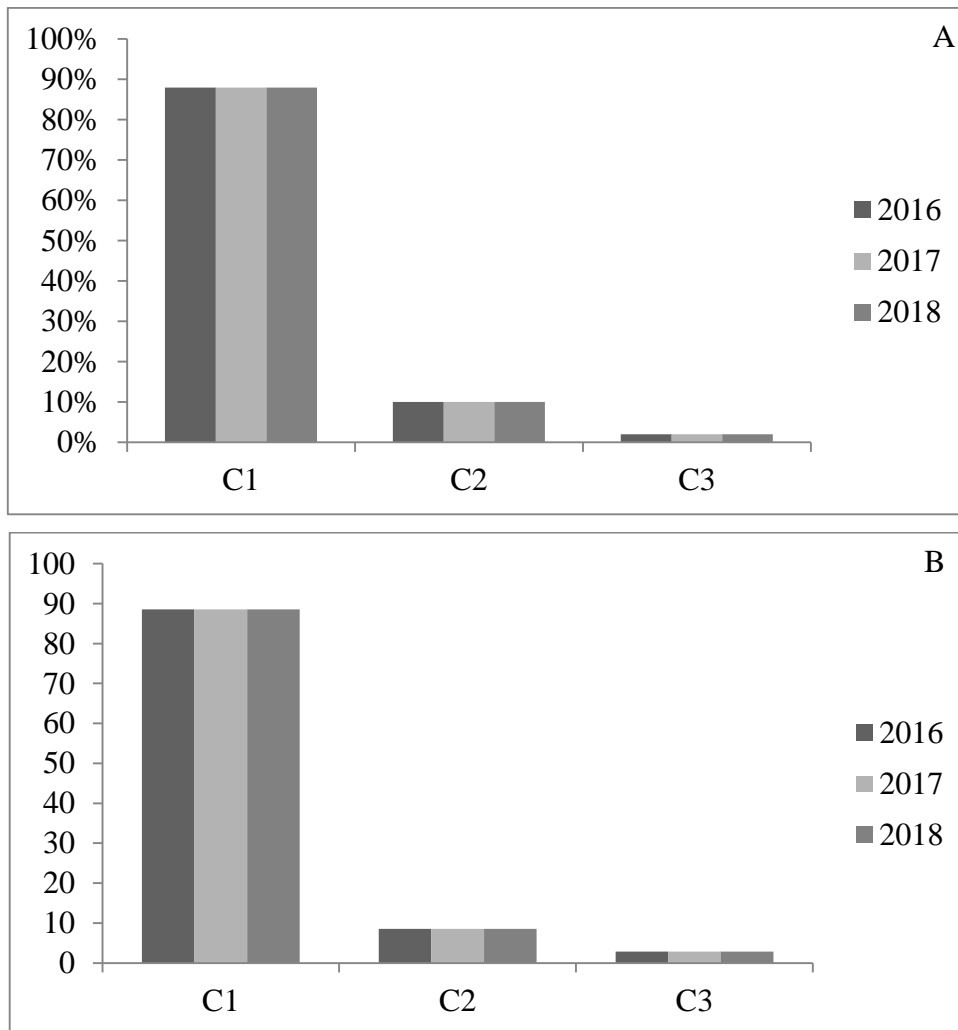
### 3.1.4 Etat sanitaire du tronc

L'examen du tronc des arbres-échantillons des subéraies étudiées a permis de caractériser deux principaux descripteurs définis à travers des classes : les crevasses et liège déhiscent.

#### 3.1.4.1 Examen de l'écorce

L'observation de l'écorce de peuplement des subéraies Bourouaga dans les trois années d'étude (2016-2017 et 2018) indique que la majorité de ces troncs sont en bon état, et les arbres infestée par les crevasses présentent la même signification durant les trois années d'étude, 10% des troncs sont faiblement crevassé (C2) et 2 % sont moyennement crevassée(C3) (Figure.26 A).

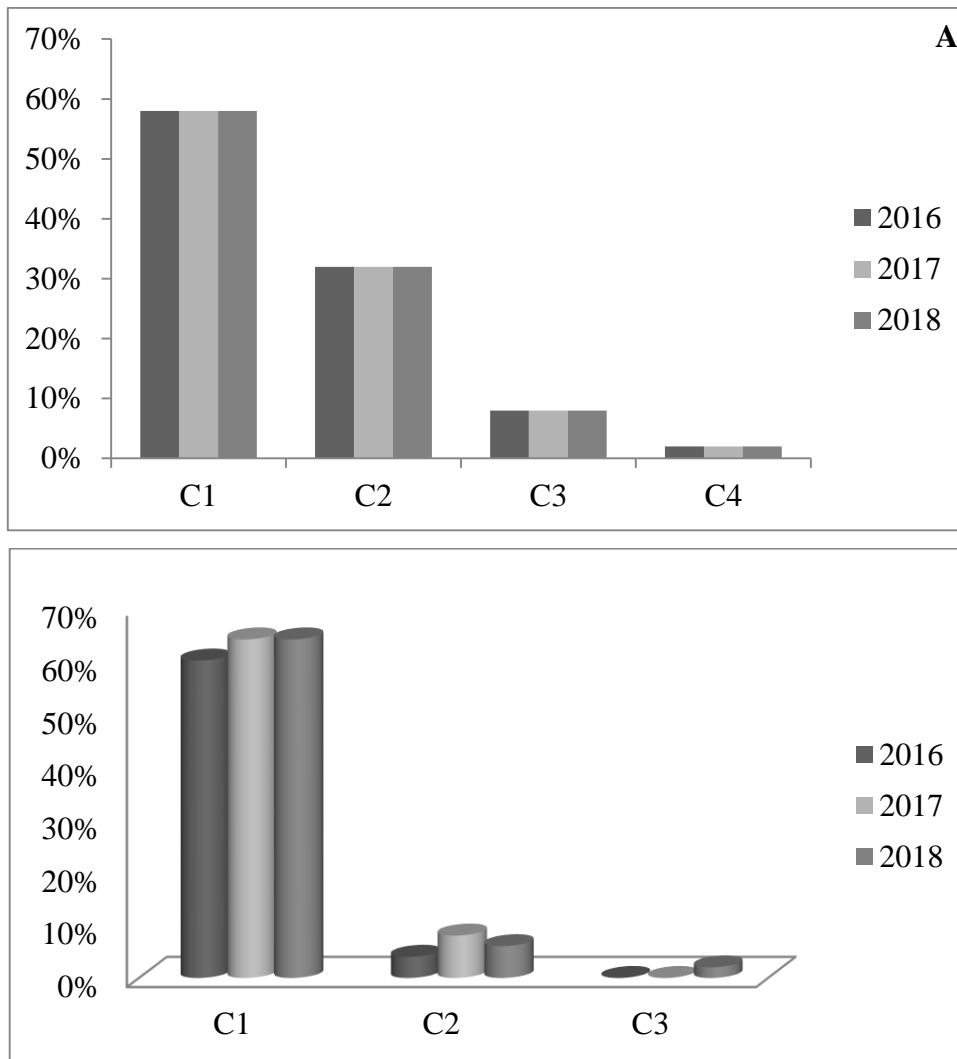
La proportion de la surface détruite des troncs marqués par la déhiscence du liège, a mis en évidence différentes classes, on enregistre des résultats identiques durant les années d'étude, seulement 28% des arbres sont présentent des troncs complètement sain, et les autres répartie entre 3 classes dont la plus marquée est celles avec une déhiscence faible de 64% (C1), suivie par la classe 2 d'une déhiscence moyenne 6% et 2% des arbres sont fortement déhiscentes (Figure. 26B).



**Figure.26:** Evaluation de l'état sanitaire de l'écorce à travers les classes des Crevasses (A), Liège déhiscent (B) (Bourouaga).

Au niveau des subéraies de dar smair, la moitié des troncs sont en bon état. Enregistrée 32% des troncs faiblement crevassé (C2), 8% des arbres présentent un tronc moyennement crevassée(C3) et 2% sont des arbres fortement crevassée(C4) (Figure.27B).

Les observations faites en 2016, révèlent que seulement 32% des arbres présentent un tronc sain, par contre 64% sont faiblement déhiscente et 4% sont moyennement déhiscente. En 2017, on à des arbres de la classe 2 passés à la classe 3, l'année suivante une apparition d'arbre fortement déhiscente (Figure.27B).



**Figure.27:** Evaluation de l'état sanitaire de l'écorce à travers les classes des Crevasses (A), Liège déhiscent (B) (Dar smair).

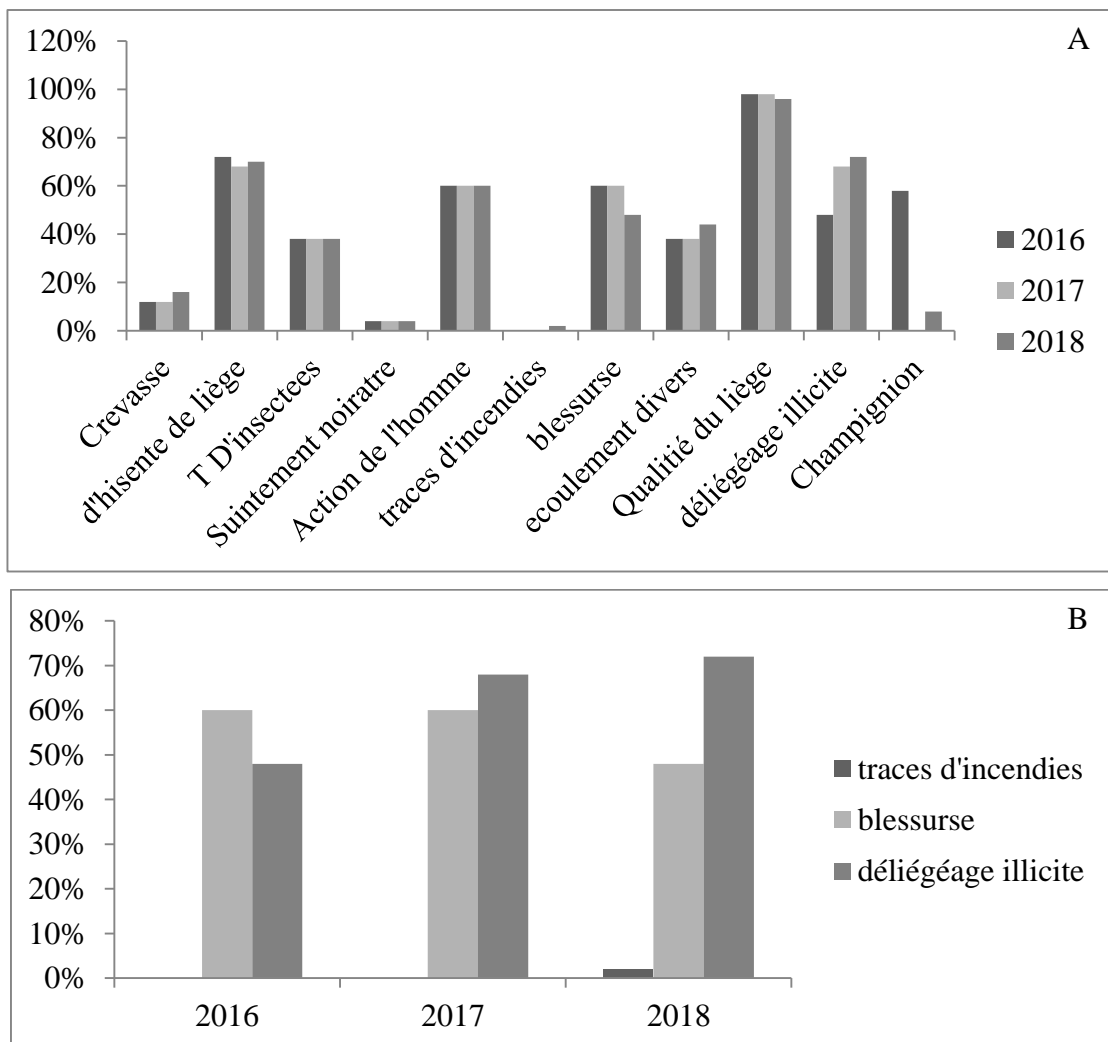
Après l'opération d'écorçage, l'arbre de chêne-liège devient plus fragile, ce qui favorise l'installation de plusieurs insectes ravageurs qui attaquent le tronc.

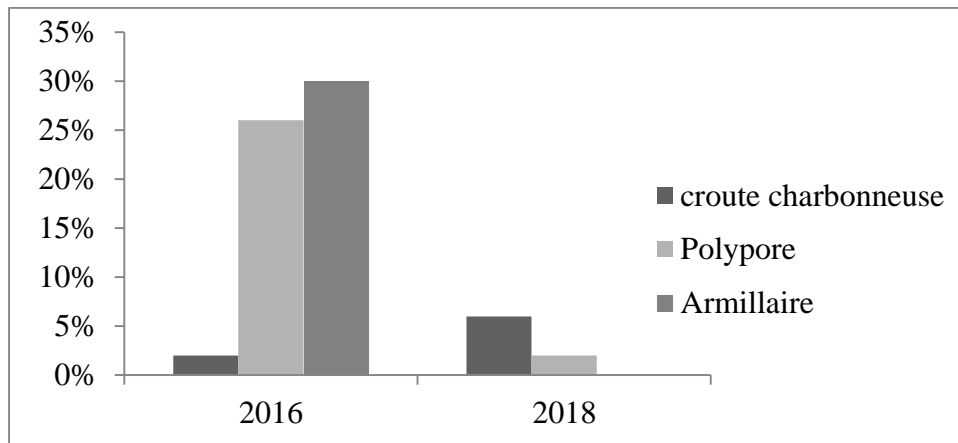
L'écoulement de sève a été observé de manière régulière durant les trois années d'étude dans les deux sites. À Bourouaga, un faible écoulement a été noté sur 38 % des arbres en 2016 et 2017, valeur qui a augmenté à 44 % en 2018. Par ailleurs, 56 % des arbres étaient considérés sains. À Dar Samir, environ la moitié des arbres (52 %) présentaient un écoulement faible (classe C2) tout au long des trois années.

Sur le site de Bourouaga, les trous causés par les insectes xylophages ont été observés sur 38 % des arbres. Une faible manifestation de suintement noirâtre a été notée, affectant 4 % des arbres. Par ailleurs, 60 % des arbres ont subi des blessures liées à l'activité humaine,

principalement au niveau des troncs. Enfin, 40 % des arbres étaient infestés en raison du déliégéage pratiqué de manière illicite. Les traces d'incendies, bien que présentes, restent très limitées, variant entre 0 % et 2 %. L'appréciation visuelle de la qualité du liège a été jugée bonne pour l'ensemble des arbres (voir Figure 28B).

Les champignons ont été observés de manière irrégulière au cours des trois années. En 2016, 58 % des arbres étaient colonisés par des champignons, principalement trois types : l'armillaire (30 %), le polypore (26 %) et la croûte charbonneuse (2 %). En 2017, aucune présence fongique n'a été détectée, tandis qu'en 2018, la croûte charbonneuse et le polypore ont été à nouveau observés, avec respectivement 6 % et 2 % des arbres affectés (voir Figure 28C).

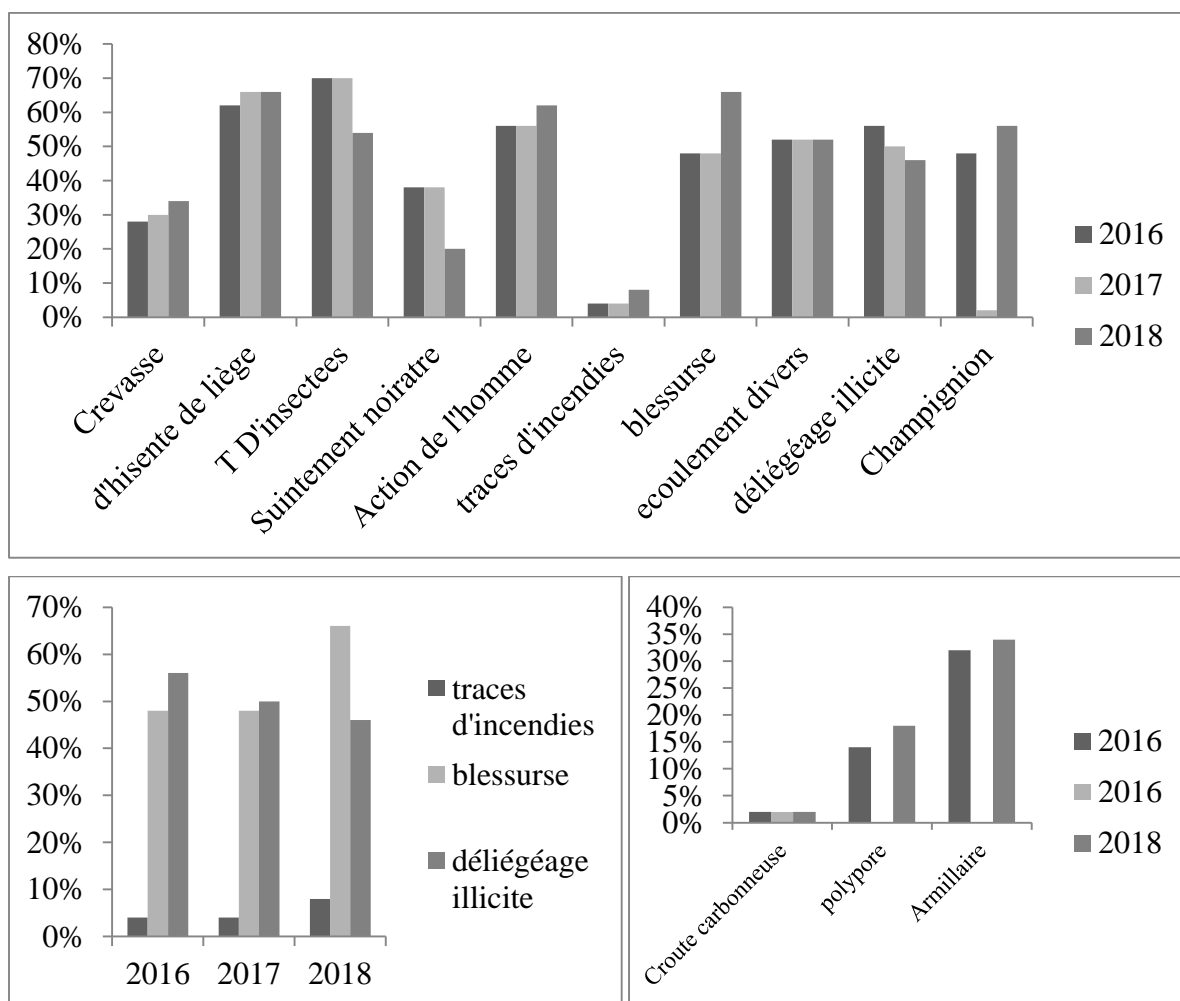




**Figure. 28:** Etat sanitaire du tronc évalué à travers les différents descripteurs des subéraies de Bourouaga.

L'étude de l'écorce des arbres des subéraies de Dar smair, indique une présence identique de l'écoulement déverse durant les années avec un pourcentage de 52%. L'étude des trous d'insectes xylophages qui attaquent la majorité des troncs qui attendent 70% en 2016 et 2017 et ce pourcentage régresser à 54% en 2018. Le suintement noirâtre qui touche les 38% des arbres en 2016 et 2017 présente une diminution à 20% en 2018. On remarque que l'action de l'homme intervient fortement sur 62% des arbres, il semble que les traces d'incendies sont minimales (4-8%), alors que les blessures touchant l'écorce deviennent importantes, observées sur 66% des arbres en 2018, le déliègeage illicite est pratiqué sur 56% des arbres en 2016, ce taux diminue à 50% et 46% en 2017 et 2018%. L'appréciation à l'œil nu de la qualité du liège est considérée comme bonne sur la totalité des arbres (Figure.29).

Concernant les champignons on se trouve irrégulièrement sur les arbres étudiés, 48% des arbres en 2016 commensales par les champignons ce pourcentage minimal en 2017 à 2% alors en 2018 progresse à 56%. On remarque la présence de trois types de champignons sur les arbres: le chrote carbonneuse minimal à 2% durant les trois années, le polypore est commensal à 14% des arbres en 2016 et 18% en 2018, alors que Armillaire présent en 2016 avec 32% et en 2018 avec 34%.



**Figure. 29:** Etat sanitaire de la zone corticale évaluée à travers les différents descripteurs des subéraies de Dar smair.

### 3.1.4.2 Interaction des variables impliquées dans l'étude de dépérissement des subéraies

#### Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur les variables étudiés

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) fournit un moyen de résumer les différents descripteurs utilisés dans l'étude de l'état sanitaire des subéraies, en extrayant des axes factoriels synthétiques qui rendent compte de la répartition des principaux facteurs sous-jacents liées au phénomène de dépérissement, le long desquels il est possible de positionner ces variables. Ces axes factoriels, constituent le meilleur résumé possible des 17 variables étudiés (défoliation, décoloration, glandée, galle, crevasses, déhiscence de liège, écoulement divers, suintement noirâtre, trous d'insectes xylophages, action de l'homme, traces d'incendies, blessures, déliégéage illicite, croûte carbonneuse, polypore et armillaire) (Tableau. 19) et voir en vue globale la corrélation de ces derniers, qui sont notamment utilisés pour générer des graphiques appelés plans factoriels.

**Tableau. 19:** Codes des descripteurs de l'état sanitaire des subéraies utilisés dans l'analyse factorielle des correspondances (AFC).

Descripteurs	Codes	Descripteurs	Codes
Défoliation	Déf	Action de l'homme	hom
Décoloration	Déc	Traces d'incendies	Inc
Glandée	Glandée	Blessures	Bless
Galle	galle	Déliègeage illicite	Délièg
Crevasses	Crev	Qualité du liège	Qualité
Déhiscence de liège	Déhi	Croûte charbonneuse	Charb
Écoulement divers	Ecou	Polypore	Poly
Suintement noirâtre	Suint	Armillaire	Armi
Trous d'insectes	Tr ins		

### 3.1.4.3 Analyse factorielle des correspondances (AFC) sur les variables étudiées dans les subéraies de Bourouaga et Dar smsair

#### Bourouaga

Afin de visualiser plus facilement les différences potentielles entre les différents relevés, nous avons réalisé une Analyse en Composantes Factorielles (AFC). Pour cette analyse, nous avons pris en compte l'ensemble des 17 variables afin d'avoir une vue globale et de vérifier les corrélations entre elles.

#### Site de Bourouaga

Selon la figure 30A, en 2016, le taux d'inertie total associé aux axes factoriels F1 et F2 est de 62,69 %, réparti entre 44,53 % pour F1 et 18,16 % pour F2. Ces deux axes expliquent donc cette part de la variabilité totale. La majorité des variables se regroupent en un seul groupe, à l'exception des crevasses qui restent isolées.

En 2017, les paramètres étudiés sur les arbres échantillonnés présentent une inertie totale de 68,04 %, répartie entre 50,01 % pour l'axe F1 et 18,03 % pour l'axe F2. Ces axes regroupent un nombre important de variables (16) : défoliation, décoloration, glandée, galle, déhiscence de liège, écoulement divers, trous d'insectes, suintement noirâtre, qualité du liège, action de l'homme, traces d'incendies, blessures, déliègeage illicite, croûte charbonneuse, polypore et armillaire (Figure 30B).

Concernant les relevés de 2018, le graphique des axes F1 et F2 montre une inertie totale de 68,19 %, répartie entre 50,25 % pour F1 et 17,93 % pour F2. La représentation des descripteurs dans le plan factoriel forme un groupe bien visible au centre du graphique, tandis que les crevasses se positionnent vers le pôle positif.

De manière générale, on observe que toutes les variables restent corrélées entre elles en permanence. On note un chevauchement particulier entre deux variables : les crevasses, qui sont ralliées au pôle positif, et en bas du graphique, les déhiscences de liège.

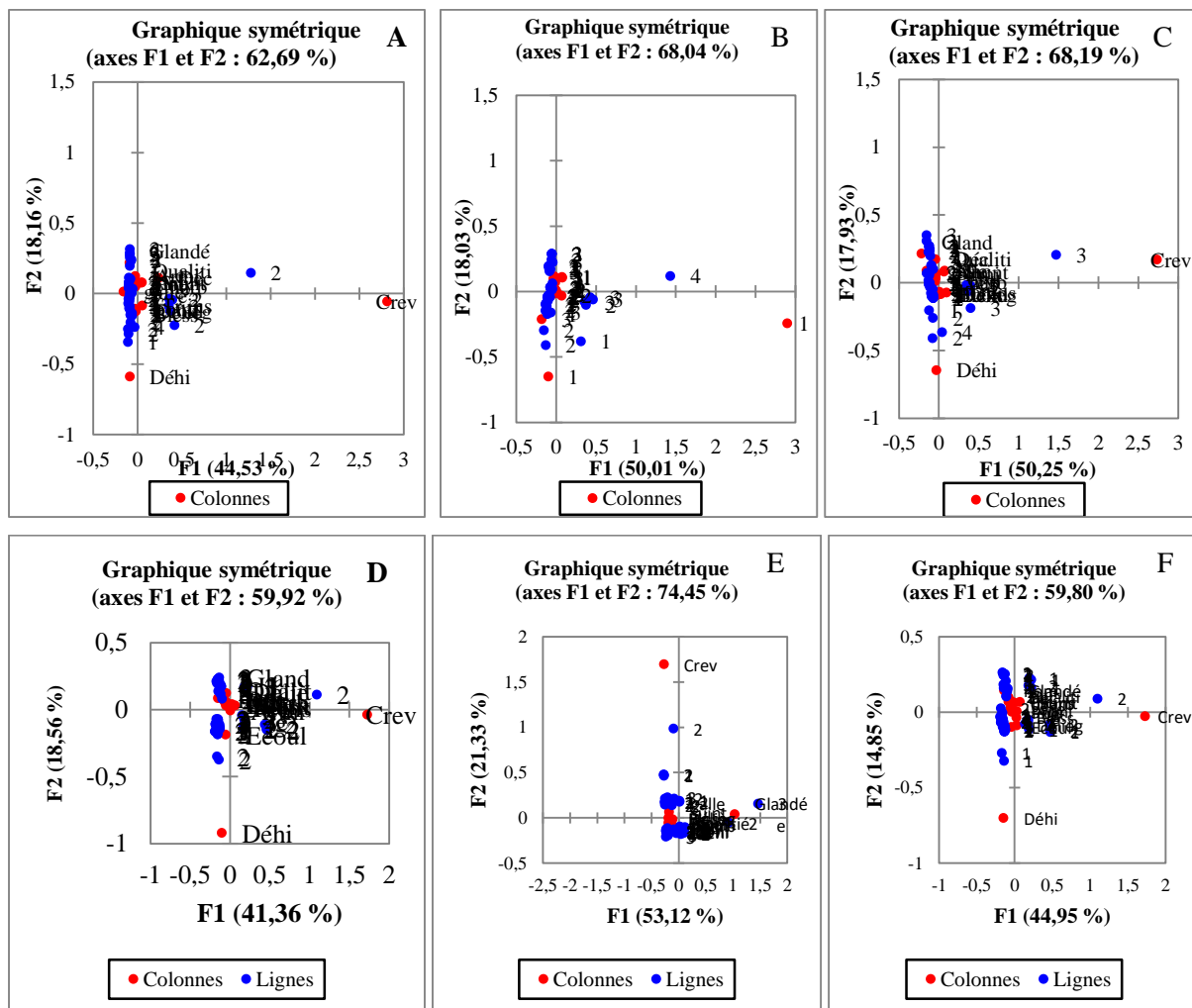
### **Site de Dar Samir**

Selon la figure 30A, en 2016, le taux d'inertie total associé aux axes F1 et F2 est de 59,92 %, dont 41,36 % pour F1 et 18,56 % pour F2. Comme pour Bourouaga, la majorité des variables se regroupent en un seul groupe, excepté les crevasses qui restent isolées.

En 2017, l'inertie totale des paramètres étudiés atteint 74,45 %, répartie entre 53,12 % pour F1 et 21,33 % pour F2. Ces axes regroupent toutes les variables (17) : défoliation, décoloration, glandée, galle, déhiscence de liège, crevasses, écoulement divers, trous d'insectes, suintement noirâtre, qualité du liège, action de l'homme, traces d'incendies, blessures, déliègeage illicite, croûte charbonneuse, polypore et armillaire (Figure 30B).

Pour 2018, l'inertie totale portée par les axes F1 et F2 est de 59,80 %, répartie entre 44,85 % pour F1 et 14,85 % pour F2. La représentation des descripteurs dans le plan factoriel forme un groupe concentré au centre du graphique, tandis que les crevasses se positionnent vers le pôle positif.

De manière générale, toutes les variables restent corrélées entre elles tout au long de la période. On note un chevauchement entre deux variables : les crevasses et la glandée, ralliées au pôle positif, tandis que les déhiscences de liège se situent vers la partie inférieure du graphique.



**Figure.30 :** Analyse globale (AFC) de la distribution des descripteurs de l'état sanitaire des subéraies de Bourouaga (A):2016, (B) : 2017, (C) : 2018, Dar smair (D):2016, (E) : 2017, (F) : 2018.

### **3.2 Etude des feuilles du chêne-liège et du chêne- zeen**

Les feuilles récolté des arbres de chêne-liège et de chêne-zeen ont fait de l'objet d'une étude morphologique pour déterminer les différents états des feuilles (feuilles saines, feuilles atteintes). Ces atteintes sont représentées par plusieurs attaques (phytophages, galles et nécroses). Nous avons également réalisé une étude biométrique concernant la surface foliaire des différentes catégories de ces feuilles.

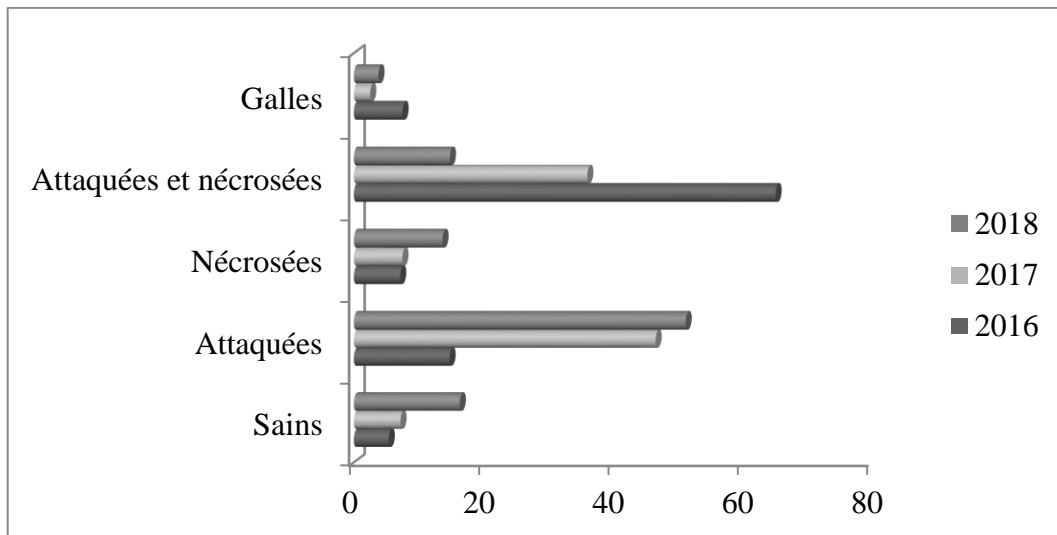
#### **3.2.1 Etat sanitaire des feuilles du chêne-liège**

L'étude phytosanitaire menée sur les feuilles des subéraies de Dar Smair entre 2016 et 2018 met en évidence une prédominance des feuilles altérées, avec une faible proportion de feuilles saines au cours des trois années.

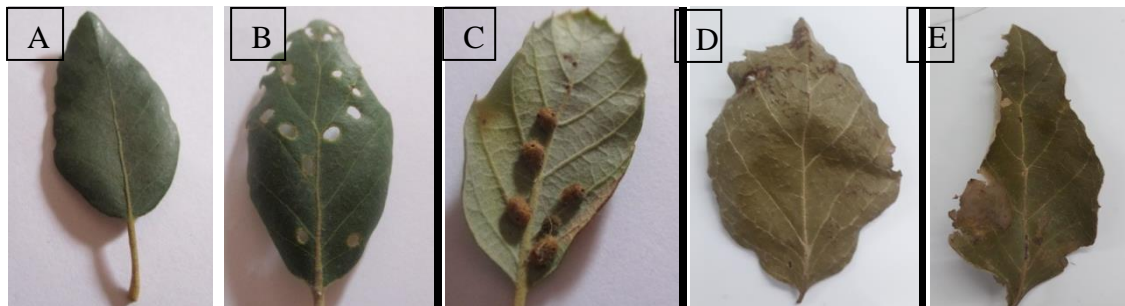
En 2016, seulement 5,39 % des feuilles étaient saines, tandis que 14,79 % présentaient des attaques de phytophages et 7,16 % des nécroses. La majorité des feuilles (65,11 %) montraient des atteintes combinées par des insectes et des nécroses, traduisant une situation phytosanitaire préoccupante. Les feuilles portant des galles représentaient 7,53 % de l'échantillon (Figure.31).

En 2017, une légère amélioration du taux de feuilles saines a été observée (7,21 %), mais les attaques de phytophages ont connu une nette progression, atteignant 46,62 %. Les feuilles à double atteinte ont quant à elles diminué à 36,06 %, tandis que les feuilles nécrosées sont restées stables à 7,5 %. Les feuilles à galles ont représenté un faible taux de 2,53 % (Figure.31).

L'année 2018 a montré une amélioration plus marquée de l'état sanitaire général, avec une augmentation du taux de feuilles saines à 16,37 %. Toutefois, les attaques d'insectes ont continué de progresser, atteignant 51,26 %, et les feuilles nécrosées ont également augmenté à 13,7 %. En revanche, les attaques combinées ont diminué de manière significative à 14,84 %, et les galles n'ont été observées que sur 3,8 % des feuilles. Ces résultats témoignent d'une dynamique fluctuante de l'état sanitaire des subéraies de Dar Smair, marquée par une pression phytophage persistante et une légère amélioration en 2018 (Figure.31).



**Figure.31** : Répartition des feuilles en fonction de leur état sanitaire du chêne-liège.



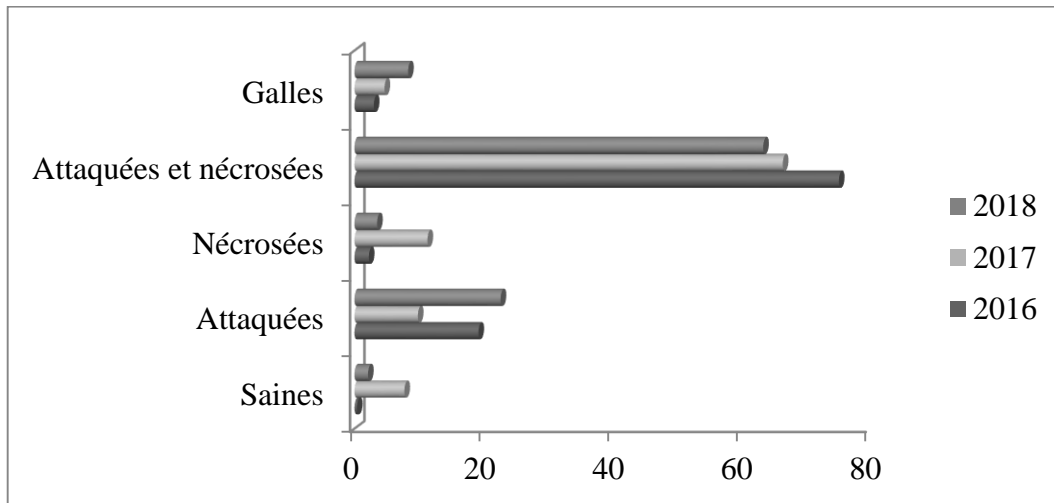
**Figure.32** : l'état sanitaire des feuilles. (A) saine, (B) attequée, (C) à galle, (D) nécrosée, (E) attequée et nécrosée (photos personnel).

### 3.2.2 Etat sanitaire des feuilles du chêne-zeen

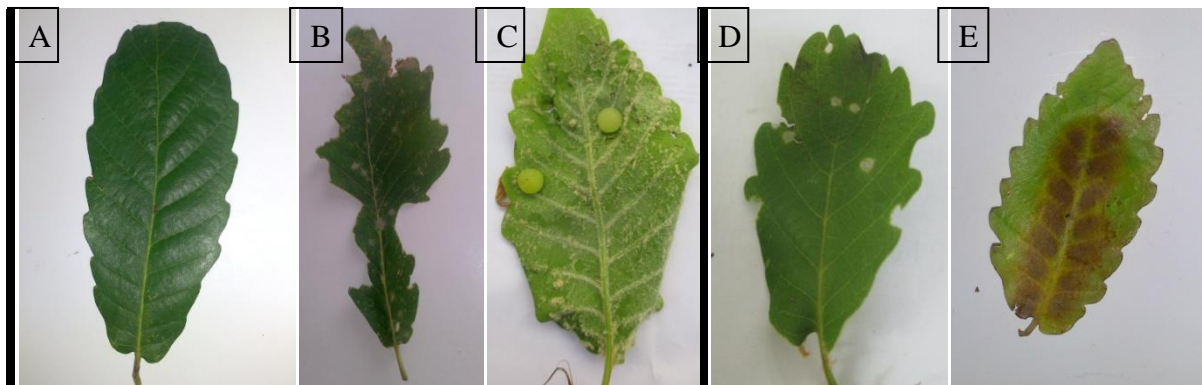
En 2016, la majorité des feuilles de chêne-zeen récoltées étaient des feuilles atteintes, tandis que les feuilles saines ne représentaient que 0,38 %. Le taux de feuilles attequées par des insectes phytophages était de 19,22 %, et celui des feuilles atteintes par des nécroses s'élevait à 2,23 %. En revanche, les feuilles présentant une double attaque (par des insectes phytophages et des nécroses) constituaient la majorité, avec un taux de 75,14 %. Les galles formées au niveau des feuilles représentaient 3 % de l'ensemble.

En 2017, le taux de feuilles saines a augmenté à 7,74 %. Concernant les feuilles atteintes, on observe une nette progression des feuilles nécrosées, atteignant 11,32 %, alors que les feuilles attequées par des phytophages ont diminué à 9,83 %. La proportion de feuilles présentant une double attaque a également baissé, pour atteindre 66,43 %. Les attaques par galles restent marginales, ne dépassant pas 4,66 % (Figure 33).

Lors de la troisième année d'observation (2018), une nouvelle baisse du taux de feuilles saines est enregistrée, atteignant 2,1 %, tandis que les feuilles attaquées augmentent à 22,66 %. Le taux des feuilles nécrosées s'élève à 3,51 %. Les feuilles doublement atteintes (par des insectes phytophages et des nécroses) représentent 63,39 %, et les attaques par galles atteignent un taux de 8,38 % (Figure 33).



**Figure. 33:** Répartition des feuilles en fonction de leur état sanitaire du chêne-zeen.



**Figure.34 :** Etat sanitaires des feuilles du chêne zeen. (A) saine, (B) attaquée, (C) à galle, (D) attaquée et nécrosée, (E) nécrosée (Photos personnel).

### 3.2.3 Biométrie des feuilles

Les résultats obtenus sur la surface foliaire des feuilles des subéraies et des zénaies de la région d'Edough révèlent une variation notable entre le chêne-liège (*Quercus suber*) et le chêne-zeen (*Quercus canariensis*). Globalement, il apparaît que le chêne-zeen se caractérise par une surface foliaire plus élevée, que ce soit pour les feuilles saines, nécrosées, attaquées par les phytophages, affectées simultanément par des phytophages et des nécroses, ou portant

des galls. En revanche, la surface foliaire des feuilles du chêne-liège reste relativement plus réduite.

### 3.2.3.1 chêne-liège

Les résultats obtenus sur la surface foliaire des feuilles des subéraies montrent que l'année 2016 est marquée par une surface foliaire élevée pour toutes les catégories de feuilles : saines, nécrosées, attaquées par des phytophages et affectées simultanément par les deux types d'atteintes (phytophages et nécroses). En revanche, l'année 2017 est caractérisée par une nette régression de cette surface. En 2018, une légère augmentation est observée. Il est également important de noter que les feuilles présentant des galls affichent les surfaces foliaires les plus grandes, tandis que les feuilles saines ont des surfaces relativement plus réduites.

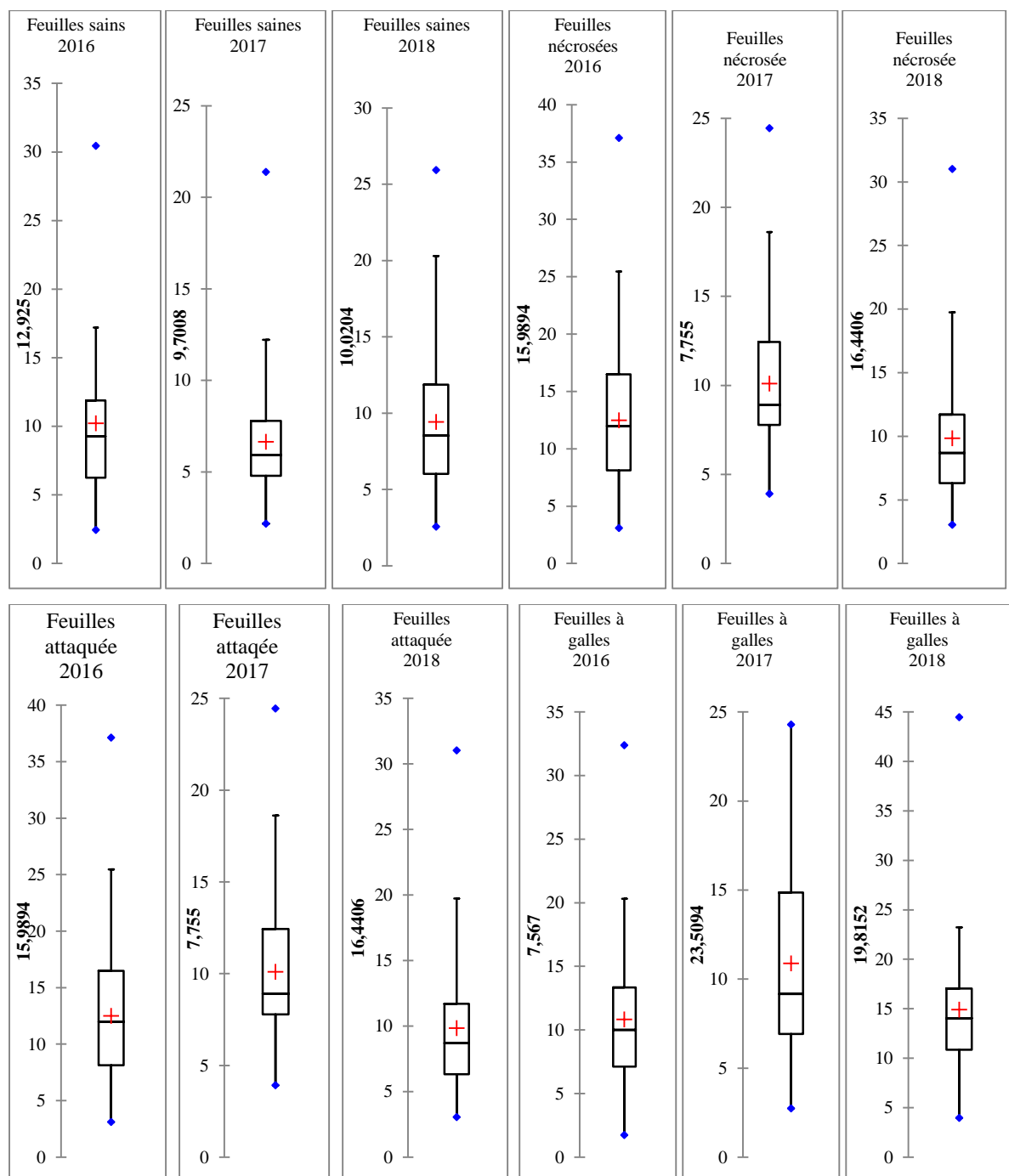
En 2016, la surface moyenne des feuilles saines est de 10,21 cm<sup>2</sup>, avec des valeurs variant entre un minimum de 2,44 cm<sup>2</sup> et un maximum de 30,45 cm<sup>2</sup>. En 2017, cette surface diminue à 6,65 ± 7,71 cm<sup>2</sup>, avec une fourchette comprise entre 2,77 et 21,38 cm<sup>2</sup>. En 2018, une légère augmentation est enregistrée, atteignant une moyenne de 9,42 ± 20,37 cm<sup>2</sup>, avec des extrêmes de 2,55 à 25,94 cm<sup>2</sup>.

Concernant les feuilles attaquées par des insectes phytophages, la surface moyenne en 2016 est de 12,5 ± 53,6 cm<sup>2</sup> (entre 2,79 et 47 cm<sup>2</sup>). Elle diminue en 2017 pour atteindre 9,94 ± 22,32 cm<sup>2</sup> (entre 1,41 et 29,77 cm<sup>2</sup>), avant d'augmenter de nouveau en 2018 à 11,55 ± 33,77 cm<sup>2</sup> (entre 2,95 et 57,81 cm<sup>2</sup>).

La surface des feuilles nécrosées suit une tendance similaire. En 2016, la surface moyenne est de 12,49 ± 33,02 cm<sup>2</sup> (de 3,1 à 37,11 cm<sup>2</sup>). Elle baisse à 10,09 ± 18,26 cm<sup>2</sup> (de 3,91 à 24,44 cm<sup>2</sup>) en 2017, puis diminue légèrement en 2018 à 9,83 ± 27,23 cm<sup>2</sup> (de 3,05 à 31,02 cm<sup>2</sup>).

Les feuilles présentant une double attaque, à la fois par des insectes phytophages et des nécroses, enregistrent une surface moyenne de 12,33 ± 37,54 cm<sup>2</sup> en 2016 (de 1,78 à 45,33 cm<sup>2</sup>). En 2017, une légère baisse est observée avec une moyenne de 11,77 ± 30,37 cm<sup>2</sup> (de 0,56 à 30,68 cm<sup>2</sup>). Toutefois, en 2018, cette surface augmente à 12,87 ± 35,15 cm<sup>2</sup> (entre 0,75 et 44,46 cm<sup>2</sup>).

Enfin, les feuilles portant des galles présentent une surface moyenne de  $10,82 \pm 29,72$  cm<sup>2</sup> en 2016 (de 1,72 à 32,37 cm<sup>2</sup>), qui reste relativement stable en 2017 avec une moyenne de  $10,86 \pm 36,25$  cm<sup>2</sup> (de 2,72 à 24,28 cm<sup>2</sup>). En 2018, une nette augmentation est enregistrée, atteignant  $14,90 \pm 64,04$  cm<sup>2</sup> (de 3,94 à 44,46 cm<sup>2</sup>).



**Figure.35:** Distribution de la surface des feuilles saines et atteintes des subéraies de l'Edough.

### 3.2.3.2 chêne-zeen

Les résultats obtenus sur la surface foliaire des feuilles des arbres échantillonnés du chêne-zeen montrent une variation notable selon les années d'étude. L'année 2018 se distingue par des surfaces foliaires élevées, notamment pour les feuilles saines, nécrosées, attaquées par les phyllophages ainsi que celles présentant une double attaque (phyllophages et nécroses). À l'inverse, en 2017, la surface des feuilles est globalement plus réduite. Par ailleurs, les feuilles portant des galles présentent les surfaces les plus importantes, tandis que les feuilles saines affichent des surfaces foliaires relativement faibles.

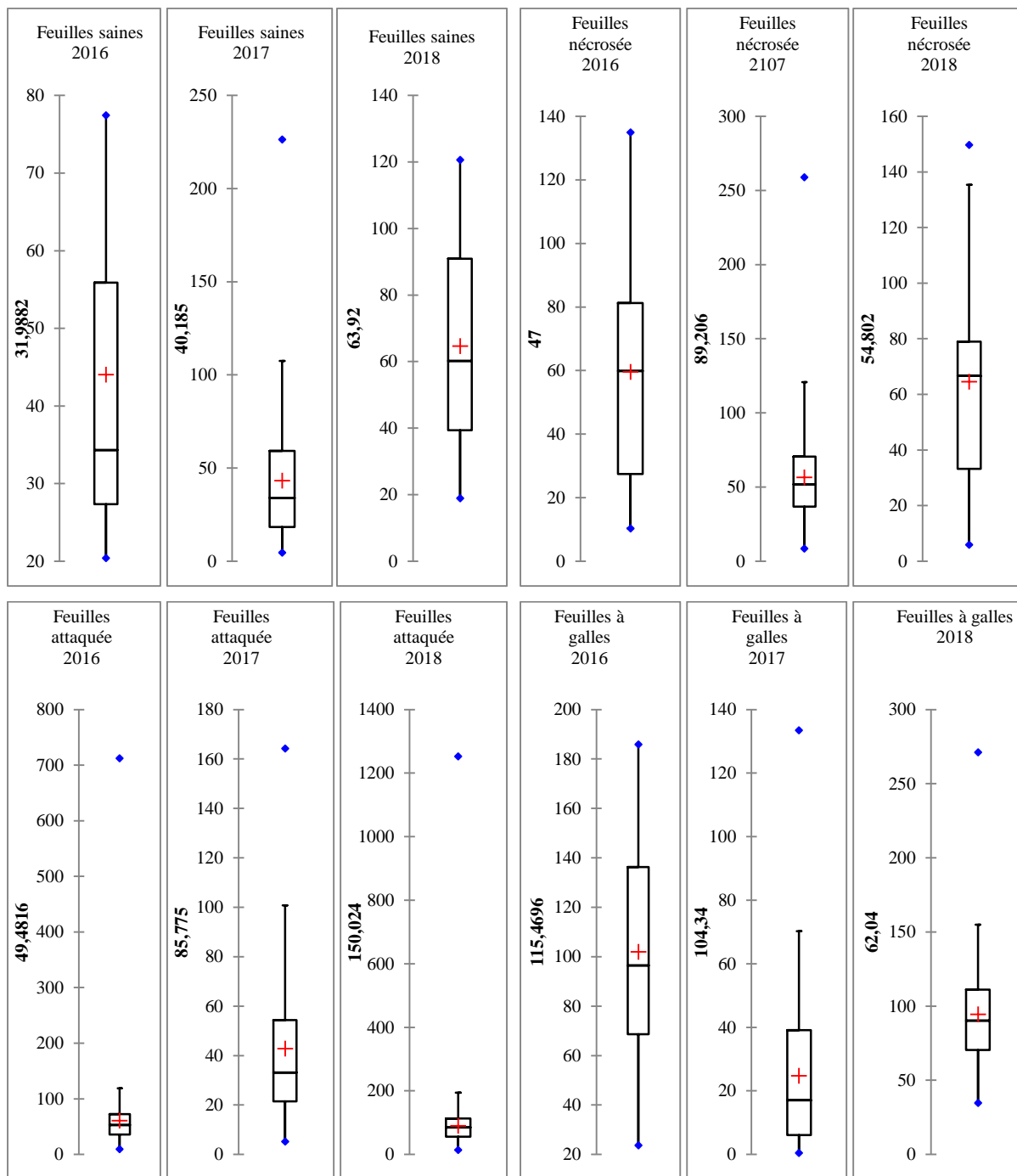
En 2016, la surface moyenne des feuilles saines est de  $44,05 \pm 885,25 \text{ cm}^2$ , avec des valeurs comprises entre 20,39 et 77,46  $\text{cm}^2$ . Cette surface diminue légèrement en 2017 pour atteindre  $43,29 \pm 1260,16 \text{ cm}^2$  (4,66–2226,35  $\text{cm}^2$ ), avant de progresser en 2018 à  $64,67 \pm 900,22 \text{ cm}^2$  (18,94–120,63  $\text{cm}^2$ ).

Concernant les feuilles attaquées par les phyllophages, la surface moyenne enregistrée en 2016 est de  $60,68 \pm 3339,68 \text{ cm}^2$ , avec des extrêmes allant de 9,16 à 712,24  $\text{cm}^2$ . En 2017, cette surface régresse à  $42,78 \pm 956,23 \text{ cm}^2$  (5,24–164,23  $\text{cm}^2$ ), avant d'augmenter significativement en 2018 à  $84,74 \pm 1867,67 \text{ cm}^2$  (9,58–218,98  $\text{cm}^2$ ).

La surface moyenne des feuilles nécrosées est de  $59,64 \pm 1362,1 \text{ cm}^2$  en 2016 (avec des valeurs variant de 10,34 à 135  $\text{cm}^2$ ). Cette surface chute fortement en 2017, atteignant  $14,72 \pm 22,59 \text{ cm}^2$  (5,88–29,76  $\text{cm}^2$ ), puis remonte en 2018 à  $66,68 \pm 1258,19 \text{ cm}^2$  (5,92–149,74  $\text{cm}^2$ ).

Pour les feuilles présentant une double attaque (phyllophages + nécroses), la surface moyenne est de  $62,03 \pm 1983,19 \text{ cm}^2$  en 2016, avec des valeurs allant de 0,86 à 784,34  $\text{cm}^2$ . En 2017, la surface moyenne augmente à  $56,61 \pm 817,39 \text{ cm}^2$  (8,62–258,97  $\text{cm}^2$ ), avant d'atteindre un pic en 2018 avec une moyenne de  $90,29 \pm 4057,11 \text{ cm}^2$  (13,53–1552,83  $\text{cm}^2$ ).

Enfin, pour les feuilles portant des galles, la surface moyenne en 2016 est de  $101,93 \pm 1885,33 \text{ cm}^2$  (23,65–185,88  $\text{cm}^2$ ). En 2017, une nette régression est observée avec une surface moyenne de  $24,47 \pm 644,97 \text{ cm}^2$  (0,47–133,43  $\text{cm}^2$ ). En 2018, cette surface augmente à  $94,5 \pm 1547,84 \text{ cm}^2$ , avec des valeurs comprises entre 34,76 et 271,1  $\text{cm}^2$ .



**Figure.36:** Distribution de la surface des feuilles saines et atteintes des feuilles du chêne-zeen de l'Edough.

### **3.2.4 Evaluation de la surface perdue des feuilles**

#### **3.2.4.1 chêne- liège**

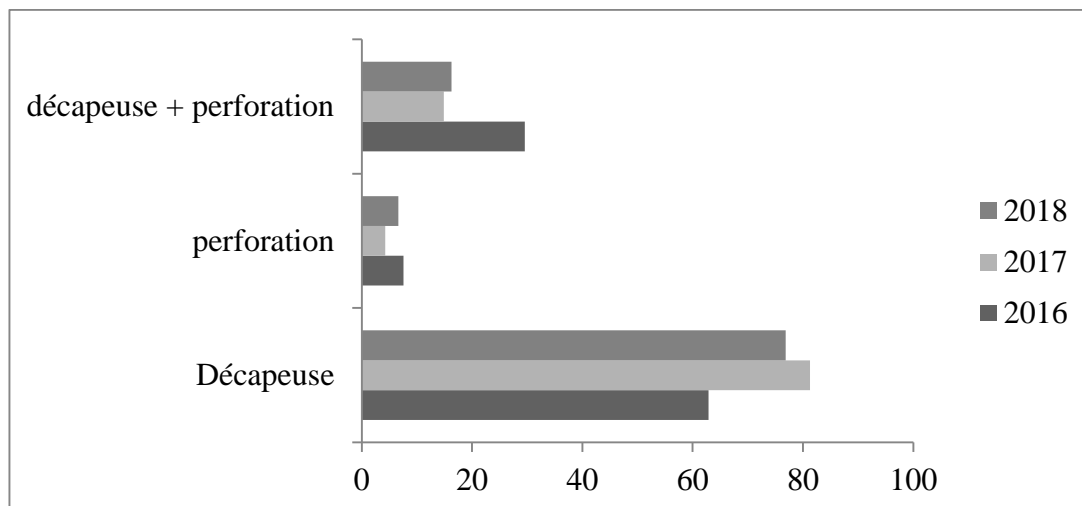
##### *Feuilles attaquées par les phytophages*

Les feuilles attaquées par les phyllophages peuvent être consommées selon deux modes : soit par décapage (abrasion de la surface foliaire), soit par perforation (création de trous). Il a également été observé que ces deux types d'attaques peuvent coexister sur une même feuille. D'après les observations réalisées au laboratoire sur les feuilles prélevées dans la subéraie au cours des trois années d'étude, il ressort que l'attaque par décapage est la plus fréquente. Elle est suivie par les attaques combinées (décapage et perforation).

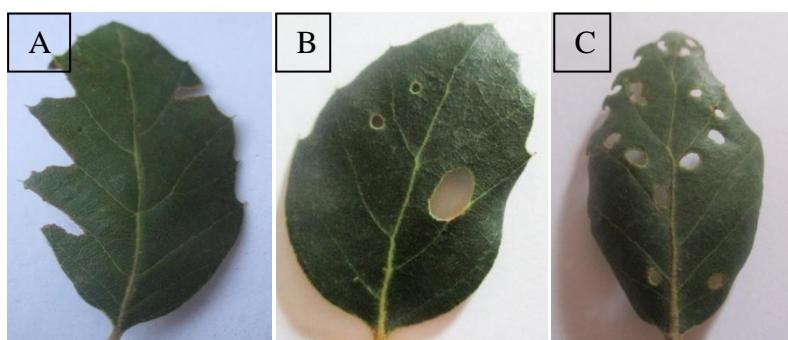
En 2016, l'analyse des feuilles attaquées montre que 62,89 % d'entre elles présentent une attaque de type décapage. Les feuilles présentant uniquement des perforations représentent 7,54 %, tandis que 29,55 % des feuilles subissent une double attaque (décapage + perforation).

En 2017, on observe une forte diminution des attaques simples : les feuilles attaquées uniquement par décapage ne représentent plus que 14,86 %, celles attaquées par perforation chutent à 4,22 %, tandis que les attaques combinées augmentent significativement, atteignant 81,25 %.

En 2018, la tendance s'inverse à nouveau. Les attaques par décapage reprennent de l'importance avec un taux de 76,84 %. Les attaques par perforation augmentent légèrement à 6,65 %, alors que les attaques combinées diminuent à 16,25 % (Figure.37).



**Figure.37:** Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au niveau des subéraies de l'Edough.



**Figure.38 :** Les différents types d'attaques des feuilles par les phyllophages. (A) décapeuse, (B) perforation, (C) décapeuse et perforation (Photos personnel).

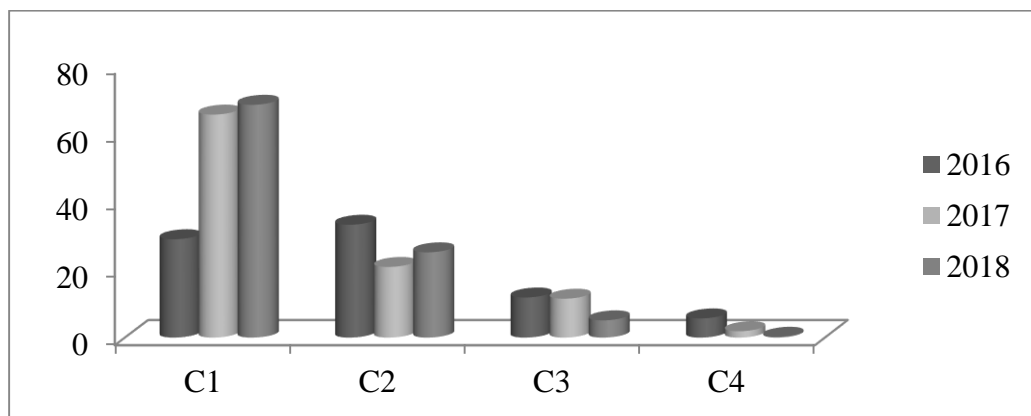
#### ***Evaluation de la surface foliaire attaquée par les phyllophages***

Concernant la surface foliaire perdue des feuilles endommagées, on observe une fluctuation du pourcentage de surface endommagée au cours des trois années d'étude. En 2016, les feuilles moyennement endommagées sont les plus fréquentes, tandis que lors des deux années suivantes, ce sont les feuilles faiblement endommagées qui prédominent.

Les feuilles attaquées récoltées dans les subéraies de Séraïdi présentent une variation significative de la surface endommagée entre les classes 1 et 2. En 2016, la majorité des feuilles étaient moyennement attaquées, avec un taux de 33,33 %, suivies par les feuilles faiblement endommagées représentant 29,05 %. Les feuilles endommagées plus sévèrement constituaient 11,94 %, tandis que les feuilles fortement attaquées représentaient 5,66 %.

En 2017, on note que 65,76 % des feuilles appartiennent à la classe 1, correspondant aux feuilles faiblement endommagées. Les feuilles moyennement endommagées (classe 2) représentent quant à elles 20,87 %. Les classes 3 et 4, correspondant respectivement aux feuilles endommagées et fortement endommagées, sont peu représentées avec des taux de 11,48 % et 1,87 %.

En 2018, la tendance se confirme avec 68,64 % des feuilles faiblement endommagées (classe 1) et 25,18 % de feuilles moyennement endommagées (classe 2). Les feuilles endommagées (classe 3) représentent seulement 5,9 %, tandis que la présence de feuilles fortement endommagées (classe 4) reste très faible, ne dépassant pas 0,24 %.



**Figure.39** : Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue par les phyllophages.

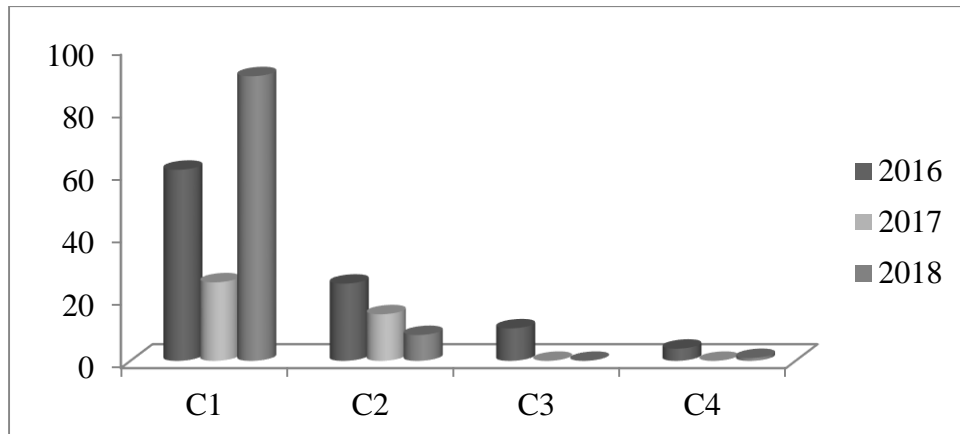
### *Evaluation de la surface foliaire nécrosée*

La majorité des feuilles des subéraies sont faiblement nécrosées (classe 1) durant les trois années d'étude. En 2016, les feuilles moyennement nécrosées de la classe 1 sont les plus fréquentes, avec un taux de 61,03 %. En deuxième position, on trouve les feuilles de la classe 2, également moyennement nécrosées, tandis que les feuilles nécrosées et fortement nécrosées représentent des taux faibles, respectivement 10,38 % et 3,89 %.

En 2017, on observe une progression des feuilles faiblement nécrosées (classe 1), atteignant un taux de 85,1 %, tandis que 14,89 % des feuilles appartiennent à la classe 2. Aucune feuille nécrosée ou fortement nécrosée n'a été enregistrée cette année-là.

L'année suivante, en 2018, les feuilles faiblement nécrosées restent majoritaires avec 90,82 %. Ensuite, les feuilles moyennement nécrosées (classe 2) représentent 8,25 %, tandis

que le taux de feuilles fortement nécrosées est très faible, avec une absence totale de feuilles nécrosées.



**Figure.40:** Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées.

### 3.2.4.2 chêne-zeen

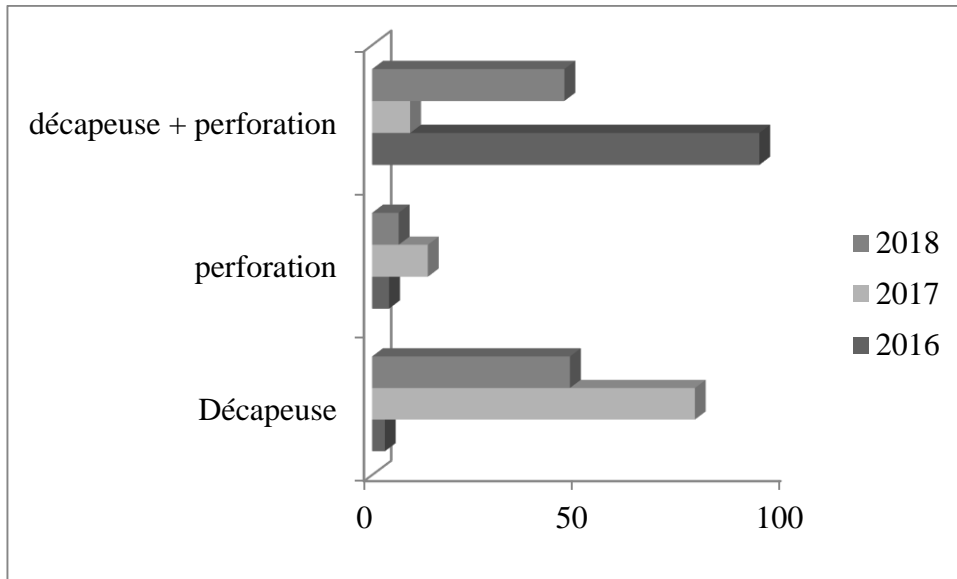
#### *Feuilles attaquées par les phytophages*

Trois types d'attaques ont été observés sur les feuilles atteintes par les défoliateurs : des attaques en décapreuse, par perforation, et des feuilles présentant simultanément ces deux types d'attaques (Figure 40).

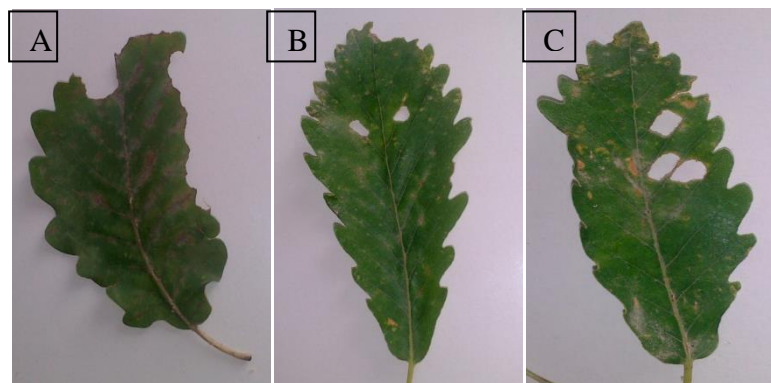
En 2016, les feuilles attaquées à la fois en décapreuse et par perforation sont les plus abondantes, représentant 92,92 % des cas. En revanche, les attaques uniquement en décapreuse ou uniquement par perforation sont beaucoup moins fréquentes, avec respectivement 3,03 % et 4,04 %.

En 2017, on note une baisse des feuilles uniquement attaquées en décapreuse, qui passent à 77,33 %, tandis que les feuilles perforées augmentent à 13,33 %. Les feuilles présentant une double attaque diminuent quant à elles à 9,09 %.

En 2018, les attaques en décapreuse restent fréquentes, représentant 47,34 % des feuilles attaquées. Elles sont suivies de près par les feuilles présentant une double attaque décapreuse et perforation, avec 46,01 %. Les attaques uniquement par perforation restent minoritaires, avec 6,36 %.



**Figure.41:** Répartition de la nature de l'attaque des feuilles au niveau des zénaies de l'Edough.



**Figure.42 :** La nature d'attaque des feuilles. (A) décapeuse, (B) perforation, (C) décapeuse et perforation (Phots personnel).

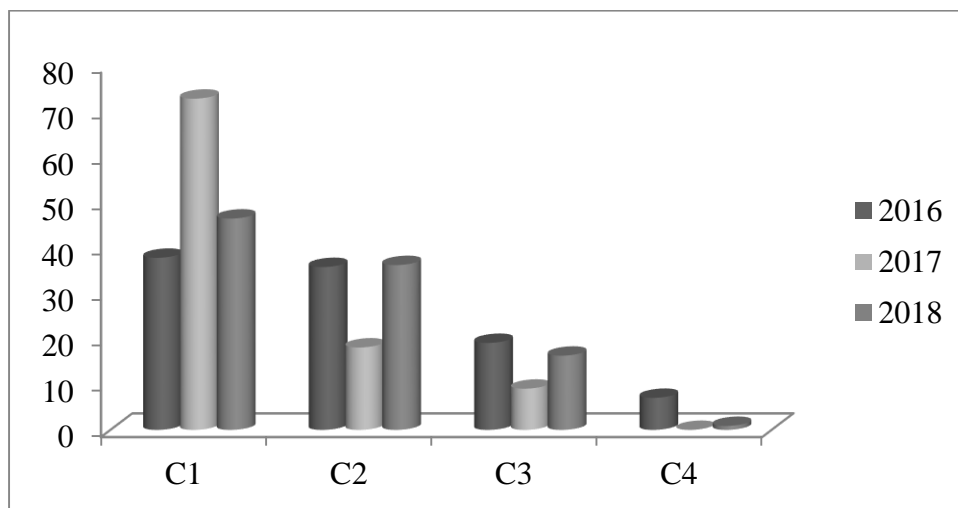
#### *Evaluation de la surface foliaire attaquée par les phyllophages*

L'étude de l'évaluation de la surface foliaire attaquée par les phyllophages sur les feuilles du chêne-zeen montre que la majorité des feuilles se répartissent entre les classes 1 et 2.

En 2016, 37,87 % des feuilles sont faiblement endommagées (classe 1), tandis que 45,85 % présentent un endommagement modéré (classe 2). Les feuilles appartenant à la classe 3, soit endommagées, représentent 19,19 %, et 7,07 % des feuilles sont fortement endommagées (classe 4).

En 2017, le taux de feuilles faiblement endommagées augmente nettement pour atteindre 72,72 %, alors que la proportion des feuilles moyennement endommagées (classe 2) diminue à 18,18 %. Les feuilles de classe 3 représentent 9,09 %, tandis que les feuilles fortement endommagées (classe 4) sont absentes.

Lors de la troisième année d'étude, la classe 1 regroupe encore une part élevée de feuilles faiblement endommagées (46,46 %), suivie par la classe 2 avec 36,28 %, puis la classe 3 à 11 %. Cependant, on observe une augmentation notable des feuilles endommagées (classe 3), qui atteignent 16,37 %. Les feuilles fortement endommagées (classe 4) ne représentent que 0,88 %.



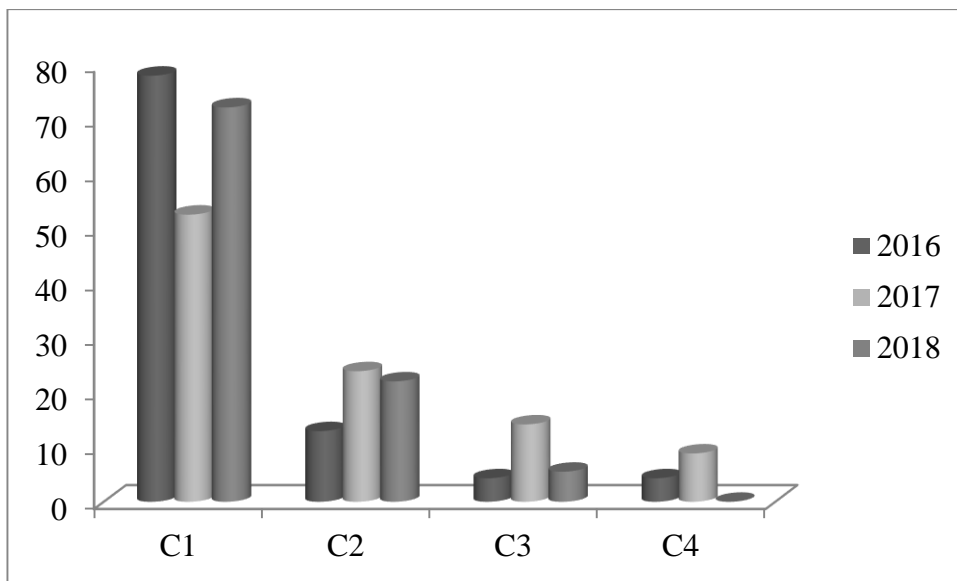
**Figure.43:** Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue des feuilles attaquée par les phllophages.

### *Evaluation de la surface foliaire nécrosée*

Les feuilles nécrosées du chêne-zeen présentent majoritairement de faibles nécroses (classe 1) durant les trois années d'étude, avec des taux variables. En 2016, les feuilles moyennement nécrosées (classe 2) sont les plus abondantes, représentant 78 % des feuilles, suivies par les feuilles faiblement nécrosées (classe 1) avec 13,04 %. Les feuilles nécrosées (classe 3) et fortement nécrosées (classe 4) restent très peu représentées, avec un taux de 4,34 %.

En 2017, on observe 52,67 % de feuilles faiblement nécrosées, tandis que les feuilles moyennement nécrosées sont à 24,1 %. Le taux de feuilles nécrosées augmente à 14,28 %, et les fortes nécroses (classe 4) atteignent 8,92 %.

L'année suivante, la proportion de feuilles faiblement nécrosées augmente à 72,22 %, tandis que celle des feuilles moyennement nécrosées diminue à 22,22 %. Les feuilles nécrosées représentent alors un faible taux de 5,55 %, et aucune feuille fortement nécrosée n'est enregistrée.



**Figure.44:** Les différentes classes estimées de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées.

### 3.2.5 Etude des feuilles présentant des galles

Les galles associées aux feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen sont des excroissances qui affectent la face inférieure du limbe, les nervures, ainsi que la formation de boursouflures. Leur taille varie en fonction de l'espèce responsable.

#### 3.2.5.1 Evaluation de l'attaque des feuilles par les espèces gallicoles

Nous avons identifié quatre types d'espèces gallicoles sur le chêne-liège, parmi lesquelles *Dryomyia lichtensteini* est la plus fréquente. Sur le chêne-zeen, trois espèces gallicoles ont été relevées, avec *Neuroterus quercusbaccarum* comme la plus courante.

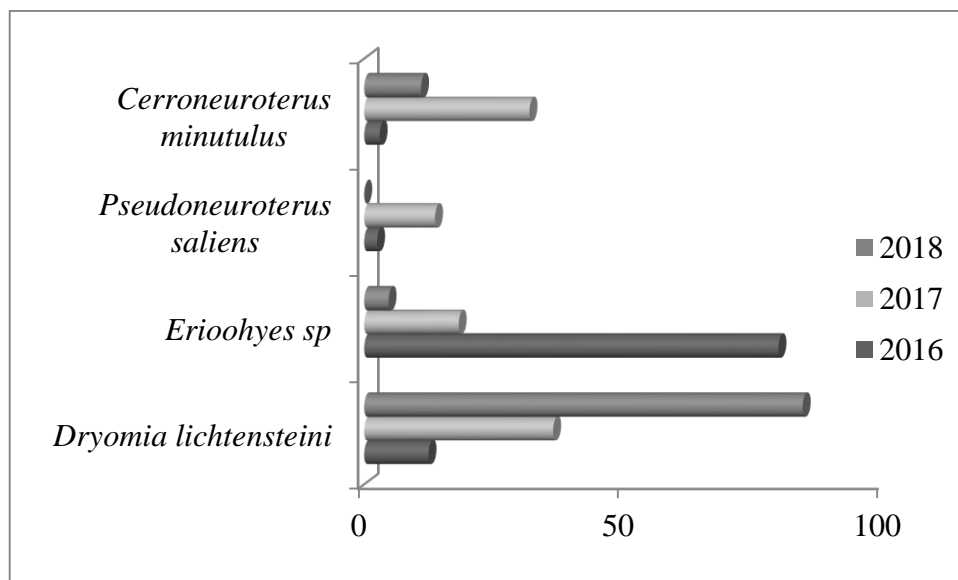
## Chêne-liège

L'espèce *Dryomyia lichtensteini* (Diptera : Cecidomyiidae) est fortement présente tout au long des trois années d'étude. En 2016, 12,37 % des feuilles étaient attaquées par cette espèce. Ce taux a augmenté à 36,36 % en 2017, puis a connu une nette progression en 2018, atteignant 84,37 %.

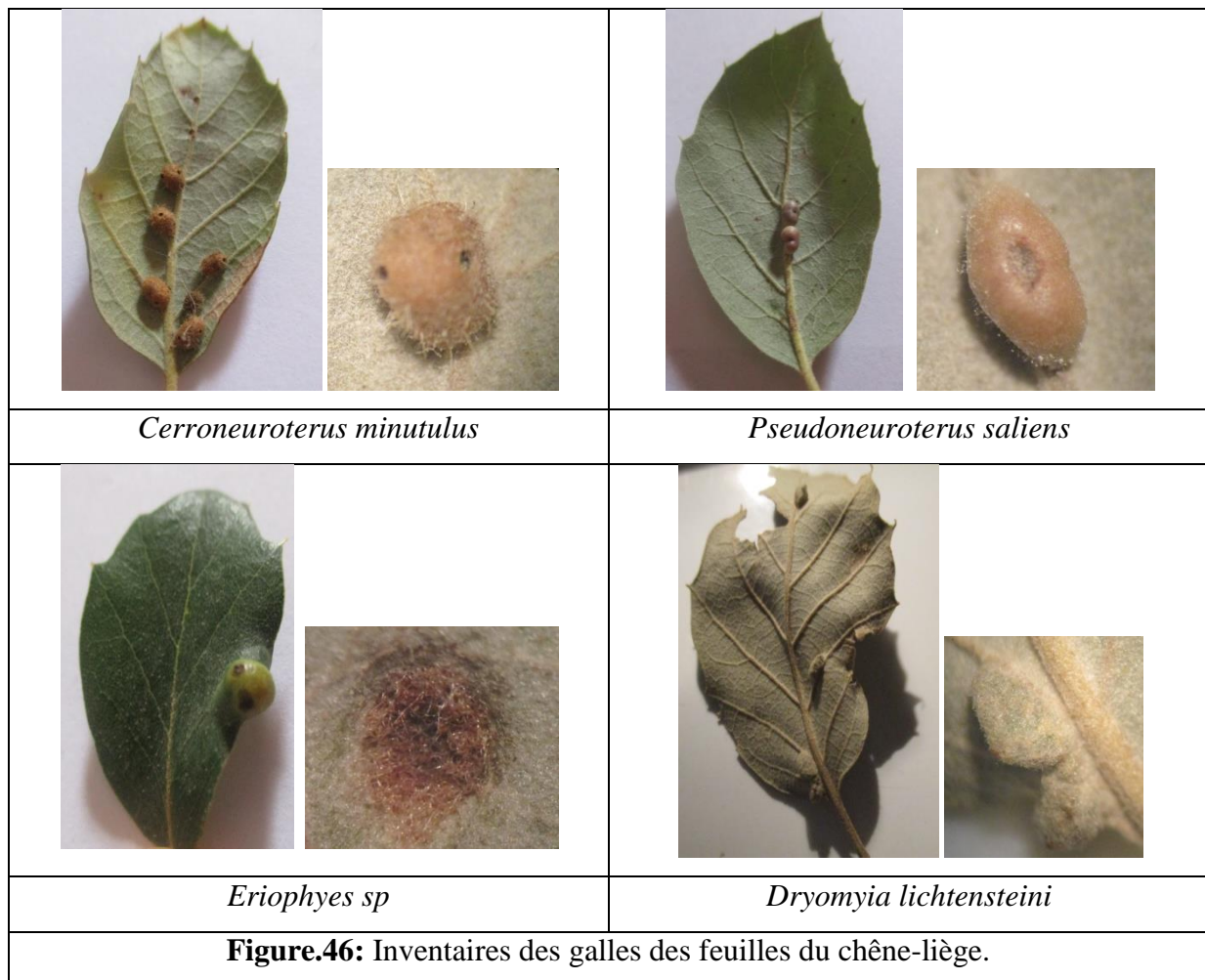
En 2016, l'acarien *Eriophyes* sp. (Acari : Eriophyidae) occupait 79,7 % des feuilles, mais sa présence a diminué au fil des années, avec 18,18 % en 2017 et seulement 4,68 % en 2018.

La galle *Cerroneuroterus minutulus* (Hymenoptera : Cynipidae) était peu abondante en 2016, avec un taux de 2,97 %. Ce pourcentage a augmenté à 31,81 % en 2017, avant de diminuer à 10,93 % en 2018.

Enfin, l'espèce *Pseudoneuroterus saliens* (Hymenoptera : Cynipidae) est restée rare, avec une présence maximale de 2,47 % en 2016, qui a augmenté à 13,63 % en 2017. En 2018, cette espèce n'a pas été détectée parmi les 1000 feuilles récoltées (Figure.45)



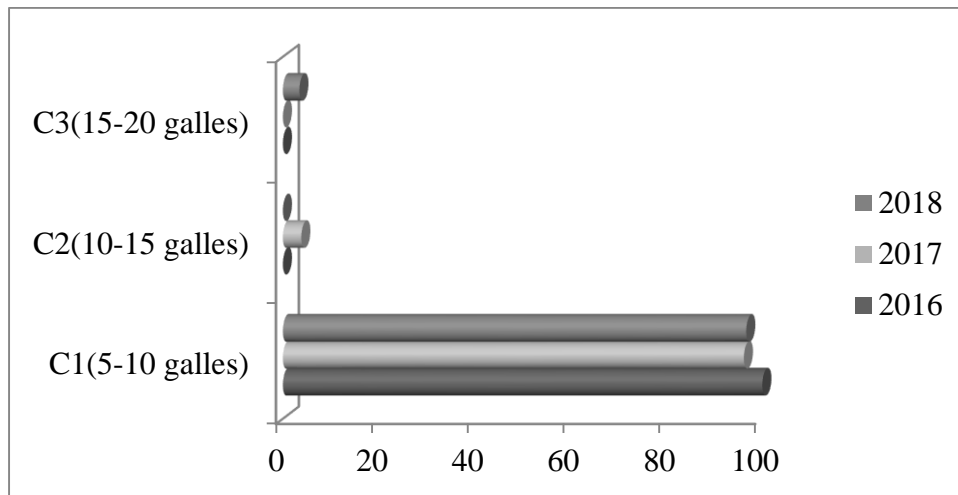
**Figure.45:** Evaluation du taux de répartition des espèces gallicoques au niveau des feuilles du chêne-liège.



- **Evaluation de la répartition de nombre de galles par feuilles**

Notre observation minutieuse du nombre de galles présentes sur une même feuille a révélé une prédominance de la classe A, c'est-à-dire entre 1 et 5 galles par feuille, durant les trois années d'étude. En 2016, toutes les feuilles à galles récoltées présentaient entre 1 et 5 galles sur le limbe. En 2017, 96,16 % des feuilles appartenaient également à cette première classe, tandis que la deuxième classe, correspondant à un nombre de 5 à 10 galles par feuille, représentait un faible taux de 3,84 %.

En 2018, les résultats restent similaires avec 96,56 % des feuilles dans la première classe (1 à 5 galles), et on observe une faible proportion de feuilles portant plus de 15 galles, soit 3,44 % (Figure.47).



**Figure.47:** Evaluation du taux de répartition des galles au niveau des feuilles du chêne-liège.

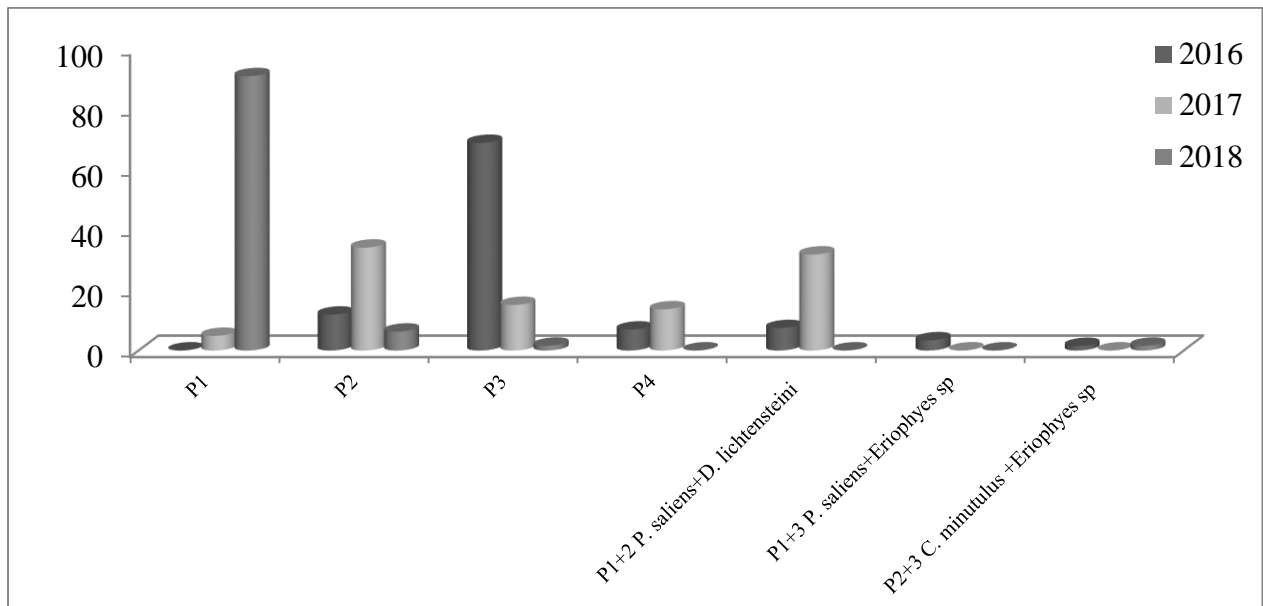
- **Les positions des galles**

La majorité des galles observées sur les feuilles de chêne-liège se situent principalement à deux endroits : la première position, au niveau du nerf principal, et la troisième position, entre les nervures.

En 2016, la plupart des galles (68,61 %) étaient localisées entre les nervures. La deuxième position, située sur le nerf secondaire P2, suivait avec un taux de 11,88 %. La quatrième position P4 représentait quant à elle 6,93 %. Concernant l'association de galles sur deux positions, 7,42 % des galles se trouvaient sur les nerfs primaire et secondaire (P1 et P2). Par ailleurs, l'association entre une position sur le nerf et une position entre les nervures représentait 3,46 %, tandis que seulement 1,48 % des galles correspondaient à une association entre les positions P2 et P3 (voir Figure 48).

En 2017, 34,09 % des galles étaient localisées sur les nerfs secondaires. L'association de galles sur la première et la deuxième position (P1 et P2) était observée avec un taux de 32,81 %. Les galles situées entre les nervures arrivaient en troisième position avec 15,09 %. La position liée à la ponte sur la feuille représentait 13,63 %, et seulement 4,54 % des galles étaient situées sur le nerf principal (P1) (voir Figure 48).

En 2018, les galles installées sur le nerf principal (P1) représentaient une proportion très élevée de 90,62 %. La deuxième position (P2) sur le nerf secondaire suivait avec 6,25 %, tandis qu'à peine 1,56 % des galles se trouvaient entre les nervures (P3). Il en était de même pour l'association des galles entre les positions P2 et P3 (voir Figure 48).



**Figure.48** :Répartition des positions des galles sur les feuilles du chêne-liège.

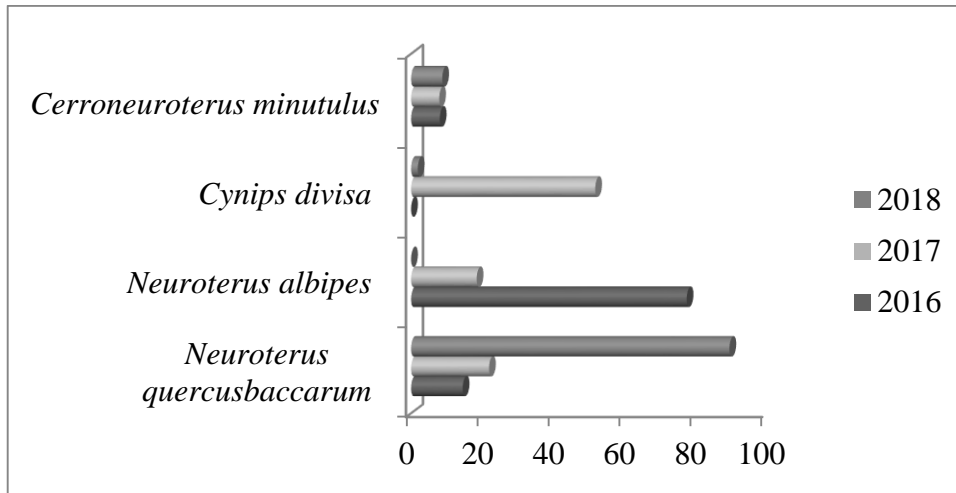
### *Chêne-zeen*

Concernant les feuilles du chêne-zeen en 2016, nous avons enregistré 14,5 % de feuilles attaquées par la galligène *Neuroterus quercusbaccarum* (Linnaeus, 1758) (génération sexuée). L'année suivante, on observe une augmentation de cette espèce à 21,9 %, tandis qu'en 2018, une forte hausse est signalée, avec un taux de 89,37 %.

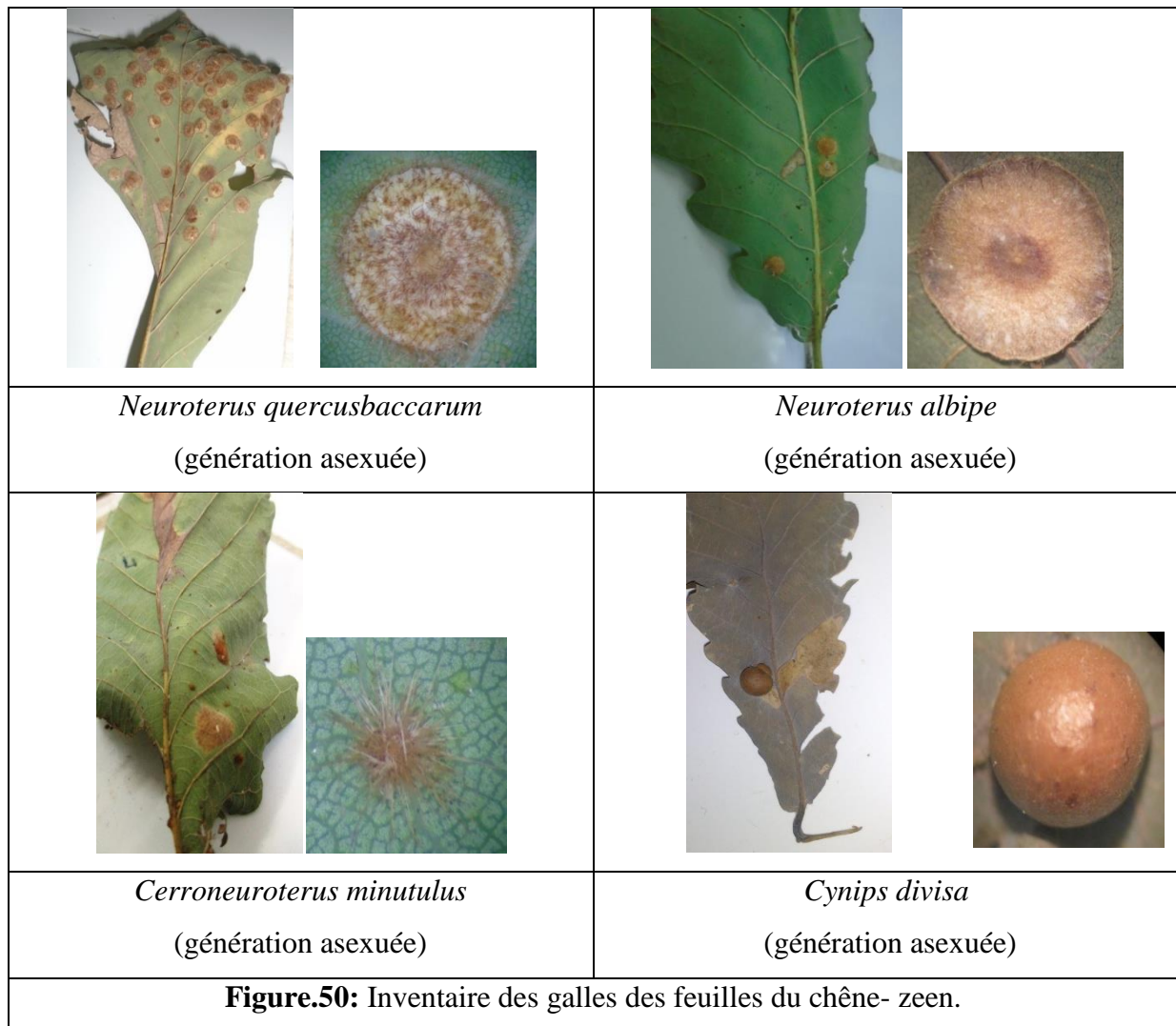
En 2016, *Neuroterus albipes* (Schenk, 1863) (génération asexuée) occupait 77,41 % des feuilles présentant des galles. La présence de cette espèce diminue en 2017 à 18,42 %, pour disparaître complètement en 2018.

La galle de *Cynips divisa* (Hartig, 1840) (génération asexuée) (Hymenoptera : Cynipidae) reste peu abondante tout au long des trois années d'étude, avec des taux relativement constants : 8,06 % en 2016, 7,89 % en 2017, et 8,75 % en 2018.

Enfin, l'espèce *Cerroneuroterus minutulus* (Giraud, 1859) (génération asexuée) (Hymenoptera : Cynipidae) occupait 51,75 % des feuilles en 2017, mais sa présence chute à seulement 1,87 % en 2018 (Figure.49).

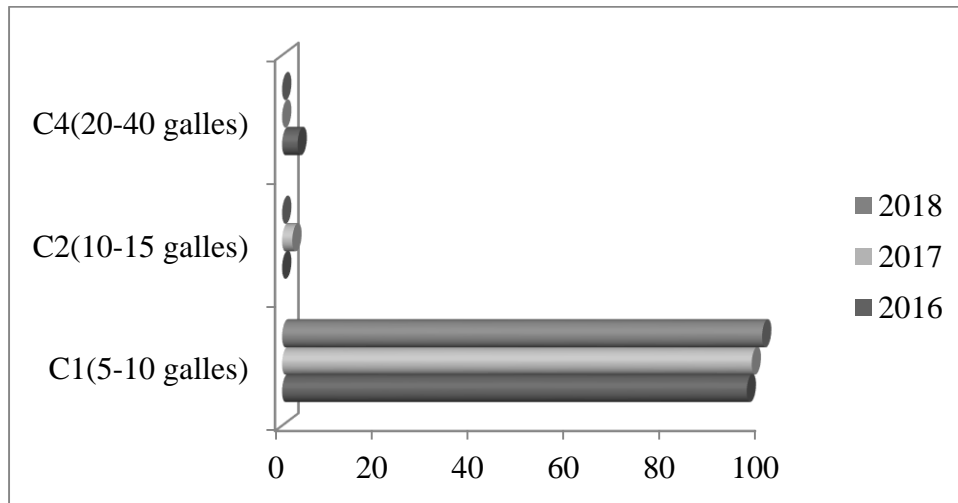


**Figure.49:** Evaluation du taux de répartition des espèces gallicoles au niveau des feuilles du chêne-zeen.



- **Evaluation de la répartition de nombre de galles par feuilles**

En 2016, 96,78 % des feuilles à galles récoltées présentaient entre 1 et 5 galles sur le limbe, tandis que 3,22 % en comportaient plus de 40. En 2017, 97,82 % des feuilles appartenait également à la première classe (1 à 5 galles), alors que les feuilles de la deuxième classe (5 à 10 galles) représentaient un faible taux de 2,12 %. L'année suivante, le nombre de galles par feuille ne dépassait pas 5.



**Figure.51:** Evaluation du taux de répartition des galles au niveau des feuilles du chêne-zeen.

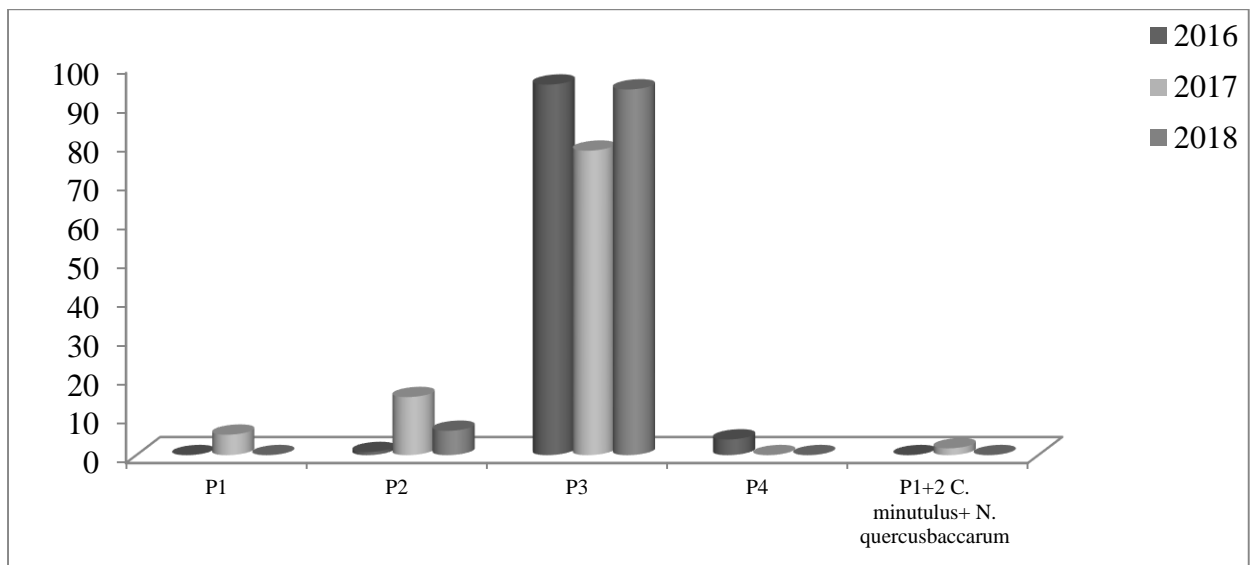
- **Les positions des galles**

La majorité des galles sur les feuilles de chêne-zeen se situent à la troisième position, c'est-à-dire entre les nervures.

En 2016, 95 % des galles étaient localisées entre les nervures, suivies par la quatrième position, correspondant à la ponte (P4), avec un taux de 4,03 %. La deuxième position, située sur le nerf secondaire, représentait seulement 0,8 %.

En 2017, 78,07 % des galles se trouvaient entre les nervures, tandis que 14,91 % étaient présentes sur le nerf secondaire (P2). Les galles situées sur le nerf primaire occupaient la troisième place avec 5,25 %. Enfin, l'association entre la position sur le nerf principal (P1) et entre les nervures représentait 1,75 % (voir Figure 52).

En 2018, les galles situées entre les nervures (P3) dominaient largement avec un taux de 93,75 %, suivies par celles sur la deuxième position (P2) sur le nerf secondaire, à 6,25 % (voir Figure 52).



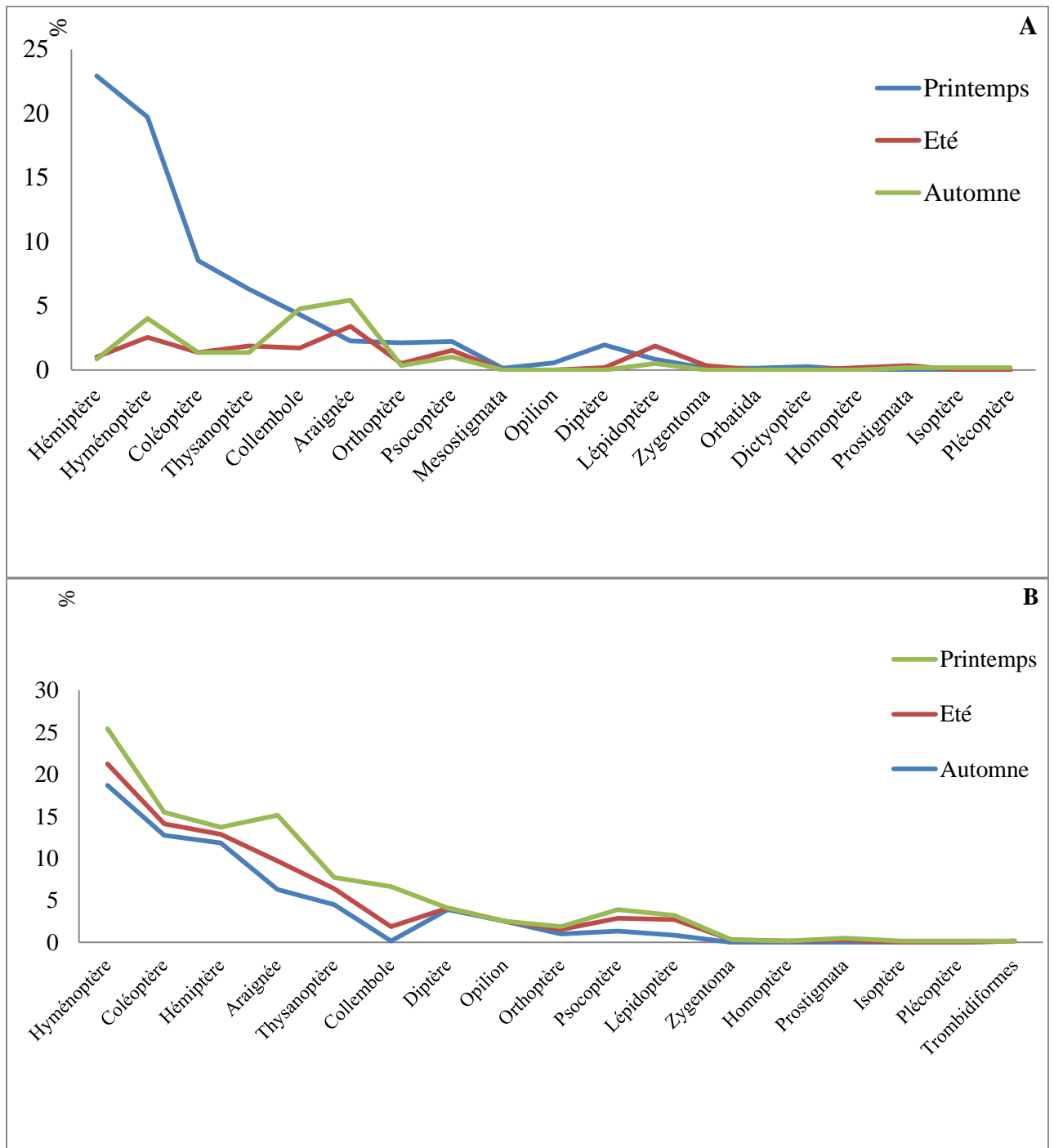
**Figure.52** :Répartition des positions des galles sur les feuilles du chêne-zeen.

### 3.3 Inventaire des insectes phyllophages

Les feuilles du chêne-liège et du chêne zeen hébergent une faune très diversifiée, principalement composée d'insectes phyllophages, qui influent sur l'état sanitaire des feuilles en exploitant ces dernières de différentes manières, notamment par des attaques et la nécrose.

Au total, les insectes inventoriés sur ces deux essences comptabilisent environ 145 espèces réparties en 20 ordres systématiques. La figure ci-dessous met en évidence la comparaison saisonnière entre les arthropodes récoltés au niveau des feuilles du chêne-liège et du chêne zeen.

Parmi l'ensemble des ordres recensés dans les deux *Quercus*, on remarque une forte abondance des arthropodes au printemps, suivie par l'automne et l'été pour les subéraies, tandis que pour les zénaies, le printemps est également la saison la plus riche, suivi par l'été puis l'automne.



**Figure.53:** La comparaison saisonnière entre les arthropodes capturée au niveaux des feuilles du chêne-liège (A) et du chêne-zeen (B).

### **3.3.1 Répartition des espèces recensées selon leur Ordre systématique**

La figure (54) ci-dessous, met en évidence l'impotence des différents ordres capturés au niveau des feuilles du chêne-liège et de chêne-zeen. Ces Arthropodes regroupent en deux rangs sont les phyllophages et les prédateurs.

#### **3.3.1.1 La faune des feuilles du chêne-liège**

Concernant les phyllophages, cette faune représente 86,18 % du total. Les ordres les plus dominants sont les Hyménoptères et les Hémiptères, chacun avec un taux d'environ 25 %. Vient ensuite en deuxième position l'ordre des Coléoptères, qui représente 11,04 %.

Le troisième rang est occupé conjointement par les Thysanoptères et les Collembolés, avec un pourcentage d'environ 6 % chacun. Les Orthoptères, Psocoptères, Diptères, chenilles de Lépidoptères et *Zygentoma* représentent quant à eux des proportions variant entre 1 et 4 %.

Les arthropodes prédateurs constituent 13,11 % de la faune, parmi lesquels les araignées sont les plus fréquentes avec 11,04 %. Le reste est réparti entre les Mésostigmata, Opilions et Oribatida.

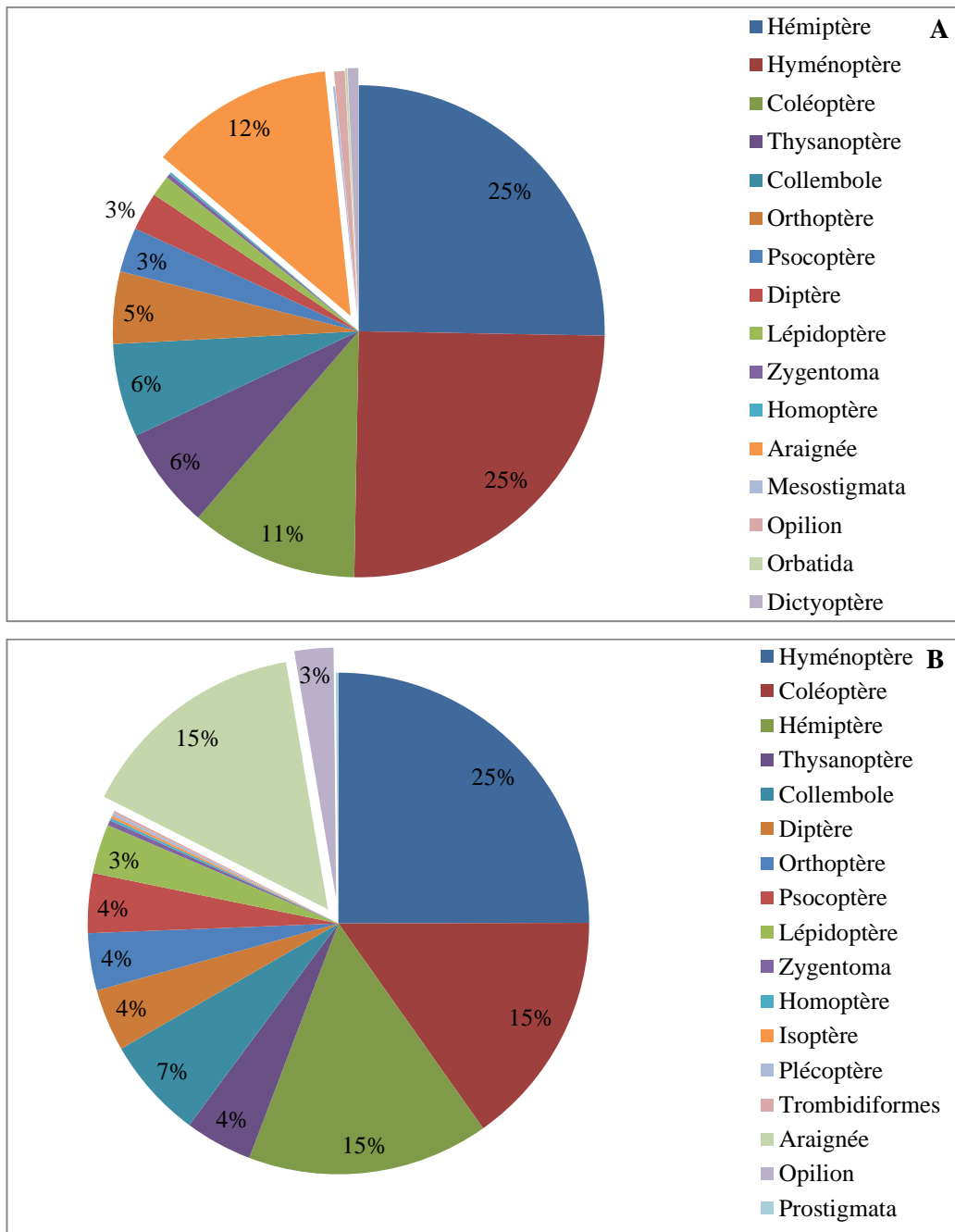
Enfin, 0,69 % des individus sont des décomposeurs, représentés notamment par les Dictyoptères. (Figure.54A).

#### **3.3.1.2 La faune des feuilles du chêne-zeen**

Le pourcentage des arthropodes phyllophages présents sur les feuilles du chêne-zeen est de 82,25 %. Parmi eux, les Hyménoptères sont les plus abondants avec un taux de 25 %, suivis des Hémiptères et des Coléoptères, chacun représentant 15 %. En troisième position, on trouve les Collembolés avec un pourcentage de 6,5 %, puis les Thysanoptères et les Diptères avec un taux de 4 % chacun.

Le reste de l'entomofaune se répartit entre les Psocoptères, Orthoptères et Lépidoptères, qui représentent chacun environ 3 %, tandis que les *Zygentoma*, Homoptères, Isoptères et Plécoptères affichent un taux faible de 0,16 % pour chaque ordre.

Du côté des prédateurs, les araignées constituent la majorité avec un pourcentage de 14,9 %, suivies des Opilions avec 2,51 %. En troisième position se trouvent les Trombidiformes et les Prostigmata, qui représentent ensemble 0,16 % (Figure.54B).



**Figure.54.** Répartition des insectes capturées par ordre systématique.

**A.** l'entomofaune du chêne-liège. **B.** l'entomofaune du chêne-zeen.

### 3.3.2 Présentation des espèces appartenant aux principaux ordres d'arthropodes

#### 3.3.2.1 Ordre des Coléoptères

Étant l'ordre le plus riche en espèces dans notre inventaire, nous avons porté une attention particulière aux Coléoptères.

Nous avons recensé 45 espèces réparties en 13 familles : Coccinellidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Silvanidae, Cleridae, Staphylinidae, Meloidae, Cryptophagidae, Cantharidae, Ptinidae, Oedemeridae, Scaptiidae et Melyridae.

La famille des Curculionidae est la plus riche en espèces, avec 18 espèces recensées. Toutes ces espèces ont été capturées au printemps sur les deux essences, à l'exception de *Diplapion stolidum*, trouvée au chêne-liège au printemps et en automne.

Vient ensuite la famille des Melyridae avec 6 espèces, qui s'installent au printemps sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen. Puis la famille des Silvanidae avec 4 espèces présentes sur les feuilles du chêne-zeen au printemps et du chêne-liège au printemps et en automne.

Les familles Cantharidae, Coccinellidae et Ptinidae comptent chacune 3 espèces, récoltées au printemps et en automne pour les deux essences.

Les six familles restantes sont réparties comme suit :

- Scaptiidae, au printemps sur les feuilles du subéraie,
- Tenebrionidae, en été sur les feuilles du zeenaie,
- Cryptophagidae, sur les feuilles du chêne-liège en automne et du chêne-zeen au printemps,
- Oedemeridae, au printemps sur les feuilles du chêne-zeen.

Enfin, deux larves appartenant aux familles Cleridae et Carabidae ont été capturées sur les feuilles des deux essences (Tableau 20).

**Tableau.20** : Liste des espèces de Coléoptères phyllophages recensées sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière.

Essence	Chêne-liège			Chêne-zeen		
Espèce Saison	Printemps	Eté	automne	Printemps	été	automne
<i>Anaspis sp</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Anthonomus rubi</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Balaninus elphas</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Balaninus pellitus</i>	+	-	-	-	-	-
Coccinellidae	-	-	-	-	+	+
<i>Clanoptilus elegans</i>	+	-	-	+	-	-
Cleridae	+	-	-	-	-	-
<i>Curclio glandium</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Curculio nucum</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Corticeus unicolor</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Cryptophagus lecooperdi</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Dasytes cayanus</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Dasytes croceipes</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Dasytes sp</i>		-	-	+	-	-
<i>Dasytes virens</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Dromius quadrimaculatus</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Diplapion stolidum</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Dromius sp</i>	-	-	-	-	+	-
<i>lasioderma stephens</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Malachius sp</i>	+	-	+	-	-	+
<i>Malthodes rubricollis</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Malthodes scriptus</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Mussidia nigrivinilla</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Oedmera luridae</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Oryzaephilus sp</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Ophonus azureus</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Otiorhynchus rugiforns</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Otiorhynchus slucatus</i>	+	-	-	-	-	-

<i>padabrus alpinus</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Phyllobius calcaratus</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Phyllobius glaucus</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Phyllobius pomaceus</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Phyllobius sp</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Phyllobius pyri</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Polydrusus mollis</i>	+	-	-	+	-	-
<i>Polydrusus parasinus</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Polydrusus pyri</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Polydrusus splendidus</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Pseudomechoris aethiops</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Ptinus fur</i>	+	-	-	-	-	+
<i>Ptinus latro</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Rayacheila compressus</i>	+	-	-	+	+	-
<i>Uleiota planata</i>	-	-	-	+	-	-

### 3.3.2.2 Ordres des Hémiptères

Notre inventaire comprend 12 espèces d'Hémiptères réparties en 5 familles : Aphididae, Miridae, Microphysidae, Anthocoridae et Pentatomidae. La majorité des espèces recensées ont été récoltées sur les feuilles du chêne-liège au printemps.

*Alloeotomus cyprius* a été capturée durant les trois saisons sur le feuillage des deux essences. Les espèces de la famille Pentatomidae, à l'état larvaire, ont été récoltées sur les feuilles des deux essences, également durant les trois saisons.

*Loricula sp.*, *Orius horvathi* et *Sitobion avenae* sont des espèces qui s'installent sur le feuillage du chêne-zeen au printemps (Tableau 21).

**Tableau.21:** Liste des espèces des Hémiptères phyllophages recensées sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière.

Essence	Chêne-liège			Chêne-zeen		
Espèce	Printemps	Eté	automne	Printemps	été	Automne
Saison						
<i>Alloeotomus cyprius</i>	+	-	+	+	+	+
<i>Alloeothomus sp</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Deraeocoris lutescens</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Dysaphis sp</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Loricula sp</i>	+	-	+	+	-	-
<i>Lygus Cyprius</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Lygus pabulinus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Lygus pratensis</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Lygus sp</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Metopolophium sp</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Orius horvathi</i>	-	-	+	+	-	-
Pentatomidae	+	+	+	+	+	+
<i>Sitobion avenae</i>	-	-	-	+	-	-

### 3.3.2.3 Ordre des Hyménoptères

Les Hyménoptères récoltés comptent un nombre important de fourmis appartenant à deux familles, Formicidae et Myrmicidae, ainsi que trois familles d'insectes gallégènes : Cynipidae, Eupelimididae et Petromalidae, et une espèce parasite de la famille Ichneumonidae.

Huit espèces de la famille Formicidae ont été récoltées au niveau du feuillage, et le genre *Aphaenogaster* est le plus représenté avec 3 espèces qui s'installent sur le feuillage des deux essences durant les trois saisons. Par ailleurs, nous avons récolté une espèce appartenant à la famille Myrmicidae, *Crematogaster scutellaris*, capturée durant les trois saisons sur les feuilles des deux essences (Tableau.22).

**Tableau. 22 :** Liste des espèces des Hyménoptères recensées sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière.

Essence	Chêne-liège			Chêne-zeen		
Espèce	Printemps	été	automne	Printemps	été	Automne
Saison						
<i>Aphénogaster gibossa</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Aphénogaster senifis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Aphénogaster sp</i>	-	+	+	+	+	-
<i>Campoletis ensator</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Crématogaster scutellaris</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Componatus sp</i>	-	-	-	-	+	-
Cynipidae	+	-	+	+	+	-
Eupelimididae	-	-	+	+		-
Formicidae	+	-	+	-	+	-
Ichnomonidae	-	-	-	+	-	-
<i>lasius sp</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Lyptothorax nyladiri</i>	+	-	-	+	-	-
Petromalidae	-	-	-	+	-	+
<i>Tetramorium sp</i>	-	-	-	+	-	-

### 3.3.2.4 Divers ordres d'insectes récoltés :

Nous avons récolté trois espèces de Thysanoptères, toutes ces espèces s'installent sur les feuilles de *Quercus suber* au printemps, et l'espèce *Megalurothrips sjostedi* est fréquente sur les feuilles du chêne-zeen durant les trois saisons (Tableau 23).

Dix espèces de Psocoptères sont fréquentes sur le feuillage, réparties en six familles : Mesopsocidae, Philotarsidae, Eupelimididae, Psocidae, Ectopsocidae et Trogiidae. Les espèces de ces familles sont plus fréquentes au printemps sur les feuilles des deux essences (Tableau 23).

La majorité des Orthoptères sont à l'état larvaire et très difficiles à identifier. Les individus récoltés sont répartis en trois familles : Mogoplistidae, Phaneropteridae et

Tettigoniidae. Les espèces sont présentes durant les trois saisons au feuillage des deux essences, mais sont plus actives au printemps (Tableau.23).

L'identification des Lépidoptères s'est limitée aux chenilles. Nous avons récolté cinq familles : *Arctiidae*, *Erebidae* (notamment *Lymantria dispar*), *Geometridae*, *Noctuidae* et *Lypusidae*. Ces chenilles s'installent de préférence sur les feuilles de chêne-liège (*Quercus suber*) au printemps.

Nous avons également récolté sept espèces de collemboles. La famille des *Entomobryidae* est la plus fréquente sur le feuillage des chênes-liège et zeen au printemps et en automne, tandis que la famille des *Tomoceridae* est active principalement au printemps sur les feuilles de *Q. suber* (Tableau.23).

**Tableau.23** : Liste des espèces des Arthropodes recensées sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière.

Essence	Chêne-liège			Chêne-zeen		
	Printemps	été	automne	Printemps	Eté	Automne
Thysanoptère						
<i>Kakothrips sp</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Megalurothrips sjostedi</i>	+	-	-	+	+	+
Phlaeothripidae	+	-	-	-	-	-
Psocoptère						
<i>Cerobasis_guestfalica</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Cerobasis sp</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Ectopsocus sp</i>	+	-	-	-	+	-
<i>Lepinotus patruelis</i>	-	-	-	+	-	-
<i>lepinotus reticulatus</i>	+	-	-	-	-	-
<i>lepinotus sp</i>	+	-	-	-	-	-
Mesopsocidae		-	-	-	+	-
Philotarsidae	+	-	-	-	-	-
Eupelimidae	-	-	+	+	-	-
Psocidae	-	-	-	+	+	-
Orthoptère						

<i>Meconema sp</i>	+	-	-	-	-	-
Mogoplistidae	+	+	-	+	-	-
Phaneropteridae	+	+	+	+	+	+
<i>Leptophyes boscii</i>	+	-	-	+	-	-
Lépidoptère						
Aractiidae	+	-	-	-	-	-
<i>Campaea margaritata</i>	+	-	+	-	-	-
<i>Diurnea sp</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Lymantria dispar</i>	+	+	-	+	-	-
Géomitridae	+	+	+	+	+	+
Nocutidae	-	-	-	+	+	-
Collembole						
<i>Entomoborya sp</i>	+	+	-	-	+	+
<i>nivalis sp</i>	+	-	-	-	-	+
<i>Orchissila cincta</i>	+	-	-	-	-	+
<i>Orchissila sp</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Orchesslla vilosa</i>	-	+	-	-	-	+
<i>Tomocerus sp</i>	+	-	-	-	-	
Névroptère						
Chrysopidae	-	-	-	-	-	+

### 3.3.3 La faune des arthropodes prédateurs

Nous avons récolté 13,11 % d'arthropodes prédateurs parmi l'ensemble des insectes inventoriés sur le feuillage du chêne-liège (*Quercus suber*) et 17,73 % sur celui du chêne-zeen (*Quercus canariensis*). La majorité de ces arthropodes sont des araignées, capturées durant les trois saisons et réparties sur 18 familles : *Agelenidae*, *Amaurobiidae*, *Araneidae*, *Clubionidae*, *Cybaeidae*, *Dictynidae*, *Dysderidae*, *Gnaphosidae*, *Heteropodidae*, *Linyphiidae*, *Oonopidae*, *Oxyopidae*, *Philodromidae*, *Pisauridae*, *Salticidae*, *Sicariidae*, *Thomisidae* et *Zoridae*. Parmi elles, la famille des *Salticidae* est la plus abondante, suivie des *Clubionidae* et des *Oonopidae* (Tableau 24).

Les Opilions, les *Trombidiformes*, *Prostigmata*, *Mesostigmata* et *Oribatida* sont de petits acariens parasites vivant aux dépens d'autres insectes. Cinq espèces d'opilions ont été

récoltées, notamment *Dicranopalpus gasteinensis*, actif au printemps sur le feuillage du chêne-liège, ainsi que *Opilio parietus* et *Opilio* sp., présents sur le feuillage du chêne-zeen (Tableau 24).

Trois espèces de Dictyoptères, décomposeurs des feuilles, ont également été recensées : *Ectobius pallidus* et \*Lob

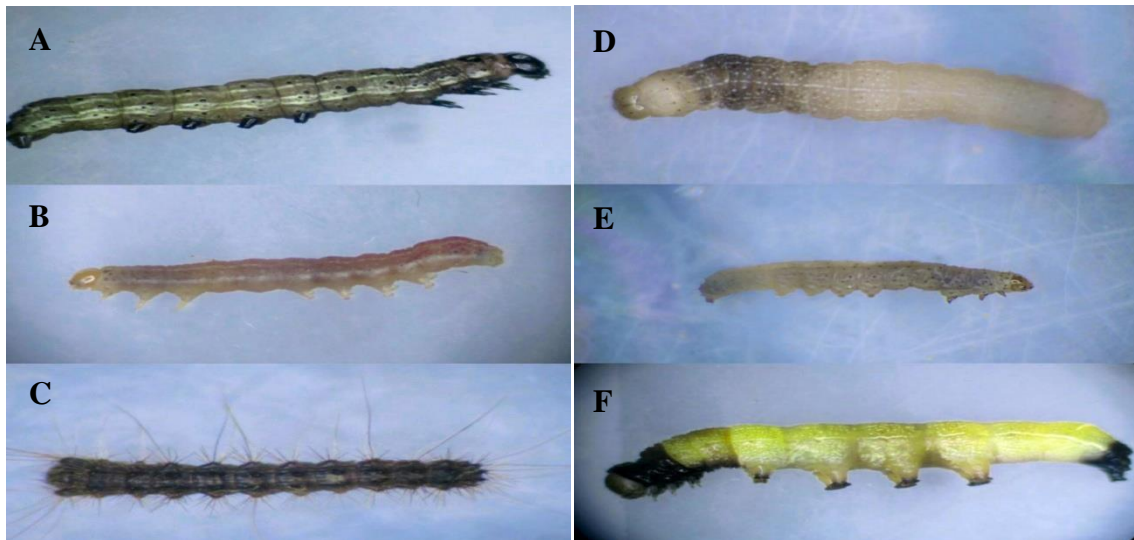
**Tableau.24** : Liste des espèces prédatrices recensées sur les feuilles du chêne-liège et du chêne-zeen et leur répartition saisonnière.

Essence	Chêne-liège			Chêne-zeen		
Espèce	Printemps	été	Automne	Printemps	été	Automne
Saison						
Araignée						
Agelinidae	+	-	-	-	-	-
Amauobiidae	-	+	-	-	-	-
Aradidae	+	-	-	-	-	-
clubionidae	+	-	-	+	+	+
Cybaeidae	+	+	+	-	-	-
Dictynidae	+	-	-	-	-	-
Dysederidae	+	+	-	-	+	+
Gnaphosidae	-	+	-	+	-	-
haterpodidae	+	-	-	-	-	-
Lynphiidae	+	-	+	-	+	+
Oonopidae	+	+	+	+	-	+
Oxyopidae	+	-	-	-	-	-
Philodromidae	+	-	+	-	-	-
Pisauridae	+	-	-	-	-	-
Salticidae	+	+	+	+	+	-
Siacaridae	-	-	-	+	-	-
Thomisidae	+	-	-	+	+	+
Zoridae	+	-	-	+	-	-
Prostigmata						
Anystidae	-	-	-	-	+	+

Opilion						
<i>Dicranopalpus gasteinensis</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Opilio parietus</i>	-	-	-	-	+	-
<i>Opilio sp</i>	-	-	-	+	-	-
Phalangiidae	-	+	-	-	-	-
Sclerosomatidae	+		-	-	-	-
Orbatidae						
<i>Xenillus sp</i>	+	-	-	-	-	-
Mesostigmata						
/	+	-	-	-	-	-
Trombidiformes						
<i>Anystis sp</i>	-	-	-	+	-	-
Dictyoptère						
<i>Ectobius pallidus</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Kaloterme flavicollis</i>	-	-	-	-	-	+
<i>Lobobtera angulata</i>	+	-	-	-	-	-



**Figure.55** : Inventaire des insectes phyllophages. A : *Phyllobius calcaratus* (G :4X3,5) ; B : *P. splendidus* (G :4X3,5) ; C : *P. parasinus* (G :4X3,5) ; D : Coccinellidae (G.3X3,5) ; E : Cantharidae (G.4X3,5) ; F: *Dasytes cayanus* (G.2X3,5) ; G : *Curclio glandium* (G :3X3,5) ; H : *C. nucum* (G :3X3,5) ; I : *Malthodes scriptus* (G :4X3,5) ; K : *Malthodes rubricollis* (G :4X3,5) ; L : *Alloetomus cyprius* (G :2X3,5) ; M : *Loricula sp* (G :4X4,5 ) ; N : *Alloetomus sp* (G :1,5X3,5) ; O : Pentatomidae (G :4X3,5) ; P : Chrysopidae (G :2X3,5) ; Q : Phlaeothripidae (G :4X3,5) ; R : *Aphénogaster senilis* (3,5X3,5) ; S : Cynipidae (3X3,5).



**Figure.56** : Inventaire des chenilles de Lépidoptères phyllophages. A :Géomitridae (G : 0,67X3,5) ; B : Identification en cour (G : 0,67X3,5) ; C : *Lymantria dispar* (G : 1X3,5) ; D : Noctuidae (G : 0,67X3,5) ; E : Lypusidae (G : 0,67X3,5), F : Identification en cour G (0,67X3,5).

### 3.4 Inventaires des galles de Cynipidae et le cortège des insectes inféodés

L'interaction entre la galligène et l'arbre du chêne-liège et du chêne-zeen qui se traduisent par la simple mécanique (piques de ponte de la femelle dans les organes cibles) et l'action chimique (la sécrétion du parasite) est résulte la formation de la galle. Ces galles peuvent considérée comme des niches écologiques, refugent des insectes primaires (inducteurs, inquilins, parasitoides) et secondaires.

#### 3.4.1 Inventaire des galles

Les espèces identifiées appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et à la famille Cynipidae, 12 d'entre elle appartiennent à la tribu de Cynipini, et deux à la tribu de *Synergini*, elles sont toutes réparties entre huit genres dont la plus représenté est *Andricus* avec six espèces suivait par *Synophrus* avec deux espèces et une seule espèce pour *Callirhytis*, *Cynips*, *Cerroneuroterus*, *Neuroterus*, *Plagiotrochus* et *Pseudoneuroterus* (Tableau 25).

**Tableau 25.** Liste des galles identifiées sur *Q.suber* et *Q. faginea* dans le massif de l'Edough.

Espèce	Génération	Plante hôte	Organe attaqué
<i>Andricus coriarius</i>	Asexuée	<i>Q.faginea</i>	Bourgeons
<i>Andricus grossulariae</i>	Sexuée	<i>Q. suber</i>	Chaton
<i>Andricus grossulariae</i>	Asexuée	<i>Q. faginea</i>	Bourgeons
<i>Andricus hispanicus</i>	Asexuée	<i>Q. faginea</i>	Bourgeons
<i>Andricus pictus</i>	Asexuée	<i>Q. faginea</i>	Glands
<i>Andricus quercustozae</i>	Asexuée	<i>Q. faginea</i>	Bourgeons
<i>Callirhytis glandium</i>	Asexuée	<i>Q.suber</i>	Glands
<i>Cynips quercus</i>	Asexuée	<i>Q. faginea</i>	Feuilles
<i>Cerroneuroterus minutulus</i>	Asexuée	<i>Q. suber</i>	Feuilles
<i>Neuroterus quercusbaccarum</i>	Sexuée	<i>Q. faginea</i>	Feuilles

<i>Plagiotrochus amenti</i>	Asexuée	<i>Q. suber</i>	Branche
<i>Pseudoneuroterus saliens</i>	Asexuée	<i>Q. suber</i>	Feuilles
<i>Synophrus hispanicus</i>	Sexuée	<i>Q. suber</i>	Rameaux
<i>Synophrus olivieri</i>	Sexuée	<i>Q. suber</i>	Rameaux

### 3.4.1.1 Analyse de la structure de peuplement

#### *La répartition des galles dans les sites étudiés*

L'analyse statistique multivariée réalisée par le Logiciel ADE-4 (Chessel et Doledec, 1992) par le biais de l'Analyse factorielle de Correspondance (AFC) dans son graphique 1x2 qui rassemble 96% de l'information nous montre d'une part une nette différence entre les deux supports végétaux étudiés : le *Q. suber* et le *Q. faginea*. Ils sont opposés par le facteur 1 des ordonnées (Figure.57). Ces deux essences sont regroupés au milieu du graphique et ils sont caractérisés par la présence de plusieurs espèces de galles dont les plus importantes sont : *A. pictus*, *A. grossulariae*, *A. coriarius*, *N. quercusbaccarum*, *C. quercus* et *A. quercustozae*.

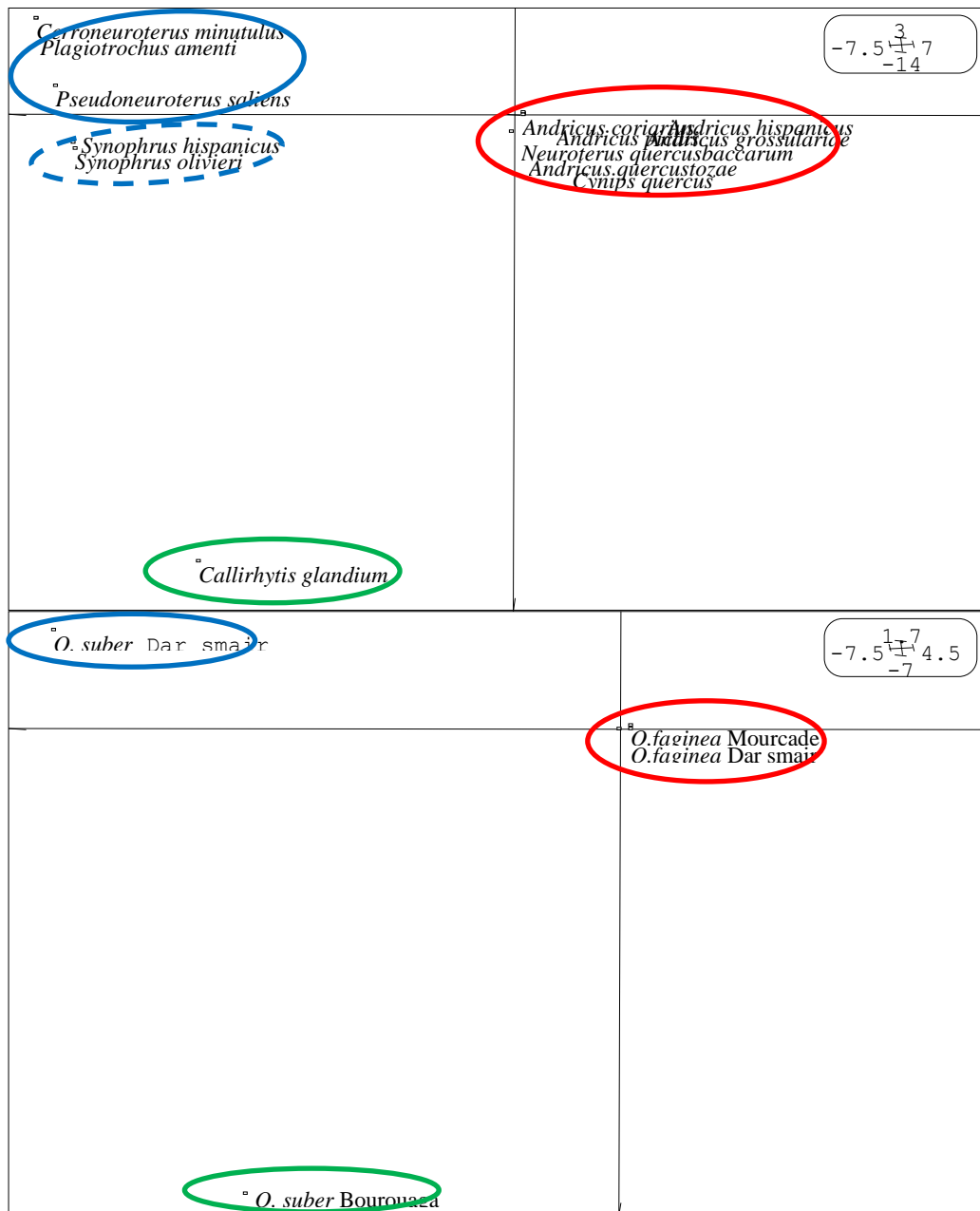
D'autre part le facteur 2 des abscisses oppose les *Q. suber* de la région de Dar Smir de ceux de *Q. faginea*. Le premier est dominé par trois espèces (*P. amenti*, *C. minutulus* et *P. saliens*) et le second par une seule *C. glandium*. Deux autres espèces de galles sont aussi enregistrées au niveau des *Q. suber* des deux régions : *S. hispanicus* et *S. olivieri*.

#### *La manifestation des galles à l'échelle du temps*

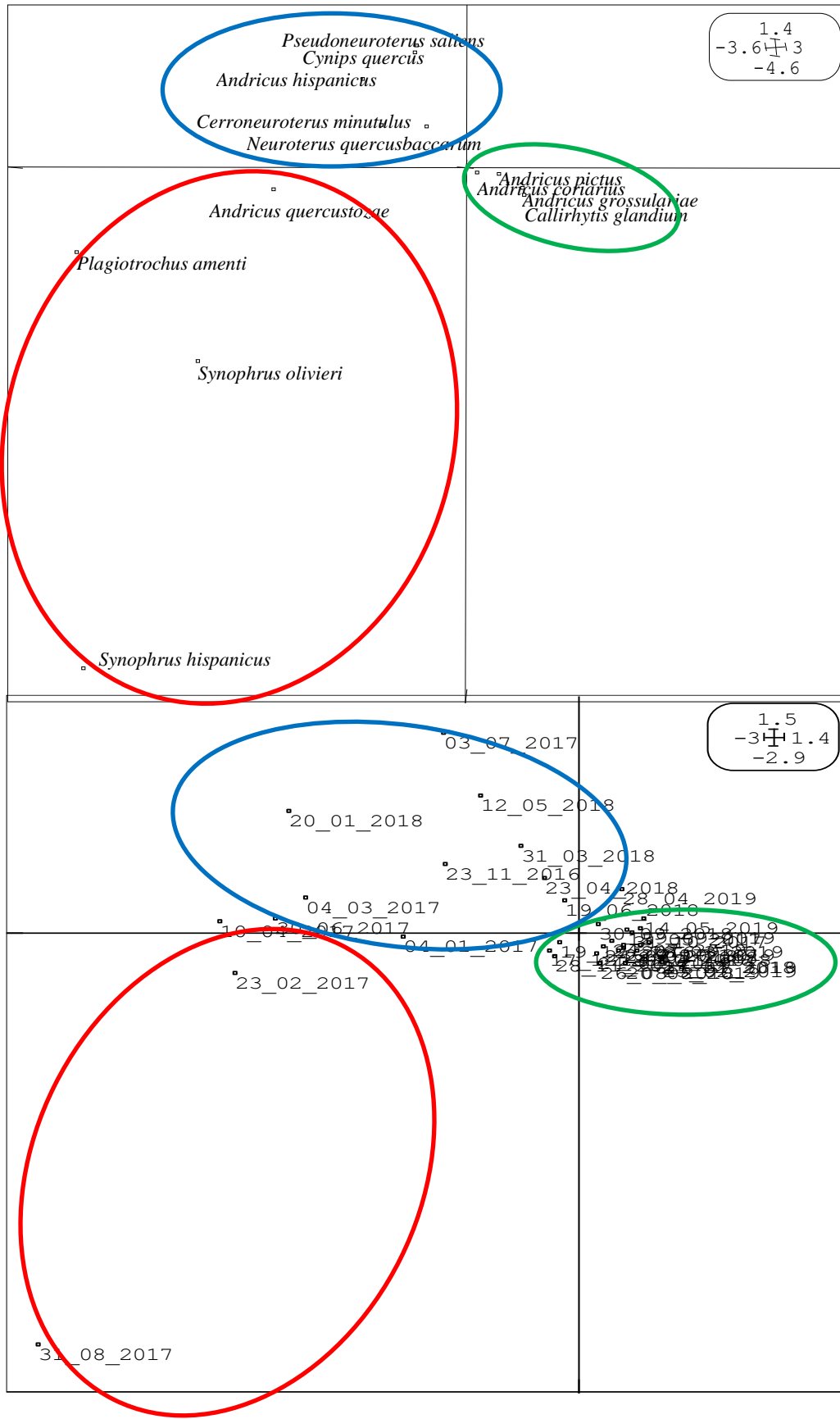
Dans ce graphique de 1x2 de l'AFC qui détient 56% nous pouvons observer trois grands groupes (Figure.58), le groupe 1 qui s'oppose aux deux autres groupes par le biais du facteur 1 des ordonnées (41%) regroupe les espèces suivantes *A. pictus*, *C. glandium*, *A. grossulariae* et *A. coriarius* qui sont surtout observés durant les mois de Février, Octobre et Novembre.

Le deuxième groupe est composé de quatre espèces *S. hispanicus*, *S. olivieri*, *P. amenti* et *A. quercustozae* qui sont surtout observés durant les mois de Février et d'Avril. Il est opposé au groupe 3 par l'axe 1 des abscisses qui détient 15% de l'information. Ce dernier

groupe rassemble *N. quercusbaccarum*, *C. minutulus*, *A. hispanicus*, *P. saliens* et *C. quercus* sont présents presque toute l'année.



**Figure 57 :** La repartitions de peuplement des galles dans les trois sites.



**Figure 58 :** La manifestation des galles à l'échelle du temps.

### 3.4.1.2 Les paramètres écologiques

#### *Abondance*

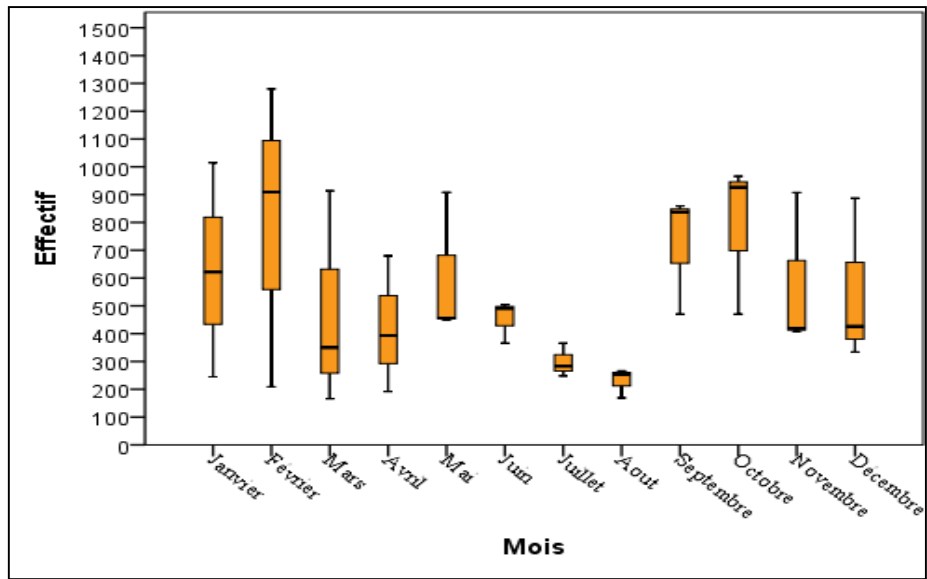
Du point de vue abondance qui représente le nombre total d'individus récoltés, les galles sont présentes pendant toute l'année (Figure.59). L'abondance maximale a été enregistrée pendant la saison hivernale avec un pic de 1280 galles noté durant les mois de février. Les mois de juin, juillet et d'août sont caractérisés par une présence très faible.

#### *Richesse*

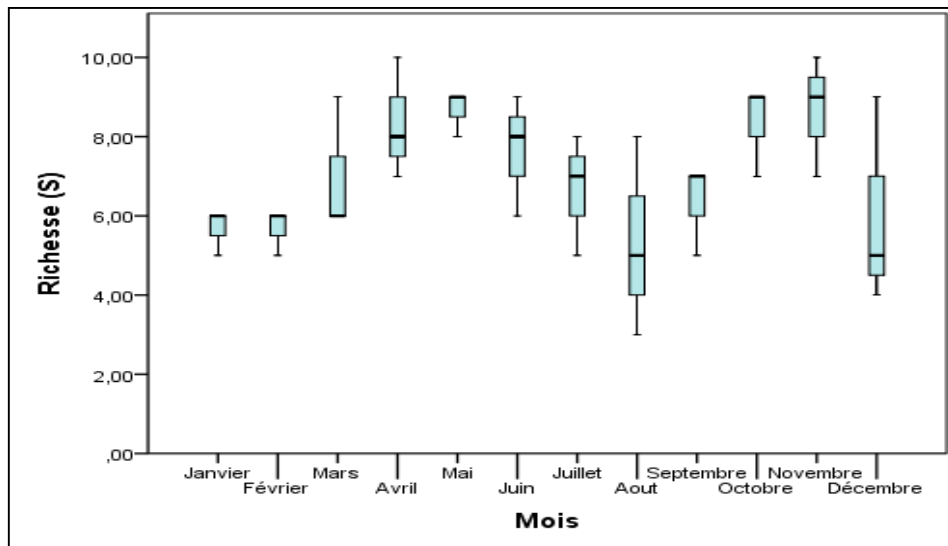
Du point de vue représentativité spécifique qui signifie le nombre d'espèce recensées, les maximums ont été enregistrés durant de novembre où une dizaine d'espèces ont été notées (Figure 60). Il est suivi par les mois d'octobre et d'avril. Les valeurs les plus basses de cette richesse ont été observées durant le mois d'août où uniquement 3 espèces ont été récoltées.

#### *Indices d'équilibres des populations*

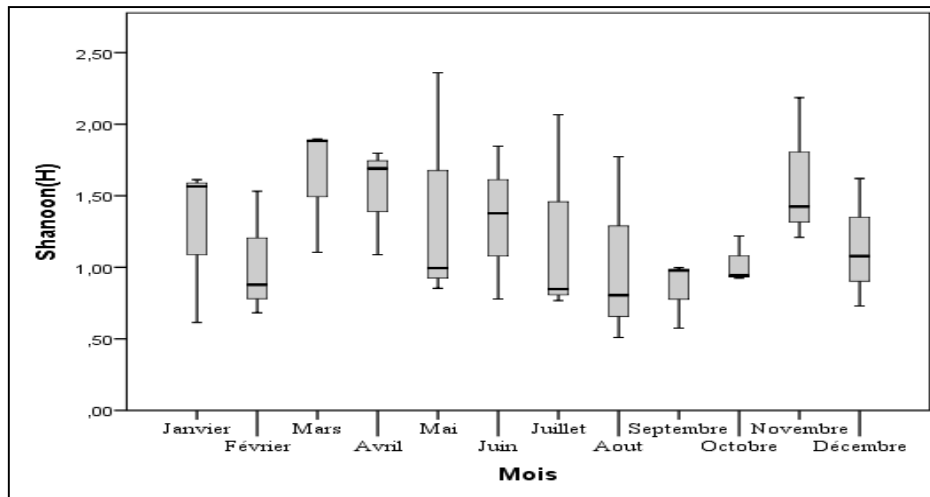
Les deux graphiques des deux indices exhibent des évolutions plus ou moins similaires indiquant que les équilibres les plus importants sont notés durant le mois de mai prouvant que la représentativité individuelles des espèces récoltées (2,35 pour l'indice H' et 0,74 pour l'indice E durant l'année 2018) est plus ou moins semblables. Les valeurs les plus basses ont été enregistrées durant le mois d'août ( $H'=0,51$  en Aout 2019) indiquant que le peuplement est dominé par une seule espèce *A. pictus*. Notons que durant le mois de mai 2017 la valeur de l'indice d'équitabilité a enregistré la valeur la plus basse ( $E=0,26$  en Mai 2017) ou le peuplement était constitué de 8 espèces dominé par *A. pictus*.



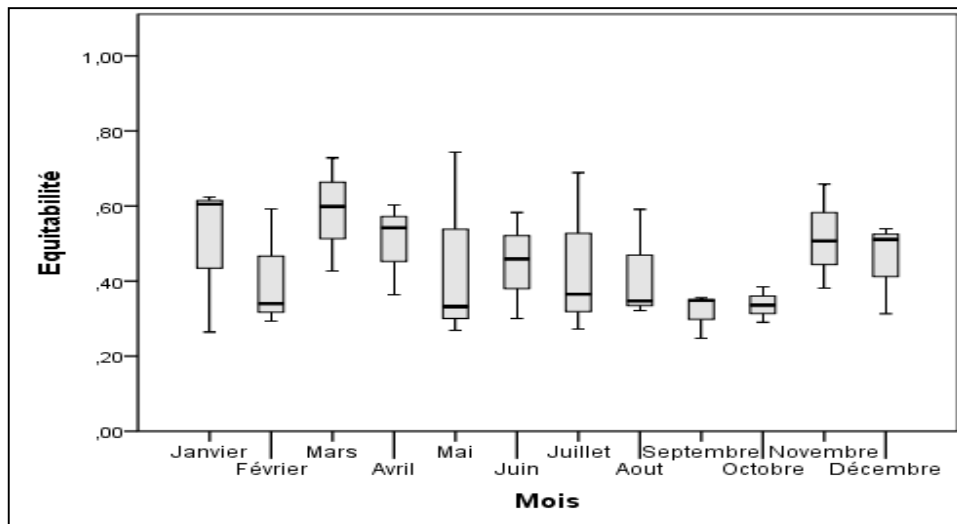
**Figure 59 :** Evolution de nombre des galles récoltées durant les années d'étude.



**Figure 60 :** La richesse des espèces des galles récoltées au cours les années d'étude



**Figure 61 :** L'évolution de l'indice de diversité spécifique de Shannon (H) au cours les années d'étude.

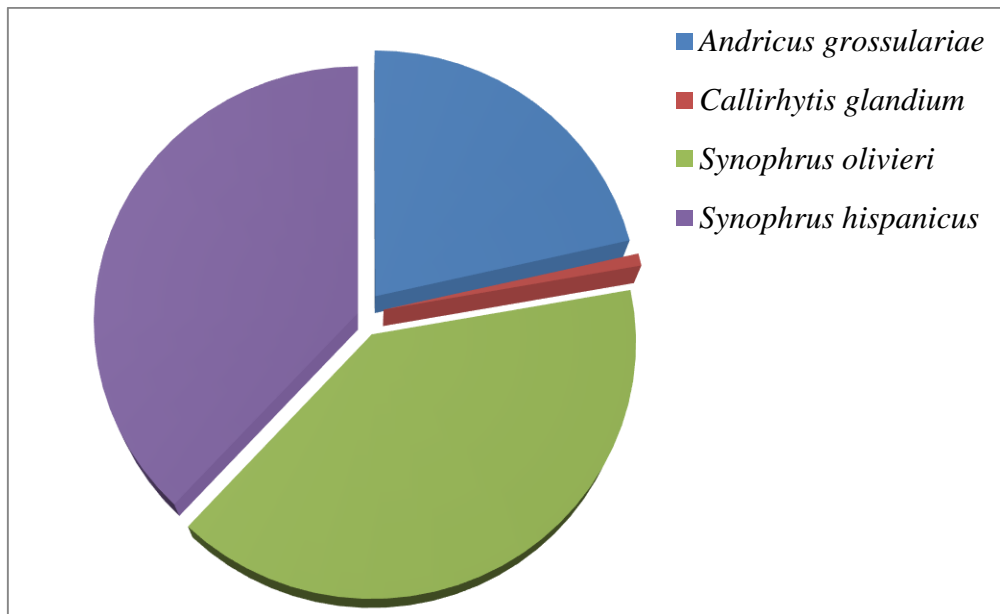


**Figure 62 :** L'équitabilité (E) des peuplements des galles récoltées.

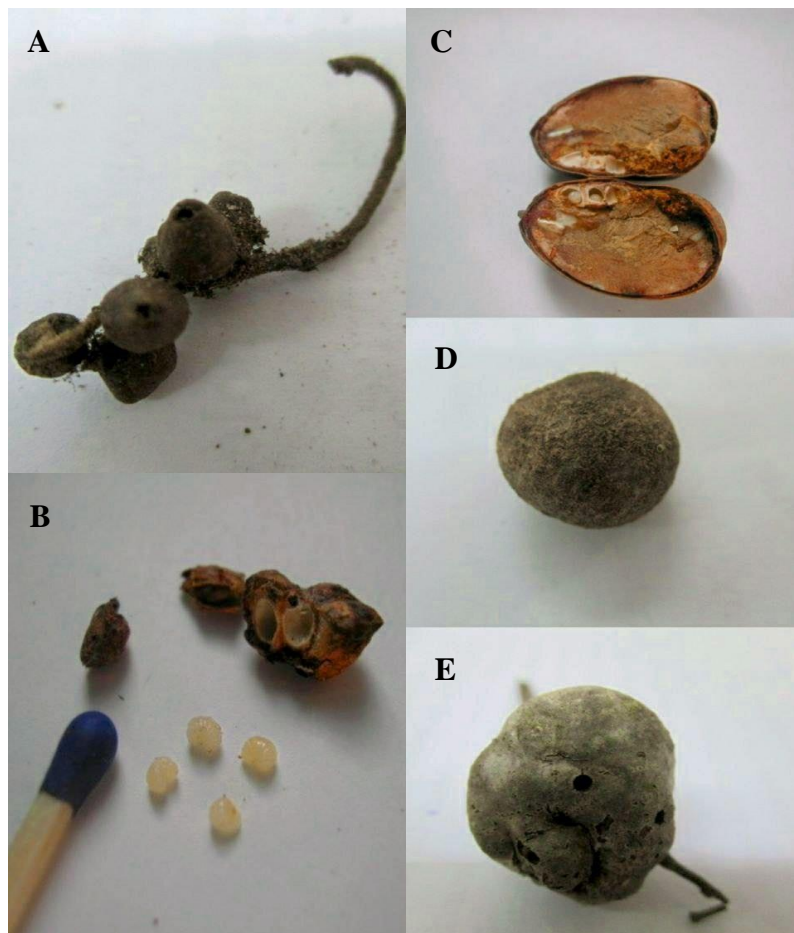
### 3.4.2 Etude de la faune des galles

#### 3.4.2.1 les galles du chêne-liège

La majorité des galles collectées sont attribuées à l'espèce *Synophrus olivieri*, représentant 39,1 % de l'échantillonnage. Elle est suivie par *Synophrus hispanicus* (37,71 %), puis par *Andricus grossulariae* (21,4 %). L'espèce *Callirhytis glandium* est marginalement représentée, avec une fréquence de seulement 0,79 % (Figure.63).



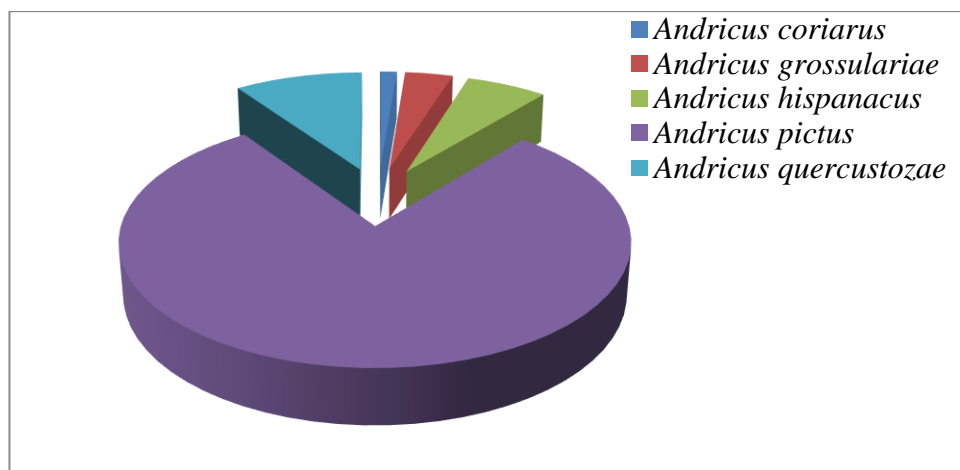
**Figure .63 :** Inventaire de galles de Cynipidae récoltées au niveau des forêts du chêne-liège.



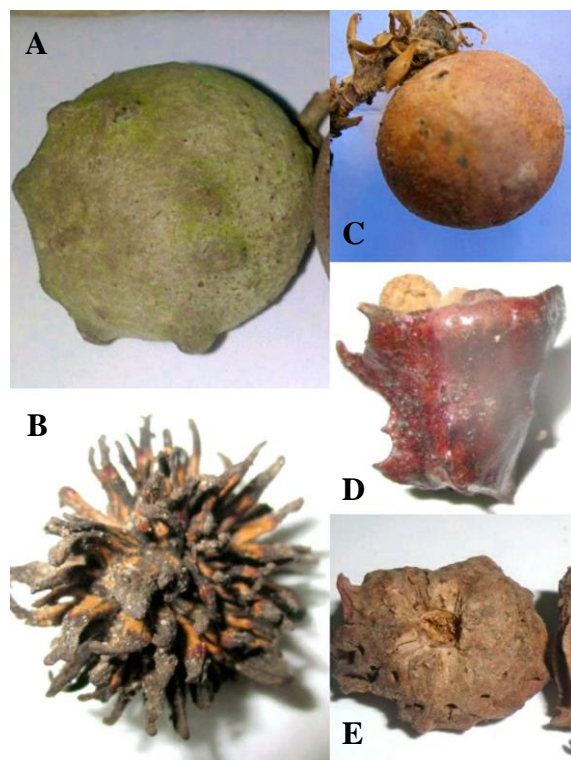
**Figure .64 :** Les espèces des galles récoltées au niveau des forêts du chêne-liège : A. *A. grossulariae* ; B-C. *C. glandium* ; D. *S. hispanicus* ; E ; *S. olivieri* .

### 3.4.2.2 Les galles du chêne-zeen

La présence d'*Andricus pictus* a été relevée à un taux toujours élevé de 79,5 %. En deuxième position figure la galle *Andricus quercustozae* avec 9,4 %, suivie de *Andricus hispanicus* (6,1 %), *Andricus grossulariae* (3,6 %), et enfin *Andricus coriarius*, faiblement représentée avec un taux de 1,2 % (Figure.65).



**Figure.65** : Inventaire des galles récoltées au niveau les forêts du chêne-zeen.







**Figure. 66** : Les espèces des galles récoltées au niveau des forêts du chêne- zeen  
**A**, *A. pictus* (asexuelle) ; **B**, *A. grossulariae* (asexuelle) ; **C**, *A. hispanicus* (asexuelle); **D**,  
Génération asexuelle d' *A. quercustozae* (asexuelle); **E** *A. coriarius*(asexuelle)









### 3.4.3 Le cortège des insectes inféodés aux galles

#### 3.4.3.1 La faune primaire

##### *Les inducteurs*

Les insectes appelés inducteurs ou zoocidies sont les responsables biologiques de la formation des galles. Dans le cadre de notre étude, après le prélèvement des galles sur le terrain et leur mise en élevage au laboratoire, plusieurs espèces d'insectes ont été identifiées selon leurs périodes d'émergence. Les adultes d' *Andricus coriarius* apparaissent durant la première quinzaine de janvier (01–15/01/2017). Ceux de *Andricus grossulariae* émergent entre le 7 et le 10 décembre 2016, avec une fréquence élevée pouvant atteindre jusqu'à 20 individus par chambre larvaire. *Andricus pictus* émerge plus tardivement, le 28 janvier 2017, avec un nombre restreint d'individus, ne dépassant pas deux par cavité. L'inducteur d' *Andricus quercustozae* sort pendant l'été 2016 ; sa chambre larvaire n'abrite qu'un seul individu. L'émergence d' *Andricus hispanicus* a été observée le 7 juillet 2017, également sous forme unitaire. Enfin, *Callirhytis divisa* présente une chambre larvaire contenant un seul individu, émergé au laboratoire le 18 février 2018 (Figure 67).

La galle	Adulte
	
La galle <i>Andricus coriarius</i>	la date de départ : 01-15/01/2017.G(4X1,5)
	
<i>Andricus grossulariae</i>	la date de départ est 07-10/12/2016.G(3X1,5)

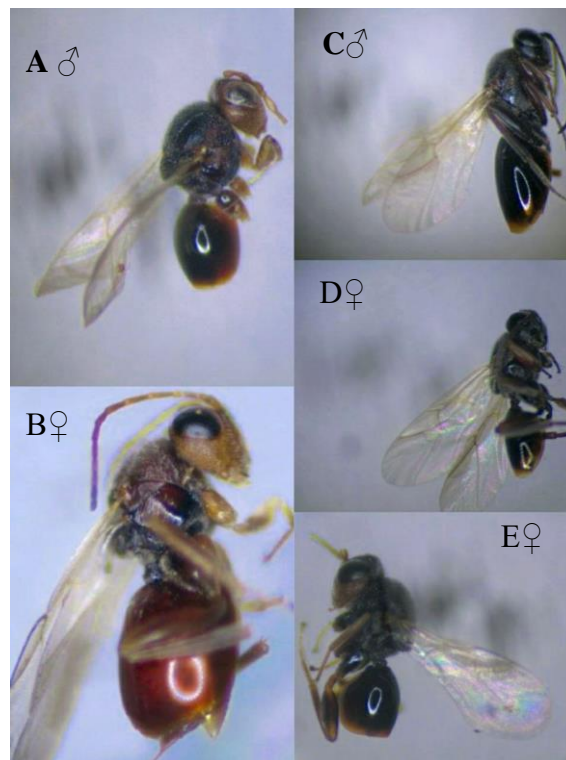
	
<p><i>Andricus pictus</i></p>	<p>la date de départ 28/01/2017.G(4X1,5)</p>
	
<p><i>Andricus quercustozea</i></p>	<p>la date de départ est L'été 2016.G(4,5X1,5)</p>
	
<p><i>Andricus hispanacs</i></p>	<p>la date de départ est 07/07/2017.G(4,5X2)</p>
	
<p><i>Cynips divisa</i></p>	<p>la date de départ : 18/02/2018.G(3X2)</p>
<p><b>Figure.67:</b> Distribution des espèces d'insectes inducteurs des galles dans le massif de l'Edough.</p>	

### *Les inquilins*

Nous avons obtenu des adultes appartenant à trois espèces d'inquilines, présentées dans le Tableau 26 : *Synophrus olivieri*, *Synergus hayneanus* et *Synergus umbraculus*. Par ailleurs, deux autres espèces d'inquilines du genre *Synergus* ont été observées dans les galles de chêne zéen (*Quercus canariensis*). Ces deux espèces ont émergé spécifiquement à partir des galles formées par *Andricus coriarius*.

**Tableau.26:** Espèces d'insectes inquilines (Cynipidae : Synergini) identifiées issues de galles de chêne sur *Q. suber* et *Q. faginea* dans le massif de l'Edough.

Galle	Espèce	Le nombre de specimens	La date d'émergence
<i>Plagiotrochus amenti</i>	<i>Synophrus olivieri</i>	6♂ & 6♀	19/03/2020
<i>Andricus coriarius</i>	<i>Synergus hayneanus</i>	1♀	L'été 2019
	<i>Synergus umbraculus</i>	1♂ & 2♀	14/05/2020



**Figure.68:** la faune des inquilins vivant dans les galles de Cynipidae de l'Edough. A, B : *Synergus umbraculus* (G : 1,5X4) ; C,D : *Synophrus olivieri* (G :1,5X4) ; E : *Synergus hayneanus* (G :1,5X4).

*Les parasitoïdes (CHALCIDOIDEA)*

Les donnée faunistique (Tableau.27) obtenues comptent au totale 14 espèces appartenant à 8 familles, 7 genres de Chalcidoidea, 2 genre de Chrysidoida et 1 genre de Ichneumonidea.

**Tableau 27** : les familles d'Hyménoptères collectées à partir des galles dans le massif d'Edough.

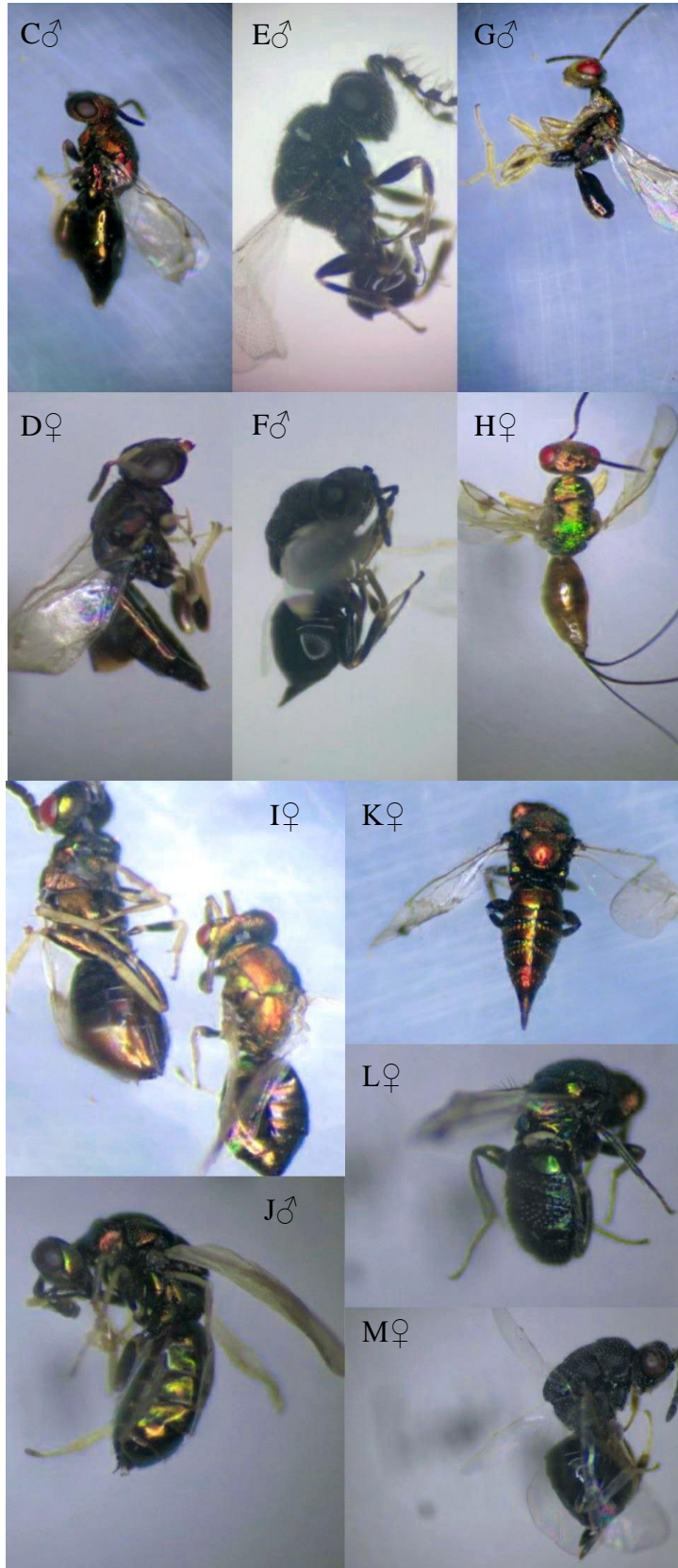
<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèces obtenues</b>	<b>La date d'émergence</b>
<b>CHALCIDOIDEA</b>		
Eulophidae	2	4
Eurytomidae	3	10
Megastigmidae	2	11
Ormyridae	2	4
petromalidae	1	4
Torymidae	1	1
<b>CHRYSIDOIDEA</b>		
Bethylidae	2	2
<b>ICHNEUMONIDEA</b>		
Ichneumonidae	1	1

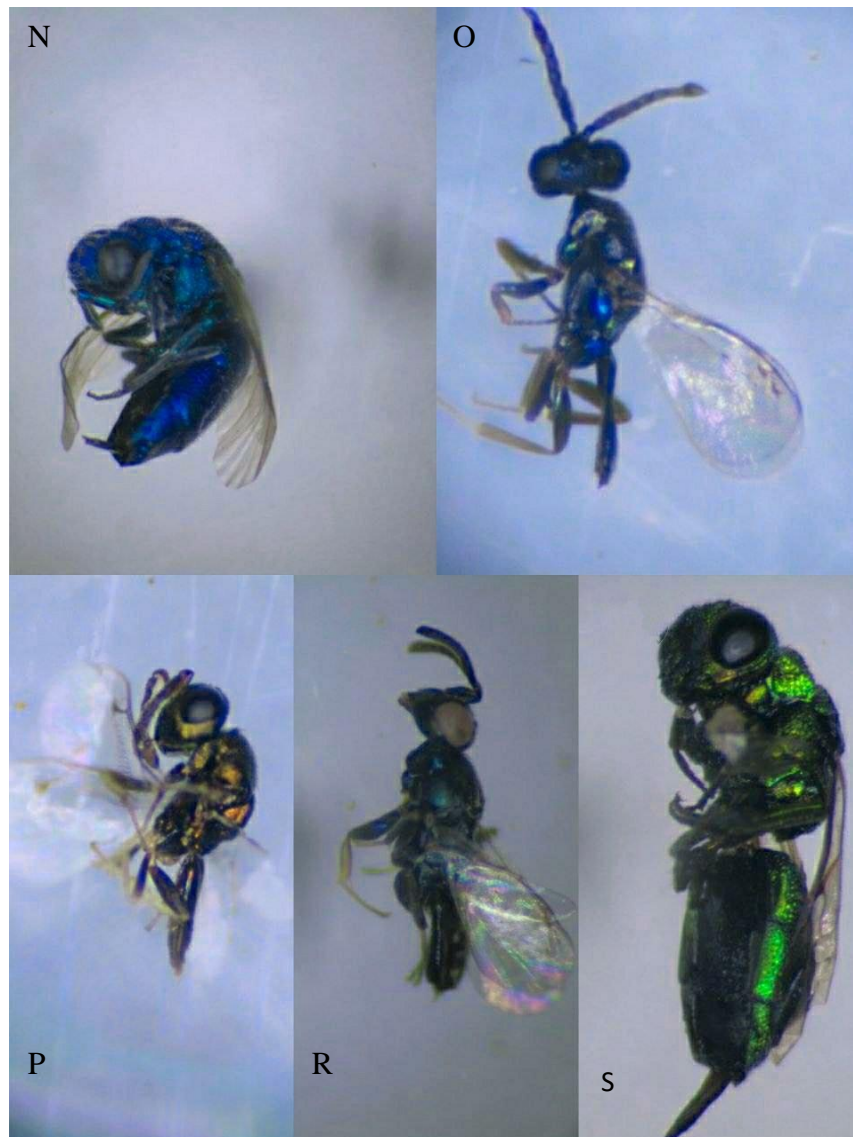
On a obtenu plusieurs parasitoïdes à partir de chaque espèce de galle, et on identifié 34 spécimens Chalcidoidea répartir en 11 espèces dont les plus représentés sont *Bootanomyia* et *Eurytoma* (Tableau. 28).

**Tableau 28:** Espèces d'insectes parasitoïdes (Chalcidoidea) émergés dans les galles de *Q.suber* et *Q. faginea* dans le massif de l'Edough, et des autres Hyménoptères obtenus.

Galle	Espèces	Nombre de specimens	La date d'émergence
<i>Andricus coriarius</i>	<i>Bootanomyia dorsalis</i>	7♂ & 3 ♀	23-30/01/2020
	<i>Bootanomyia stigmatizans</i>	1♀	Eté 2019
	<i>Cecidostibas emifascia</i>	2♂ & 1♀	09/05/2020
	<i>Eurytoma brunniventris</i>	3♂ & 3 ♀	09/05/2020
	<i>Eurytoma setigera</i>	1♀	15/01/2020
	<i>Ormyrus nitidulus</i>	1♀	08/03/2020
	<i>Sycophila variegata</i>	2♀ & 1♂	09/05/2020
<i>Andricus grossulariae</i> (asex)	<i>Cecidostiba semifascia</i>	1♀	12/12/2019
	Bethylidae	2 sp	15/07/2020
<i>Andricus pictus</i>	<i>Bootanomyia dorsalis</i>	1♀	08/03/2020
	<i>Ormyrus nitidulus</i>	2♀	09/02/2020
	<i>Ormyrus pomaceus</i>	1♂	09/02/2020
	<i>Aulogymnus trilineatus</i>	2♀	09/02/2020
	<i>Aulogymnus gallarum</i>	1♂ & 1♀	31/01/2021
<i>Andricus hispanicus</i>	Ichneumonidae	2 sp	Summer 2019
<i>Cynips quercus</i>	<i>Torymus flavipes</i>	1♀	12/08/2021







**Figure.69:** la faune de cortège parasitaires vivant dans les galles de Cynipidae. A,B: *Sycophila variegata* (G :4X2,5) ; C,D : *Cecidostiba semifascia* G (4X2) ; E,F: *Eurytoma brunniventris* (G : 4,5X3) ; G,H : *Bootanomyia dorsalis* (3, 5X1, 5) ; I : *Aulogygnus trilineatus* (3,5X 1,5) ; J : *Aulogygnus gallarum* (G :3,5X2,5) ; K : *Ormyrus nitidulus* (G :4X2) ; L : *Aulogygnus trilineatus* (G :4X3) ; M : *Eurytoma pistacina* G (4X2) ; N,O, P ,R,S : Des espèces d'inquilins au cours d'identification.

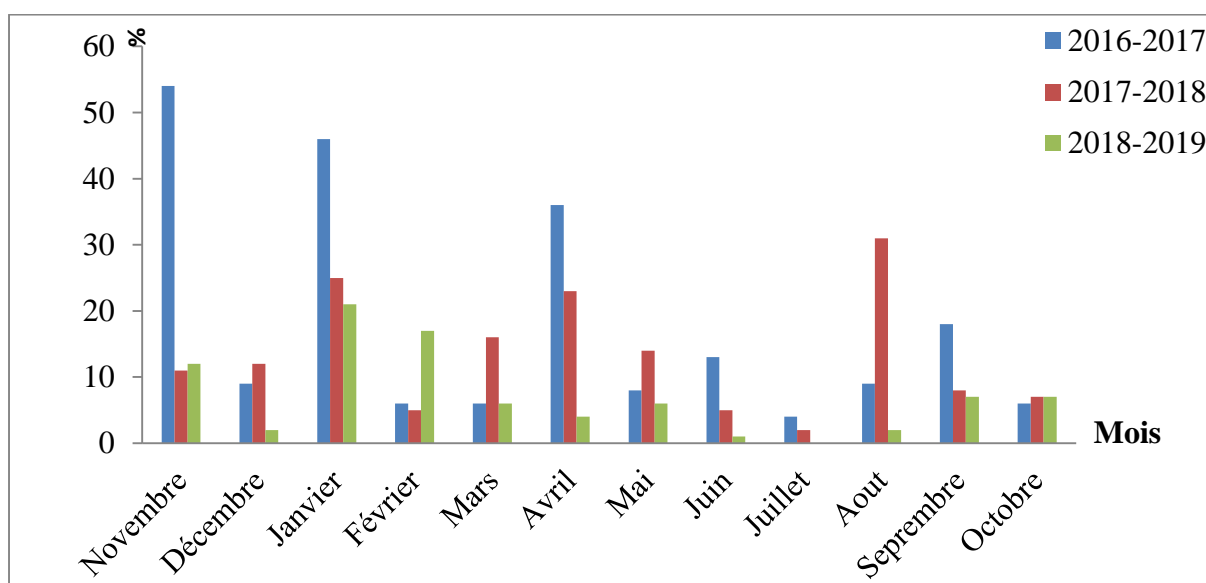
### 3.4.2.2 La faune secondaire

Après le départ des Cynipidae, la galle peut être considérée comme un microhabitat accueillant une diversité de microfaune pour différentes raisons, jouant ainsi le rôle d'un véritable « hôtel-restaurant » pour ces organismes.

### ***L'importance numérique des galles occupées par les arthropodes par rapport aux galles récoltées***

Le graphique présenté (Figure 70) montre un enrichissement notable des galles occupées par les arthropodes en 2016-2017, atteignant 30%, soit environ un tiers des galles récoltées dans les forêts de Séraïdi. Cependant, cette proportion diminue dans les années suivantes, pour descendre à 14%.

En observant ce graphique, on constate que les mois de janvier, avril et août correspondent à des périodes où le taux d'occupation des galles par les arthropodes est particulièrement élevé, atteignant jusqu'à 50% de la population des cécidies. À l'inverse, les mois de juin et juillet montrent un pourcentage beaucoup plus faible, ne dépassant pas les 10%, indiquant une occupation réduite des galles durant ces périodes.



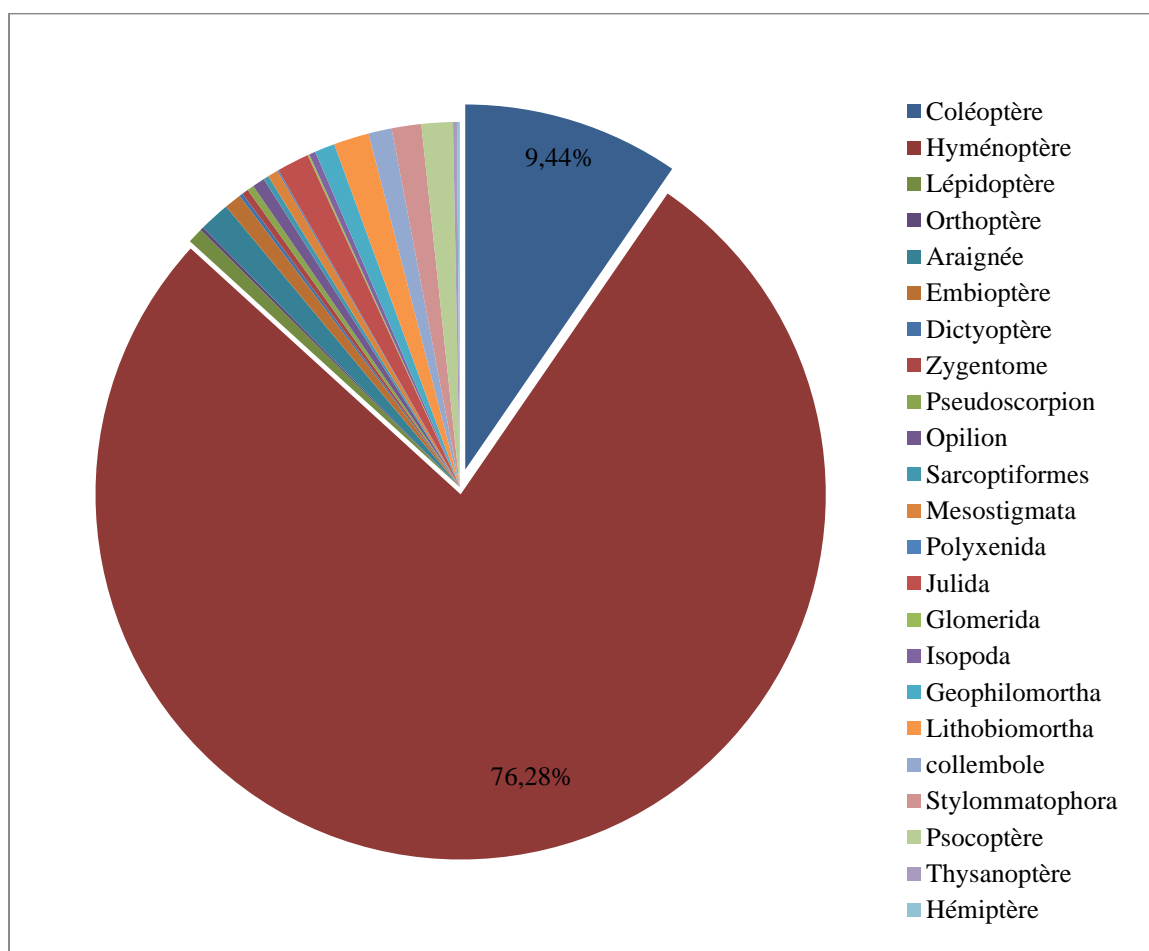
**Figure.70:** Répartition de la faune secondaire des galles en fonction du temps

### ***Inventaire de la faune secondaire des galles***

Dans le cadre de notre étude portant sur 18 725 galles disséquées, il ressort que la majorité de celles-ci sont occupées par deux grands embranchements : les mollusques et les arthropodes. Les mollusques, représentés principalement par les limaces, ne constituent que 1,28% des galles, tandis que les arthropodes occupent la grande majorité des galles avec un taux élevé de 98,71%. Les arthropodes sont répartis en plusieurs classes, parmi lesquelles les

insectes dominant. Les Hyménoptères représentent la classe la plus importante avec 76,28% des individus, suivis par les Coléoptères (9,44%). D'autres ordres d'insectes, tels que les Dictyoptères, Lépidoptères, Orthoptères, Embioptères, Psocoptères, Thysanoptères, Hémiptères, Isopodes et Zygentomes, sont également présents.

En ce qui concerne les arachnides, on trouve des espèces d'araignées, de Mesostigmata, d'Oribatida, d'Opilions et de Pseudoscorpions. La classe des Chilopodes est représentée par deux ordres : les Geophilomorpha et les Lithobiomorpha. Trois ordres de Diplopodes ont également été récoltés dans les cécidies, à savoir les Julida, Glomerida et Polyxenida. Enfin, les collemboles de la classe des Entognatha ont également été observés (Figure 71). Au total, nous avons recensé 22 ordres, répartis entre 10 700 individus appartenant à 164 espèces (Tableau 29). Certaines espèces sont encore en cours d'identification.



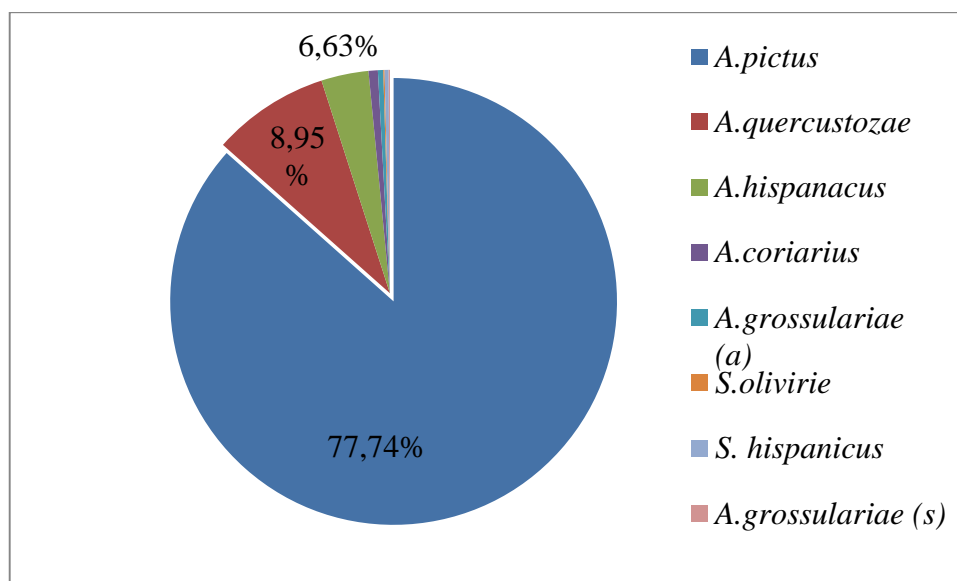
**Figure.71:** Inventaire des occupants secondaires inféodés aux galles.

**Tableau.29:** Recensement de la faune secondaire après dissection des galles.

Nombre des galles	Après la dissection des galles	
	Nombre d'individus	Nombre d'espèces
18725	10700	164
	22 Ordres	

**Taux de la faune secondaire recensées dans les différentes galles récoltées**

L'inventaire des galles nous a permis d'identifier six espèces de cécidies provoquées sur le chêne-zeen, ainsi que trois espèces sur le chêne-liège, qui hébergent une faune secondaire. *Andricus pictus* est l'espèce la plus dominante, représentant 86,69 % de l'ensemble des individus capturés, suivie par *A. quercustozae* avec 6,63 %. Le reste de la microfaune est composé des espèces *A. hispanacus*, *A. coriarius*, *S. olivirie*, *S. hispanicus* et *A. grossulariae* (s) (a) (Figure .72).



**Figure.72:** Proportion des galles refugient la faune secondaire.

### 3.4.4 Etude systématique de la faune auxiliaire des galles

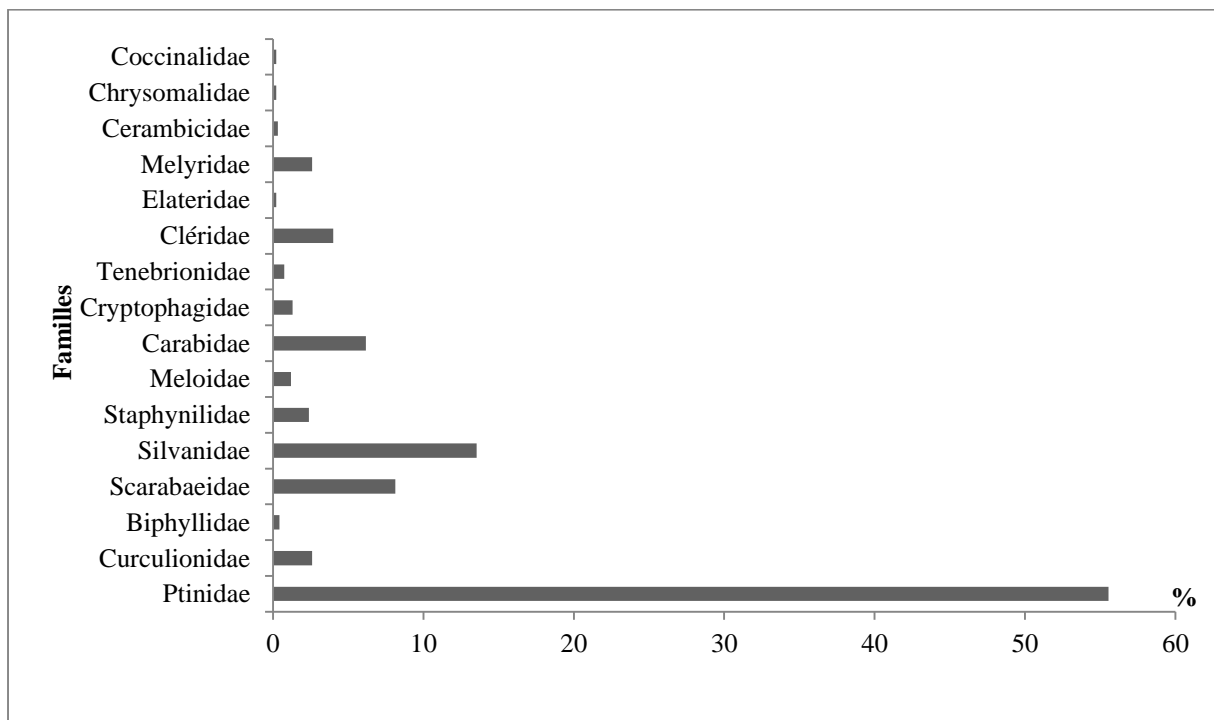
#### 3.4.4.1 La faune des galles du chêne-zeen

- Les insectes

##### *Les Coléoptères*

Étant l'ordre le plus riche en espèces dans notre inventaire, nous avons accordé une attention particulière aux Coléoptères. Nous avons recensé 1 011 individus répartis en une liste de 65 espèces appartenant à 16 familles : Ptinidae, Silvanidae, Carabidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Cerambycidae, Cleridae, Coccinellidae, Chrysomelidae, Staphylinidae, Biphylidae, Meloidae, Cryptophagidae, Melyridae, Scarabaeidae et Messtidae.

La famille des Ptinidae est la plus abondante, représentant 55,57 % de l'ensemble des espèces inventoriées, suivie par les Silvanidae avec 13,54 %, puis les Scarabaeidae avec 8,12 %. Les Carabidae comptent pour 6,17 %, les Cleridae pour 4 %, et le reste est réparti entre les onze familles restantes : Coccinellidae, Curculionidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Staphylinidae, Biphylidae, Meloidae, Cryptophagidae et Messtidae. Six espèces sont encore en cours d'identification (Figure.73).



**Figure.73:** La répartition des familles de Coléoptères inféodée aux galles.

## Etude systématique des Coléoptères et leur caractère quantitatif

La famille Ptinidae est représentée par trois espèces très communes, régulièrement capturées dans les galles au cours des années d'étude. Les espèces *Ptinus latro*, *P. fur* et *P. sexpunctatus* séjournent habituellement dans les galles d'*Andricus pictus*, *A. quercustozae*, *A. hispanicus*, *A. coriarius* et *A. grossulariae*.

Deux espèces de la famille Silvanidae ont été capturées et semblent dépendre obligatoirement des galles : *Oryzaephilus surinamensis*, une espèce très fréquente, et *Oryzaephilus* sp., une espèce commune. Une autre espèce rare, probablement un hôte obligatoire, est *Sitophilus granarius* (Tableau 30).

Toutes les espèces de la famille Curculionidae (*Otiorhynchus fullo*, *O. ligustici*, *O. uniontus*, *Sciaphilus margaritacus*, *S. asperatus*, *Baris coerulea*, *Phyllobius argentatus*, *Phyllobius* sp., *Polyrisus mollis*) sont associées aux galles, mais elles y sont abritées accidentellement durant les saisons humides. *Diplocoelus fagi* est une espèce rare de la famille Biphyllidae, présente accidentellement en hiver dans les galles d'*Andricus pictus* et *A. quercustozae*.

La famille Carabidae est la plus riche en espèces avec 18 espèces recensées. *Dromius quadrimaculatus* est la seule espèce commune de cette famille qui se réfugie dans les galles d'*A. pictus* et *A. quercustozae*. Toutes les autres espèces de carabides récoltées sont présentes accidentellement dans les galles en automne et en hiver, et sont rarement rencontrées. *Calathus cylindricollis* est présent dans la cécidie d'*A. pictus* au printemps, en été et en automne, ainsi que dans *A. quercustozae* en automne. Trois espèces d'*Agonum* ont également été signalées en hiver dans *A. pictus*. Les espèces *Platynus assimilis* et *Agonum sericea* sont généralement rares : la première est rencontrée dans la galle d'*A. quercustozae* et la deuxième dans celle d'*A. pictus* en automne. *Harpalus atratus* et *H. pensylvanicus* se trouvent dans *A. pictus* en hiver. Les carabides *Dromius agilis*, *D. meridionalis*, *Dromius* sp., *Oodes azureus* et *O. rufipes* sont rarement observés, mais se séjournent parfois dans les cécidies en automne et en hiver.

Les Meloidae sont des espèces qui se réfugient habituellement dans les galles et ont été récoltées dans les cécidies d'*A. pictus* et *A. quercustozae* en automne et au printemps.

La plupart des Staphylinidae sont rares. Parmi elles, *Philonthus cornutus*, *Astenus* sp. et *Staphylinus junco* occupent occasionnellement les galles d'*A. pictus* en hiver. *Philonthus laminatus* et *Tachyporus* sp. ont été récoltés en automne, tandis que *Anotylus mucronatus* a été capturé dans *A. quercustozae* ; cette dernière est commune en hiver, rare au printemps, et considérée comme un hôte accidentel.

Deux espèces de la famille Cryptophagidae ont été observées dans les galles : *Cryptophagus lycoperdi* dans les cécidies d'*A. quercustozae* et *A. pictus* en automne et au printemps, ainsi que *C. scanicus* dans la cécidie d'*A. quercustozae* durant les saisons humides.

*Harpalus atratus* est une espèce rare de la famille Tenebrionidae, récoltée en hiver dans *A. pictus* et considérée comme hôte accidentel. *Tenebrio compressus* est une espèce rare capturée dans la cécidie d'*A. pictus* en automne. *Cassida* sp., également associée à cette dernière, a été recensée en hiver et peut être considérée comme un hôte accidentel. Une espèce de la famille Coccinellidae a été capturée dans *A. quercustozae* en automne.

Nous avons trouvé huit larves inféodées aux cécidies, qui passent leur stade embryonnaire dans les galles. Parmi elles, *Melolontha* sp. et une espèce appartenant à la famille Cleridae sont facilement et régulièrement capturées dans les galles toute l'année. *Malachius* sp. est rarement capturée dans *A. pictus*, mais elle est commune et séjourne dans *A. quercustozae*. Les espèces *Lampyrus* sp., *Meryx regosa*, ainsi que des espèces des familles Staphylinidae et Carabidae, se réfugient également dans les galles d'*A. pictus*.

Les adultes de *Dasytes caeruleus*, *Dasytes* sp., *D. virens*, *D. fagi*, *Cryptophagus lycoperdi*, *Melyris culinaris* ainsi que toutes les larves de coléoptères récoltées peuvent vraisemblablement être considérés comme des hôtes habituels.

**Tableau.30.** Les Coléoptères inféodée aux galls du chêne-zeen (*A. pictus*, *A. hispanacus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif. (D\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare), (A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\* : hôte Obligatoire).

Espèces	<i>A. pictus</i>					<i>A. hispanacus</i>					<i>A. quercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	éré	Q a
<i>Agonum lugens</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agonum gracile</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agonum micans</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Altanta mucronata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	R	-	A
<i>Ammobius rufus</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphasia sericea</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Argenta sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Astenus sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Asida seica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
<i>Baris coerulescenses</i>	-	R	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cassida sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cerambyx sp</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptophagus lycoperdi</i>	R	-	R	-	H	-	R	-	-	A	R	-	-	-	H
<i>Cryptophagus scanicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-	-	H
<i>Cychrus cylindrocollis</i>	R	-	R	R	A	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
Coccinellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
<i>Dasytes caeruleus</i>	R	R	-	-	H	-	-	-	-	-	R	R	-	-	H
<i>Dasytes sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	H
<i>Dasytes virens</i>	-	R	-	-	H	-	-	-	-	-	-	R	-	-	H
<i>Diplocoelus fagi</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	R	-	A
<i>Dromius agilis</i>	R	-	-	-	A	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Dromius meridionalis</i>	R	-	R	-	A	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Dromius quadrimaculatus</i>	C	C	R	R	A	-	R	-	-	A	-	R	-	-	A
<i>Dromius sp</i>	R	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Harpalus atralus</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<i>Harpalus pensylvanicus</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
<i>Korynetus caeruleus</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melasia culinaris</i>	R	R	-	-	H	-	-	-	-	-	-	R	-	-	H
<i>Messtidae</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophonus azureus</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ophonus rufipes</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
<i>Oryzaeophilus sp</i>	R	R	R	R	M	-	-	-	-		R	R	-	-	A
<i>Oryzaeophilus surinamensis</i>	D	D	D	R	M	R	C	C	R	H	R	C	C	R	M
<i>Otiorhynchus fullo</i>	R	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Otiorhynchus ligustici</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Otiorhynchus uniontus</i>	R	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Philobius argentatus</i>	R	R	-	-	A	-	-	-	-		-	R	-	-	A
<i>Philobius rufus</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phylobius sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>philonthus laminatus</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Platynus assimilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
<i>platystetus cornutus</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polidismis pyri</i>	R	-	-	-	-A	R	-	-	-		-	-	-	-	-
<i>Polyrisus mollis</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ptinus fur</i>	D	D	D	R	H	R	R	R	A	H	C	C	R	-	M
<i>Ptinus latro</i>	D	D	D	R	H	C	R	R	-	H	R	C	R	-	M
<i>Ptinus sexpencatus</i>	C	R	-	-	H	R	-	-	A	H	-	-	-	-	-
<i>Stenus sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sciaphilus margaritacus</i>	R	R	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sciaphilus asperatus</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tachuporus sp</i>	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trachelissa compressus</i>	R		-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sitophilus granarius</i>	-	R	-	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Larve															
Carabeidae	R	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	R	-	A
Cleridae	C	R	C	R	H	R	R	-	-	H	-	-	C	R	H
<i>Lampyris sp</i>	-	R	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malachius sp</i>	-	R	R	-	H	-	-	-	-	-	R	C	C	-	H

<i>Melolontha sp</i>	R	D	C	R	H	-	C	-	-	H	R	R	-	R	H
<i>Meryx regosa</i>	-	R	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphynilidae	-	-	R	-	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)

Deux espèces rares, *K. caerulus* et *P. latro*, se réfugent occasionnellement dans la galle d'*A. grossulariae* durant les saisons humides. *Ptinus fur* et une larve de la famille Cleridae habitent la galle d'*A. coriarius* en automne.

**Tableau.31** : Les Coléoptères inféodée aux galles du chêne-zeen (*A. coriarius* et *A. grossulariae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif (D\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare), (A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\* : hôte Obligatoire).

Espèce	<i>A. coriarius</i>					<i>A. grossulariae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
<i>Korynetus caerulus</i>	-	-	-	-	-	-	R	-	-	A
<i>Ptinus fur</i>	C	-	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Ptinus latro</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	A
<i>Larve</i>										
Cléridae	R	-	-	-	H	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)

### Organisation trophique des Coléoptères

Le peuplement entomologique des coléoptères présents dans les galles de Cynipidae est divisé en six groupes trophiques.

Le premier groupe est constitué d'espèces xylophages, qui représentent 65,93 % du peuplement. Ce groupe comprend principalement trois espèces de la famille Ptinidae : *Ptinus sexpunctatus*, *P. latro* et *P. fur*, ainsi que la larve de *Melolontha sp.* de la famille Scarabaeidae (Figure 74).

Le deuxième groupe est constitué essentiellement de phyllophages. Cette catégorie regroupe 26 espèces, parmi lesquelles la plus abondante est *Dromius quadrimaculatus* avec

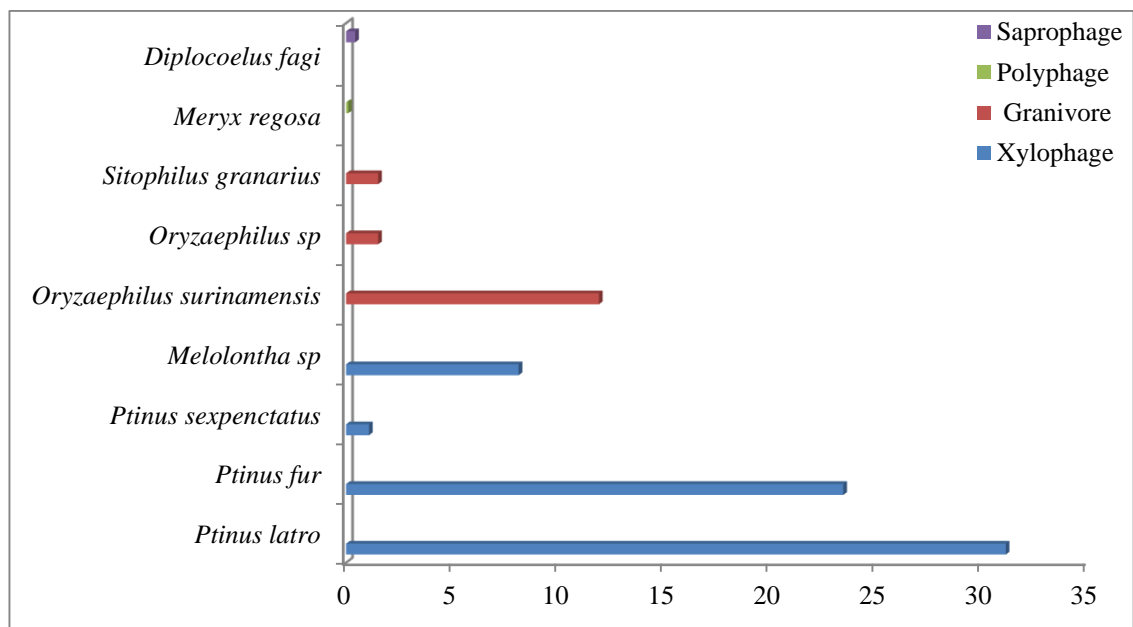
2,72 % de l'ensemble des espèces recensées, suivie de *Dasytes caeruleus* avec un taux de 1,75 %. Le reste des espèces ne dépasse pas 6,81 % des individus capturés (Figure 75).

Le troisième groupe comprend les habitants prédateurs, représentant 11,51 % du peuplement, avec 25 espèces principalement issues des familles Carabidae et Staphylinidae (Figure 76).

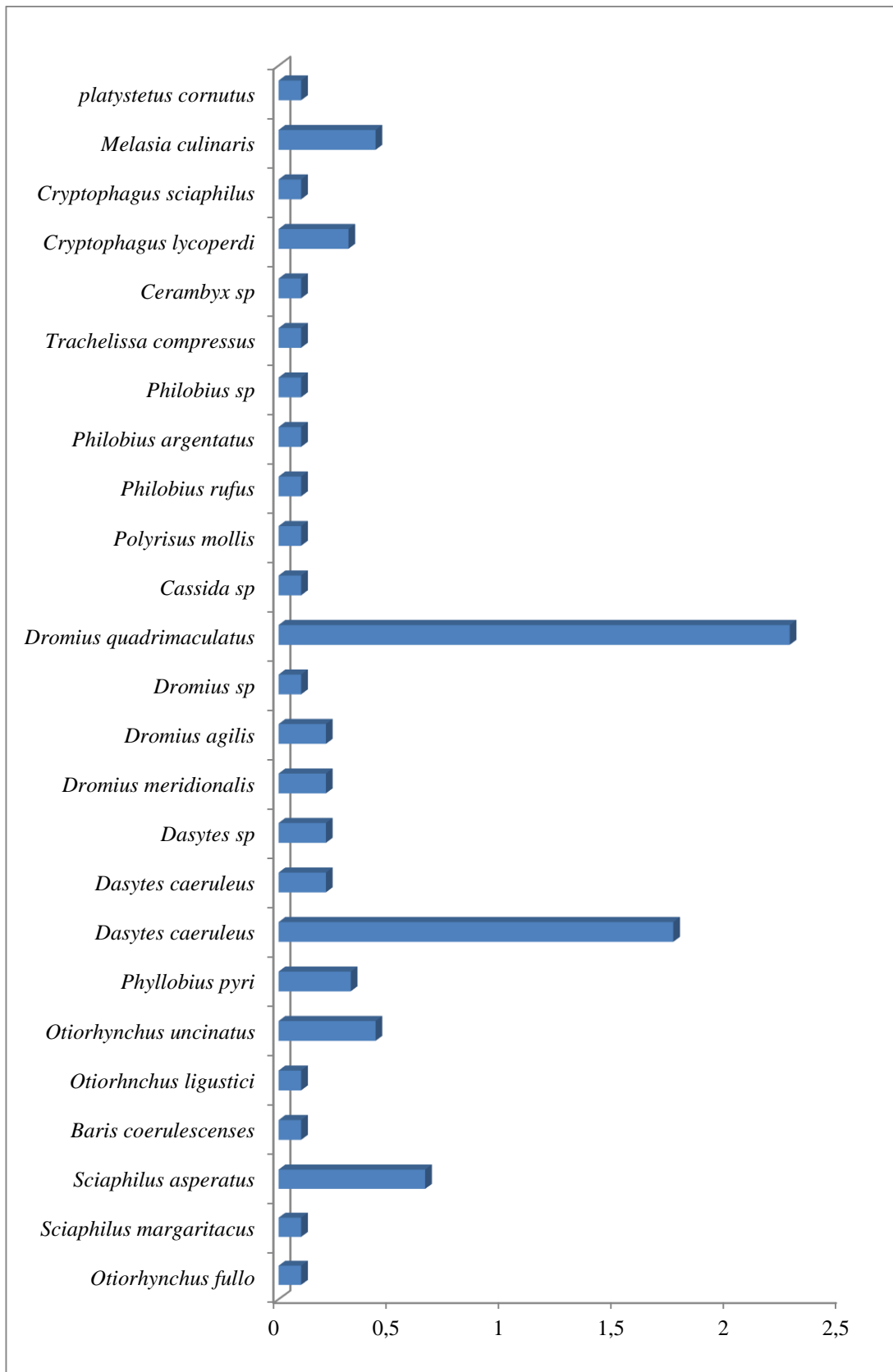
Le quatrième groupe rassemble les granivores, qui représentent 14,92 % du peuplement vivant dans les galles. L'espèce la plus fréquente est *Oryzaeophilus surinamensis*, représentant 11,9 %, ainsi que les espèces *Oryzaeophilus sp.* et *Sitophilus granarius*. Ces individus se nourrissent principalement de matières riches en amidon (Figure 74).

Le cinquième groupe correspond aux polyphages. Nous avons recensé l'espèce *Meryx regosa*, ce qui indique une faible activité pastorale au sein des galles récoltées (Figure 74).

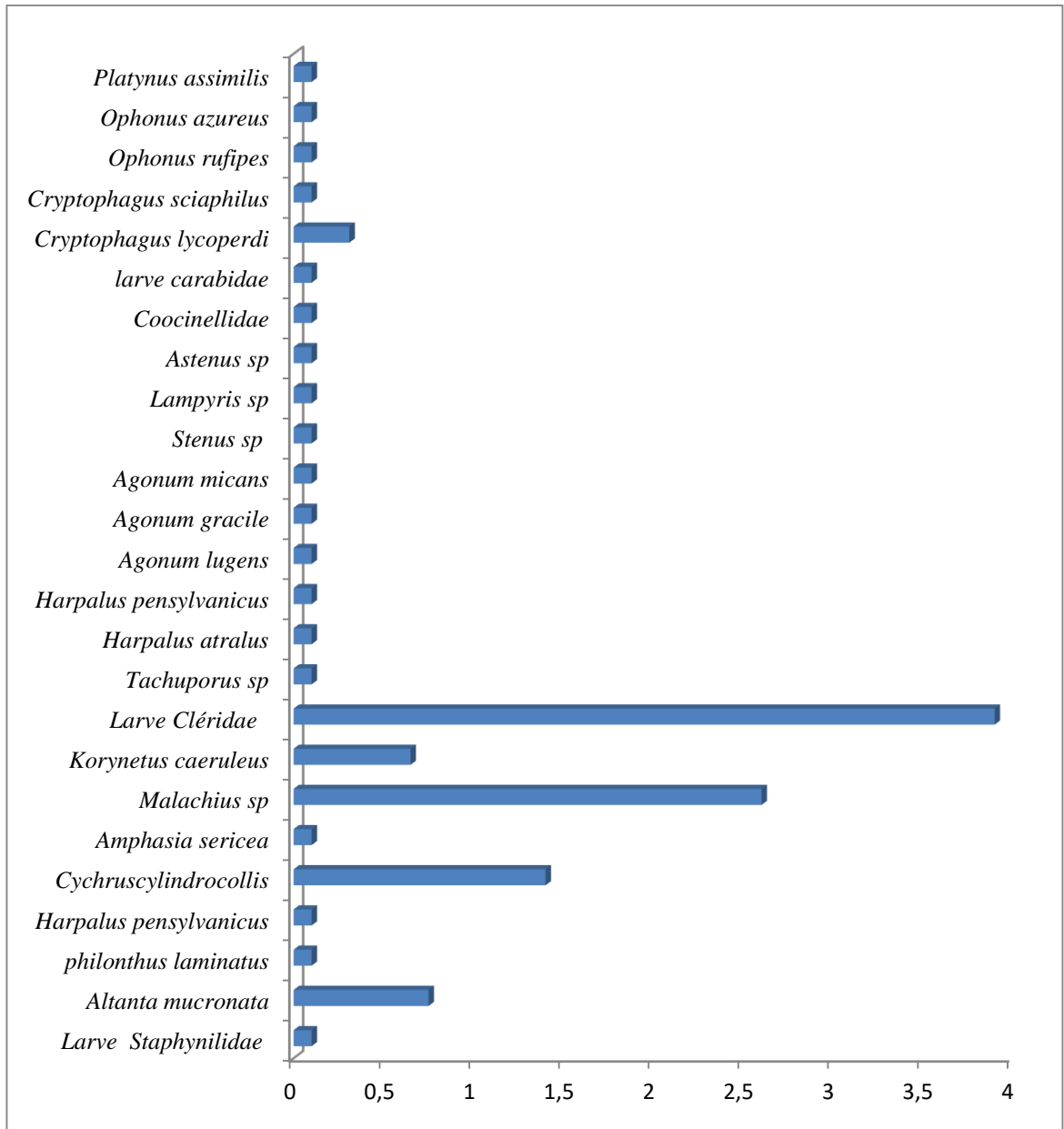
Enfin, le sixième groupe est constitué des saprophages, représentés par l'espèce *Diplocoelus fagi*, qui suggère également une faible activité dans les galles (Figure.74).



**Figure.74:** Répartition des coléoptères secondaire en fonction des groupes trophiques



**Figure.75:** Le taux des coléoptères phytophages recensés à partir des galles dissequées.



**Figure.76** :.Le taux des coléoptères prédateurs recensés à partir des galles dissequées.



**Figure 77:** Les coléoptères inféodés aux galls. A : *Ptinus sexpenctatus* (G : 2x3,5) ; B: *P. latro* (G : 3x3,5) ; C: *P. fur* (G : 3x3,5); D: *Agonum lugens* (G :2x2); E: *A. micans* (G :2x2); F: *Harpalus pensylvanicus* (G :2x2); G: *Oryzaephilus surinamensis* (G : 3x3,5); H: *Oryzaephilus sp* (G : 4,5x3,5); I: *A. gracile* (G :2x2); J: *Cychrus cylindricollis* (G :2x2); K: *Ips typographus* (G : 2x3) ; L: *Stenus junio* (G : 2x3) ; M: *Korynetus caeruleus* (G : 2,5x3,5); N: *Sciaphilus asperatus* (G : 2x3) ; O: *Astenus sp* (G : 2x3) ; P: *Meryx rugosa* (G : 2,5x3,5); Q: *Melolontha sp* (G : 2x3) ; R: Cléridae (G : 3x3,5); S: *Malachius sp* (G : 2,5x3,5); T: *lampyris sp* (G : 3x3,5).

- **Les Hyménoptères**

La faune des hyménoptères recensée comprend six familles : Formicidae, Melittidae, Ichneumonidae, Tiphidae, Pamphiliidae et Mégochiliés, totalisant 17 espèces pour 8 162 individus.

Les fourmis constituent les hôtes les plus réguliers et les plus nombreux de la faune auxiliaire des galles, avec 8 162 individus recensés. Les cécidies d'*Andricus pictus* et *A. quercustozae* sont les plus peuplées par les fourmis, suivies par celles d'*A. hispanacus*. L'espèce asexuée *A. grossulariae* est très rarement fréquentée par les fourmis.

Parmi les fourmis, *Leptothorax texanus* est la plus abondante avec 38,92 % des individus, suivie par *Aphaenogaster senilis* qui représente 27,4 %. En troisième position se trouve *Crematogaster scutellaris* avec 26,69 %.

Les espèces *Camponotus aethiops*, *Leptothorax nylanderi*, *Leptothorax* sp., *Formica* sp., *Leptothorax bugnioni*, *Leptothorax* sp.1, *Myrmica incompleta*, *Aphaenogaster subterranea*, *Camponotus* sp. et *Colobopsis truncata* sont présentes en faibles proportions et inféodées aux galles de manière occasionnelle. Toutes ces espèces peuvent être considérées comme des hôtes habituels.

Les espèces *Macropis* sp. (Melittidae), *Acroricnus* sp. (Ichneumonidae), *Acanthetropis noctivaga* (Tiphidae), *Hoplitis andreoides* (Mégochiliés) et *Cephalcia* sp. (Pamphiliidae) sont des espèces rares qui fréquentent les galles de manière accidentelle.

**Tableau.32:** Les Hyménoptères inféodée aux galles (*A.pictus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif (A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\*: hôte Obligatoire).

Espèces	<i>A.Pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>					Totale
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa	
<i>Acanthetropis noctivaga</i>	1	-	-	-	A	-	-	-	-	-	1
<i>Acroricnus sp</i>	-	2	-	-	-	-	-	1	-	A	3
<i>Aphaenogaster senilis</i>	561	495	30	26	H	250	303	283	238	H	2196
<i>Aphaenogaster subterranea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	23	11	H
<i>Camponotus aethiops</i>	-	-	-	8	H	-	-	77	72	H	156

<i>Cephalcia sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>Colobopsis truncta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	H	1
<i>Componatus sp</i>	1	-	-	-	H	-	-	-	-	-	-	1
<i>Crématogaster scutellaris</i>	224	136	163	51	H	103	186	78	1218	H		2159
<i>formica sp</i>	5	-	-	-	H	1	-	-	-	H		6
<i>Hoplitis andrenoides</i>	1	-	-	-	A	-	-	-	-	-		1
<i>leptothorax bugnioni</i>	6	2	4	-	H	12	10	-	-	H		34
<i>leptothorax nylanderi</i>	1	36	7	2	H	-	-	55	48	H		149
<i>Leptothorax sp</i>	10	14	14	13	H		97	-	-	H		148
<i>leptothorax sp1</i>	25	-	-	-	H	3	-	-	-	H		28
<i>Leptothorax texanus</i>	6	82	-	115	H	917	562	472	1023	H		3177
<i>Macropis sp</i>	1	-	2	-	A	-	-	-	1	A		4
<i>Myrmica incompleta</i>	1	-	-	-	H	-	-	-	-	-		1

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)

**Tableau.33:** Les Hyménoptères inféodés aux galles (*A. pictus*, *A. hispanacus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

(A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\* : hôte Obligatoire).

Espèces	<i>A.hispanacus</i>					<i>A.grossulariae(a)</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
<i>Acroricnus sp</i>	-	1	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Aphaenogaster senilis</i>	-	-	6	36	H	-	-	-	-	-
<i>Aphaenogaster subterranea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Camponotus aethiops</i>	1	-	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Crématogaster scutellaris</i>	6	8	3	-	H	-	1	1	-	-
<i>Leptothorax texanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Macropis sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)



**Figure 78:** Les Hyménoptères infiéodés aux galls. A: *Aphaenogaster senilis* (G: 3,5x3,5); B: *Camponotus aethiops* (G :2x3,5); C : *Temnothorax sp*(G :2x3); D: *Crématogaster scutullarus* (G :3,5x3,5) ; E : *Formica sp* (G :2x3); F : *Colobopsis trunca* (G :3,5x3,5) ; G : *Acanthetropis noctivaga* (G :2x3); H : *Hoplitis andrenoides* (G :2x3); I : *Acanthetropis noctivaga*(G :2x3).

- **Les Dictyoptères**

Nous avons identifié deux espèces rares capturées dans *A. pictus* et *A. quercustozae* : *Ectobius kirbyi*, rencontrée au printemps dans *A. coronatus* et en hiver dans *A. quercustozae* ; ainsi que *Ectobius pallidus*, présente dans *A. coronatus* durant toutes les saisons sauf en hiver, et dans *A. quercustozae* en été. Les dictyoptères peuvent être considérés comme des hôtes accidentels (Tableau.34).

- **Les Embioptères**

Une seule espèce de la famille Oligotomidae a été récoltée : *Haploembia solieri*, capturée dans *A. pictus* et *A. hispanacus* durant toutes les saisons, et pouvant être considérée comme un hôte accidentel (Tableau 34).

- **Les Hémiptères**

Nous avons récolté cinq espèces rares d'hémiptères : *Pilalitus* sp., capturée dans *A. pictus* au printemps ; *Loricula* sp., présente dans la cécidie *A. pictus* en automne et en été ; *Acompus pallipes*, récoltée en été ; une autre espèce de la famille Miridae, capturée au printemps ; ainsi que des individus de la famille Microphysidae, récoltés dans *A. pictus* au printemps.

Ces insectes peuvent être considérés comme des hôtes accidentels (Tableau 34).

- **Lépidoptères**

Nous avons identifié quatre espèces qui séjournent habituellement dans les galles. *Noctua pronuba* est une espèce très commune, ainsi que *Yponomeuta* sp., une espèce commune inféodée aux galles. Deux autres familles rares ont été récoltées : les Crambidae et Geometridae (Tableau 34).

- **Orthoptères**

Nous avons récolté quatre espèces d'orthoptères : *Mogoplistes* sp., espèce rare présente dans la cécidie *A. pictus* en automne et dans *A. hispanacus* en hiver ; *Gryllus campestris*, espèce rare récoltée dans la cécidie *A. pictus* en automne et au printemps, ainsi que dans *A. hispanacus* en automne ; *Modicogryllus frontalis*, espèce commune récoltée en automne dans la galle *A. coronatus* et considérée comme rare au printemps dans *A. quercustozae* ; enfin, *Uromenus rugosicollis*, espèce rare récoltée en automne dans *A. quercustozae*. Ces espèces peuvent être considérées comme des hôtes habituels (Tableau 34).

- **Psocoptères**

Nous avons identifié quatre espèces de psocoptères, le genre *Liposcelis* étant le plus fréquent dans les cécidies. *Lepinotus patruelis* est une espèce commune dans *A. pictus* en automne, rare en hiver, et également rare dans *A. quercustozae* et *A. pictus*. *Lepinotus reticulatus* est une espèce rare récoltée en automne dans *A. pictus* et en hiver dans *A. quercustozae*. Ces espèces sont considérées comme des hôtes accidentels (Tableau 34).

- **Thysanoptères**

Nous avons identifié une seule espèce rare, *Haplothrips* sp., inféodée aux cécidies et qui peut vraisemblablement être classée parmi les hôtes habituels (Tableau 34).

- **Zygentomas**

*Lepisma saccharina* est une espèce rare récoltée aussi bien durant les saisons humides que sèches, dans les galles des glands et dans *A. quercustozae*. Elle peut être considérée comme un hôte habituel (Tableau 34).

- **Tableau.34:** Divers ordres d'insectes inféodés aux galles (*A. pictus*, *A. hispanacus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

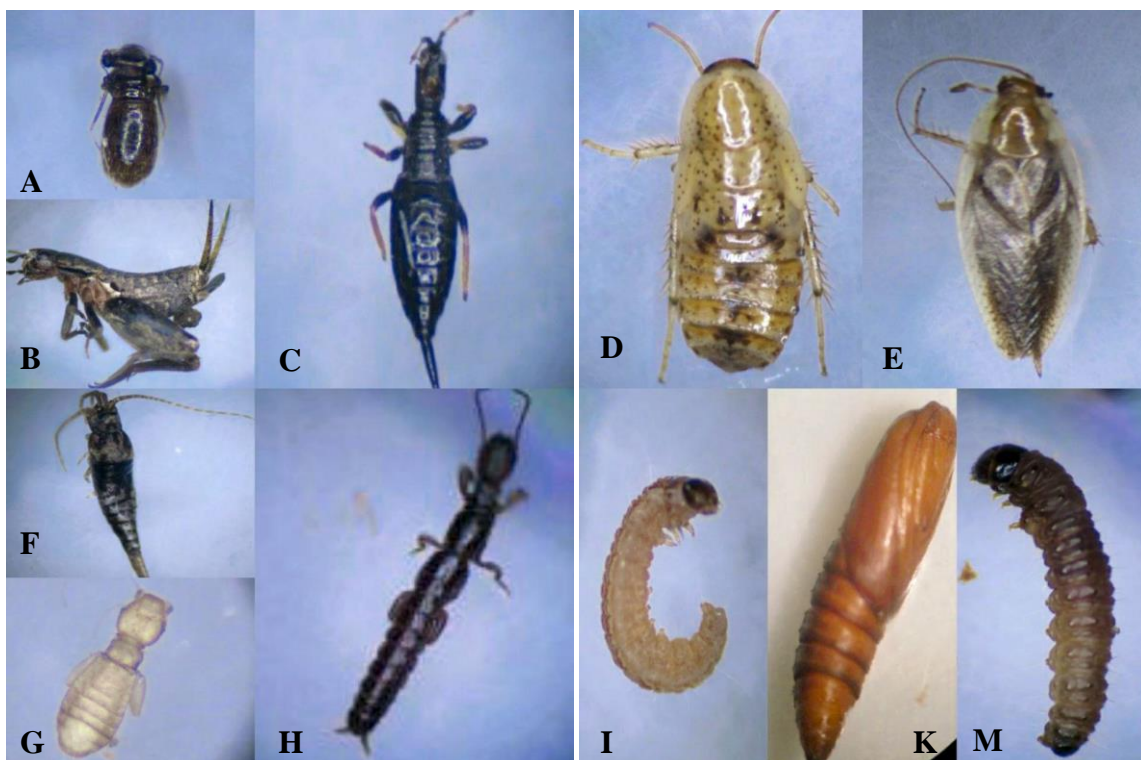
(D\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare)

(A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\* : hôte Obligatoire).

Espèces	<i>A.pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>					<i>A.hispanacus</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	éré	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
<b>Dictyoptères</b>															
<i>Ectobius kirveilli</i>	-	-	R	-	A	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Ectobius pallidus</i>	R	-	R	R	A	-	-	-	R	A	-	-	-	-	-
<b>Embioptères</b>															
<i>Hapoembia solieri</i>	C	C	R	R	A	-	-	-	-	-	R	R	R	-	A
<b>Hémiptères</b>															
<i>Pilalitus sp</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Loricula sp</i>	R	-	-	R	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Meridae</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microphasidae</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acompu sp</i>	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acompus pallips</i>	-	-	-	R	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Lépidoptères</b>															
Crysalidae	-	-	R	-	H	-	-	R	-	H	-	-	-	-	-
Geomitridae	-	-	R	-	H	-	-	R	-	H	-	-	R	-	H
<i>Nocuta pronuba</i>	D	R	R	R	H	-	R	-	-	H	-	R	-	-	H

<i>Ypnomeuta sp</i>	C	R	R	R	H	R	-	-	-	H	R	-	-	-	H
Orthoptères															
<i>Mogoplistes sp</i>	R	-	-	H	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	H
<i>Gryllus campestris</i>	R	-	R	H	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	H
<i>Modicogryllus frontalis</i>	C	-	-	H	-	-	R	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Uromenus rugosicollis</i>	-	-	-	-	-	R	-	-	-	H	-	-	-	-	-
Psocoptères															
<i>Leposcelis decolora</i>	D	-	R	-	A	-	R	R	-	A	-	-	-	-	-
<i>Leposcelis sp</i>	D	R	-	-	A	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Lepinotus patruelis</i>	C	R	-	-	A	R	-	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Lepinotus reticulatus</i>	R	-	-	-	A	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
Thysanoptères															
<i>Haplothrips sp</i>	R	R	R	R	H	R	R	-	-	H	-	-	-	-	-
Zygentoma															
<i>Lepisma saccharina</i>	R	R	R	R	H	-	R	-	R	H	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été).



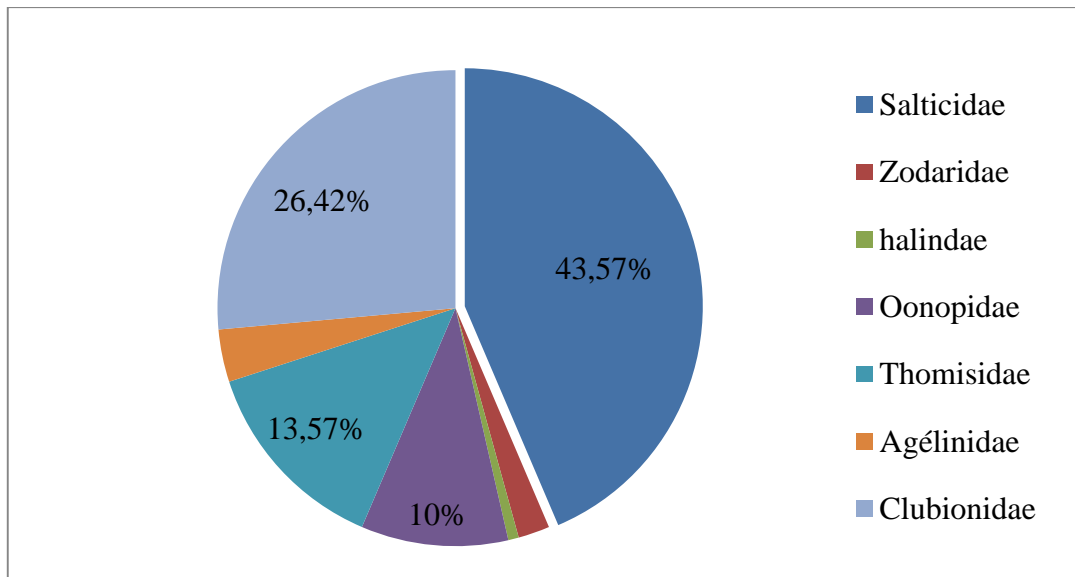
**Figure 79:** Différent insectes et larves recensés après disséction des galles. A: *Lepinotus patruelis* (G :4,5X4,5) ; B : *Gryllus campestris* (2,5X3,5) ; C : *Haplothrips sp* (G :4,5X4,5) ; D : *Ectobius pallidus* (G :2,5x3) ; E : *E. kirveilli* (G :2x3), F : *Lepisma saccharina* (G :2,5X2,5) ; G : *Leposcelis sp* (G :4,5X4,5) ; H : *Hapoembia solieri* (G :3,5X3,5) ; I : *Yponmeuta sp*(G :2x3) ; K : Chrysalidae (G : 2x3) ; M : *Nocuta pronuba* (G :2x3).

**La faune des arachnides**

Les arachnides capturés dans les cécidies de *A. quercustozae* et *A. pictus* sont toujours rares. Ces petits prédateurs peuvent vraisemblablement être considérés comme des hôtes accidentels.

- **Araignées**

Les araignées sont les prédateurs les plus abondants de la faune secondaire, avec 142 individus recensés. Elles appartiennent à six familles : Salticidae, Zodariidae, Halidae, Oonopidae, Thomisidae, Agelenidae et Clubionidae. La famille Salticidae est la plus abondante, représentant 43,57 % des individus, suivie par Clubionidae avec 26,42 %. En troisième position, on trouve la famille Thomisidae avec 13,57 %, tandis que les autres familles représentent des pourcentages minimes (Figure 80).



**Figure.80 :** Le taux des araignées recensées après dissection des galles.

- **Mesostigmatea**

Nous avons identifié deux espèces de Mesostigmates : *Pergamasus* sp., une espèce rare capturée durant les saisons humides et inféodée à *A. pictus*, et *Harpaspis miles*, une espèce commune en automne, récoltée dans *A. pictus* et rare dans *A. quercustozae* en hiver (Tableau 35).

- **Opilions**

Dix espèces d'opilions ont été recensées et sont considérées comme des hôtes accidentels. *Phalangium opilio* est une espèce commune en automne, rare en hiver et au printemps dans la cécidie *A. pictus*, et occasionnellement présente en hiver dans *A. quercustozae*. Les espèces *Dicranopalpus gasteinensis*, *Dasylobus graniferus*, *Lephepilio palpinalis* et *Dasylobus* sp. fréquentent la cécidie *A. pictus* en hiver. Les espèces *Lacinius* sp., *Erythraeus opilioides* et *E. nivalis* occupent la galle *A. pictus* toute l'année, tandis que *Mitopus morio* y est présent en été (Tableau 35).

- **Sarcoptiformes**

Nous avons identifié une seule espèce, *Xenillus* sp., qui habite les galles en automne, en hiver et au printemps (Tableau 35).

- **Prostigmates**

Deux familles ont été récoltées dans les cécidies : Anystidae, qui occupe la galle *A. pictus* au printemps, et Labidostommidae, présente dans *A. pictus* et *A. quercustozae* durant les saisons humides (Tableau 35).

- **Pseudoscorpions**

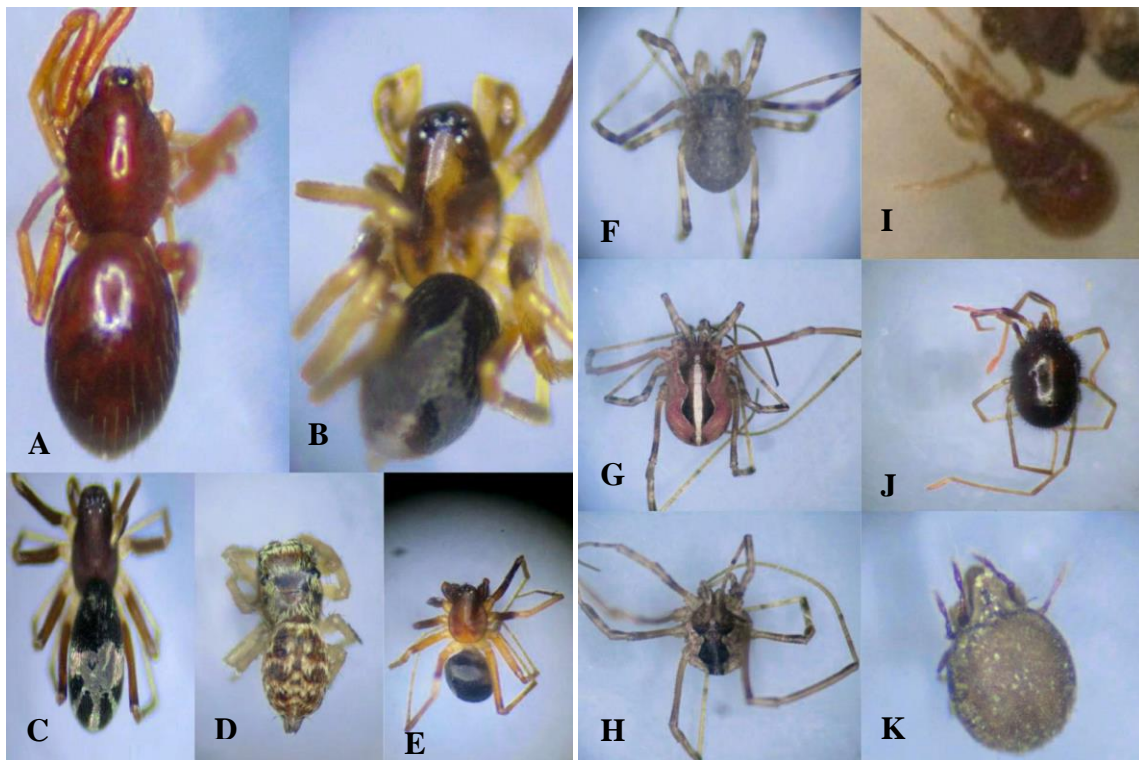
Trois espèces de pseudoscorpions ont été récoltées dans les galles : *Neoibiselimium microbusium*, *N. pavulum* et *Neoibiselimium* sp (Tableau 35).

**Tableau.35:** Les Arachnides inféodés aux galles (*A. pictus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif.

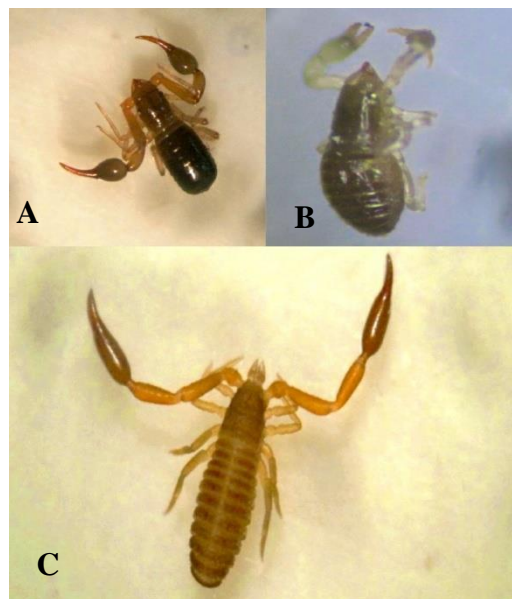
(D\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare). (A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\* : hôte Obligatoire).

Espèces	<i>A.pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
Mesostigmata										
<i>Pergamasus sp</i>	R	R	-	-	A	-	-	-	-	A
<i>Hapoaspis miles</i>	C	-	-	-	A	C	R	-	-	A
Opilion										
<i>Phalanguim opilio</i>	C	R	-	-	A	-	R	-	-	A
<i>Dicranopalpus gasteinensis</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Dasylobus graniferus</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Lephepilie palpinalis</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Dasylobus sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Lacinius sp</i>	R	-	R	R	A	-	-	-	-	-
<i>Mitopus morio</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-
<i>Leiobunum religiosum</i>	-	-	R	R	A	-	-	-	-	-
<i>Erythraeus opilionoides</i>	R	R	R	R	A	-	R	-	-	A
<i>Erythraeus nivalis</i>	R	R	R	-	A	-	-	-	-	-
Sarcoptiformes										
<i>Xenillus sp</i>	R	R	R	-	A	-	R	-	-	A
Prostigmatas										
<i>Anystidae</i>	-	-	R	-	A	-	-	-	-	A
Labidostommidae	R	R	-	-	A	-	R	R	-	A
Psodoscopions										
<i>Neoibisilum microbusium</i>	C	R	R	-	A	R	-	R	-	A
<i>Neoibisilum pavulim</i>	C	R	R	-	A	R	-	-	R	A
<i>Neoibisilum sp</i>	R	R	R	-	A	-	-	-	-	A

(aut\*: automne, hiv\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été).



**Figure 81:** Les Archinides infiodée aux galles. A,B : Dysderidae (3,5X4,5) ;C : Frontinelidae (G:3,5X4,5) ; D: Salticidae (G:4,5X3,5); E:Clubionidae (G:3,5X4,5); F: *Dicranopalpus gasteinensis* (G:3x3 ,5); G: *Dasylobus* sp (G:3x3 ,5); H : *Mitopus morio*(G:3x3 ,5); I : *Pergamasus* sp (G : 4,5X4,5) ; J : *Erythraeus oplilionoides* (G : 4,5X4,5) ; K : *Xenillus* sp (G : 4,5X4,5).



**Figure 82 :** Les Psodoscorpions inféodés au galles. A: *Neoibisilum pavulim* (G : 4,5X3) ; B:*Neoibisilum* sp (G :4,5X3) ; C: *Neoibisilum microbusiium*(G :4,5X3).

## Les Chilopodes

Notre inventaire des chilopodes de la faune secondaire a révélé deux ordres : Géophélomorpha, avec huit espèces, et Lithobiomorpha, avec trois espèces. Ces chilopodes fréquentent les cécidies de *A. quercustozae* et *A. pictus* et peuvent être considérés comme des hôtes habituels.

- **Les Géophélomorphes**

L'espèce *Geophilus flavus* est fréquente dans *A. pictus* et *A. quercustozae* durant les saisons humides. *G. easoni* habite les galles au printemps, tandis que *Halimantarium gabrielis* est présente en automne. L'espèce *Henia* sp. Occupe les galles (*A. pictus* et *A. quercustozae*) au printemps. *Pachymerium ferrugineum* est récoltée au printemps et en automne dans *A. pictus*. *G. angustus* se rencontre dans *A. pictus* en automne et en hiver. Enfin, *G. carpophagus* et *Geophilus* sp. Occupent la cécidie *A. pictus* en automne et au printemps. Ces espèces peuvent vraisemblablement être considérées comme des hôtes habituels (Tableau 36).

- **Les Lithobiomorphes**

*Lithobius inermis* et *Polydesmus coriaceus* sont deux espèces très communes en hiver dans *A. pictus* et *A. polycerus*. L'espèce *Lithobius pilicornis* est rare dans les galles de *A. quercustozae*, commune dans *A. pictus* en automne, et rare durant les autres saisons (Tableau 36).

**Tableau.36:** Les Chilopdes inféodée aux galles (*A. pictus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

(D\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare)

(A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\*: hôte Obligatoire).

Espècs	<i>A.pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	hiv	pri	été	Qa	Qa
Géophélomorpha										
<i>Geophilus easoni</i>	-	-	R	-	H	-	-	R	-	H
<i>Henia sp</i>	-	-	R	-	H	-	-	R	-	H
<i>Geophilus flavus</i>	C	C	R	-	H	R	C	R	-	H
<i>Geophilus sp</i>	R	-	-	-	H	R	-	R	-	H

<i>Geophilus carpophagus</i>	R	-	R	-	H	-	-	-	-	-
<i>Geophilus angustus</i>	R	R	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Halimantarium gabrielis</i>	R	-	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Pachymerium ferrugineum</i>	R	-	R	-	H	-	-	-	-	-
Lithobiomoroha										
<i>Lithobius pilicornis</i>	C	R	R	R	H	R	R	-	-	H
<i>Lithobius inermis</i>	R	D	-	-	H	-	R	R	-	H
<i>Polydesmus coriaceus</i>	R	D	-	-	H	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps,

été\*: été).

## Les Diplopodes

Nous avons identifié trois ordres de Diplopodes (*Glomerida*, *Julida* et *Polyxenida*) présents dans les cécidies de *A. pictus* et *A. quercustozae*. Cette faune peut être considérée comme des hôtes habituels.

- **Les Glomerida**

Deux espèces de la famille Glomeridae ont été récoltées : *Glomeris connexa*, espèce rare apparue au printemps dans *A. pictus*, et *Glomeris* sp., récoltée toute l'année dans les deux types de galles (Tableau 37).

- **Les Julida**

Trois espèces du genre *Cylindroiulus* ont été capturées dans les galles : *Cylindroiulus caeruleocinctus* et *Cylindroiulus* sp. sont deux espèces capturées occasionnellement dans *A. pictus*, tandis que *C. pyrenaicus* est une espèce commune dans les saisons humides, rare en été, et fréquente dans les cécidies de *A. quercustozae* et *A. pictus* (Tableau 37).

- **Les Polyxenida**

*Polyxenus* sp. est une espèce rare récoltée durant les saisons humides (Tableau 37).

**Tableau.37:** Les Dilopodes inféodée aux galles (*A.pictus* et *A.quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

(D\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare)

(A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, M\*: hôte Obligatoire).

<i>Espècs</i>	<i>A.pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
Glomerida										
<i>Glomeris connexa</i>	-	-	R	-	H	-	-	-	-	-
<i>Glomeris sp</i>	R	R	R	R	H	-	-	-	-	-
Julida										
<i>cylindroiulus caeruleocicrus</i>	-	R	-	-	H	-	-	-	-	H
<i>Cylindroiulus pyrenaicus</i>	C	C	C	R	H	R	C	R	-	H
<i>Cylindroiulus sp</i>	R	-	-	R	H	-	-	-	-	-
Polyxenieda										
<i>Polyxinus sp</i>	R	R	-	R	H	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)

### Les Crustacés (les Isopodes)

*Oniscus asellus* est une espèce commune dans *A. pictus* en automne et rare en hiver. Elle a également été capturée dans *A. quercustozae* en hiver. *Philoscia sp.* et *Porcellio scaber* sont des espèces rares, récoltées en hiver dans *A. pictus* (Tableau 38).

**Tableau.38:** Les Isopodas inféodés aux galles *A.pictus* et *A.quercustozae*  
leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

Espèces	<i>A.pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
Isopoda										
<i>Oniscus asellus</i>	C	R	-	-	A	-	R	-	-	H
<i>Porcellio scaber</i>		R			A					
<i>Philoscia sp</i>	-	R	-	-	A	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)

### Les Collemboles

Nous avons récolté sept espèces de collemboles dans les galles de *A. pictus* et *A. quercustozae*. La majorité de ces espèces sont rares : *Entomobrya* sp., *Lepidocyrtus* sp., *Entomobrya intermedia*, *Dicyrtoma* sp., *Heteromurus* sp. et *Tomocerus* sp., et elles ont été capturées tout au long de l'année. Deux espèces sont communes : *Entomobrya multifasciata* (capturée durant les saisons humides) et *Orchesella vilosa* (présente toute l'année). Les collemboles peuvent être considérés comme des hôtes habituels (Tableau 39).

**Tableau .39:** Les Collemboles inféodée aux galles (*A. pictus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

Espèces	<i>A.pictus</i>					<i>A.qercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	Eté	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
Collembole										
<i>Entomoborya sp</i>	R	R	R	R	H	-	-	-	R	H
<i>Entomoborya multifasciata</i>	R	C	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>lepidocyrtus sp</i>	-	R	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Entomoborya intermedia</i>	-	R	-	-	H	-	-	-	-	-
<i>Dicyrtoma sp</i>	R	-	-	-	H	R	-	-	-	H
<i>Heteromurus sp</i>	-	R	-	R	H	-	-	-	-	-
<i>Orchesella vilosa</i>	C	R	C	-	H	-	R	-	-	H
<i>Tomocerus sp</i>	-	-	R	-	H	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)

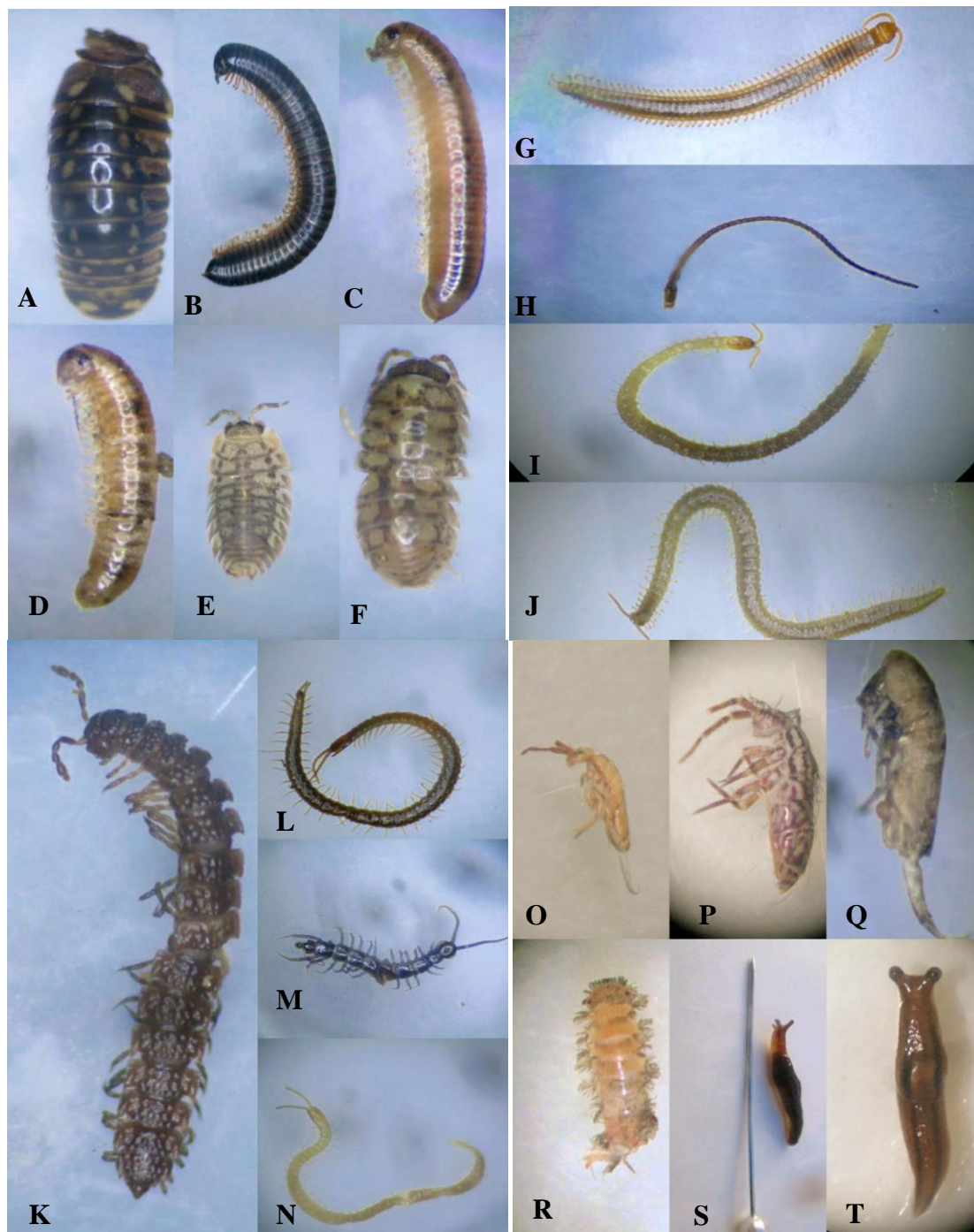
***Les Mollusque (Les Stylommatophoras)***

Nous avons capturé trois espèces de la famille Limacidae qui abritent occasionnellement les cécidies *A. coronatus*, *A. quercustozae* et *A. pictus* durant les saisons humides. Elles sont considérées comme des hôtes de passage (Tableu.40).

**Tableau.40 :** Les Mollusques inféodée aux galles (*A. pictus* et *A. quercustozae*) et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif

<i>Espècs</i>	<i>A.pictus</i>					<i>A.quercustozae</i>				
	aut	hiv	pri	été	Qa	aut	hiv	pri	été	Qa
<i>Sp 1</i>	C	D	-	-	A	-	R	-	-	A
<i>Ambigolimax valentianus</i>	-	C	-	-	A	-	R	-	-	A
<i>Sp 2</i>	C	-	-	-	A	-	-	-	-	-

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été)



**Figure 83:** la faune secondaire inféodée aux galles. A: *Glomeris connexa* (G:3X3,5); B : *Cylindroiulus caeruleocircus* (G:0,67X3); C : *C. pyrenaicus* (G:2X3) ; D : *Cylindroiulus sp* (G :3X3); E : *Oniscus asellus* (G:3X3,5); F : *O. asellus* (G:3X3,5) ; G : *Geophilus sp* (G:2X3,5); H : *Halimantarium gabrielis* (G:3x3,5); I : *Henia sp* (G:0,67x3,5); J : *Geophilus easoni* (G:0,67x3,5) ; K : *Polydesmus coriaceus* (G:2x3,5) ; L : *Pachymerium ferrugineum* (G :0,67x3,5) ; M : *Lithobius pilicornis* (G :3x3,5) ; N : *G. flavus* (G :2x3,5) ; O : *Entomoborya sp* (G :4,5x3,5) ; P : *Orchesella vilosa* (G :2x3,5) ; Q : *E. multifasciata*(G :2x3,5) ; R : *Polyxenus sp* (G :4,5x4,5); S, T : *Ambigolimax valentianusa*.

### 3.4.4.2 La faune des galles du chêne-liège

Nous avons recensé six espèces d'arthropodes réparties sur trois ordres. Toutes les espèces recensées sont rares et séjournent accidentellement dans les cécidies, sauf l'espèce *L. nylanderi* qui est très commune et se range dans la catégorie des hôtes habituels (Tableau.41).

**Tableau.41:** La faune des Arthropodes inféodée aux galles du chêne-liège et leur répartition saisonnière en fonction de leur caractère quantitatif (TC\* : Très commun, C\* : Commun, R\* : Rare) (A\* : hôte accidentelle, H\* : hôte Habituelle, O\* : hôte Obligatoire).

Espèce	<i>S. politus</i>				<i>S.s olivieri</i>				<i>A. grossularia</i>				Qa
	aut	hiv	pri	été	aut	hiv	pri	été	aut	hiv	pri	été	
<i>Ips typographus</i>	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	-	-	A
Cleridae	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	-	A
Messtidae	-	-	-	-	R	-	+	-	-	-	-	-	A
<i>Leptothorax nylanderi</i>	-	-	-	-	D	-	-	-	-	-	-	-	H
<i>Megalurithrips sjostedti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	A
<i>Neoibisilum microbusiium</i>	-	-	-	-	R	-	R	-	-	-	-	-	A

(aut\*: automne, hév\*: hiver, pri\*: printemps, été\*: été).

#### 4 Discussion

Les forêts couvrent environ 31 % de la surface terrestre (UICN, 2020), avec une grande diversité (plus de 60 000 espèces d'arbres), abrite environ 80 % de la superficie de la planète. Cette biodiversité a un rôle majeur de nombreux services écosystémiques vitaux (Beech *et al.*, 2017). Souvent, il est possible de restaurer de manière efficace la biodiversité des forêts dégradées en contrôlant efficacement les facteurs qui ont entraîné la dégradation (Dajoz, 1998).

Cependant, le dépérissement traduit une altération durable de l'aspect extérieur des arbres (mortalité d'organes pérennes, réduction de la qualité et de la quantité de feuillage) et une réduction de leur croissance (Delatour, 1990). Le dépérissement du chêne-liège est un phénomène préoccupant dans la plupart des pays méditerranéens. Il a été signalé, au Portugal (Sousa, 1995 ; Varela, 2008 ; Costa *et al.*, 2010), en Italie (Ragazzi *et al.*, 1989 ; Conte *et al.*, 2019), en Espagne (Garolera, 1988 ; Fernández-Habas *et al.*, 2019), en France (Nageleisen et Hett, 1989 ; Thomas *et al.*, 2020), au Maroc (Yousfi, 1995 ; Laaribya, 2023), en Tunisie (Benjamaa et Hasnaoui, 1996 ; Touhami *et al.*, 2020) et en Algérie (Messaoudene, 2000 ; Bouhraoua *et al.*, 2005 ; Hamza., 2023). Bien que, de nombreux chercheurs et responsables forestiers fassent des recherches sur le dépérissement, aucune ne s'est avérée pleinement satisfaisante jusqu'à présent. Il est de plus en plus intéressant de discuter du « complexe des causes », dont la nature précise pourrait différer selon les régions, les époques et les espèces concernées (Decocq *et al.*, 2021). En effet, les causes du dépérissement du chêne-liège sont multiples, interactives et peu connues (Varela, 2008).

Ces dernières années, les recherches sur les origines du déclin du chêne liège dans toute la région méditerranéenne ont connu une intensification. Parmi les divers facteurs qui pourraient être responsables de cette diminution, certains facteurs biotiques et abiotiques ont été clairement identifiés comme ayant un impact direct ou indirect sur l'ensemble du processus (Sousa et Kadiri, 2005).

Les paramètres observés sur les troncs de chêne-liège, tels que crevasses, déhiscence du liège, écoulements divers, suintements noirâtres, trous d'insectes, actions humaines et champignons, jouent un rôle crucial dans l'évaluation du degré de dépérissement des peuplements du chêne liège. La majorité des arbres de Berouaga présentent un tronc en état normal (> 85%) et environ 14% ont un tronc crevassé, avec un degré de gravité variable. Le déliègeage illicite est fréquent et représente plus de 50% des dommages liés à l'activité humaine, se manifestant par des blessures. La proportion des troncs crevassés des arbres de

Dar Smair a augmenté, atteignant 34% en 2018. La fréquence des écoulements noirâtres, principalement issus des trous creusés par les insectes, est plus élevée qu'à Bourouaga : 52% contre 4%.

Il est possible que les champignons pathogènes soient directement responsables de l'affaiblissement du chêne-liège (**Azzoug et Baroun, 2023**). Dans les deux sites, on signale les attaques des chrotes carbonneuses, des polypores et des armillaires durant les trois années. L'apparition de champignons, un obstacle à la préservation à long terme des glands de chêne-liège (**Maghnia et al., 2020**).

Les travaux de (**Ruiu et al., 2005**) et de (**Villemant et Jamāa, 2005**) montrent que, les indices de dépérissement des chênes-lièges démasclés sont en moyenne beaucoup plus élevés que ceux des chênes-lièges non démasclés. La circonférence des arbres démasclés du chêne-liège de Dar smair présentent les sujets les plus épais de 1,01m jusqu'à 3,85m et une hauteur total la plus élevé de 17m, mais la circonférence de la population de Bourouaga est entre 1,01-3,85m et l'hauteur total qui varie entre 3,1-17m.

Ces résultats sont supérieurs à ceux qui sont observés dans une forêt côtière appelée la « forêt de M'Sila » située dans la wilaya d'Oran (**Bouhraoua, 2012**), et ceux qui se trouvent dans la subéraie de Bellif, située au nord-ouest de la Tunisie (**Villemant et Benjamāa, 2005**).

Il est nécessaire de collecter le liège uniquement sur les arbres dont la circonférence (mesurée sur-écorce à 1,30 m du sol) dépasse 70 cm. En revanche, il ne sera pas recommandé d'exploiter les vieux chênes lièges jamais démasclés dont la circonférence dépasse 200 cm (**PEFC, 2013**). Nos résultats indiquent que l'écorçage de nos arbres ne correspond pas aux normes, vu que la circonférence des arbres écorcés de Bourouaga est 57 cm (inférieure à 70cm), contrairement aux arbres de Dar smair qui dépasse les normes (385cm).

De plus, l'étude des paramètres de démasclage en fonction des classes de diamètre confirme que le démasclage effectué sur des plants qui n'ont pas atteint des dimensions adéquates entraîne leur détérioration (**Ruiu et al., 2005**).

En ce qui concerne la façon d'exploiter nos arbres, les hauteurs d'écorçages varient de 0,64m à 3,5m. La valeur la plus élevée se trouve au niveau des subéraies de Dar smair 3,5m suivie par les subéraies de Bourouaga de 3m. La production du liège est influencée par la hauteur du démasclage. En la faisant varier, la surface génératrice peut être augmentée ou réduite, mais il est très probable que la production soit également modifiée, à savoir la rapidité de formation et la qualité du liège. En théorie, chaque arbre ou chaque type de peuplement doit avoir une hauteur optimale qui correspond à la production la plus constante (**Saccardy,**

1938). L'exploitation humaine et la récolte du liège peuvent souvent provoquer des blessures graves au tronc et provoquent de stress aux arbres (Cantat et Piazzetta, 2005; Catry *et al.*, 2012; Hamidi *et al.*, 2014; Hasnaoui *et al.*, 2018 et Younsi *et al.*, 2021).

Le coefficient d'écorçage de nos arbres échantillons, varie entre 0,28 et 3,95 ; les subéraies de Dar smair sont excessivement exploitées avec coefficient qui atteint un maximum de 8, et les subéraies de Bourouaga dont l'exploitation est mesurée à 4, le peuplement de ces deux subéraies subi un écorçage exagéré. Les arbres des subéraies de Bourouaga dont le coefficient d'écorçage dépasse 3 (3,95), tandis que les arbres des subéraies Dar smair dont le coefficient d'écorçage ne dépassent pas 3 (2,32). D'après Saccardy (1938), ce coefficient de démasclage a été établi selon l'usage entre 1,5 et 2,5. Selon Adjami (2016), le coefficient d'écorçage varie entre 0,5 et 5 en Algérie orientale, tandis qu'à l'ouest de l'Algérie, le calcul du coefficient d'écorçage révèle une prédominance des arbres excessivement démasclés (2,5-3,5) dans les suberaies d'El-Kala, qui représentent près de la moitié du peuplement (46 %).

Globalement, plusieurs facteurs pouvant être responsables du déclin, dont certains facteurs biotiques et abiotiques jouant un rôle direct ou indirect dans l'ensemble du processus. Plusieurs facteurs abiotiques ont été identifiés, notamment une déficience hydrique du sol (Méthy *et al.*, 1996; Oliveira *et al.*, 1992, 1994), qui est la conséquence d'une réduction des précipitations printanières (David *et al.*, 2006). En plus, le manque de certains composés chimiques présents dans le sol (Thomas *et al.*, 2002 ; Sousa *et al.*, 2005 ; Camy, 2003). L'étude de Cabral *et al.*, (1993) au Portugal montre que, le déclin se produit sur des sols à pH de tendance acide, ayant une faible concentration en potassium, calcium, manganèse ou présentant des valeurs élevées d'aluminium et de zinc. En effet, le chêne-liège est généralement assez résistant à la sécheresse, mais dans les conditions stationnaires et sylvicoles défavorables (exposition à des vents excessifs et à un fort ensoleillement, terrains superficiels et peu perméables, peuplement serré, sol appauvri par les activités agricoles, élimination totale du sous-bois, pâturage excessif), il est plus susceptible d'être soumis à un stress hydrique (Ghanem, 2014). De plus, l'âge de l'arbre (circonférence) ne semble pas avoir d'effet sur le dépérissement, puisque ce phénomène s'observe dans toutes les catégories de classes de diamètre (Benjamâa et Hasnaoui, 1996 ; Hasnaoui *et al.*, 2005). En effet, Le déliègeage excessif (qui provoque des perturbations physiologiques de l'arbre) et l'ouverture ou la destruction du sous-bois entraînent à la fois une augmentation de l'érosion et de nouvelles conditions environnementales, comme une augmentation de la température et une diminution de la teneur en eau (Sousa, 1995). En fin, l'altitude, la pente, l'exposition, l'âge de

l'arbre sont importants pour la dendrométrie et l'exploitation caractéristique, mais leurs valeurs défavorables n'entraînent pas nécessairement la mortalité des arbres (Younsi, 2021).

Cependant, les facteurs biotiques associés au déclin du chêne liège sont principalement des insectes ravageurs (Chadigan, 1990 ; Villemant et Fraval, 1991 ; Hamdaoui, 1994; Sousa, 1995 ; Sousa *et al.*, 2005 ). En plus, des maladies cryptogamiques (Franceschini *et al.*, 1993 ; Bakry et Abourouh, 1995 ; Soussa *et al.*, 2005). Enfin, des études au Portugal ont montrée que les principales maladies liées aux arbres déclin, selon les différentes parties de l'arbre (feuillage, tronc et racines) sont provoquées par *Armillariamellea*, *Biscogniauxia mediterranea*, *Endothiella gyrosa*, *Diplodia mutila* et *Phytophthora cinnamomi* (Sousa et Inácio, 2005).

Les symptômes de dépérissement se traduisent par des changements de couleur et de forme qui se manifestent de manière visible et sont facilement détectables partout (Hartman *et al.*, 1991; Delente, 2013), et par la perte de ses feuilles (Landmann *et al.*, 1995). Les observations menées pendant l'automne 2016, 2017 et 2018 ont révélé que le déclin touchait des arbres de divers âges, tant en bordure qu'à l'intérieur du peuplement. Il se traduit par une détérioration du feuillage. Les feuilles prennent une coloration marron de plus en plus foncée, découpée par les insectes phyllophages et certaines portent des galles. Le site de Bourouaga passe progressivement d'un faible à une forte défoliation, à cause des incendies. Les incendies fréquents sont perçus comme un élément déclenchant, ce qui entraîne un grave dépérissement qui provoque l'affaiblissement physiologique de l'arbre (Ghanem, 2014). En 2017, les indices de dépérissement calculés d'après les classes de la défoliation sont en progression avec une légère fluctuation entre les classes qui arrivent à une valeur de 1,8 indiquant que le peuplement non dépérissant, mais on enregistre la mort de certains arbres. Contrairement, dans le peuplement de Dar smair passe d'un début de dépérissement en 2016 à un état sain dans les deux années qui suivent.

Cependant, la durée des périodes de sécheresse joue un rôle important sur l'indice de dépérissement Ruiu (2005). En plus, les arbres exposés à un stress hydrique sont plus vulnérables aux infections causées par des parasites fongiques de faiblesse, qui contribuent activement à accélérer leur dégradation végétative (Sechi *et al.*, 2002). Enfin, l'abondance d'agents pathogènes associée à la densité des arbres et à l'effet des précipitations détermine la mortalité des arbres (Matias *et al.*, 2019).

Les résultats de cette étude ont montré que la corrélation entre la défoliation et la décoloration, n'est pas significativement différente, les mêmes résultats trouvés par Delente, 2013 ; Bouhraoua, 2003 et Saadi, 2024. Conformément aux résultats de Bouhraoua et

Villemant, 2005, cette étude a montré que la forêt mixte (Dar smair) est plus endommagée que la forêt homogène (Berouaga).

Lorsqu'apparaissent les premiers signes de dépérissement au niveau de la cime, notamment par la perte de feuillage, il est essentiel d'examiner attentivement les feuilles. Cette étude porte sur trois axes principaux : l'état de santé des feuilles, leur biométrie et le degré d'infestation.

Les feuilles collectées ont présenté 4 états de santé différents : saines, attaquées par des insectes, feuilles nécrosées ou présentant des galles.

Il est important de noter qu'une même feuille peut présenter plusieurs types d'attaques ou de symptômes simultanément, ce qui complique leur diagnostic. Cette approche permet de mieux comprendre les causes du dépérissement et d'adapter les mesures de gestion appropriées.

L'étude minutieuse des feuilles des arbres échantillons des subéraies de Dar smair, nous a permis de distinguer plusieurs catégories. Cependant, les feuilles infestées sont beaucoup plus importantes que les feuilles saines qui ne dépassent pas les 16,37% durant les 3 années d'étude. En plus, l'infestation des feuilles évoque la présence d'une attaque représentée par la nécrose, l'attaque par les phyllophages et la formation des galles qui indique pour chacune un taux important dont les feuilles attaquées par les insectes phyllophages atteignent le taux le plus élevé qui varie de 46,62 à 57,26% suivies par les feuilles à double infestation à 36%, ensuite on trouve les feuilles nécrosées (13,7 à 7,5%) et enfin un très faible pourcentage signalé par les feuilles à galles.

Les résultats obtenus de l'étude des feuilles du chêne-zeen sont presque les mêmes que ceux des subéraies. Les feuilles saines ne dépassent pas 7,34% et la plupart des feuilles sont infestées. En plus, l'association de deux infestations nécrosées et attaquées représente le plus et leur pourcentage varie de 66 à 75%, suivies par les feuilles attaquées par les phyllophages à 22%, ensuite on trouve les feuilles attaquées par les nécroses qui atteignent 11% et enfin un très faible pourcentage signalé par les feuilles représentant des galles.

Après l'identification des différents types d'infestations trouvées au niveau des feuilles récoltées (attaquée par les nécroses, attaque par les phyllophages et par les galles), nous avons trouvé le même résultat des dégâts provoqués par les phyllophages pour les subéraies et les zenaies de Dar smair. Ce qui indique que l'attaque en décapreuse est beaucoup plus importante pour les deux essences avec un taux supérieur de 78% pour les feuilles du chêne-liège et 77% pour les feuilles du chêne-zeen, alors que l'attaque en perforation est peu importante. Cependant, la présence des deux attaques ensemble en décapreuse et perforation atteint presque le 1/5 des arbres. Enfin, les résultats de cette étude ont montré que la surface

du limbe pourrait affecter de manière significative l'attaque des feuilles par les phyllophages et les nécroses.

Les feuilles abritent une grande et variété de faune, notamment les phyllophages. Ces derniers utilisent diverses techniques pour exploiter les feuilles : découper, décaper, perforer pour extraire les liquides intracellulaires et la sève (**Villemant et Fraval, 1991**). Par conséquent, les peuplements de ces ravageurs peuvent entraîner la disparition complète du limbe (**Adjami, 2016**). De plus, de nombreuses espèces phyllophages attaquent au printemps le feuillage du chêne-liège (**Fraval, 1984**).

Notre liste des arthropodes inventoriés de deux essences durant les deux années d'étude totalisent une liste de 1313 individus appartenant à 145 espèces d'environs et répartis entre 20 ordres systématiques : Hyménoptères et Hémiptères sont les plus abondants et constituent presque la moitié de la récolte. Les Coléoptères les plus riches en espèces, les Thysanoptères, les Collembolés, les Homoptères, les Isoptères, les plécoptères, les Orthoptères, les Psocoptères, les Diptères, les chenilles des Lépidoptères et les Zygentoma. Les Arthropodes prédateurs : les Araignées, le trombidiformes, le prostigmata, le Mésostigmata, Oppilin et Orbatida. Les décomposeurs sont les Dictyoptères.

Les ravageurs forestiers appartiennent principalement aux deux grands groupes des insectes piqueurs et suceurs (Hémiptères, Thysanoptères) et des insectes broyeurs (chenilles de Lépidoptères, larves d'Hyménoptères symphytes, larves et adultes de Coléoptères), d'après cette population on distingue deux groupes : les ravageurs primaires (défoliateurs, méristèmes et xylophages), les ravageurs secondaires (corticoles et xylophages typiques) (**Bovey P, 1970**). En plus, les phytophages primaires (chenilles Lépidoptères) dévorent de grandes quantités de matière végétale nécessaire à leur développement (**Alford et al., 1994**).

Dans cette étude, nous avons récolté cinq familles des chenilles: Aractiidae, Erebeidae (*lymantria dispar*), Géomitridae, Noctidae et Ipyusidae, qui s'installent sur les feuilles de chêne-liège et de chêne-zeen au printemps. Cependant, *lymantria dispar* (L.) (Lép. Lymantriidae), le défoliateur le plus important du chêne-liège, *Q.suber* (L.) (**Ouakid, 2005**) et affectant la production de liège, la glandaie et le pâturage (**Fraval et al., 1989**). Des études antérieures à l'Ouest algérien montrent la présence de *Lymantria dispar*, *Platypus cylindrus*, *Cerambyx cerdo*, *Leptura oblongo maculata*, *Stromatium fulvum*, *Acmaeodera degener*, *Lichenophanes numida* et *Xyleborus monographus* (**Bouhraoua et Villemant, 2005 ; Djabeur, 2013**).

Les coléoptères adultes consommateurs du feuillage de *Q.suber* sont principalement de deux familles et se distinguent par les types de dommages qu'ils causent : Le bord du limbe

tendis est coupé par les Chricomalidae, tandis que les Curculionidae l'enfoncent de nombreux petits trous. Il est indéniable que ce sont les concurrents les plus actifs de *Lymantria dispar* (Fraval, 1986).

Dans notre étude, nous avons recensé 45 espèces de coléoptères réparties sur 13 familles : Coccinellidae, Curculionidae, Tenebrionidae, Silvanidae, Cleridae, Staphylinidae, Meloidae, Cryptophagidae, Cantharidae, Ptinidae, Oedemeridae, Scaptidae et Melyridae. La famille des Curculionidae est la plus riche en espèces (18) sur le feuillage de deux essences forestières au printemps et en été. Cependant, d'avril à juin, on observe la présence de petits charançons bruns ou rougeâtres dans la frondaison. Les feuilles adultes sont perforées par la cuticule et le parenchyme est creusé jusqu'à l'épiderme de la face opposée, en respectant les nervures et les feuilles sont touchées par la partie supérieure ou inférieure de la feuille (Fraval, 1986). Par conséquent, différents coléoptères sont responsables des défoliations et de la mort des branches, dont *Cerambyx cerdo* représente 60% de la mortalité des branches. Le *Tortrix viridana*, une tordeuse verte, entraîne une diminution de la surface des feuilles (déséquilibre physiologique), ainsi que la destruction des bourgeons, ce qui entraîne une diminution de la régénération après l'attaque (Villemant et Fraval, 2002). En plus, les adultes de Curculionides provoquent d'encoques, pratiquement semi-circulaires, sur les bords du limbe (Malphettes, 1990).

Concernant la population des Homoptères ce sont principalement des pucerons (Aphidoidea) et (Jassidae) qui piquent les bourgeons et les jeunes feuilles de chêne-liège pour aspirer la sève (Bastaoui, 1983; Granier, 2021).

Dans notre inventaire, on signale la présence des Hémiptères qui compte un taux élevé de 25,31% par rapport à l'ensemble du peuplement des arthropodes récoltées du *Quercus suber* et 15,31% de l'ensemble des arthropodes installées sur les feuilles du *Q. faginea* qui compte 12 espèces appartenant à 5 familles : Aphididae, Miridae, Microphysidae, Anthocoridae, et Pentatomidae.

La majorité des espèces sont récoltées au niveau des feuilles du chêne-liège au printemps.

L'*Alloeotomus cyprius* et les espèces de la famille Pentatomidae ont été capturées durant les trois saisons sur les feuillages de deux essences. Par contre, *Loricula sp*, *Orius horvathi* et *Sitobion avenae* sont des espèces qui s'installent sur le feuillage du chêne-zeen au printemps.

Les dégâts qu'ils causent restent limités, en diminuant la qualité nutritive du feuillage, et peuvent restreindre les possibilités d'alimentation des phyllophages. Ils sont facilement

repérés grâce aux allées et venues des fourmis qui attaquent leur feuille et aux feuilles jeunes qu'ils causent (**Fraival, 1989**).

Les Hyménoptères récoltés au cours de notre étude comptent un nombre important de fourmis appartenant à deux familles : Formicidae et Myrmicidae. Les fourmis sont des insectes polyphaga qui se nourrissent de tous, du miellat produit par les hémiptères ainsi que des sucs des plantes.

Aussi nous avons récolté trois familles des thysanoptères Phlaeothripidae, thripidae (avec deux espèces *Kakothrips sp*) au printemps sur les feuilles du *Q.suber*.

Cependant, les Thysanoptères se nourrissent principalement de fleurs, de feuilles et de champignons, tandis que les espèces qui se nourrissent de mousses et de détritiques sont rares (**Mound et Palmer, 1986; Kirk, 1997b**). De plus, les thrips phytophages utilisent leurs stylets pour piquer, injecter leur salive et aspirer le contenu cellulaire (**Kirk, 1997b ; Bournier, 2002 ; Mound et Minaei, 2007**).

Généralement, les sauterelles sont des phytophages, omnivores, prédatrices d'autres d'insectes, d'escargots ou de petits vertébrés (**Patouma et al., 2014**). Nous avons recensé trois familles des Orthoptères : Mogoplistidae, Phaneropteridae et Tettigoniidae, cette faune héberge les feuilles de deux essences au printemps.

La liste des arthropodes prédateurs des insectes phyllophages dans notre inventaire répartie sur six ordres. Les araignées rangent 18 familles : Agelinidae, Amauobiidae, Aradidae, clubionidae, Cybaeidae, Dictynidae, Dysederidae, Gnaphosidae, hterpodidae, Lynphiidae, Oonopidae, Oxyopidae, Philodromidae, Pisauridae , Salticidae, Siacaridae, Thomisidae, Zoridae. Dont la famille Salticidae est la plus abondante suivit par la famille clubionidae et Oonopidae. En effet, d'autres prédateurs récoltés sont les opilions, trombidiformes, Prostigmata, Mesostigmata et Orbatidae et trois espèces des opilions sont: *Dicranopalpus gasteinensis*, *Opilio parietus* et *Opilio sp*.

Enfin, trois espèces des Dictyoptères décomposeurs des feuilles identifiées : *Ectobius pallidus* et *Loboptera angulata* *Kaloterme flavicollis*.

Cependant, Il reste toutefois pratiquement impossible de déterminer des situations du déclin liées exclusivement aux agents biotiques, car la majorité des cas sont liés à des modèles phytosanitaires complexes. Il est évident qu'un seul agent biotique ne peut être à l'origine du déclin du chêne liège (**Sousa et Kadiri, 2005 ; Pal et al., 2013 ; Lenz, 2017**). En Algérie, au Portugal et au Maroc, les défoliateurs particulièrement *L. dispar*, *Euproctis chryssorrhoea* L. et *Tortrix viridana* L. continuent d'être associés au dépérissement du chêne-liège (**Hamdaoui,**

1994 ; Basri, 2005 ; Ouakid *et al.*, 2005). De la même manière, en Italie, on continue d'associer les défoliations causées par *L. dispar* au déclin du chêne-liège (Luciano et Prota, 1995).

### **Inventaires des galles et le cortège des insectes inféodée**

Les galles désignent les structures créées par un parasite, comme les virus, les bactéries, les champignons, les nématodes, les acariens ou les insectes (Mani, 1964 ; Meyer, 1987). Par conséquent, une croissance végétative doit être initiée par la plante en réponse à l'attaque du parasite, on les trouve dans de nombreux végétaux, dont plus de la moitié dans les Fagacées. De plus, le genre *Quercus* compte plus de 200 galles et tous les organes sont touchés à des degrés différents : 2 % sur les fleurs, 4 % sur les glands, 22 % sur les bourgeons et 63 % sur les feuilles (Dajoz, 1980). En effet, selon la physiologie nutritionnelle ou le mode d'action utilisé par le parasite pour exploiter son hôte, cette croissance peut varier (Mani 1964 ; Mayer 1987). En fin, le développement de la galle est contrôlé par l'organisme parasite, et si celui-ci meurt avant la maturation, sa croissance sera arrêtée (Folliot, 1964 ; Stone et schönrogge 2003).

Cependant, les familles les plus nombreuses sont les Cecidomyiidae (Diptera) et les Cynipidae (Hymenoptera), avec environ 1 400 espèces décrites dans chaque famille (Dreger-Jauffret, 1992 ; Ronquist et Liljeblad 2001 ; Ronquist et al. 2015). Selon Shorthouse et al., (2005), la relation complexe entre la galle et la plante hôte est considérée comme une association avancée. En plus, les insectes qui produisent de la galle ont prouvé sa grande spécificité à l'hôte et aux tissus, avec des caractéristiques phénotypiques importantes.

En Algérie, il existe une grande variété de cécidies qui se développe sur différents chênes, avec 37 espèces de 3 ordres systématiques. Cependant, les espèces (*Diptera*, *Cecidomyiidae*) *Dryomyia lichtensteini* (s'installe sur le chêne vert et le chêne liège) et *Dryomyia cocciferae* (se manifeste sur chêne kermès) (Boukhriris, 2015), cette Diptère forme de petites bourses sur la face inférieure des feuilles et *Psyllailicina* (Homoptera, Psyllidae) sur le chêne vert (Dauphin, 2014), toutes les autres cécidozoaires appartiennent à la famille des Cynipidae. La majorité des Cynipidés évolue sur les chênes à feuilles caduques (chêne-zeen et afares) (Boukhriris, 2015).

Dans notre étude, nous avons identifié 13 espèces de galles de Cynipidae se développant sur les différentes parties des arbres de *Q. suber* et *Q. faginea* : *A. coriarius*, *A. grossulariae*, *A. pictus*, *A. hispanicus*, *A. quercustozae*, *C. glandium*, *C. quercus*, *C.*

*minutulus*, *N. quercusbaccarum*, *P. amenti*, *P. saliens*, *S. hispanicus*, et *S. olivieri*. Ces espèces représentent 38% des Cynipidae gallicoles identifiés en Algérie et qui ont été confirmés par **Pujade-Villar et al., (2012)**. L'absence de certaines espèces peut être attribuée à la durée et au moment de l'étude. Selon **Starzomski et al., (2008)**, la richesse des chênes est directement proportionnelle à la richesse des galles. En plus, certaines études indiquent que le climat local affecte la distribution d'espèces de galles spécifiques (**Hosseinzadeh, 2012**), ainsi l'effort de collecte est un facteur crucial dans les études sur les galles (**Maldonado-López et al., 2015a, 2015b, 2016**).

La faune gallicole collectée indique que les galles asexuées sont plus abondantes (70%) que les galles sexuées (30%). En revanche, les recherches de **Ghanem et al., (2016)** dans l'est de l'Algérie montrent une abondance d'espèces sexuées par rapport aux espèces asexuées. Selon **Pujade-villar (2012)**, la plupart des espèces de galles de chêne ne sont connues qu'à partir d'une génération asexuée. Dans certaines conditions environnementales, la reproduction asexuée peut se produire, entraînant la perte de la génération sexuée (**Pujade-Villar et al., 2001**).

Les espèces de Cynipidae collectées présentent une préférence et une spécialisation pour divers organes de *Quercus*, y compris les feuilles, les glands, les chatons, les rameaux et les bourgeons.

Sur les feuilles nous avons identifié 04 espèces, 02 espèces sur *Q.suber* (*P. saliens* et *C. minutulus*) et les deux autres espèces *N. quercusbaccarum* et *C. quercus* sur *Q. faginea*. En plus, 04 espèces sur les bourgeons de *Q. faginea* (*A. coriarius*, *A. hispanicus*, *A. quercustozae* et *A. grossulariae* (asexuée)), alors que la génération sexuée de cette dernière se développe sur les chatons de *Q. suber*. Ainsi, sur les branches s'installe *P. amenti* et sur les rameaux on a signalé la présence de 02 espèces (*S. hispanicus* et *S. olivieri*). En effet, *A. pictus*, *C. glandium* ont été trouvés sur les glands de *Q. faginea* et *Q. suber* respectivement. Cette spécialisation a été confirmée par de nombreuses études (**Abrahamson, W. G. et al., 1998 ; Cook, J. M et al., 1998, 2002 ; Hayward et al., 2005, 2006 ; Péntzes et al., 2012 ; Leckey et Smith 2015 ; Pascual-Alvarado et al., 2017 ; Ward 2022**). Des études ont montré que les caractéristiques environnementales (**Coutinho et al., 2019**), les changements physiques et chimiques de la plante (**Höguland, 2014**) et la qualité des tissus de la plante hôte (**Lawton et Strong, 1981 ; Costa, 2016**) peuvent influencer la sélection des organes cibles des hôtes *Quercus* par les Cynipidae. Par conséquent, les insectes gallicoles n'attaquent les organes cibles que pendant le stade phénologique approprié de leur plante spécifique (**Raman, 2011**).

Nos résultats montrent que l'abondance de la galle varie significativement en fonction de la saison, la plus forte abondance se produisant en hiver et la plus faible en été. Ces résultats sont cohérents avec les recherches précédentes de (**Cronin et al., 2020 ; López Núñez, 2019**). Cependant, **Chust et al., (2007)** n'ont pas trouvé de relation significative entre l'abondance des cynipides et les facteurs climatiques tels que la pluviométrie et l'ensoleillement.

En plus, les galles se développent généralement au printemps, mûrissent en été et l'adulte émerge au mois de mars suivant (**Stone 2002, Pujade-Villar et al., 2010**). Par conséquent, les galles des feuilles ont été effectuées en automne (**Abrahamson, 2003**). En outre, la génération sexuée se développe au printemps (**Pujade-Villar et al., 2001 ; Hood et al., 2018**), tandis que la génération asexuée se développe généralement de l'été à l'hiver (**Pujade-Villar et al. 2001**). Dans notre cas, la population de cynipides est présente tout au long de l'année et l'analyse du degré d'organisation de la population de galle montre que le printemps est bien diversifié et équilibré par rapport aux autres saisons ( $H'=2,35$ ,  $E=0,74$ ). En revanche, les valeurs les plus faibles ont été enregistrées en été ( $H'=0,51$ ,  $E=0,26$ ). En outre, le nombre d'espèces est élevé au printemps (10 espèces) et faible en été (3 espèces). D'autre part, selon les résultats de **Hosseinzadeh (2012)**, l'été et l'automne sont les saisons les plus riches en termes d'espèces. Ainsi, la plus grande richesse en galles de *Quercus* se produit pendant la saison où les ressources sont plus disponibles (automne) (**Maldonado-López et al., 2016**). L'abondance de tous les cynipidés était très variable d'un site à l'autre, d'un arbre à l'autre à l'intérieur de site et d'une partie à l'autre dans les arbres (**Crawley et Akhteruzzaman, 1988**). Ces galles sont plus abondantes aux latitudes intermédiaires, dans les habitats arides et chauds, avec une végétation sclérophylle de type méditerranéen (**Fernandes et Price, 1988, 2000 ; Lara et Fernandes 1996 ; Wright et Samways, 1998**). En plus, divers facteurs peuvent contribuer aux modes de répartition des galles, notamment les facteurs abiotiques (précisément les facteurs environnementaux), la répartition spatiale des arbres, la qualité des feuilles, la disponibilité de sites de ponts et les capacités de dispersion (**Meyer et al., 2020**).

Les résultats ont clairement montré que les groupes dominants étaient les Hyménoptères (Cynipidae), mais deux autres cécidogènes induisant des galles sur les feuilles du chêne-liège, on a: les Diptères (*Dryomyia lichtensteini*), et les acariens (*Eriophyes sp*).

Durant les trois années d'étude, nous avons enregistré une forte présence de l'espèce *Dryomyia lichtensteini* (Diptera : Cecidomyiidae). En 2016, Nous avons enregistré 12,37% des feuilles attaquées par cette galligène, l'année suivante, nous avons remarqué une

augmentation de cette dernière 36,36%, alors qu'en 2018 une nette augmentation est signalée 84,37%. La population de *D. lichtensteini* se trouve en Méditerranée (Skuhrava, 2006), Ils se présentent sous la forme d'une petite bourse ovoïde irrégulièrement dure, verdâtre, recouverte d'une fine pubescence blanche et située à la face inférieure du limbe. (Villement et Fraval, 1991 ; Dauphin, 2014). Bien que, cette espèce attaque beaucoup de feuilles, cela ne semble pas avoir d'incidence sur l'aspect général des forêts (Ghanem, 2014).

En 2016, l'apparition subite des *Eriophyes sp* appartenant à la famille des Eriophyidae a touché presque la moitié des feuilles, alors que leur présence a diminué les années suivantes

Les Eriophyes sp entraînent la formation de boursouflures presque hémisphériques sur les feuilles du chêne-liège, pouvant atteindre une longueur de 5 mm. Sur la face inférieure, elles sont semblables à des dépressions couvertes de longs poils cylindriques simples, d'abord blanchâtres puis brunâtres, entre lesquels se trouvent les acariens. Souvent, les boursouflures sont nombreuses et réunies, ou confluentes, et la feuille s'incline en forme de cuiller (Villement et Fraval, 1991). En plus, toutes les espèces d'Eriophyides ne sont pas galligènes, de nombreuses espèces vivent sur les plantes sans causer de déformations ou seulement une pilosité spécifique (connue sous le nom d'érineum). Les Eriophyides galligènes présentent souvent des cécidies en petites poches, ou en enroulement, ou encore une hypertrophie pileuse bourgeonnaire. Tous les organes végétaux peuvent être touchés par leurs galles, à l'exception des racines (Dauphin, 2014). Cette espèce plus fréquente sur les feuilles des chêne-liège en Algérie comme les pays de l'Afrique du nord (Ghanem, 2016 ; Adjami *et al.*, 2017).

On peut trouver de plusieurs espèces des galles sur la même feuille. Dans certaines situations, les galles couvrent entre 80 et 90% de la surface de la feuille, ce qui explique l'émergence de la compétition intra et interspécifique. Cependant, l'eau joue un rôle crucial dans la création des galles, les premières qui se forment sont dépourvues d'eau, tandis que les plus jeunes ne peuvent pas s'étendre normalement. Par conséquent, Les femelles qui pondent en premier ont une descendance plus favorisée que les femelles plus tardives (Dajoz, 1998).

D'après Villemant et Fraval (1991), il arrive parfois que les galles soient nombreuses (jusqu'à 40) sur une même feuille, comme c'est le cas de *D. Lichtensteini*, En revanche, sur une surface de 2,5 cm sur 3,5 cm, cette Cécidomyie peut contenir jusqu'à 100 cécidies. Une feuille peut avoir une capacité de 15 et rarement moins (Benia et Pujade-Villar, 2012 ; Ghanem, 2016 ; Adjami *et al.*, 2017).

La cohabitation de certaines espèces a également été observée dans notre étude, la plus significative étant la présence de deux Cynipidae sur une même feuille du chêne-liège et du

chêne-zeen. Sur les feuilles du chêne-liège s'installent *C. minutulus* et *P. saltans* sur près de 30% des feuilles. Tandis qu' *Eriophyes* sp partage près de 3,46 % des feuilles avec *P. saltans*, et seulement 1,48 % avec *C. minutulus*. Cependant, Deux Cynipidae cohabitent sur la même feuille du chene-zeen, *C. minutulus* et *C. divisa*, représentant 1,75 %.

Quand plusieurs espèces utilisent la même ressource, il est possible d'éviter la compétition en partageant les ressources et en utilisant des distributions spatiales différentes. En effet, l'espèce *N. numismalis* s'installe sur les feuilles à la périphérie de la couronne (Meyer, 1969), *N. laeviusculus* située près de la base et près du tronc (Quilici *et al.* ;2003), et *N. lenticularis* occupe une position intermédiaire (Aouar-Sadli et Doumandji, 2011). Enfin, les galles de *N. numismalis* sont concentrées vers l'apex, celles de *N. laeviusculus* vers la base et celles de *N. lenticularis* vers le centre lorsque les trois espèces cohabitent sur la même feuille (Askew, 1961). donc, il a été observé que la cohabitation des espèces gallicoles de la même famille de Cynipidae (*C.minutulus*, *P. saltans*, *N. quercusbaccarum*, *N.albipe*, *C. divisa*), est plus significative que celle des espèces appartenant à des familles différentes. Ces résultats sont confirmé par Askew (1961) et Adjami *et al.*, (2017). Selon Nielsen (1978) parmi les acaréens, une espèce du genre aceria développe des galles sur le bord du limbe dans le tiers basal de la feuille ; une autre espèce s'installe le long de la moitié basale de la nervure médiane ; une troisième espèce s'installe entre deux nervures situées sur la moitié basale du limbe.

Les insectes des galles s'opposent directement aux organes ou aux tissus de leur plante hôte, qui fournissent souvent l'énergie nécessaire à la formation des galles, à l'alimentation et au développement complet de leur occupant (Bagatto *et al.*, 1996 ; Stone et Schönrogge 2003). Ce manque d'énergie est compensé par l'augmentation de la photosynthèse de cette plante. (Bagatto *et al.*, 1996). Les nutriments et les produits photosynthétiques des cellules ou du phloème de la plante hôte sont détournés et consommés par l'insecte. (Bagatto *et al.*, 1996 ; Stone et Schönrogge 2003).

Il est très difficile d'évaluer précisément l'impact des galles sur le fonctionnement des arbres du chêne, mais il y a des espèces qui peuvent être considérées comme des espèces curieuses et espèces potentiellement dangereuses. *Plagiotrochus amenti* est un fléau potentiel très sérieux de *Q. suber*. La forme sexuée et asexuée de la galle trouvée dans les rameaux peut endommager les branches de *Q. suber*. Lorsque le nombre de chambre larvaires est faible, elles affaiblissent ou réduisent la force de l'arbre et peuvent provoquer la mort de la branche, ressemblant à une attaque occasionnelle par *Diplodia* sp (Pujade-Villar *et al.*, 2010). En cas d'attaques massives, la circulation de la sève peut être complètement arrêtée, causant la mort

de grosses branches et enfin la mort du chêne-liège (**Pujade-Villar et al., 2012**). Cette espèce a été identifiée la première fois en Algérie par **Benia et al., (2009)** sur le *Q. ilex* dans la région de Sétif, dans la région de l'Edough se manifeste dans les branches du chêne-liège mais à un pourcentage très diminué.

Alors que, la présence massive de la forme sexuée d'*A. grossulariae* dans les chatons de *Q. suber* peut induire une diminution drastique du pollen (**Pujade-Villar et al., 2012**), cette galle est relativement rare dans notre massif. La présence d'*A. pictus* ou d'*A. dentimitratus* dans les glands de *Q. faginea* réduit la production de fruits (**Pujade-Villar et al., 2012**), Dans notre massif leur densité est très élevée dont 77% de l'ensemble des galles récoltées.

En plus les inducteurs des galles, des autres organismes inquilins, parasites ou des autres arthropodes peuvent exploiter la même galle, ces organismes sont capables de modifier le phénotype (physiologie) de la galle et même influent sur la larve cicédogène. En effet, l'apparition de structures morphologiques spécifiques, l'augmentation de l'épaisseur de la paroi de la galle, qui ont été considérées comme moyenne de défense, semblent améliorer la protection de l'inducteur des galles contre les inquilines mortelles et les parasitoïdes (**Schönrogge et al., 2000, Bailey et al., 2009**). Lorsque ces larves sont dans les tissus périphériques ne causent généralement pas de dommages au cynipide en formation. Par contre, lorsqu'ils interagissent avec la chambre larvaire de l'ancien cecidie, sa présence provoque la mort de l'inducteur en raison de la concurrence alimentaire dans le cas des inquilins ou par parasitisme de l'inducteur du cecidie (parasitoïdes) (**Massana-Canals et al., 2013**). Enfin, les inquilines qui ont la plus grande étendue géographique sont des généralistes associés à des chênes très répartis. Le cas le plus spectaculaire est *S. facialis*, qui attaque 53 types d'hôtes cynipidés du chêne (**Askew et al. 2006**).

Dans notre étude, nous avons obtenu des adultes de trois espèces inquilines sont *S. olivieri*, *S. hayneanus* et *S. umbraculus*. On peut également prendre en compte la spécificité de l'hôte inquilin en ce qui concerne la richesse inquiline liée à des galles particulières.

Les galles de Cynipidae sont généralement attaquées par 1 ou 2 espèces inquilines, de la génération asexuée (**Pénzes et al., 2012**).

Le genre *Synophus* est très particulier car il déforme la galle des hôtes qu'ils ont longtemps été considérés comme des espèces inductrices de galle (**Ronquist, 1994**). *Synophrus* une espèce inquilines sur les branches du chêne-liège. L'hôte de *S. Hispanicus* dans les rameaux lorsque la galle est fusionnée à la branche est la forme : *P. amenti* (**Pujade-Villar et al, 2012**) et probablement *S. olivieri* a la même hôte. De même, des galles de *S.*

*hispanicus* ont été collectées mais aucun adulte n'a émergé ; dans ce cas, l'hôte probable et le complexe *A. burgundus* (**Pujade-Villar et al., 2012**). *S. hispanicus* a été nommé *S. politus* en Afrique du Nord et dans la péninsule ibérique jusqu'à la révision générique effectuée par **Pénzes et al., (2012)**.

Deux autres inquilines appartenant au genre *Synergus* sont présentes dans les galles du chêne zeen; les deux espèces ont émergé dans des galles d'*A. coriarius*. En effet, les inquilins peuvent être mortels et entraînent toujours la mort de l'insecte inducteur, ou non mortels qui ne causent pas la mort de l'hôte cynipidé, et les inquilins facultatifs (quand leur localisation dans la galle sera déterminée par ce qui succède à la larve de l'hôte) (**Ward et al., 2020**). Lorsque les inquilins des galles ne tuent pas leur hôte, il est possible que les inquilins et l'inducteur de la galle proviennent de la même galle (**Pujade-Villar, 1991**).

L'étude de **Pénaz et al., (2012)** montre que, les genres *Plagiotrochus* présentent plus d'espèces inquilines spécifiques à l'hôte que prévu et *Neuroterus* qui présentent moins d'espèces inquilines spécifiques à l'hôte.

Dans notre étude, quatre espèces des galles d'*Andricus* sont attaquées par la faune des inquilins et parasitoïdes. Cependant, les communautés liées aux espèces d'*Andricus* ont fait l'objet d'une étude approfondie (**Stone et Sunnucks 1993; Rokas et al., 2003a et b**). D'une part, la manifestation et la structure de la galle sont essentielles pour identifier la communauté d'insectes (inquilins et parasitoïdes) capables d'accéder à la galle (**Hurley et al., 2023**). D'autre part, l'altération de la génération des galles de Cynipidae aurait pu lui permettre d'échapper à ses parasitoïdes (**Stone et al., 1995**). Et lorsque, les générations des galles d'*Andricus* présentent une défense morphologique (**Hurley et al., 2023**), les galles sexuées sont plus longues (environ quatre mois), elles sont près de 1 000 fois plus grandes que les galles sexuées, elles ont des parois ligneuses épaisses et elles disposent d'inquilins et d'une communauté plus variée de parasitoïdes et d'inquilins (**Stone et al., 1995**). A l'inverse, les galles sexuelles sont beaucoup plus petites et à parois minces, se forment en trois semaines environ et ne semblent pas aussi efficaces pour attirer les inquilins, attirant ainsi des ennemis naturels, principalement des parasitoïdes. En plus de la forme des galles, l'arbre hôte peut aussi avoir un impact sur la population parasitoïde (**Hurley et al., 2023**).

Cependant, chaque espèce de galles de Cynipidae a obtenu plusieurs parasitoïdes (**Bouhafes, 2006**), ces parasitoïdes peuvent tuer leurs hôtes cycle de vie de ces organismes sont très variés. Ils peuvent pondre à l'intérieur ou à l'extérieur de l'hôte, ou tuer l'hôte dès ponte et se nourrissant de sa dépouille ou grandissant lentement dans le corps parasité en attendant son développement complet avant de le tuer. Les différentes espèces émergées

peuvent avoir des niveaux trophiques différents, pouvant être des parasitoïdes ou des hyperparasitoïdes, c'est-à-dire elles peuvent être attaquées ou non la formation de galles, les inquilines qu'elles peuvent attaquer des autres parasitoïdes; de plus, une seule espèce peut même être parasitoïde ou hyperparasitoïde en même temps. Le rôle de chacune de ces espèces au sein des galles est peu étudié (**Askew 1961, 1965, 1968; Ros-Farré et Pujade-Villar, 1998**).

Bien que le nombre de spécimens obtenus n'est pas élevé (34 Chalcidoidea), la diversité est de (11 espèces) réparties en 6 familles : Eurytomidae (3 espèces), Torymidae (1), Pteromalidae (1), Ormyridae (2), Megastigmidae (2), Eulophidae (2).

**Pujade-Villar, et al (2010)** ont mentionné la présence de cinq familles de parasitoïdes en Tunisie, la famille Eurytomidae (*Sycophila biguttata*) Eupelmidae (*Eupelmus cerris*) Eulophidae (*Aulogymnus balani*) Pteromalidae (*Cecidostiba* aff. *Fungosa*, *Ormocerus latus*) Torymidae (*Torymus cerri* *Megastigmus dorsalis*). Alors que, l'inventaire des parasitoïdes dans le massif forestier Hafir-Zarieffet à Tlemcen (2008) comprend quatre familles, la famille des Eurytomidae avec 3 espèces, Pteromalidae avec 3 espèces, les Eupelmidae avec 2 espèces et enfin des Omyridae avec une seule espèce (**Boukreris, 2015**).

Parfois, les galles à l'émergence des adultes servent de refuge à plusieurs Arthropodes (**Torosian, 1971**). Cependant, la galle est parfois considérée comme un écosystème ou un microhabitat où d'autres occupants très variés s'installent en plus des larves cécidogènes. (**Dajoz, 1980 ; Sanver et Hawkins, 2000 ; Weiss, 2000 ; Pujade-Villar, 2004**).

Selon nos résultats et nos observations au laboratoire après la dissection de 18725 galles, il a été constaté que le 1/3 des galles était occupé par une variété de microfaune, représentés par deux Embranchements : les mollusques, qui représentent 1,28%, et les arthropodes, qui représentent l'ensemble de la faune. Ces animaux sont répartis dans 6 classes : les insectes, celui des Arachnides, les Chilopodes, les Diplopodes, les Entognathes et les Crustacea. Dans notre étude, nous avons identifié 24 ordres d'arthropodes parmi 10700 individus appartenant à 164 espèces.

Une fois que les cynipidae sont partis, la galle se dessèche. Elle peut rester sur l'arbre ou tomber sur le sol, offrant ainsi un abri ou un refuge à une grande variété de microfaune (arthropodes et mollusques) à des stades larvaires ou adultes. L'étude de la faune secondaire a été mal connue jusqu'à présent dans le monde entier. Cependant, les premières investigations

ont été réalisées à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle à Philadelphia entre 1884 et 1886 par Walsh, suivi par l'étude d'**André (1887-1907)**. Au début du siècle suivant, deux travaux ont été réalisés à Marcellia par Stegagno en 1904 et par Stefani-Perez en 1906. Ping-Chi fait des observations sur la faune des galles rond à Golden-rod en 1915 et Mani en 1964 aux Pays-Bas, mais la plupart des travaux signalent juste la présence des insectes dans les galles seul Torossian (1971 a et b, 1972) s'intéresse à la faune secondaire des galles des cynipidae du chêne à Toulouse entre 1966 et 1971. Dajoz en 1980, Chambon en 1992, Sanver et al, 2000, Pujade-Villar en 2004 et Massana-Canalset al., 2013 ont cité la présence des occupants dans les galles après le départ de cynipini. En Algérie, Saimi en 2004 et Boukriris en 2008 ont noté la présence de quelques habitants inféodés aux galles. Récemment en Italie, deux articles de Giannetti *et al.*, (2019 et 2021) ont mis en évidence la présence des colonies des fourmis dans les galles d'*A. quercustozae* et *A. kollari*.

Dans la région de Séraïdi, la faune auxiliaire des galles arboricole et terricole que nous avons trouvée se compose : d'Hyménoptères, Coléoptères, Dictyoptères, Lépidoptères, Orthoptère, Embioptères, Psocoptères, Thysanoptères, Hémiptères, Isopodes et Zygentomas, Araignées, Mesostigmatas, Oribatidas, Opilions, Sarcoptiformes, Prostigmatas, Pseudoscorpions, Geophilomorphas et Lithobiomorphas, Julidas, Glomeridas, Polyxenidas et collembolés. On observe une forte présence des hyménoptères, suivis par les coléoptères.

Des études antérieures montrent la présence des dermoptères, thysanoptères, des coléoptères (larves et adultes) et lépidoptères (**Boukriris, 2008**). D'autres groupes d'arthropodes peuvent également être accueillis dans les galles, tels que les araignées, les fourmis, les psocoptères, différents hémiptères et orthoptères, des hyménoptères et des diptères (**Chambon et al., 1992**).

Les microfaunes ont une occupation numérique de 19,33% des galles par rapport aux galles récoltées B/A. Les arthropodes et les mollusques occupent donc environ 1/3 des cécidies collectées dans les forêts de l'Edough, avec une importance numérique en janvier, avril et août, tandis que les mois de juin et de juillet présentent des faunes occasionnelles. En plus, l'analyse de la faune secondaire des galles des cynipidae nous a conduit à proposer deux classifications qui sont loin de s'opposer ou de se répéter, mettant en évidence les aspects en complément d'un même problème : Il existe une classification qualitative et une classification quantitative (**Torossian, 1971**).

Cependant, nous avons inventorié cinq espèces de galles qui hébergent la faune secondaire (*A. pictus*, *A. grossulariae* (asexuée), *A. hispanacus*, *A. quercustozae*, *A. coriarius*) après la dissection de 18725.

Selon **Jaulin (2004)**, les coléoptères représentent près d'un tiers des insectes et sont une source importante d'alimentation pour de nombreuses espèces insectivores strictes ou partielles, il est indéniable que les coléoptères jouent un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des écosystèmes de la réserve écologique. Dans notre étude, nous avons recensé un grand nombre de coléoptères (101 individus) qui occupent les galles, cette faune comprenant 65 espèces réparties en 16 familles, dont celle des Ptinidae, qui représente 55,57%. Le reste est réparti entre Silvanidae, Scarabaeidae, carabaeidae, Coccinelidae, Curculionidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Tenebrionidae, Staphylinidae, Biphilidae, Meloidae, Cryptophagidae, Messtidae. Selon **Torossien (1971a)**.

La faune inféodé aux galles (*A. pictus*, *A. hispanacus* et *A. quercustozae*) montre trois catégories d'hôtes : hôtes accidentels, habituels et obligatoires.

Les résultats de cette étude ont montré que l'organisation trophique pourrait affecter de manière significative la composition et la répartition des communautés des Coléoptères dans les galles du chêne, et les résultats ont clairement montré six groupes trophiques différents, à savoir les xylophages, phyllophages, prédateurs, granivores polyphages, saprophages. En Effet, cette faune se réfugie dans les galles durant les saisons humides et les saisons sèches. Par contre, l'étude de **Giannetti et al., (2021)**, suggère que les périodes humides sont les plus riches en Coléoptères par rapport aux périodes sèches.

Les hôtes accidentels ou les coléoptères qui se réfugent temporairement dans les galles, sont la plupart du temps capturés pendant les saisons humides et peuvent être considérés comme des hôtes de passage contre les froids hivernaux. De plus, des espèces prédatrices se cachent également dans la cécidée afin de se nourrir.

La galle utilisée comme \*hôtel-restaurant\*. Nous avons classés dans cette catégorie l'ensemble des Coléoptères: les phyllophages (*D. agilis*, *D. meridionalis*, *D. quadrimaculatus*, *Dromius sp*, *Cassida sp*, *O. fullo*, *Ot. ligustici*, *O. uniontus*, *P. argentatus*, *P. rufus*, *Phyllobius sp*, *p. pyri*, *S. asperatus*, *S. margaritacus*, *P. cornutus*, *T. compressus*, *P. mollis*, *B. coeruleascens*) et les prédateurs (*O. azureus*, *O. rufipes*, *P. assimilis*, *H. atralus*, *H. pensylvanicus*, *Tachuporus sp*, *Astenus sp*, *Stenus sp*, *A. lugens*, *A. gracile*, *A. micans*, *K. caeruleus*, *A. mucronata*, *A. sericea*, *C. cylindrocollis*, *p. laminatus*,

Alors que, les espèces qui passent une partie (phase) de leur vie dans la galle, sont considérées comme des hôtes habituels. Nous avons classé dans cette catégorie les espèces : *P. fur*, *P. latro* et *P. sexpunctatus* sont les uns des insectes les plus réguliers et les plus constants dans les galles, ces xylophages (**Belles et Mifsud, 2000**) se rencontrent habituellement sous les écorces et les larves creusées dans les galles (**Philips et al., 2010**), les

espèces de *C. lycoperdi* et *C. scanicus* habite sous les écorces (**Peragallo, 1879**). Tandis que, l'espèce *M. culinaris*, les trois espèces de *Dasytes* et l'espèce *D. fagi* se trouvent sous les écorces du chêne (**Dajoz, 1960 ; Cherix et Annen, 2018 ; Delwaide, 2018**). En plus, toutes les larves des Coléoptères recueillies peuvent être considérées comme des hôtes habituels : les *Melolontha sp*, *Lampyrus sp* et les larves des Staphylinidae passent l'ensemble de leur vie dans le sol (**Rachida, 2014 ; Pirame, 2003 ; Bruge, 1999**) et les femelles des *Malachius sp* pondent leurs œufs sous les écorces des arbres (**De Motschulsky, 1857**). Enfin, les adultes des genres *Malachius* sont des xylophages et les larves sont des prédatrices (**Arabdiou, 2005**) et les *Lampyrus sp* sont considérés comme les prédateurs les plus importants des limaces (**Vrignaud, 2014**).

Enfin, tous les coléoptères qui se nourrissent de la substance végétale de la galle sont des hôtes obligatoires. Il est probable que dans cette catégorie figurent les granivores qui suivent : *O. surinamensis*, *Oryzaephilus sp* et *S. granarius* qui sont capturés dans les galles des glands. Ces espèces se trouvent dans tous ce qui sont riches en amidons (**Gourevitch, 2005 ; Anne-Lise, 2017**), et les glands du chêne sont extrêmement riches en cette substance (**Saouli, 2009**).

Dans notre étude, les Hyménoptères sont les habitants le plus abondant dans les galles de Cynipidae et les fourmis constituent les hôtes les plus réguliers et les plus fréquents de notre faune auxiliaire. En effet, les fourmis peuvent être classées, pour leur quasi-totalité, dans la faune secondaire habituelle. Cet habitat est utilisé par la plupart de ces insectes tout au long de leur vie larvaire (voir tout au long de leur vie adulte) (**Torissian, 1971a**). De plus, les colonies trouvées à l'intérieur étaient formées par les reines (femelles fondatrices) accompagnées de plusieurs ouvrières et parfois des œufs. En générale, il ne peut y avoir qu'une reine pour une galle. Le pourcentage des galles occupé par les fourmis est de 16%. Cette proportion est similaire aux 17,1% trouvés par **Torossian (1971b)**.

Dans notre étude, 11 espèces ont été collectées (*L. texanus*, *A. senilis*, *C. scutellaris*, *C. aethiops*, *I. nylanderii*, *Formica sp*, *temnothorax sp*, *Componatus sp*, *M. incompleta*, *C. truncata* et *Leptothorax sp*) dans les galles d' *A. quercustoizae* et *A. coronatus*.

*Crématogaster scutellaris* est le plus fréquent, c'est le seul des genres à tête brune à rouge intense. Ils ont un comportement très agressif. C'est une espèce arboricole et strictement forestière (**Carpintero et al., 2000**), très commune dans le bassin méditerranéen, bien qu'il puisse atteindre jusqu'à en Europe centrale et en Asie occidentale. C'est un prédateur naturel des œufs de la processionnaire du pin (**López-Sebastián et al., 2004**). Il présente une grande variabilité dans leur comportement nidification, peut être installé les nids dans différents

cavités et crevasses, y compris les murs en pierre. Il niche également dans le bois vivant ou mort, souvent pins ou chênes-lièges, et est un ravageur pour l'industrie du liège (**Soria et al., 1994**).

De plus, à partir des galles d'*A. hispanicus* nous avons obtenu 1 espèce Ichneumonidae et d'*Andricus grossulariae* (forme sexuée) 2 espèces Bethylidae. Les Ichneumonidae sont des parasitoïdes d'insectes homométaboles immatures (principalement des symphytes et Lépidoptères) et des chelicerates (les œufs d'Araignées et de pseudoscorpion, et des Araignées adultes). Les Bethylidae généralement sont des parasites des larves de Lépidoptères et de Coléoptères (**Pujade-Villar et Fernández Gayubo, 2004**). Dans notre cas, il est possible que ces adultes obtenus soient des parasites de larves de Coléoptères ou de papillons.

Dans notre étude, quatre espèces de chenilles des Lépidoptères séjournent habituellement ou refugient occasionnellement dans les galles d'*A.pictus*, *A.quercustozae* et *A.hispanacus*. Cependant, *Nocuta pronuba* est une espèce très répandue en hiver et rare en automne. En effet, les noctidae sont des polyphages et se développent dans le sol, sous les débris végétaux ou dans le sol sous la terre (**Barkou, 2018**). La deuxième espèce est *Ypnomeuta sp*, aussi inféodée aux galles au printemps et en automne. Alors que, les deux autres espèces (Crysalidae et Geomitridae) sont rares et récoltées en hiver de la famille.

Cependant, les Thysanoptères (*Haplothrips sp*) est un puceron monoïque vit toute l'année sur différentes espèce de *Quercus*, il peut causer une diminution de la respiration et de la photosynthèse, parfois accompagnée d'une diminution importante défoliation (**Notaro,2013**).

Les Orthoptères (*Mogoplistes sp*, *G. campestris*, *M. frontalis* et *U. rugosicollis*), habitent toujours des stations chaudes, bien exposées et avec un niveau élevé de sol nu. En général, les sols terreux sont aérés et ont toujours des fissures ou des espaces où les grillons peuvent se dissimuler (**Rust et al., 2012**). En effet, les Psocoptères (*Leposcelis sp* et *L. reticulatus* ) est une espèce très commune dans la péninsule ibérique et pratiquement cosmopolite, elle se trouve parmi la litière de feuilles, sous les pierres et, parfois aussi, à l'intérieur de grottes (**Massana-Canals et al., 2013**).

Les Hémiptères, occupaient 1% des galles analysés. Nous n'avons détecté qu'un seul hémiptère pour chaque galle. Ils ont été déterminés avec (*Pilalitus sp* et *Loricula sp*) sont des insectes successeurs de la sève (**Gouillard, 1991**). Ils se trouvent régulièrement au printemps dans les galles d'*A.pictus*, *A.quercustozae* et *A.hispanacus* à différent stades larvaires et même à l'état adulte, on suggère que passent la plupart de leur vie dans la galle, et peuvent

être considéré comme des hôtes habituels. Des études antérieures montrent la présence des *Stephanitis pyri*, *Deraeocoris serenus*, *Hoplocallis picta* et *Thelaxes suberi*, cette faune occupe 8% de la faune des galles (**Massana-Canals et al., 2013**).

Alors que, **Torossian (1971a)** récolte les espèces qui suivent : *Macrodema microptermum*, *Cymus clavicularis*, *Ceresa hubali*, *Graphocraerus ventralis* et *Issus coleoptratus*, tous ces espèces proviennent des hôtes accidentels.

Les pseudoscorpions, sont cités uniquement une fois (**Nieves-Aldrey, 2001**) entre espèces successeurs associés aux galles de Cynipidae. Dans notre étude, nous avons identifié deux espèces (*N. microbusium*, *N. pavulim*) refugient la galle *A. pictus* durant les saisons humides. Il n'y a qu'un seul par galle.

De plus, deux blattes forestières (*E. kirveilli*, *E. pallidus*) capturée rarement dans les galles d'*A. pictus* (en automne, printemps et l'été) et *A. quercustozae* en été. En effet, une seule espèce *H. solieri* (Embioptères) espèce relativement abondante dans la galle *A. pictus*. Enfin, la *Zygeontoma* (*L. saccharina*) espèce rare trouvée dans la galle *A. pictus* toute l'année. Toutes ces espèces peuvent ranger comme des hôtes de passage.

Cependant, les Arachnides que nous avons récoltés se réfugient dans les galles d'*A. pictus* et *A. quercustozae* occasionnellement durant les quatre saisons, la richesse de cette communauté est importante. En effet, les araignées sont les plus abondantes et la famille Salticidae est la plus fréquente, cinq autres familles sont capturées Zodaridae, Halidae, Oonopidae, Thomisidae, Agélinidae et Clubionidae. Ils se retrouvent toujours seuls. Le pourcentage total de galles occupées par les araignées était de 09%. Cette proportion est proche aux 11 % trouvée par **Massana-Canals et al., (2013)**.

Les séries de travaux élaborés par **Tourissian (1971, b 1972)**, rangent les Chilopodes et les Diplopodes dans la catégorie des hôtes habituels. Alors que, les isopodes, les cousins et les glomirides comme des hôtes accidentels. Cependant, notre inventaire des Chilopodes est livré en deux ordres : Géophélomorpha (*G. flavus*, *Geophilus*, *H. gabrielis*, *Henia sp*, *P. ferrugineum*, *G. angustus* et *Geophilus sp*) et Lithobiomorpha (*L. inermis*, *L. pilicornis* et *P. coriaceus*). De plus, on a collecté trois ordres de Diplopodes : Glomerida (*G. connexa* et *Glomeris sp*), Julida (*C. caeruleocircus*, *C. pyrenaicus* et *Cylindroiulus sp* et *Polyxinus sp*) et Isopoda (*O. asellus*, *Philoscia sp* et *P. scaber*). Tous ces myriapodes sont capturés dans les saisons humides. Cette faune se trouve généralement dans le sol, les feuilles mortes et l'écorce (**Breny et Biernaux, 1966**). Selon de **Massana-Canals et al., (2013)**, il y a une absence de myriapodes.

Les collemboles sont de petits arthropodes de la classe Entognatha vivant dans tous les milieux en contact avec le sol (**Bonnet *et al.*, 1975**). Concernant les habitants des galles du chêne-liège sont très rares, six espèces des arthropodes sont recensées réparti en trois ordres : les Coléoptères, les Hyménoptères et un Psodoscorpion.

Selon **Dajoz (1977)**, les conditions climatiques telles que les températures, les précipitations atmosphériques, etc., ont un impact direct sur les principales fonctions physiologiques et les réactions comportementales des insectes. De plus, la composition du sol est fortement influencée par l'importance du couvert végétal, ce qui a un impact sur la répartition des insectes (**Okbi et Zidour, 2019**).

## 5 Conclusion

Les résultats obtenus lors de nos travaux sur les deux sites d'étude (Bourouaga et Dar Smair) ont permis de déterminer l'état de santé des forêts de la région grâce aux relevés dendrométriques et d'exploitation. Les deux peuplements sont en bonne santé, selon le calcul de l'indice de déclin pour chaque site.

Au niveau du tronc ; la flore lichénologique est omniprésente sur les deux sites d'étude. 40 % des arbres dans les parcelles d'étude présentaient des suintements noirâtres, déformations ou blessures, alors qu'environ 30 % des arbres échantillons présentaient crevasses et aussi des trous d'insectes xylophages.

Au niveau de la cime du chêne-liège et du chêne-zeen ; on trouve l'état des feuilles qui indique la diversité d'infestation par l'attaque des phyllophages qui se traduit par une des feuilles en décapouse, perforation ou nécrose et enfin la présence des galles.

Le feuillage des subéraies et des zénaies est habité par une faune extrêmement variée. Nous avons recensé environ 145 espèces, réparties dans 20 ordres systématiques. Les phyllophages les plus fréquents sont les hyménoptères, les hémiptères et les coléoptères. Les prédateurs les plus nombreux sont les araignées et les acariens.

Dans cette étude, nous contribuons également à l'inventaire des insectes gallicoles de la famille des Cynipidae présents sur les deux espèces (chêne-liège et chêne-zeen). Nos premiers résultats montrent que ce groupe d'insectes est assez varié. Le chêne-zeen est plus représenté que le chêne-liège.

Sur les feuilles du chêne-liège s'installent les espèces gallicoles suivant :

***D. lichtensteini*, *P. saltans*, *C. minutulus*, *Eriophyes sp.*** Au niveau du limbe des feuilles de chêne-zeen on trouve : *A. quercusbaccarum*, *N. albipes*, *C. divisa*, *C. quercus* et *C. minutulus*.

Les galles peuvent aussi affecter d'autres organes (rameaux, tiges, bourgeons).

09 espèces cécidogènes appartenant à la tribu Cynipini ont été identifiées : *A. coriarus*, *A. grossulariae* (sexuelle et asexuelle), *A. hispanacus*, *A. pictus*, *A. quercustozae*, *C. glandium*, *P. amenti*, *S. olivieri* et *S. hispanacus*.

Après la sortie des adultes des galles nous avons identifié deux groupes d'hyménoptères : les inducteurs et la faune primaire (inquilin et parasitoïdes). Trois inquilins sont inféodés aux galles : *S. olivieri*, *S. hayneanus* et *S. umbraculus*. Le cortège parasitaire renferme 11 espèces parasitoïdes sont *B. dorsalis*, *B. stigmatizans*, *C. emifascia*, *E. brunniventris*, *E. setigera*, *O. nitidulus*, *S. variegata*, *O. pomaceus*, *A. trilineatus*, *A. gallarum* et *T. flavipes*,

Nous avons identifié d'autres galles qui s'attaquent aux larves inductrices, ce qui favorise leur réduction naturelle. Toutes les espèces de parasitoïdes ont été signalées pour la première fois en Algérie sauf qu'*O. nitidulus*.

Après la dissection de 18725 galles collectées, nous avons mentionné la présence de 10700 individus répartis en 22 ordres et qui appartiennent à 164 espèces. Cette microfaune est divisée en deux embranchements : les mollusques représentés par les Limaces et les Arthropodes à plusieurs classes.

La classe des insectes est la plus dominante dont les Hyménoptères sont les occupants majeurs, suivi par les Coléoptères et aussi les Dictyoptère, Lépidoptères, Orthoptère, Embioptères, Psocoptères, Thysanoptères, Hémiptères, Isopoda et Zygentoma.

L'étude met en évidence le manque de données sur la communauté des galles de Cynipidae et les insectes qui habitent cette niche écologique en Algérie.

L'étude des Cynipidae gallicoles offre un potentiel considérable pour enrichir nos connaissances en biologie de l'insecte, en écologie végétale, et pour des applications concrètes en agriculture et en conservation. La poursuite de ces recherches contribuera à mieux appréhender la complexité des interactions biotiques et à valoriser cette diversité souvent méconnue.

## 6 Références bibliographiques

- ( Askew) RR, A. (1961). On the biology of the inhabitants of oak galls of Cynipidae (Hymenoptera) in Britain. *Trans Soc Br Entomol*, 14, 237-268.
- Abrahamson, W. G., Hunter, M. D., Melika, G., & Price, P. W. (2003). Cynipid gall-wasp communities correlate with oak chemistry. *Journal of Chemical Ecology*, 29, 209-223  
<http://www.0098-0331/03/0100-0209/0>.
- Abrahamson, W. G., Melika, G., Scrafford, R., & Csóka, G. (1998). Gall-inducing insects provide insights into plant systematic relationships. *American Journal of Botany*, 85(8), 1159-1165. DOI:[10.2307/2446348](https://doi.org/10.2307/2446348)
- Adjami, Y. (2009). Etudes des facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nord-Est Algérien): cas de la subéraie d'El-Mellah. *Mémoire d'ingénieur. Université d'Annaba*.
- Adjami, Y. (2016). Étude des facteurs du dépérissement du chêne-liège dans les subérais de l'Est Algérien. Thèse doctorat
- Aimé, S. (1976). *Contribution à l'étude écologique du chêne-liège: étude de quelques limites* (Doctoral dissertation, Éditeur inconnu).
- Aimé, S., Bonin, G., Chaabane, A., Loisel, R., & Saoudi, H. (1986). Notes phytosociologiques nord-africaines: contribution à l'étude phytosociologique des zénaies du littoral algéro-tunisien. *Ecologia mediterranea*, 12(3), 113-131.
- Aimene, I., Chetouane, A., & Younsi, S. E. (2019). *Contribution à l'étude des facteurs biotiques affectant l'état de santé du Chêne-liège dans la région de Jijel; cas des insectes ravageurs* (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- Ait Saidi, K., & Souki, I. (2018). *Étude de la typologie des peuplements de la subéraie de Bouhhalou commune d'Aghribs dans la wilaya de Tizi-Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Alatou, D. (1984). *Physiological factors of interspecific competition of cork oak and Zeen Oak* (Doctoral dissertation, Thesis of magister. University of Constantine, Algeria).
- Alatou, D. (1992). Croissance rythmique de deux espèces de chêne: chêne zeen et chêne liège. 2ème séminaire national de la biologie végétale et environnement. *Annaba Oct*.
- Alatou, D. (1994). Croissance rythmique du chêne liège et du chêne zeen. *Première journée sur les végétaux ligneux. Constantine, 14*.
- Alford, D. V., Commeau, M. F., & Fraval, A. (1994). *Atlas en Couleur Ravageurs Des Végétaux D'ornement: Arbres, Arbustes, Fleurs*. Editions Quae.

- Algeria, W. T. (2015). Quelle stratégie pour la préservation des formations de *Quercus suber* (Chêne liège) en Algérie occidentale tellienne?. *Geo-Eco-Trop*, 39(1), 87-100.
- Amandier, L. (2006). Les causes de dépérissement du chêne liège et de chêne vert. *Séminaire "Vitalité des peuplements des chênes liège et des chênes vert: situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre"*, 25-26.
- André E., 1887-1907. *Species des Hyménoptères d'Europe*, t. 7, Cynipidae, par l'Abbé Kieffer (J.J.)
- Anne-Lise, M. B. (2017). DISTINCTION DES DOMMAGES CAUSÉS SUR LES CARYOPSES DE CÉRÉALES PAR LA CARBONISATION ET LE CHARANÇON DU BLÉ (*SITOPHILUS GRANARIUS*).
- Aouar-Sadli, M., & Doumandji, S. (2011). Estimation of damages caused by galls of Hymenoptera Cynipidae *Diplolepis lenticularis* on *Quercus mirbeckii* in the region of Tizi-Ouzou (Algeria).
- Aoudjit, H. (2006). *Étude de la germination des graines du Pistacia atlantica Desf.(pistachier de l'Atlas) et essai de multiplication de Pistacia vera L.(pistachier vrai) en pépinière selon deux types de greffes* (Doctoral dissertation, INA).
- Arabdiou, Y. (2005). *Contribution à l'étude des insectes des cônes et des graines dans quelques peuplements forestiers en Algérie* (Doctoral dissertation).
- Askew, R. R. (1961). On the biology of the inhabitants of oak galls of Cynipidae (Hymenoptera) in Britain. *Transactions of the Society for British Entomology*, 14 (9), 237-268.
- Askew, R. R. (1965, March). Additions to the British fauna of Eulophidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), with descriptions of two new species. In *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series B, Taxonomy* (Vol. 34, No. 1-2, pp. 1-4). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Askew, R. R. (1966). Observations on the British species of *Megastigmus* Dalman (Hymenoptera., Torymidae) which inhabit cynipid oak galls. *The Entomologist*, 99, 124-128
- Askew, R. R. (1968). Considerations on speciation in Chalcidoidea (Hymenoptera). *Evolution*, 642-645.
- Askew, R. R., Melika, G., Pujade-Villar, J., Schoenrogge, K., Stone, G. N., & Nieves-Aldrey, J. L. (2013). Catalogue of parasitoids and inquiline in cynipid oak galls in the West Palearctic. *Zootaxa*, 3643(1), 1-133.

- Askew, R. R., Plantard, O., Gomez, J. F., NIEVES, M. H., & Nieves-Aldrey, J. L. (2006). Catalogue of parasitoids and inquilines in galls of Aylacini, Diplolepidini and Pediaspidini (Hym., Cynipidae) in the West Palaearctic. *Zootaxa*, 1301(1), 1-60.
- Azzoug, Z., & Baroun, C. (2023). *Contribution à l'étude des accroissements du liège de reproduction de Quercus suber L. des subéraies de Tizi-Ouzou cas des stations: Draa El Mizane, Tirsine1, Tirsine2* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Bagatto, G., Paquette, L. C., & Shorthouse, J. D. (1996). Influence of galls of *Phanacis taraxaci* on carbon partitioning within common dandelion, *Taraxacum officinale*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 79(1), 111-117.
- Bailey, R., Schönrogge, K., Cook, J. M., Melika, G., Csóka, G., Thuróczy, C., & Stone, G. N. (2009). Host niches and defensive extended phenotypes structure parasitoid wasp communities. *PLoS biology*, 7(8), e1000179.
- Bakry, M., & Abourouh, M. (1995). Cork oak decline in Morocco. Present knowledge and prospect. *Bulletin OILB SROP (France)*.
- Barbosa, P., & Krischik, V. A. (1987). Influence of alkaloids on feeding preference of eastern deciduous forest trees by the gypsy moth *Lymantria dispar*. *The American Naturalist*, 130(1), 53-69.
- Barkou, H. (2018). *Etude systématique et fluctuations démographique de quelques espèces de noctuelles en Algérie (Lépidoptera-Noctuidae)* (Doctoral dissertation, ENSA).
- Basri, E., El Antry, S., & Atay Kadiri, Z. (2005). Cartographie des infestations de *Lymantria dispar* et superficies traitées contre le ravageur entre 1990 et 2004 en subéraie de la Mamora (Maroc). *IOBC/wprs Bull*, 28, 163-168.
- Bastaoui, O. (1983). Ennemies naturels et compétiteurs de *Lymantria dispar* en période de latence. *Mém. Ing. Phytiatre. Doc. Dépt. Zool. IAV Hassan II (Rabat)*.
- Battandier J. A. & Trabut L.(1890à. Flore de l'Algérie. Ed. Typ. Jordan, Alger, 1 (4): pp: 819-275.
- Beech, E., Rivers, M., Oldfield, S., & Smith, P. P. (2017). GlobalTreeSearch: The first complete global database of tree species and country distributions. *Journal of sustainable forestry*, 36(5), 454-489.
- Béguinot, J. (2015). Analyse de l'origine des fortes variations d'impact de *Tischeria ekebladella*, micro-lépidoptère minant les feuilles de Chêne, commun en Bourgogne. *Revue scientifique Bourgogne-Nature*, 21, 91-98.

- Belkacem, I. (2023). *Contribution à l'étude de la biodiversité de la faune aérienne sous une suberaie d'Ath Ghobri en relation avec les facteurs écologiques* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Belkessa, K., & Guechetouli, T. (2023). *Inventaire qualitatif et quantitatif des invertébrés sur le chêne zéen (Quercus canariensis Willd) dans la forêt d'Ath Ghobri (Azazga, Tizi-Ouzou)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Bellés, X. A. V. I. E. R. (1978). Ensayo sobre los representantes catalanes de la familia Ptinidae (Col.). *Miscel·lània Zoològica*, 87-123.
- Belles, X., & Mifsud, D. (2000). Ptinid beetles (Coleoptera, Ptinidae) from the Maltese islands.
- Belouahem-Abed, D., Belouahem, F., & De Bélair, G. (2009). Biodiversité floristique et vulnérabilité des aulnaies glutineuses de la Numidie algérienne (NE Algérie). *European journal of scientific research*, 32(3), 329-361.
- Ben Jemaa, M. H., & Hasnaoui, B. (1996). Le dépérissement du chêne liège (*Quercus suber* L.) en Tunisie. *Coll. Nat. sur le dépérissement des Forêts au Maroc, CNRF Rabat-Maroc*, 28.
- Benabadji, N., & Bouazza, M. (2000). Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). *Journal of Renewable Energies*, 3(2), 117-125.
- Benia, F., & Pujade-Villar, J. (2012). Decline of *Eucalyptus camaldulensis* by two gall species in Algeria.
- Benia, F., Khelil, M., & Pujade-Villar, J. (2009). *Plagiotrochus amenti*, una espèce gallicole potentiellement dangereuse pour la chêne-liège (*Quercus suber* L.) trouvée pour la première fois en Algérie (Hymenoptera, Cynipidae). *Nouvelle Revue d'Entomologie*, 25(4), 291-296.
- Benmecheri, S. (1994). *Etude bioécologique des insectes phyllophages et des mangeurs des glands de trois chenais suberaie-Afarecaie et zeenaie de la forêt (de tamentout)* (Doctoral dissertation, Annaba).
- Bernard-Folliot, M. (1964). Pays nordiques: Danemark, Islande, Suède, Norvège, Finlande. (*No Title*).
- Birem, F. (2020). *Synthèse bibliographique sur le comportement du chêne liège (Quercus suber L.) après incendie et ses problèmes de régénération* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Bleu, P. (2020). *État des forêts méditerranéennes 2018*. Food & Agriculture Org.
- Bonneau, M., Landmann, G., & Nys, C. (1990). Fertilization of declining conifer stands in the Vosges and in the French Ardennes. *Water, Air, and Soil Pollution*, 54, 577-594.

- Bonnet, L., Cassagnau, P., & Travé, J. (1975). L'Ecologie des arthropodes muscicoles à la lumière de l'Analyse des Correspondances: Collemboles et Oribates du Sidobre (Tarn, France). *Oecologia*, 21, 359-373.
- Bossard, R., & Cuisance, P. (1984). Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes.
- BOUAZZA, N. (2021). *Analyse de la diversité phytoécologique du chêne zeen (Quercus faginea subsp. tlemcenensis (DC.): cas de la réserve de Moutas (Tlemcen, Algérie occidentale)* (Doctoral dissertation).
- Bouchaour-Djabeur, S. (2013). Les insectes ravageurs du chêne liège au Nord-Ouest Algérien. *Geo Eco Trop*, 36, 175-184.
- Boudy, P. (1950). Économie forestière nord-africaine. (*No Title*).
- Boudy, P. (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord.
- Boudy, P. (1955). Forestry in [French] North Africa. Vol. 4 Description of forests and forestry in Algeria and Tunisia.
- Bouhafs F. (2006). Contribution à l'étude des insectes gallicoles de quelques arbres forestiers (chênes et peupliers noirs) dans la région de Tlemcen. Mém. Ing. Fac. Sc. Départ. Forest. Univ. Tlemcen. 88p.
- Bouhraoua, R. T., Villemant, C., Khelil, M. A., & Bouchaour, S. (2002). Situation sanitaire de quelques subéraies de l'ouest algérien: impact des xylophages. *IOBC/wprs Bull*, 25(5), 85-92.
- Bouhraoua, R. T. (2003). *Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'Ouest algérien: étude particulière des problèmes posés par les insectes* (Doctoral dissertation, University of Tlemcen).
- Bouhraoua, R. T., & Villemant, C. (2005). Mécanismes généraux de l'altération sanitaire des peuplements de chêne-liège de l'Algérie nord-occidentale. *IOBC/wprs Bull*, 28(8), 1-7.
- Bouhraoua, L. B. R. T. (2012). Evolution spatio-temporelle des attaques de *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Platypodidae) dans un jeune peuplement de chêne-liège après démasclage: cas de la subéraie de M'Sila (Nord Ouest Algérie). *IOBC/wprs Bulletin*, 76, 201-204.
- Boukreris. (2008). Considérations générales sur les chênes : le chêne liège (*Quercus suber*) et le chêne zeen (*Quercus faginea*).
- Boukreris, F., Bouhraoua, R. T., & Pujade-villars, J. Les Cynipidae du chêne-liège (*Quercus suber*) dans les monts de Tlemcen. <http://www.rencontre-medsuber.com/dmediafiles/biblio/2009/acte-18.pdf>

- Boulemtafes, A. (2015). Diagnostic de la diversité animale et végétale du littoral de la péninsule de l'Edough (Nord-Est algérien). *Mémoire de Master en Ecologie et Environnement. Université Badji Mokhtar Annaba. Annaba.*
- Bournier, J. P. (2002). Thysanoptera of cotton.
- Boutaleb, S., Kamouche, N., & Roula, S. E. (2012). *Evolution de l'état physiologique des glands de chêne liège (Quercus Ilex L.) au cours de la conservation* (Doctoral dissertation, université de jijel).
- Bovey, F. A. (1974). NMR observations of polypeptide conformations. *Journal of Polymer Science: Macromolecular Reviews*, 9(1), 1-81.
- Brandão-Dias, P. F., Zhang, Y. M., Pirro, S., Vinson, C. C., Weinersmith, K. L., Ward, A. K., ... & Egan, S. P. (2022). Describing biodiversity in the genomics era: A new species of Nearctic Cynipidae gall wasp and its genome. *Systematic Entomology*, 47(1), 94-112. <https://doi.org/10.1111/syen.12521>
- Breny, R., & Biernaux, J. (1966). Diplopodes belges: Position systématique et biotopes. *Bull. Ann. Soc. R. Ent. Belg*, 102, 271.
- BRUGE, H. (1999). Quinze espèces de staphylins nouvelles pour la faune belge (Coleoptera Staphylinidae). *Bulletin de la Société royale belge d'Entomologie*, 135, 20-48.
- Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (BNEDER), Etude d'inventaire des terres et forêts de l'Algérie du Nord, Wilaya d'Annaba. Rapport par wilaya, 1980.
- Cabral, M. T., Lopes, F., & Sardinha, R. D. A. (1993). Determination of the causes of death of cork oak in the municipalities of Santiago do Cacém, Grândola and Sines. Summary report.
- Camy, C., Delatour, C., Caël, O., & Marçais, B. (2003). Inoculation of mature pedunculate oaks (*Quercus robur*) with the root rot fungus *Collybia fusipes*: relationships with tree vigour and soil factors. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 545-553.
- Cantat, R., & Piazzetta, R. (2005). La levée du liège. *Guide technique et de vulgarisation. Vives, Institut Méditerranéen du Liège*, 23.
- Carpintero, S., Tinaut, A., Herrera Grao, A., & Ferreras Romero, M. (2000). Estudio faunístico y ecológico de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la cuenca superior del río Hozgarganta (Parque Natural Los Alcornocales, Cádiz). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 24(3-4), 125-138.
- Castellanos-Jankiewicz, A., Guzmán-Quevedo, O., Fenelon, V. S., Zizzari, P., Quarta, C., Bellocchio, L., ... & Cota, D. (2021). Hypothalamic bile acid-TGR5 signaling protects from obesity. *Cell Metabolism*, 33(7), 1483-1492.

- Catry, F. X., Moreira, F., Pausas, J. G., Fernandes, P. M., Rego, F., Cardillo, E., & Curt, T. (2012). Cork oak vulnerability to fire: the role of bark harvesting, tree characteristics and abiotic factors. *PLoS One*, 7(6), e39810.
- CEMAGREF, F. (1983). Calcul des réseaux ramifiés sous pression.
- Chadigan, M. (1990). Étude des facteurs du dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) associés à l'installation des xylophages en forêt de la Mamora. *Doctorat en Biologie de la Faculté des Sciences, Université Mohamed V, Rabat*.
- Chambon, J. P., Khouss, M. G., Genestier, G., & Pineau, C. (1992). Contribution à l'inventaire des lépidoptères des forêts (chênaies et cédraies) d'Algérie.
- Cherix, D., & Annen, M. (2018). Le Jorat et les journées de la biodiversité, 17-18 juin 2017. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*, 97(60), 61.
- Chessel, D., Doledec, S., Thioulouse, J., & Olivier, J. M. (1992). ADE software. *Multivariate analysis and graphical display for environmental data (version 4)*. Université de Lyon.
- Chakali, G., Attal-Bedreddine, A., & Ouzani, H. (2002). Les insectes ravageurs des chênes, *Quercus suber* et *Q. ilex*, en Algérie. *IOBC/WPRS Bulletin*, 25, 93-100.
- Chikhi, R., & Adrir, M. (2017). *Approche de l'étude de la typologie et des facteurs de concurrence et compétition dans les subéraies de Yakouren dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Algérie)* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Chollet, F., & Ouest, S. S. (1997). La régénération naturelle du hêtre. *Bulletin Technique de l'Office National des Forêts (France)*.
- Chouiheb, A., Derbouz, A., Roula, L., & Idoui, T. E. (2020). *Qualité et activités biologiques des fruits de Syzygium cumini* (Doctoral dissertation, Université de jijel).
- Chust, G., Garbin, L., & PUJADE-VILLAR, J. U. L. I. (2007). Gall wasps and their parasitoids in cork oak fragmented forests. *Ecological Entomology*, 32(1), 82-91.  
DOI:[10.1111/j.1365-2311.2006.00850.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2006.00850.x)
- Communication de l'Office National de la Meteorologie, station: Radar Seraidi, periode (1990- 2010).
- Conte, A. L., Di Pietro, R., Iamónico, D., Di Marzio, P., Cillis, G., Lucia, D., & Fortini, P. (2019). Oak decline in the Mediterranean basin: A study case from the southern Apennines (Italy). *Plant Sociology*, 56(2), 69-80.
- Cook, J. M., Stone, G. N., & Rowe, A. (1998). Patterns in the evolution of gall structure and life cycles in oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae).

- Cook, J. M., Rokas, A., Pagel, M., & Stone, G. N. (2002). Evolutionary shifts between host oak sections and host-plant organs in *Andricus* gallwasps. *Evolution*, *56*(9), 1821-1830. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.07.003>.
- Costa, E.C. (2016). Galhas no Parque Estadual da Serra dos Montes Altos e Refúgio de Vida Silvestre: diversidade e desenvolvimento. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso, BA, Brazil.
- Costa, A., Pereira, H., & Madeira, M. (2010). Analysis of spatial patterns of oak decline in cork oak woodlands in Mediterranean conditions. *Annals of Forest Science*, *67*(2), 204.
- Coutinho, R. D., Cuevas-Reyes, P., Fernandes, G. W., & Fagundes, M. (2019). Community structure of gall-inducing insects associated with a tropical shrub: regional, local and individual patterns. *Tropical Ecology*, *60*, 74-82. DOI:[10.1007/s42965-019-00010-7](https://doi.org/10.1007/s42965-019-00010-7)
- Crawley, M. J., & Akhteruzzaman, M. (1988). Individual variation in the phenology of oak trees and its consequences for herbivorous insects. *Functional Ecology*, 409-415.
- Cronin, J. T., Melika, G., & Abrahamson, W. G. (2020). Time-since fire and cynipid gall wasp assemblages on oaks. *Biodiversity and Conservation*, *29*, 1177-1203. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-01930-w>
- D.G.F. (2002). Rapport sur le dépérissement du chêne-liège. Conservation des forêts de Guelma. 1-4 p.
- Daas, H. (2015). *Étude des subéraies de haute et moyenne montagne: État sanitaire et interaction des facteurs écologiques dans la forêt de Ouled Bechih (Souk-Ahras)* (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis.] Annaba, Badji Mokhtar Annaba University.(in French).
- Dajoz, R. (1960). LES COLÉOPTÈRES MYCÉTOPHILES DE LA FORÊT DE LA MAS S ANE (Pyrénées-Orientales). *Vie et Milieu*, *11*(2), 195-208.
- Dajoz, R. (1977, January). Coléoptères Colydiidae et Cerylonidae Nouveaux de la Faune Africaine. In *Annales de la Société entomologique de France (NS)* (Vol. 13, No. 1, pp. 89-100). Taylor & Francis.
- DAJOZ, R. (1980). *Ecologie des insectes forestiers*. Paris: Gauthier-Villars. HOLDEN, AV; BEVAN (Doctoral dissertation, D.(ed.), 1979: Control of Pine Beauty Moth by Fenitrothion in Scotland).
- Dajoz, R. (1998). *Insects and the forest: role and diversity of insects in the forest environment*. Technique et Documentation Lavoisier.
- Dauphin P. (1993). Les galles de France. Mémoires de la Société linnéenne de Bordeaux, 2 : 1-316.

**Dauphin P. (1994). Les galles ou cécidies. *Insectes*. Ed. OPIE. Paris, 94, 3ème trimestre : pp19-23**

**Dauphin P., Anlotsbehère J.C., 1993, rééd. (1997). Les Galles de France. *Mem. Soc. Linn. Bordeaux*, 2, 316 p.**

**Dauphin, P. & Anlotsbehère, J.C. (1998). Les galles de France. Nouvelle édition revue et augmentée. *Mem. Soc. Linn. Bordeaux*, 2, pp 1-382 + 120 planches.**

Dauphin P. (2014) : Guide des galles de France et d'Europe. BELIN EDITEUR.

David, T. S., Gash, J. H. C., Valente, F., Pereira, J. S., Ferreira, M. I., & David, J. S. (2006). Rainfall interception by an isolated evergreen oak tree in a Mediterranean savannah. *Hydrological Processes: An International Journal*, 20(13), 2713-2726.

de Motschulsky, V. (1857). *Etudes entomologiques* (Vol. 6). Soc. de Littérature Finnoise.

Decocq, G., Dupouey, J. L., & Bergès, L. (2021). Dynamiques forestières à l'ère anthropocène: mise au point sémantique et proposition de définitions écologiques.

Deffous, A., Fanit, N., & Khennouf, H. E. (2012). *Approche à l'étude floristique du sous-bois de la zenaie de tamentout (influence de la mise en défens)* (Doctoral dissertation, université de jijel).

Delatour, C. (1990). Dépérissement des chênes et pathogènes. *Revue forestière française*, 42(2), 182-185.

Delente A., 2013- Suivi de l'état sanitaire en forêt de Soignes bruxelloise. BruxellesEnvironnement BE-IBGE. 54p.

Delwaide, M. (2018). Coléoptères saproxyliques de Bois de Mortroux: *Dircaea australis* (Melandryidae) et *Corticus bicoloroides* (Tenebrionidae), coléoptères nouveaux pour la faune belge. *Bulletin de la SRBE/KBVE*, 154, 115-135.

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

Dreger-Jauffret, F. (1992). Diversity of gallinducing insects and their galls. *Biology of insect-induced galls*, 8-33.1

Du Merle P. (1981) . Variabilité génétique et adaptation à l'hôte chez tortrix viridana L. (Lép. Tortricidae). l'hôte C.R. chez Acad. Tortrix Sci. viridana Paris 229(3) , 519-522.

Du Merle P., 1983. Phénologies comparées du chêne pubescent, du chêne vert et de Tortrix viridana L. (Lép., Tortricidae ). Mise en évidence chez l'insecte de deux populations

sympatriques adaptées chacune à l'un des chênes. 74. *Acta oecol., Oecol. applic .*, 4 (1), 55-74.

EL ANTRY TAZI, S., ABOUROUH, M., & AAFI, A. (2008). Etat des connaissances Scientifiques sur les subéraies: Bilan et perspectives. In *Annales de la recherche forestière au Maroc* (Vol. 39, pp. 9-18). Centre national de la recherche forestière.

El-Hassani, M., & Dahmani, J. (1996). The effect of edaphic constraints on cork oak (*Quercus suber*) planting stock.

Emberger, L. 1971: *Travaux de botanique et d'écologie. – Jubilé Scientifique, C.N.R.S. – Paris.*

Feeny, P. (1976). Plant apparency and chemical defense. In *Biochemical interaction between plants and insects* (pp. 1-40). Boston, MA: Springer US.

Fernandes, G. W., & Price, P. W. (1988). Biogeographical gradients in galling species richness: tests of hypotheses. *Oecologia*, 76, 161-167. <https://doi.org/10.1007/BF00379948>

Fernandes, G. W., Price, P. W., Gonçalves-Alvim, S. J., Craig, T. P., & Yanega, D. (2000). Response of the galling insect *Aciurina trixa* Curran (Diptera: Tephritidae) to host plant quality. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29, 423-431. <https://doi.org/10.1590/S0301-80592000000300005>.

Fernández-Habas, J., Fernández-Rebollo, P., Casado, M. R., Moreno, A. M. G., & Abellanas, B. (2019). Spatio-temporal analysis of oak decline process in open woodlands: a case study in SW Spain. *Journal of environmental management*, 248, 109308.

Folliot, R. (1964). *Contribution à l'étude de la biologie des Cynipides gallicoles (Hyménoptères, Cynipoidea)* (Doctoral dissertation, Université, Faculté des Sciences).

Folliot, R., Ros-Farré, P., Bellido, D., & Pujade-Villar, J. (2004). Alternation of generations in *Andricus corruptrix* (Schlechtendal): Comments on and description of a new sexual form (Hymenoptera: Cynipidae). *Contributions to Zoology*, 73(4), 263-270.

Forbes, A. A., Hall, M. C., Lund, J., Hood, G. R., Izen, R., Egan, S. P., & Ott, J. R. (2016). Parasitoids, hyperparasitoids, and inquilines associated with the sexual and asexual generations of the gall former, *Belonocnema treatae* (Hymenoptera: Cynipidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 109(1), 49-63.

Franceschini, A., Sechi, C., & Marras, F. (1993). *Funghi segnalati sulla quercia da sughero (Quercus suber L.)*. Stampacolor.

Fraival A., Graf P., Hamdaoui M., Kadiri Z., Ramzi H., Villemant C., 1989. *Lymantria dispar*. Actes Editions, Rabat, 220 p.

- Fraval, A. (1984). Population fluctuation in the gypsy moth, *Lymantria dispar* L. (Lep. Lymantriidae), in the Mamora forest (Morocco), governed by food quality and quantity [Quercus suber L., insect-plant relationships, phenological disruption]. *Agronomie (France)*, 4(9).
- Fraval, A. (1986). La régulation des populations de *Lymantria dispar* (L.) (Lép., Lymantriidae) en suberaie marocaine atlantique: effets du climat, des entomophages et des facteurs anthropiques. *Journal of applied Entomology*, 102(1-5), 38-52.
- Fraval, A. (1991). Contribution a la connaissance des rythmes de floraison du chene-liege en foret de la Mamora [Maroc]. *Annales de la Recherche Forestiere du Maroc*, 25.
- Frochot, H., & Lévy, G. (1986). Facteurs du milieu et optimisation de la croissance initiale en plantations de feuillus. *Revue forestière française*, 38(3), 301-306.
- Garolera, E. (1988). Problèmes et perspectives de la production de liège en Catalogne espagnole. *Forêt méditerranéenne*, 10(1), 160-162.
- GHANEM, R. (2014). *facteurs biotiques impliqués dans l'état sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Effet des insectes ravageurs sur les feuilles et les glands* (Doctoral dissertation, Université de Annaba-Badji Mokhtar).
- Ghanem, R., Adjami, Y., Daas, H., Ouakid, M., & Villar, J. (2016). Inventory of galls in oaks (*Quercus suber*, *Quercus faginea*) in the east Algerian's forests. *Turkish Journal of Forestry*, 17, 7-10. <https://doi.org/10.18182/tjf.05811>
- Giannetti, D., Mandrioli, M., Schifani, E., Castracani, C., Spotti, F. A., Mori, A., & Grasso, D. A. (2021). First report on the acrobat ant *Crematogaster scutellaris* storing live aphids in its oak-gall nests. *Insects*, 12(2), 108.
- Belles, X., & Mifsud, D. (2000). Ptinid beetles (Coleoptera, Ptinidae) from the Maltese islands.
- Gillmann, M. (2010). Influence et rôle de deux facteurs biotiques (*Viscum album* L. et Scolytidae) impliqués dans le processus de dépérissement et de mortalité du Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.). *Influence et rôle de deux facteurs biotiques (Viscum album L. et Scolytidae) impliqués dans le processus de dépérissement et de mortalité du Sapin pectiné (Abies alba Mill.)*, Université de Rennes 1 (2010).
- Gimingham, C. H., & Mani, M. S. (1966). Ecology of Plant Galls (Monographiae Biologicae, Vol. XII). *Journal of Ecology*, 54(1), 276.
- Gleizes, G., Bouloton, J., Bossière, G., & Collomb, P. (1988). Données lithologiques et pétro-structurales nouvelles sur le massif cristallophyllien de l'Edough (Est-Algérien). *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 2, Mécanique, Physique, Chimie, Sciences de l'univers, Sciences de la Terre*, 306(14), 1001-1008.

- Gouillard, J. (1991). *Histoire des entomologistes français, 1750-1950*. FeniXX.
- Gourevitch, D. (2005). Le pain des Romains à l'apogée de l'Empire. Bilan entomo-et botano-archéologique. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 149(1), 27-47.
- Granier, A. (2021). Les arbres grandissent-ils toute leur vie?: 60 clés pour comprendre les arbres.
- Grasse P.P. (1951). *Traité de zoologie. Anatomie Systématique, biologie*. Ed. Masson, Paris, 10: 769p.
- Guérin, J. C. (1961). L'aménagement 1951-1954 et l'avenir du chêne-liège en Mamora. *Revue forestière française*, (6), 424-438.
- Haddar, L., Doumandji, S., & Villar, J. P. (2016). Les Cynipini et les Synergini dans les massifs de l'Akfadou et Beni-Ghobri (Algérie), présences de quelques espèces sur des hôtes atypiques (Hym., Cynipidae). *Boletín de la Asociación española de Entomología*, 40(3), 479-493.
- Haddoum, S., Rahmani, A., Brahim, R. R. B., Zannidouche, O., & Zaïd, T. A. (2013). Etude du potentiel de biomasse forestière en vue du développement des filières bois énergie en Algérie. *Journal of Renewable Energies*, 16(3), 507-516.
- Hadj-Zobir, S. (2012). Impact de l'altération sur le bilan chimique des diatexites du massif de l'Edough (Annaba, NE Algérien). *Estudios Geológicos*, 68(2), 203-215.
- Hamdaoui, M. (1994). Les défoliateurs. Le Bombix disparate. *Ravageurs et Maladies des Forêts au Maroc*, 91-96.
- Hamidi, O., Touhami, A. O., Benkirane, R., & Douira, A. (2014). Élaboration d'un guide de santé des forêts relatif à la décision du déliègeage au niveau de la subéraie de la Mamora (Maroc). *Journal of Applied Biosciences*, 84, 7730-7739.
- Hamza, S. (2013). *Les facteurs du dépérissement des subéraies de l'Edough (Séraïdi). Etude des ravageurs des feuilles et des glands du chêne-liège (Quercus suber L.)* (Doctoral dissertation, University of Souk Ahras).
- Hamza, s., & Wafa, h. (2023). The vulnerability of Quercus suber l. to fire in the seraïdi forest (edough) in north-east algeria: the fire severity, the responses of cork oak and xylophagous insects affecting burnt trees. *sustainable development*, 13(2).
- Hamza, s., & wafa, h. (2024). Health status of a Cork oak (Quercus suber l.) Stands in the seraïdi (edough) state forest in northeastern algeria. *Sustainable development*, 14(1).
- Hartman, G., Butin, H., & Nienhaus, F. (1991). Atlas de reconnaissance en couleurs des symptômes de dépérissement des arbres forestiers.

- Hasnaoui F., Zouaoui I., Boussaidi R., Ncibi R., Abbes CH., Hasnaoui B. (2018): The factors responsible for the decline of the cork-oak of Kroumirie (North West of Tunisia). *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology, CIRIS*, 9: 3315–3328. (in French)
- Hasnaoui, F., Rjéibia, N., Abbès, C., Yacoubi, W., & Hasnaoui, B. (2005). Contribution à l'étude du dépérissement du chêne-liège dans la forêt de Tabarka (Tunisie): relations entre nutriments et état sanitaire des arbres. *Comptes rendus de la réunion*, 28(8), 25-31.
- Hayward, A., & Stone, G. N. (2005). Oak gall wasp communities: evolution and ecology. *Basic and Applied Ecology*, 6(5), 435-443.  
<https://doi.org/10.1016/j.baae.2005.07.003>
- Hayward, A., & Stone, G. N. (2006). Comparative phylogeography across two trophic levels: the oak gall wasp *Andricus kollari* and its chalcid parasitoid *Megastigmus stigmatizans*. *Molecular Ecology*, 15(2), 479-489. doi: 10.1111/j.1365-294X.2005.02811.x
- HÖGLUND, S. (2014). Timing of growth determines fitness and performance of a galling insect on willow. *Ecological Entomology*, 39(2), 159-167.
- Hood, G. R., Zhang, L., Topper, L., Brandão-Dias, P. F., Del Pino, G. A., Comerford, M. S., & Egan, S. P. (2018). 'Closing the life cycle' of *Andricus quercuslanigera* (Hymenoptera: Cynipidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 111(3), 103-113. doi: 10.1093/aesa/say005
- Hosseinzadeh, A. (2012). Species richness and true diversity of cynipid galling-wasps community in oak forests of West-Azerbaijan Province (Iran). *African Journal of Biotechnology*, 11(36), 8912-8919.
- Houard, C. (1914). Notes sur les galles des végétaux ligneux du nord de l'Afrique. *Bull. Stat. Rech. Forest. Nord de l'Afrique*, 1, 30-33. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00547.x>
- Houard, C. (1914). Notes sur les galles des végétaux ligneux du nord de l'Afrique. *Bull. Stat. Rech. Forest. Nord de l'Afrique*, 1, 30-33.  
<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00547.x>
- Huchet, J. B. (2017). Le Coléoptère, la Graine et l'Archéologue: approche archéoentomologique de quelques ravageurs des denrées stockées. *M.-F. Diestch-Sellami, Ch. Hallavant, L. Bouby, B. Pradat (eds.): Plantes, produits végétaux et ravageurs. Actes des X Recontres d'Archéobotanique (Les Eyzies-de-Tayac 2014). Aquitania, supplément, 36*, 17-42.
- Hurley, B. P., Dittrich-Schröder, G., & Gevers, C. R. (2023). Gall Formers. In *Forest Entomology and Pathology: Volume 1: Entomology* (pp. 457-493). Cham: Springer International Publishing.

- Iraola, V. (2001). Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28, 141-146.
- J. Hilly, Etude géologique du massif de l'Edough et du Cap de fer, Publ. du Serv. de la carte Géol. Algérie, 1962, Bull. n°19, 408 p. Alger.
- Jacamon M. (1987). Guide de dendrologie : arbres, arbustes et arbrisseaux des forêts
- Jankiewicz, L. S., Guzicka, M., & Marasek-Ciolakowska, A. (2021). Anatomy and ultrastructure of galls induced by *Neuroterus quercusbaccarum* (Hymenoptera: Cynipidae) on oak leaves (*Quercus robur*). *Insects*, 12(10), 850. <https://doi.org/10.3390/insects12100850>
- JAULIN, S. (2004). Contribution à la connaissance des Coléoptères de la réserve naturelle de l'Île de St-Pryvé-St-Mesmin (45). *Inventaires et propositions de gestion. Office Pour les Insectes et leur Environnement, Languedoc-Roussillon*.
- Khalla A. (2006). Etude de facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nord-est algérien) cas de la subéraie sanobari, Mém. Ing. Université d'Annaba. 37 p.
- Kieffer, J. J. (1897) Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algerie (Andre Species des Hymenopteres d'Europe & d'Algerie) Les Cynipides. *Hermann edit*. Froment-Dubosclard, Paris.
- Kieffer, J. J. (1901). *Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie* (Vol. 1). Librairie scientifique A. Hermann.
- Kirk, K. L. (1997). Life-history responses to variable environments: starvation and reproduction in planktonic rotifers. *Ecology*, 78(2), 434-441.
- LAARIBYA, S. (2023). A review analysis of the degradation of cork oak forests in North Atlantic, Morocco. *Journal of Biometry Studies*, 3(2), 54-59.
- Landmann, G. (1988). How should the vigour of trees and forest stands be assessed?. *Revue Forestiere Francaise (France)*, 40(4).
- Landmann, G., Bert, G. D., Pierrat, J. C., Becker, M., Bonneau, M., & Souchier, B. (1995). Crown damage in Norway spruce and silver fir: relation to site and stand factors in the French Mountains. In *Forest decline and atmospheric deposition effects in the French mountains* (pp. 82-119). Springer Berlin Heidelberg.
- Lara, A. C. F., & Fernandes, G. W. (1996). The highest diversity of galling insects: Serra do Cipó, Brazil. *Biodiversity Letters*, 111-114. <https://doi.org/10.2307/2999724>.
- Laribi, M., Derridj, A., & Acherar, M. (2008). Phytosociologie de la forêt caducifoliée à chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) dans le massif d'Ath Ghobri-Akfadou (Grande Kabylie, Algérie). *Fitosociologia*, 45(2), 77-92.

- Lawton, J. H., & Strong Jr, D. R. (1981). Community patterns and competition in folivorous insects. *The American Naturalist*, 118(3), 317-338.
- Lebourgeois, F., Delpierre, N., Dufrene, E., Cecchini, S., Macé, S., Croisé, L., & Nicolas, M. (2019). Fructification du Hêtre et des Chênes en France: rôle des températures, du pollen et du bilan de carbone et relation avec la croissance des peuplements.
- Leckey, E. H., & Smith, D. M. (2015). Host fidelity over geologic time: restricted use of oaks by oak gallwasps. *Journal of Paleontology*, 89(2), 236-244. doi: 10.1017/jpa.2014.19
- Lenz, S. (2017). Apport du diagnostic stationnel quant à la compréhension du dépérissement du chêne pédoncule (*Quercus robur* L.) en ardenne.
- Lopes, F. (1996). O sobreiro ea cortiça. *Revista Florestal*, 9(2).
- Lopez-Nunez, F. A., Ribeiro, S., Marchante, H., Heleno, R. H., & Marchante, E. (2019). Life inside a gall: diversity, phenology and structure of Portuguese gall communities, their hosts, parasitoids and inquilines. *Arthropod-plant interactions*, 13, 477-488.  
<https://doi.org/10.1007/s11829-018-9655-4>.
- López-Sebastián, E., Tinaut, A., & Selfa, J. (2004). About *Crematogaster scutellaris* (Olivier, 1791)(Hymenoptera, Formicidae) as egg predator of the pine processionary moth.
- Louhi Haou, S. (2014). *Ecologie des pteridophytes en numidie (nord est de l'algerie)* (Doctoral dissertation, Universite Badji Mokhter).
- Luciano, P., & Prota, R. (1995). Insect pests in Sardinian cork-oak forests.
- MAGHANIA, M. F. Z., ELGHACHTOULI, M. N., & BENBRAHIM, M. K. F. champignons ectomycorhiziens de la Maâmora.
- Maire, R. (1926). *Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie* (p. 48). Imprimerie-papeterie Baconnier frères.
- Maldonado-López, Y., Cuevas-Reyes, P., & Oyama, K. (2016). Diversity of gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae) associated with oak trees (Fagaceae: *Quercus*) in a fragmented landscape in Mexico. *Arthropod-Plant Interactions*, 10, 29-39. DOI:[10.1007/s11829-015-9404-x](https://doi.org/10.1007/s11829-015-9404-x)
- Maldonado-Lopez, Y., Cuevas-Reyes, P., González-Rodríguez, A., Perez-Lopez, G., Acosta-Gomez, C., & Oyama, K. (2015). Relationships among plant genetics, phytochemistry and herbivory patterns in *Quercus castanea* across a fragmented landscape. *Ecological Research*, 30, 133-143. DOI:10.1007/s11284-014-1218-2

- Maldonado-López, Y., Cuevas-Reyes, P., Stone, G. N., Nieves-Aldrey, J. L., & Oyama, K. (2015). Gall wasp community response to fragmentation of oak tree species: importance of fragment size and isolated trees. *Ecosphere*, 6(3), 1-15. DOI:10.1890/ES14-00355.1
- Malphettes, C. B. (1990). Les défoliateurs du chêne. *Revue forestière française*, 42(2), 191-197.
- Mani, M. S. (1964). Ecology of plant galls., (W. Junk: The Hague, The Netherlands).
- Mani, M. (1966). Ecology of Plant Galls (Monographiae Biologicae, Vol. XII). Dr. W. MARCHAL, L. (1897). Notes d'entomologie biologique sur une excursion en Algérie et en Tunisie. *Men. Soc. Zool. de Fr.*, 10, 5-25. [https://doi.org/10.3759/tropics.MonographNo.1\\_1](https://doi.org/10.3759/tropics.MonographNo.1_1)
- Maresquelle, H. J., & Meyer, J. (1965). Physiologie et morphogenèse des galles d'origine animale (zoocécidies). *Differenzierung und Entwicklung/Differentiation and Development*, 1927-1976. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-50088-6\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-642-50088-6_49).
- Massana-Canals, N., Arnal, J., & Pujade-Villar, J. (2013). Dades preliminars de la fauna secundària associada a gales de la forma asexual d'*Andricus hispanicus* (Hartig, 1856)(Hymenoptera: Cynipidae). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 95-104.
- Massana-Canals, N., Arnal, J., & Pujade-Villar, J. (2013). Dades preliminars de la fauna secundària associada a gales de la forma asexual d'*Andricus hispanicus* (Hartig, 1856)(Hymenoptera: Cynipidae). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 95-104.
- Matías, L., Abdelaziz, M., Godoy, O., & Gómez-Aparicio, L. (2019). Disentangling the climatic and biotic factors driving changes in the dynamics of *Quercus suber* populations across the species 'latitudinal range. *Diversity and Distributions*, 25(4), 524-535.
- Mebarki, A. (2003). Cartographie automatique des précipitations: application à l'Est algérien. *Sciences & Technologie. B, Sciences de l'ingénieur*, 100-107.
- MECHERGUI, K., JAOUADI, W., & AMMARI, Y. (2022). Le chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) en Tunisie: Écologie, production, état de dégradation et les pratiques d'aménagement. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 10(1).
- Menea, M., & Chouaib, R. A. (2020). ÉVALUATION DE LA BIODIVERSITÉ DES PEUPELEMENTS DE COLÉOPTÈRES DANS TROIS TYPES D'HABITATS FORESTIERS (QUERCUS SUBER, QUERCUS CANARIENSIS, FORÊT MIXTE) DE LA FORÊT DE OULED BECHIH, N... *Bull. Soc. zool. Fr*, 145(1), 11-33.
- Merouani, H., Trubat, R., Lourenço, M. J., Sampaio, T., de Lourdes Santos, M., Cortina, J., ... & Almeida, M. H. (2005). Le développement de champignons, un facteur limitant la

conservation à long terme des glands de chêne-liège (*Quercus suber* L.). *IOBC/wprs Bull*, 28(8), 129-136.

Messaoudène, M. (2000). Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Algérie. *La forêt algérienne*, 3, 5-9.

Messaoudene, M., Laribi, M., & Derridj, A. (2007). Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 291, 75-81.

Méthy, M., Damesin, C., & Rambal, S. (1996). Drought and photosystem II activity in two Mediterranean oaks. In *Annales des sciences forestières* (Vol. 53, No. 2-3, pp. 255-262). EDP Sciences.

Meyer, J. (1969). Problèmes actuels de Cécidologie. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 116(9), 445-481.

Meyer, J. (1987). *Plant galls and gall inducers*. Gebrüder Borntraeger.

Meyer, S., Rusterholz, H. P., & Baur, B. (2020). Urbanisation and forest size affect the infestation rates of plant-galling arthropods and damage by herbivorous insects. *European Journal of Entomology*, 117, 34-48. doi: 10.14411/eje.2020.004

Mezali M. (2003). Situation de la subéraie et la production du liège. Atelier sur le liège, Bejaia, 2003. 12 p.

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

Montserrat, P. (1972). La présence du chêne-liège à Minorque.

Mound, L. A., & Minaei, K. (2007). Australian thrips of the Haplothrips lineage (Insecta: Thysanoptera). *Journal of Natural History*, 41(45-48), 2919-2978.

Mound, L. A., & Palmer, J. M. (1986). Patterns of speciation in Neotropical spore-feeding thrips of the genus *Zeugmatothrips* (Insecta, Thysanoptera, Phlaeothripidae). *Volume 9, fascículo 4, 1986, página 581-594*.

Nageleisen, L. M., & Hett, P. (1989). Les problèmes entomologiques, pathologiques et physiologiques: Les feuillus. *La Santé des Forêts [France] en*.

Natividade, J. V. (1956). Subériculture, édition française de l'ouvrage portugais. *Subericultura. Ecole Nationale des Eaux et Forêts, Nancy, France*.

Nielsen, B. O. (1978). Food resource partition in the beech leaf-feeding guild. *Ecological Entomology*, 3(3), 193-201.

Nieves-Aldrey, J. L. (2001). Hymenoptera Cynipidae. Fauna Ibérica, vol. 16. Ramos, MA et al.(Eds.), Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 636 pp.

- Nieves-Aldrey, J. L., & Butterill, P. T. (2014). First evidence of cynipids from the Oceanian Region: the description of *Lithonecrus papuanus* a new genus and species of cynipid inquiline from Papua New Guinea (Hymenoptera: Cynipidae, Synergini). *Zootaxa*, 3846(2), 221-234.
- Nieves-Aldrey, J. L., & Medianero, E. (2010). *Agastoroxenia panamensis*, a new genus and species of inquiline oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini) of the Neotropics. *Annals of the Entomological Society of America*, 103(4), 492-499.
- Notaro, M. (2013). *Suivi démographique, étude du cycle de vie et barcoding du thrips Elixothrips brevisetis, responsable de la rouille argentée sur bananier* (Doctoral dissertation).
- OKBI, M., & ZIDOUR, A. (2019). *Effet du couvert végétal sur les propriétés physico-chimiques du sol dans la région de Ksar Chellala–Wilaya de Tiaret* (Doctoral dissertation, université ibn khaldoun-tiaret).
- Okkacha, M. H. (2014). *M. BABALI Brahim* (Doctoral dissertation, Université de MASCARA).
- Oliveira, G., Correia, O. A., Martins-Loução, M. A., & Catarino, F. M. (1992). Water relations of cork-oak (*Quercus suber* L.) under natural conditions. *Quercus ilex L. ecosystems: function, dynamics and management*, 199-208.
- Oliveira, G., Correia, O., Martins-Loução, M. A., & Catarino, F. M. (1994). Phenological and growth patterns of the Mediterranean oak *Quercus suber* L. *Trees*, 9, 41-46.
- Ouakid, M. L., Farine, J. P., & Soltani, N. (2005). Evaluation de l'activité entomopathogène d'une souche locale du champignon *Metharizium anisopliae* sur les larves de *Lymantria dispar*. *IOBC/wprs Bull*, 28(8), 185-191.
- Oularbi, A., & Zeghiche, A. (2009). Sensibilité à l'érosion du massif cristallophyllien de l'Edough (Nord-Est Algérien). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 20, 58-72.
- Oussaid, A. (2016). *Elaboration et caractérisation d'un nouveau matériau composite à base de PVC et de la farine de bois de chêne zeen modifiée* (Doctoral dissertation, UMMTO).
- Pal, E., Lavoit, A. V., Morel, E., Brinquin, A. S., Pringarbe, M., Correard, M., ... & Martin, J. C. (2013, October). Recherche d'essences végétales répulsives ou non appétantes contre les attaques massives de *Bombyx dispar*. In 7. Meeting Working Group "Integrated Protection in *Quercus* spp. Forests" 7ème Meeting/Groupe de travail "Protection Intégrée des Forêts à *Quercus* (pp. 68-p).
- Pascual-Alvarado, E., Nieves-Aldrey, J. L., Castillejos-Lemus, D. E., Cuevas-Reyes, P., & Oyama, K. (2017). Diversity of galls induced by wasps (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipini) associated with oaks (Fagaceae: *Quercus*) in Mexico. *Botanical Sciences*, 95(3), 461-472. <https://doi.org/10.17129/botsci.1215>

- Patouma, L., Nukenine, E. N., Adamou, I., & Djieto-Lordon, C. (2020). Caractérisation de l'entomofaune de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en champ dans la localité de Meskine, région de l'Extrême-nord, Cameroun. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(6), 2069-2076.
- Pénczes, Z., Tang, C. T., Bihari, P., Bozsó, M., Schwéger, S., & Melika, G. (2012). Oak associated inquilines (Hymenoptera, cynipidae, Synergini). *TISCIA monograph series*, 11, 1-76.
- Peragallo, A. (1879). *Les insectes coléoptères du département des Alpes maritimes*. Malvano-Mignon.
- Philips, T. K., Bell, K. L., Leschen, R. A. B., Beutel, R. G., & Lawrence, J. F. (2010). 6.4. Ptinidae Latreille, 1802. *Handbook of zoology*, 4, 39.
- Piazzetta, R. (2005). La levée du liège, Guide technique et de vulgarisation. *Institut Méditerranéen du liège*. 23p.
- Pickett, S. T., & White, P. S. (Eds.). (2013). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Elsevier.
- Ping, C. (1915). Some inhabitants of the round gall of goldenrod. *J. Entomol. Zool*, 7, 161-179.
- Pirame, S. (2003). *Contribution à l'étude de la pathologie estivale de l'escargot Petit-Gris (Helix aspersa): reproduction expérimentale* (Doctoral dissertation).
- Programme for the Endorsement of Forest Certification, 2013
- Pujade-Villar, J., & Nieves-Aldrey, J. L. (1986). Una nueva especie de *Saphonecrus* Dalla Torre y Kieffer del suroeste de Europa: *Saphonecrus barbotini* n. sp. (Hym., Cynipidae, Cynipinae).
- Pujade-Villar, J., & Ros-Farre, P. (1998). Review of Giraud's types of the species of *Synergus* Hartig, 1840 (Hymenoptera, Cynipidae). *ZOOSYSTEMA-PARIS*-, 20, 529-540.
- Pujade-Villar, J., & Díaz, N. B. (2001). Cynipidos galigenos introducidos en América del sur (Hymenoptera: Cynipoidea: Cynipidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 60(1-4).
- Pujade-Villar, J. (2004). Les gal· les dels roures: una font de recursos per a molts organismes.
- Pujade-Villar, J., Melika, G., Ros-Farré, P., Ács, Z., & Csóka, G. (2003). Cynipid inquiline wasps of Hungary, with taxonomic notes on the Western Palaearctic fauna (Hymenoptera: Cynipidae, Cynipinae, Synergini). *Folia Entomologica Hungarica*, 64, 121-170.

- Pujade-Villar, J. U. L. I., Boukreris, F., Saimi, F., Bouhafis, F., & Bouhraoua, T. R. (2010). Cynipidés gallicoles (Hymenoptera, Cynipidae) trouvées sur *Quercus suber* et *Q. faginea* dans le massif forestier de Hafir-Zarieffet (Tlemcen, Algérie) et mise à jour de la connaissance des Cynipini Algériens. *Bol. Asoc. Esp. Ent.*, 34, 183-198.
- Pujade-Villar, J., Mata-Casanova, N., Ben-Jamâa, M. L., Grami, M., Ouakid, M., Adjami, Y., ... & Haddar, L. (2012). Les cynipidés gallicoles des chênes d'Afrique du Nord: espèces curieuses et espèces potentiellement dangereuses (Hymenoptera: Cynipidae). *IOBC/wprs Bulletin*, 76, 225-232.
- Quézel, P. (1956). *Contributions à l'étude des forêts de chênes à feuilles caduques d'Algérie*. Impr. La Typo-litho et J. Carbonel réunies.
- Quézel, P., & Médail, F. (2003). *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen* (Vol. 572). Paris: Elsevier.
- Quézel, P., & Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.
- Quilici, S., Franck, A., & Vincenot, D. (2003). Les auxiliaires des cultures fruitières à l'île de la Réunion.
- Rachida, F. (2014). Bioécologie de *Sphodroxia maroccana* (Coleoptera: Melolonthidae). Effets collatéraux du contrôle des larves de ce ravageur sur la faune entomologique non-cible dans les parcelles de régénération du chêne-liège de la forêt de la Mamora (Maroc).
- Ragazzi, A., Fedi, I. D., & Mesturino, L. (1989). The oak decline: a new problem in Italy. *European Journal of Forest Pathology*, 19(2), 105-110.
- Raman, A. (2011). Morphogenesis of insect-induced plant galls: facts and questions. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 206(6), 517-533.  
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2010.08.004>
- Roininen, H., Price, P. W., & Tahvanainen, J. (1996). Bottom-up and top-down influences in the trophic system of a willow, a galling sawfly, parasitoids and inquilines. *Oikos*, 44-50.
- Rokas, A., Atkinson, R. J., Webster, L., Csóka, G., & Stone, G. N. (2003). Out of Anatolia: longitudinal gradients in genetic diversity support an eastern origin for a circum-Mediterranean oak gallwasp *Andricus quercustozae*. *Molecular ecology*, 12(8), 2153-2174.
- Rokas, A., Melika, G., Abe, Y., Nieves-Aldrey, J. L., Cook, J. M., & Stone, G. N. (2003). Lifecycle closure, lineage sorting, and hybridization revealed in a phylogenetic analysis of European oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini) using mitochondrial sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 26(1), 36-45.

- Rol, R., Toulgouat, P., Jacamon, M., & Oudin, A. (1968). *Flore des arbres, arbustes et arbrisseaux.: 3-région méditerranéenne.*
- Ronquist, F. (1994). Evolution of parasitism among closely related species: phylogenetic relationships and the origin of inquilinism in gallwasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Evolution*, 48: 241–266.
- Ronquist, F., & Liljeblad, J. (2001). Evolution of the gall wasp-host plant association. *Evolution*, 55(12), 2503-2522.
- Ronquist, F., Nieves-Aldrey, J. L., Buffington, M. L., Liu, Z., Liljeblad, J., & Nylander, J. A. (2015). Phylogeny, evolution and classification of gall wasps: the plot thickens. *PLoS One*, 10(5), e0123301. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123301>.
- Ros-Farré, P., & Pujade-Villar, J. (1998). Estudio mediante una trampa Malaise de la comunidad de cinípidos cecidógenos e inquilinos de Santa Coloma, Andorra (Hymenoptera, Cynipidae). *Ecologia (España)*, (12).
- Ruiu, P. A., Sechi, C., Linaldeddu, B. T., & Franceschini, A. (2005). Variabilité de l'incidence du dépérissement sur les trois espèces de chênes présentes dans les subéraies de Sardaigne. *Comptes rendus de la réunion*, 28(8), 53-58.
- Ruiu, P. A., Sechi, C., Linaldeddu, B. T., & Franceschini, A. (2005). Création d'un réseau de surveillance du dépérissement des subéraies en Sardaigne et analyse des premiers résultats. *IOBC/wprs Bull*, 28(6), 45-51.
- RUST, C., SCHWEBEL, L., & SARDET, E. (2012). *Modicogryllus frontalis* (Fieber, 1844), espèce nouvelle en France (Orthoptera, Gryllidae). *Matériaux orthoptériques et entomocénétiques*, 17, 57-62.
- Saccardy, L. (1938). Le Chêne-Liège et le Liège en Algérie (Suite et fin). *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 18(204), 574-593.
- Saimi F.(2004) . Contribution à l'étude de la faune entomologique de trois espèces de chêne :**  
**chêne liège (*Quercus suber*), chêne vert (*Quercus ilex*) et chêne zeen (*Quercus faginea*)**  
**dans**  
**le massif forestier Hafir-Zarrifet (Tlemcen). Mém. Ing. Fac. Sc. Départ. Forest. Univ. Tlemcen. 73p.**
- Sanver, D., & Hawkins, B. A. (2000). Galls as habitats: the inquiline communities of insect galls. *Basic and Applied Ecology*, 1(1), 3-11.
- Saouli Amel (2009) .VUE, E. Caractérisation des composés chimiques des glands du chêne-liège. Etude de la germination; Interaction Glands-Insectes. Magestère

- Sauvage, C. (1961). *Flore des subéraies marocaines: catalogue des cryptogames vasculaires et des phanérogames*. Société des sciences naturelles et physiques du Maroc.
- Scarascia-Mugnozza, G., Oswald, H., Piussi, P., & Radoglou, K. (2000). Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*, 132(1), 97-109.
- Schaffhauser A., Curt T., Véla E., & Tatoni T. (2012). Effets de la récurrence des feux sur l'abondance des plantes regroupées par traits dans les forêts et maquis à *Quercus suber* L. *Forest Ecology and Management*, vol. 282, no. (15), pp, 157-166.
- Schönrogge, K., Walker, P., & Crawley, M. J. (2000). Parasitoid and inquiline attack in the galls of four alien, cynipid gall wasps: host switches and the effect on parasitoid sex ratios. *Ecological Entomology*, 25(2), 208-219.
- Sechi, C., Ruiu, P. A., Franceschini, A., & Corda, P. (2002). Nouvelles recherches sur l'extension des phénomènes de dépérissement dans les subéraies de Sardaigne. *IOBC/wprs Bull*, 25(5), 5-12.
- Seigue, A. (1985). *La foret circummediterraneenne et ses problemes*.
- Seltzer, P. 1946: Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Météo. Et Phys. du globe. – Alger
- Seltzer, P., Lasserre, A., Grandjean, A., Auberty, R., & Fourey, A. (1946). *Le climat de l'Algérie*. Impr." La Typo-litho" et J. Carbonel.
- Serbouh, I. (2021). *Etablissement de modèles de répartition de tiges du chêne zéen (Quercus canariensis willd.) dans la forêt d'Akfadou (Tizi-Ouzou). Etude de l'influence du choix de la distribution théorique et des facteurs stationnels sur le paramétrage des modèles obtenus* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- SHORTHOUSE, I. D. & ROHFRITSCH, O. (Eds.). , 1992. *Biology of Insect-Induced Galls*. Oxford University Press, New York , Oxford. 285 pp.
- Shorthouse, J. D., Wool, D., & Raman, A. (2005). Gall-inducing insects—Nature's most sophisticated herbivores. *Basic and Applied Ecology*, 6(5), 407-411.
- Silva, J. S., & Catry, F. (2006). Forest fires in cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies*, 63(3), 235-257.
- Simões, C. (1934). O Instituto Superior de Agronomia e a sua actividade científica. 1852-1934 (8-Junho). *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, Vol. 6 (2), p. 82.
- Skuhrová, M. (2016). Checklist of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of Turkey.
- Soria, F. J., Villagrán, M., & Ocete, M. E. (1994). Estudio del comportamiento alimentario de *Crematogaster scutellaris* Oliv.(Hym., Formicidae) en tres alcornoques del SW español. *Bolet. Sani. Veget. Plag*, 20, 637-642.

- Soukkou, W., Harem, A., & Younsi, S. E. (2018). *Contribution à l'étude de l'état de santé et la capacité de germination des glands de chêne liège (Quercus suber L.)* (Doctoral dissertation, Université de Jijel).
- Sousa, E. M. R. (1995). Les principaux ravageurs du chêne-liège au Portugal. Leurs relations avec le déclin des peuplements. *Bulletin OILB SROP (France)*, 18(6).
- Sousa, E. M. R., Debouzie, D., & Pereira, H. (1995). Le role de l'insecte *Platypus cylindrus* F.(Coleoptera, Platypodidae) dans le processus de deperissement des peuplements de chene-liege au Portugal. *Bulletin OILB SROP (France)*, 18(6).
- Sousa, E. M. R., & Kadiri, Z. (2005). Le déclenchement des perturbations physiologiques des peuplements de chêne-liège: une synthèse des relations agent/hôte. *IOBC/wprs Bull*, 28, 9-16.
- Sousa, E., & Inácio, M. L. (2005). New aspects of *Platypus cylindrus* Fab.(Coleoptera: Platypodidae) life history on cork oak stands in Portugal. *Entomological research in Mediterranean forest ecosystems*, 147-168.
- Starzomski, B. M., Parker, R. L., & Srivastava, D. S. (2008). On the relationship between regional and local species richness: a test of saturation theory. *Ecology*, 89(7), 1921-1930. <https://doi.org/10.1890/07-0418.1>
- Statistics, I. S. v. 23.0, IBM Corp., Armonk, NY, USA; 2015.
- Stefani-perez. (1906) . Contributo all'entomofaunna dei cesidii.Marcellia, 5-113.
- StegagnoG . (1904). *I locatari dei cedidozoi sin qui noti in Italia. Marcellia*, 8, 18-53.
- Stone, G. N., & Sunnucks, P. (1993). Genetic consequences of an invasion through a patchy environment—the cynipid gallwasp *Andricus quercuscalicis* (Hymenoptera: Cynipidae). *Molecular Ecology*, 2(4), 251-268.
- Stone, G. N., Schönrogge, K., Crawley, M. J., & Fraser, S. (1995). Geographic and between-generation variation in the parasitoid communities associated with an invading gallwasp, *Andricus quercuscalicis* (Hymenoptera: Cynipidae). *Oecologia*, 104, 207-217.
- Stone, G. N., Schönrogge, K., Atkinson, R. J., Bellido, D., & Pujade-Villar, J. (2002). The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual review of entomology*, 47(1), 633-668. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145247>.
- Stone, G. N., & Schönrogge, K. (2003). The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(10), 512-522.
- Stone, G. N., Hernandez-Lopez, A., Nicholls, J. A., Di Pierro, E., Pujade-Villar, J., Melika, G., & Cook, J. M. (2009). Extreme host plant conservatism during at least 20 million years of host plant pursuit by oak gallwasps. *Evolution*, 63(4), 854-869. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2008.00604.x>

- Tassin, C. (2012). *Paysages végétaux du domaine méditerranéen: Bassin méditerranéen, Californie, Chili central, Afrique du Sud, Australie méridionale*. IRD éditions.
- Thomas, F. M., Blank, R., & Hartmann, G. (2002). Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in Central Europe. *Forest Pathology*, 32(4-5), 277-307.
- Thomas, M., Herring, C., Horton, H. D., Semyonov, M., Henderson, L., & Mason, P. L. (2020). Race and the accumulation of wealth: Racial differences in net worth over the life course, 1989–2009. *Social Problems*, 67(1), 20-39.
- Tiberi, R., Branco, M., Bracalini, M., Croci, F., & Panzavolta, T. (2016). Cork oak pests: a review of insect damage and management. *Annals of forest science*, 73, 219-232.
- Tomas, F. (1977). *Annaba et sa région: organisation de l'espace dans l'extrême-Est algérien*. Université de Saint-Etienne.
- Torossian, C. (1971). Faune secondaire des galles de cynipidae: I.—Étude systématique des fourmis et des principaux arthropodes récoltés dans les galles. *Insectes Sociaux*, 18, 135-154.
- Torossian, C. (1972). Étude biologique des fourmis forestières peuplant les galles de Cynipidae des chênes: III.—Rôle et importance numérique des femelles fondatrices. *Insectes Sociaux*, 19, 25-38.
- Touat, F. (2021). *Contribution à l'étude d'abondance des macroinvertébrés et hiérarchisation des facteurs écologiques dans la forêt d'Ah Ghobri: cas d'une station mixte: Quercus canariensis et*
- Toubal, A., & Toubal, O. (1998). Roche-mère, sol et végétation du massif de l'Edough: Segment de la chaîne alpine de l'algérien orientale. *Écologie*, 29(1/2), 207.
- Toubal, O. (2009). La flore de l'Edough (NE Algérie): biodiversité, taxons rares, dynamique végétale et cartographie. *Bocconeia*, 23, 439-450.
- Touhami, I., Chirino, E., Aouinti, H., El Khorchani, A., Elaieb, M. T., Khaldi, A., & Nasr, Z. (2020). Decline and dieback of cork oak (*Quercus suber* L.) forests in the Mediterranean basin: A case study of Kroumirie, Northwest Tunisia. *Journal of Forestry Research*, 31(5), 1461-1477.
- UICN, F. L'Initiative pour la restauration: revue annuelle 2020.
- Varela, M. C. (2008). Dépérissement des peuplements de chêne-liège et changement climatique. *Forêt méditerranéenne*, 29(2), 209-212.
- Varela, M. C., & Piazzetta, R. (2014). Méthodes de régénération du chêne-liège au Portugal. *Forêt méditerranéenne*, 35(2), 101-108.
- Vennetier, M. (2012). Changement climatique et dépérissements forestiers: causes et conséquences. *Changement climatique et modification forestière*, p-50.

- Veillon S. (1998). Guide technique de subericulture dans les Pyrénées-orientales. Typologie
- Vignes E. (1990). Sylviculture des suberaies varoises. *For. médit.* 12(2), septembre 1990 :
- Villar, J. P. (1991). *Contribucio al coneixement dels cinipids cecidogens dels arbres i arbusts de catalunya, dels cinipids associats a aquests i dels seus parasits* (Doctoral dissertation, Universitat de Barcelona).
- Villar, J. P., & Gayubo, S. F. (2004). Himenópteros. In *Curso práctico de entomología* (pp. 813-854). Asociación Española de Entomología.
- Villar, J. P., Askew, R. R., Grami, M., & Jamâa, M. L. B. (2010). Sur *Synophrus olivieri* (Hymenoptera, Cynipidae) et ses parasitoïdes (Hymenoptera, Chalcidoidea) trouves dans la chaine montagneuse de Khmir (Tunisie). *Boletín de la SEA*, (47), 383-387.
- Villemant, C., & Fraval, A. 1991. La faune du Chêne-liège. *Actes Editions, Rabat*, 456.
- Villemant, C., & Fraval, A. (1993). La faune entomologique du chêne-liège en forêt de la Mamora (Maroc). *Ecologia mediterranea*, 19(3), 89-98.
- Villemant, C., & Fraval, A. (2002). Les insectes ennemis du liège. *Insectes*, 125, 25-30.
- Villemant, C., & Jamâa, M. L. B. (2005). Comptes rendus de la réunion. *Bulletin OILB srop Vol, 28*, 8.
- Vrignaud, S. (2014). Une malacofaune remarquable et encore à approfondir dans le marais de Lavours. *Publications de la Société Linnéenne de Lyon*, 3(1), 108-119.
- Walsh (B.D.) . (1884-1886) . On the insects, Coléopterous, Hymenopterous, ans Depterous, inhabiting the galls of certain speices of Willows. *Proc.Ent.Soc.Philadelphia*, 3,543-641, 223-288.
- Ward, A. K., Sheikh, S. I., & Forbes, A. A. (2020). Diversity, host ranges, and potential drivers of speciation among the inquiline enemies of oak gall wasps. *bioRxiv*, 2020-05.
- Ward, A. K. G. (2022). *Diversity and the evolution of host ranges in the North American oak gall wasps and their associated inquilines and parasitoids* (Doctoral dissertation, The University of Iowa).
- Weiss, A. K. (2000). Illustrated Guide to the Plant Galls of the Roemer Arboretum. SUNY Geneseo. *Journal of Science and Mathematics*, 1, 16-32.
- Wiebes-Rijks, A. A. (1992). Ecological relationships of insects inhabiting cynipid galls. *Biology of insect-induced galls*, 238-257.
- Wright, M. G., & Samways, M. J. (1998). Insect species richness tracking plant species richness in a diverse flora: gall-insects in the Cape Floristic Region, South Africa. *Oecologia*, 115, 427-433. <https://doi.org/10.1007/s004420050537>.

- Yasmine, A., Khadija, S., Marwa, G., Laid, O. M., & Juli, P. V. (2017). The Gall Species of *Quercus Suber* Leaves in Cork Oak of Northeastern Algeria. *World Journal of Environmental Biosciences*, 6(3-2017), 17-20.
- Yessad, S.A.(2000). Le chêne liège et le chêne dans les pays de méditerranée occidentale . Louvain-la-veuve, ASBL. Foret wallonne, 111p.
- Younsi, S. E., Adjami, Y., Ghanem, R., Bouchaib, B., & Ouakid, M. L. (2021). Impact of different factors degrading cork oak stands in the Mediterranean region: a case study from Algeria.
- Yousfi M., 1995: les contraintes exercés sue le chêne-liège au Maroc. Exemple de la Mamora. IOBC/wprs Bull. 18 :43-49.
- Zeraia, L. (1981). *Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne-liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie* (Doctoral dissertation).
- Zine El Abidine, A. (1987). *Application de l'analyse multidimensionnelle à l'étude taxinomique et phytoécologique du chêne zeen (Q. faginea Lamk. sl) et de ses peuplements au Maroc* (Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3).
- Zine, M. (1992). Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du colloque «des (*Quercus suber* L.) en Algérie. *La forêt algérienne*, 3, 5-9.
- Zobir, S. H., Laraba, A., & Khanchoul, K. (2008). Conséquences de l'altération des gneiss arkosiques sur la topographie locale (massif de l'Edough, Annaba, N-E algérien). *Bulletin des Sciences Géographiques*, 21, 29-36.

## Résumé

Le travail réalisé est structuré en deux parties principales :

-Une étude sur l'état sanitaire des subéraies de l'Edough et la diversité des insectes phyllophages vivant dans le feuillage du chêne-liège et de chêne-zeen,

-Une étude sur la biodiversité des galles (Cynipidae, Hymenoptera) et le cortège des insectes inféodés à ces derniers

D'après les trois années d'étude, l'état sanitaire des subéraies de l'Edough s'est avéré satisfaisant et l'état sanitaire des feuilles indique une diversité d'infestation par l'attaque des phyllophages (la perforation, la décapouse, la nécrose et la présence des galles). Parmi les 816 insectes phyllophages obtenus dans cette étude, les groupes d'insectes dominants étaient les hyménoptères, les coléoptères, les diptères, les orthoptères et les hémiptères. En effet, les feuilles sont affectées par 08 galles.

Cependant, l'étude de la biodiversité des galles (Cynipidae, Hymenoptera) vivant dans les chênaies du massif forestier de l'Edough, met en évidence 13 espèces se trouvant sur *Quercus faginea* et *Q. suber*. Toutes les galles de Cynipidae du chêne collectées appartenaient à huit genres: *Andricus*, *Synophrus*, *Callirhytis*, *Cynips*, *Cerroneuroterus*, *Neuroterus*, *Plagiotrochus* et *Pseudoneuroterus*. L'abondance des galles a été très élevée durant les saisons hivernales tandis qu'elle a été significativement faible au cours des saisons estivales. La population des galles a été bien diversifiée et équilibrée durant le printemps (H=2,35 ; E=0,74) par contre elle a été très faible en été (H=0,51 ; E=0,26).

Ces galles peuvent héberger d'autres organismes : la faune primaire présente 3 espèces inquilines et la faune secondaire : 11 espèces de parasitoïdes, réparties en six familles (Eurytomidae, Torymidae, Pteromalidae, Ormyridae, Megastigmidae, Eulophidae). la faune secondaire atteint 22 ordres répartis entre 10700 individus qui appartiennent à 164 espèces occupant les galles à diverses raisons.

- Toutes les espèces de Chalcidoidea mentionnées précédemment sont pour la première fois signalées en Algérie, sauf *Ormyrus nitidulus*.

**Mots clé :** l'état sanitaire, chêne-liège, chêne -zeen, phyllophages, galle, Cynipidae, la faune des galles.

## Abstract

The work carried out is structured into two main parts:

- A study on the health status of the cork oak forests of Edough and the diversity of phyllophagous insects living in the foliage of cork oak and Zeen oak.
- A study on the biodiversity of galls (Cynipidae, Hymenoptera) and the associated insect community.

Based on three years of study, the health status of the cork oak forests in Edough proved to be satisfactory, and the condition of the leaves indicated a diversity of infestations caused by phyllophagous attacks (perforations, defoliation, necrosis, and the presence of galls). Among the 816 phyllophagous insects obtained in this study, the dominant insect groups were Hymenoptera, Coleoptera, Diptera, Orthoptera, and Hemiptera. Indeed, the leaves were affected by eight types of galls.

However, the study of the biodiversity of galls (Cynipidae, Hymenoptera) living in the oak forests of the Edough mountain range highlighted 13 species found on *Quercus faginea* and *Q. suber*. All of the galls from Cynipidae collected on oak belonged to eight genera: *Andricus*, *Synophrus*, *Callirhytis*, *Cynips*, *Cerroneuroterus*, *Neuroterus*, *Plagiotrochus*, and *Pseudoneuroterus*. The abundance of galls was very high during the winter seasons, while it was significantly lower during the summer seasons. The gall population was well-diversified and balanced during the spring ( $H=2.35$ ;  $E=0.74$ ), but it was very low in summer ( $H=0.51$ ;  $E=0.26$ ).

These galls can host other organisms: the primary fauna presents 3 species of inquilines, while the secondary fauna consists of 11 species of parasitoids, distributed across six families (Eurytomidae, Torymidae, Pteromalidae, Ormyridae, Megastigmidae, Eulophidae). The secondary fauna comprises 22 orders, with 10,700 individuals belonging to 164 species occupying the galls for various reasons. All the Chalcidoidea species mentioned above are reported for the first time in Algeria, except *Ormyrus nitidulus*.

**Keywords:** health status, cork oak, Zeen oak, phyllophagous insects, gall, Cynipidae, gall fauna.

## الملخص

:العمل المنجز مُنظم في جزئين رئيسيين

- دراسة حول الحالة الصحية لغابات البلوط الفليني في منطقة إيدوغ وتنوع الحشرات العاشبة التي تعيش في أوراق البلوط الفليني وبلوط زين
- ، غشائيات الأجنحة) والمجتمع الحشري المرتبط بها(Cynipidae) دراسة حول التنوع البيولوجي للأورام

استنادًا إلى ثلاث سنوات من الدراسة، تبين أن الحالة الصحية لغابات البلوط الفليني في إيدوغ كانت مُرضية، وأن حالة الأوراق تشير إلى تنوع في الإصابة جراء هجمات الحشرات العاشبة (الثقب، التعرية، النخر ووجود الأورام). من بين 816 حشرة عاشبة تم الحصول عليها في هذه الدراسة، كانت المجموعات الحشرية السائدة هي غشائيات الأجنحة، الخنافس، الذباب، مستقيمات الأجنحة، والحقائق. في الواقع، تأثرت الأوراق بثماني أنواع من الأورام

، غشائيات الأجنحة) التي تعيش في غابات البلوط في جبال (Cynipidae) ومع ذلك، تبرز دراسة التنوع البيولوجي للأورام Cynipidae جميع الأورام التي تم جمعها من فصيلة *Q. suber* و *Quercus faginea* إيدوغ 13 نوعًا موجودة على *Andricus*، *Synophrus*، *Callirhytis*، *Cynips*، *Cerroneuroterus*، كانت وفرة الأورام مرتفعة جدًا خلال المواسم الشتوية بينما *Neuroterus*، *Plagiotrochus*، *Pseudoneuroterus* كانت منخفضة بشكل كبير خلال المواسم الصيفية. تنوعت وتوازنت جماعات الأورام بشكل جيد خلال فصل الربيع (H=0.51؛ E=0.26)، بينما كانت منخفضة جدًا في فصل الصيف (H=2.35؛ E=0.74).

الأولية تحتوي على 3 أنواع من الكائنات الطفيلية، بينما يحتوي fauna لهذه الأورام أن تحتضن كائنات أخرى: ف *Eurytomidae*، *Torymidae*، الثانوية على 11 نوعًا من الطفيليات المتطفلة، موزعة على ست عائلات fauna يصل إجمالي الحشرات الثانوية إلى 22 رتبة. (*Pteromalidae*، *Ormyridae*، *Megastigmidae*، *Eulophidae*). تضم 10,700 فرد تنتمي إلى 164 نوعًا تشغل الأورام لأسباب متنوعة

جميع أنواع المذكورة أعلاه تم الإبلاغ عنها لأول مرة في الجزائر، باستثناء

جميع Chalcidoidea الا *Ormyrus nitidulus* وجدت لأول مرة في الجزائر

**الكلمات المفتاحية.** حشرات الأورام: Cynipidae الحالة الصحية، البلوط الفليني، بلوط زين، الحشرات العاشبة، الأورام،