



## Glands de chêne-liège de la subéraie Hafir-Zarieffet (Tlemcen, Algérie) : caractéristiques, état sanitaire et infestation par les insectes

### Cork oak acorns of the Hafir-Zarieffet oak cork forest (Tlemcen, Algeria): characteristics, health status and insect infestation

BOUCHAOUR-DJABEUR S.<sup>1</sup>, BENABDELI K.<sup>2</sup> & TAIB N.<sup>3</sup>

**Abstract:** In a perspective of ensuring the perpetual renewal of our degraded Mediterranean forests, the objective of this article is to study the cork oak acorns of the Hafir-Zarieffet oak cork forest.

Statistical analysis shows the preponderant effect of the producing tree on the water content ( $43\% \leq TE \leq 52\%$ ). The acorns have distinct sizes and shapes ranging from rounded spherical shape to sub-cylindrical shape. They have the property of being less infested by pathogens, mainly the fungus *Ciboria batschiana*. The evaluation of the infestation reveals that the acorns of Hafir trees are less infested (32%) than those of Zarieffet (45%) by *Cydia fagiglandana*, while *Curculio elephas* finds almost similar rates (21%). For the soil lots, those of Zarieffet are remarkably infested by *Curculio elephas* (58%) and barely 11% by *Cydia fagiglandana*. Those of Hafir show an average infestation for the two insects. At the forest level, *Cydia fagiglandana* is more evident in Zarieffet (41%) than in Hafir (33%), while *Curculio elephas* shows almost identical proportions for Hafir (24%) and Zarieffet (26%). The average dispersion of acorn depredation per tree is 29,51%.

Key words: *Quercus suber*, acorns, health status, infestation, dispersal, north-western Algeria.

**Résumé :** Dans une perspective d'assurer le renouvellement perpétuel de nos forêts méditerranéennes dégradées, l'objectif du présent article est d'étudier les glands de chêne-liège de la subéraie Hafir-Zarieffet. L'analyse statistique met en évidence l'effet prépondérant de l'arbre producteur sur la teneur en eau ( $43\% \leq TE \leq 52\%$ ). Les glands ont des tailles et des formes distinctes allant de la forme arrondie sphérique à la forme sub-cylindrique. Ils présentent la propriété d'être moins infestés par les agents pathogènes, principalement le champignon *Ciboria batschiana*. L'évaluation de l'infestation dévoile que les glands des arbres de Hafir sont moins infestés (32%) que ceux de Zarieffet (45%) par *Cydia fagiglandana*, alors que *Curculio elephas* découvre des taux presque similaires (21%). Pour les lots des sols, ceux de Zarieffet sont remarquablement infestés par *Curculio elephas* (58 %) et à peine 11% par *Cydia fagiglandana*. Ceux de Hafir présentent une infestation moyenne pour les deux insectes. Au niveau forêt, *Cydia fagiglandana* se manifeste plus à Zarieffet (41%) qu'à Hafir (33%), alors que *Curculio elephas* affiche des proportions presque identiques pour Hafir (24 %) et Zarieffet (26 %). La dispersion moyenne de la déprédation des glands par arbre est de 29,51 %.

Mots clés : *Quercus suber*, glands, état sanitaire, infestation, dispersion, nord-ouest algérien.

## INTRODUCTION

Ressource naturelle noble, *Quercus suber* L. à l'état spontané s'observe uniquement dans le bassin méditerranéen occidental et sur la côte atlantique. Il occupe environ 2000000 d'hectares (ha) dont 1100000 ha en Europe : Portugal, Espagne, Italie, France, et le reste en Afrique du Nord : Algérie, Maroc et Tunisie. Il croît en plaine comme en montagnes et nécessite un climat doux et humide. C'est une espèce qui a toujours été recherchée pour son écorce (le liège), utilisée dans plusieurs industries, pour son bois de bonne valeur calorifique et pour ses glands très appréciés par l'homme, les animaux sauvages et domestiques. Ses rôles socio-économiques, écologiques et paysagers très importants lui valent un attrait particulier sur tout le pourtour méditerranéen (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2011).

1 : Faculté des Sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bekr Belakaid, Tlemcen, Algérie

2 : Faculté des Sciences de la nature et de la vie, Université Mustapha Stambouli, Mascara, Algérie

3 : Faculté de Biologie, Université Moulay Tahar, Saïda, Algérie.

E-mail du correspondant : [bsdjabeur@gmail.com](mailto:bsdjabeur@gmail.com)

[sabihabouchaour@gmail.com](mailto:sabihabouchaour@gmail.com)

Les subéraies algériennes qui tapissaient une superficie originelle variant, selon les auteurs, entre 429000 et 480000 ha (troisième rang après le Portugal et l'Espagne), sont estimées actuellement à 357231 ha dont 68 % de vieilles futaies. La grosse masse des meilleurs et vastes boisements se rencontre à l'Est du pays, essentiellement dans les zones humides et subhumides. En dehors de cette région, le chêne-liège s'étend d'une manière assez discontinue sous forme de massifs isolés et de moindre importance. A l'Ouest, il est moins fréquent ; il se présente à Relizane (Ami Moussa), au Sud de Mascara (Nesmoth), près de Tiaret (Tagdempt), dans les environs d'Oran (M'sila et Terziza) et surtout à Tlemcen (Forêts domaniales de Hafir et Zariéffet).

La subéraie algérienne a perpétuellement joué un rôle non seulement écologique, paysager et touristique, mais aussi économique et social. La chute alarmante de la production subéricole confirme les difficultés rencontrées par l'espèce à garantir une production permanente et à se régénérer et se conserver. Cette réalité est une conséquence des différents événements historiques catastrophiques en plus du changement climatique qui a déjà produit de nouveaux régimes de perturbation plus intenses et imprédictibles (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2016).

Ce sont en général les mêmes problèmes posés à l'échelle des subéraies méditerranéennes. En plus des sécheresses prolongées, les incendies répétés, les difficultés de régénération, les programmes d'aménagement et de restauration inadaptés, les mauvais systèmes d'exploitation, les agissements de l'homme y compris ses animaux domestiques, les maladies, les dépérissements, etc., le chêne-liège devenant ainsi sensible, est victime aussi de dégâts spectaculaires de plusieurs groupes d'insectes qui mettent en péril sa production et sa régénération. Ces déprédateurs, selon leur régime alimentaire, peuvent être classés en défoliateurs, xylophages, dépréciateurs de liège et ravageurs de glands (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2016).

La détérioration des graines doit être exceptionnellement prise en considération, car presque toute la valeur future de la plantation dépendra de l'état de santé et de la qualité génétique de la graine utilisée (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2011). Dans cette optique, l'objectif global de la présente étude est d'étudier les glands de chêne-liège à l'ouest algérien à travers certains paramètres, entre autres : la teneur en eau, la biométrie, l'état de santé et l'infestation par les insectes. Les objectifs spécifiques suivants ont été fixés :

1. Quelle est l'importance de la déprédation des glands par les insectes dans les subéraies oranaises ?
2. Existe-il une variabilité inter-individus producteurs de la déprédation des glands en fonction des caractéristiques des arbres-échantillons et des placettes et puis entre les glands récoltés sur l'arbre et les glands ramassés du sol ?
3. L'infestation des glands par les insectes est-elle influencée par le poids du gland ?

## MATERIELS ET METHODES

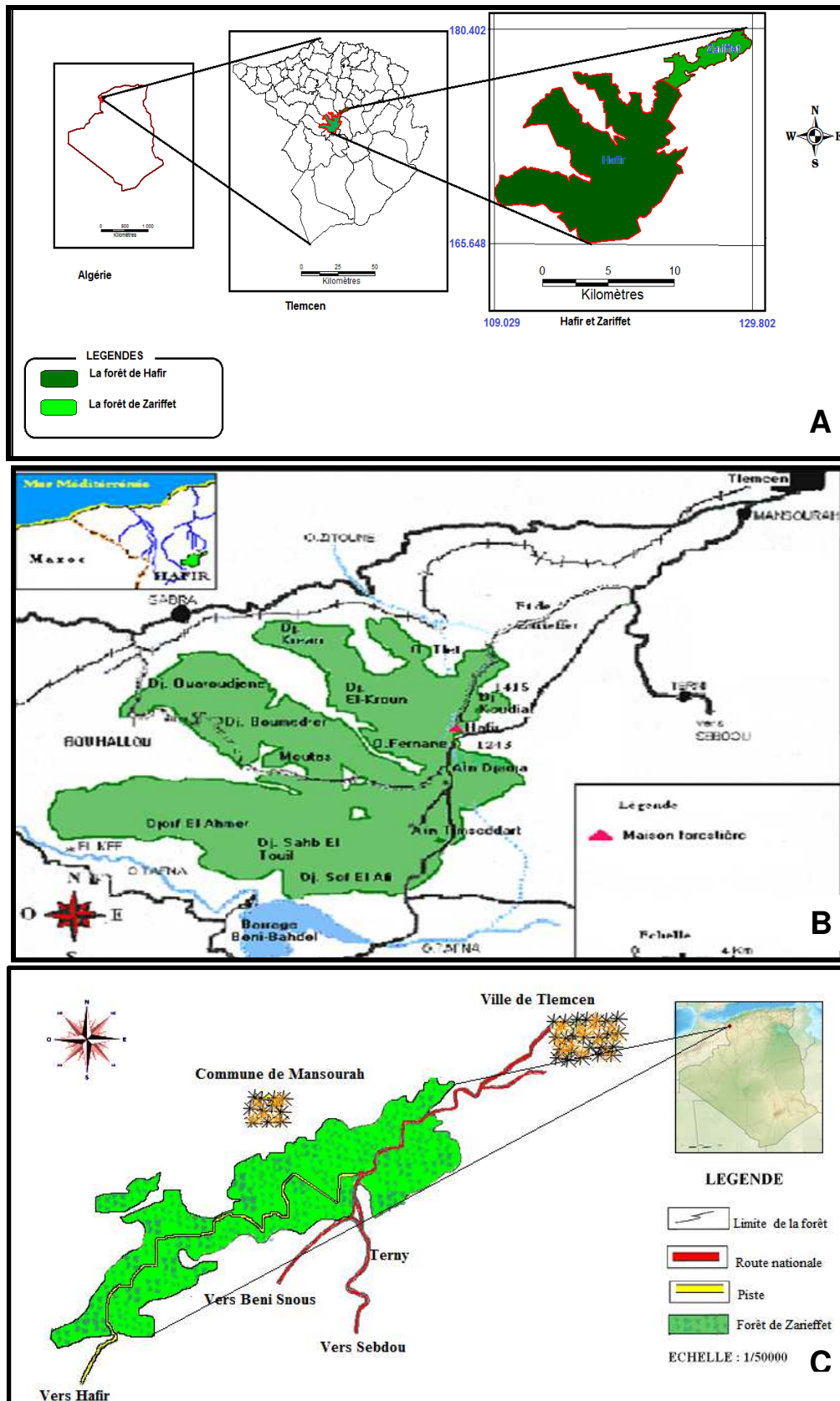
### Milieu d'étude

Au cours de cette étude, une attention particulière a été accordée aux forêts domaniales de Hafir et Zariéffet (Tlemcen), appartenant au « Tell Oranais » et formant un massif continu d'environ 12000 ha (C.O.I.T., 1883 et C.O.I.T., 1900) que des considérations d'ordre administratif ont fait diviser en deux unités de gestion distinctes (Sauvagnac, 1956). Le choix de cette portion de subéraie a été guidé par le fait :

- qu'elle est représentative des conditions de développement du chêne-liège malgré leur faible contenance et leur isolement géographique des autres subéraies, mieux dotées au point de vue climatique (Est algérien),
- parce qu'elle « offrait une meilleure qualité de liège » selon BOUDY (1955) à une époque antérieure ;
- et parce qu'elle est très irrégulière et hétérogène (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2020), fragmentaire menaçant ainsi la perte rapide des ressources.

La subéraie est située au Sud-Ouest de la ville de Tlemcen (Fig. 1). Elle jouit d'une ambiance bioclimatique subhumide, soit 500 à 650 millimètres annuellement (mm/an). Le relief très accidenté et les pentes dominantes oscillent entre 12 et 50%. Les terrains nus et rocailloux se trouvent sur les sommets et les lignes de crêtes et occupent une faible superficie. L'altitude du massif varie de 700 à 1418 m.

Elle est composée principalement de feuillus tels que les chênes (*Quercus suber*, *Quercus rotundifolia* et *Quercus faginea* ssp. *tlemcenensis*), *Olea europea* ssp. *oleaster* et quelques pieds de *Fraxinus oxyphylla*, mais aussi de résineux comme *Tetraclinis articulata*, *Juniperus oxycedrus*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Cupressus communis* et les *Eucalyptus* dans certains cantons dégradés (ils y ont été introduits). Dans les bonnes stations, le chêne-liège est en mélange avec le chêne zeen et le chêne vert. La futaie de chêne-liège est vieillissante avec des sujets plus que bicentenaires et subissant une importante pression anthropique.



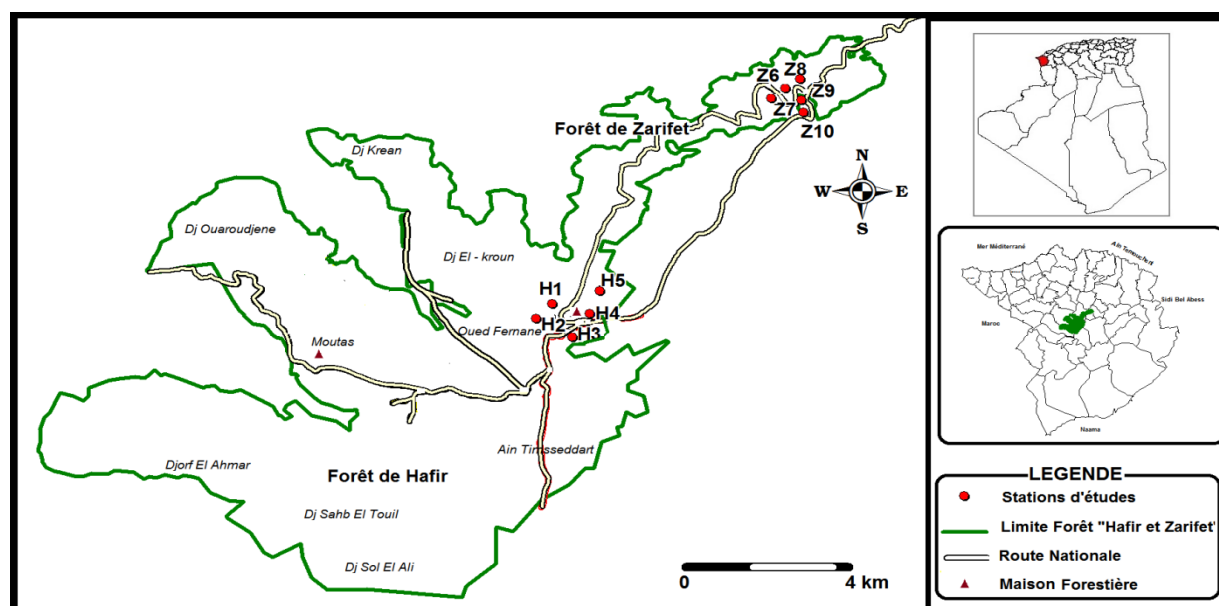
**Figure 1 :** Situation géographique du massif forestier Hafir-Zariffet  
 (A) : Original ; (B) et (C) : SAUVAGNAC, 1956 modifiées par DEHANE, 2012

## Matériel végétal

Après des visites prospectives, le choix a porté sur l'échantillonnage dirigé, pour faire varier la densité, l'âge, le couvert, la nature du peuplement, l'origine du peuplement, etc., d'une placette-échantillon à l'autre.

Dix placettes (P) circulaires de 7 à 20 ares (en fonction de la densité du peuplement) ont été mises en place, 5 dans la forêt de Hafir (H) et 5 autres dans celle de Zariéffet (Z) (Fig. 2). Au niveau de chaque placette, 5 arbres ont été choisis et numérotés par la méthode de MUELLER-DEMBOIS & ELLENBERG (1974). Toutefois, quand la tige est composée de plusieurs brins de taillis, nous n'avons retenu que le plus gros brin, et s'ils sont de même grosseur, un brin est choisi au hasard.

Sur les 50 sujets répertoriés et étudiés (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2020), la récolte des glands a été réalisée sur 17 chênes-liège (les autres n'ont pas fructifié). Dans chaque placette, et en fonction de l'importance de la glandée, des glands frais morphologiquement mûrs ont été récoltés selon deux méthodes. La première est traditionnelle, au hasard, et se base sur le ramassage des glands tombés sur le sol ; la deuxième exige que les glands ne touchent pas le sol et soient directement cueillis des arbres ou bien par gaulage avec un drap sur le sol.



**Figure 2 :** Répartition des placettes d'étude dans les forêts Hafir et Zariéffet (H : Hafir – Z : Zariéffet)

### Teneur en eau et poids sec des glands

La teneur en eau  $H(\%)=100(PF-PS)/PF$  représente la différence de poids de la matière fraîche (PF) et celui de la matière sèche (PS), évalué après 17 heures à 103°C (I.S.T.A., 1985).

Nous avons pris au hasard 10 glands sains et intacts, par arbre (A) et par sol (S), de chaque forêt. Ils sont triés d'abord à vue d'œil, par test d'immersion, ensuite disséqués pour confirmer l'absence de larves ou d'autres dommages et mis à l'étuve. Cette manipulation est répétée trois fois (N=570).

Nous avons étudié aussi la variabilité du poids sec des glands au sein du même arbre, inter arbres et inter placettes (l'hypothèse d'une relation directe entre l'état morphologique des semences (taille/poids) et leur capacité germinative).

### Caractéristiques biométriques et pondérales

Au laboratoire, 8 lots de 144 glands chacun ( $N_{total}=1152$ ) ont fait l'objet de mesures biométriques et pondérale (grand diamètre : L, petit diamètre : la et poids : P), réalisés respectivement à l'aide d'un pied à coulisse manuel et d'une balance électronique. Il s'agit des glands sains et endommagés (infestés) des 4 différentes provenances (arbres-sol-Hafir-Zariéffet).

## Etat sanitaire des glands

23 lots (17 arbres et 6 lots ramassés des sols Hafir et Zarieffet) ont été comptés et sélectionnés selon les catégories suivantes :

- Glands sains ou apparemment sains (ne présentant aucune piqure) (GS) ;
- Glands avec petits trous (PT) ;
- Glands avec grands trous (GT) ;
- Glands pourris (attaqués par les champignons) (GP) ;
- Glands vides (ou vaine, ne renfermant ni endosperme, ni embryon) (GV) ;
- Glands nains (GN).

Le nombre de glands varie selon la disponibilité de 24 à 284 glands ; le nombre total des glands traités pour ce classement est de 4083.

## Infestation des glands par les insectes

### *Taux d'infestation*

Le taux d'infestation est le rapport de l'effectif des glands présentant des trous d'émergence et l'effectif total. Nous avons évalué le taux d'infestation au niveau de chaque individu (glands collectés de façon aléatoire à partir de la forêt X et l'arbre XY), ainsi que pour les glands ramassés du sol des deux forêts Hafir et Zarieffet.

19 lots (17 arbres et deux lots des sols de Hafir et de Zarieffet) de 60 glands chacun, apparemment mûrs, sont identifiés, subdivisés en 3 sous-lots de 20 glands, et mis dans des boîtes en plastique numérotées, contenant du sable stérile et humide et couvertes avec du tulle, ensuite serrées avec des élastiques. Ces dernières sont observées tous les trois jours pour enregistrer les larves qui ont émergé des glands. Après un mois et demi, nous avons également enregistré les trous de sortie laissés par ces larves. Nous avons spécifié la taille des trous en attribuant des chiffres 0, 1 et 2 aux significations suivantes :

- 0 : gland sain, (ne présentant aucune piqure) ;
  - 1 : gland à petits trous correspondant aux trous de lépidoptères ;
  - 2 : gland à grands trous correspondant aux trous de coléoptères.
- Ensuite, nous avons déterminé le taux de parasitisme pour chaque lot.

### *Intensité d'infestation*

Les glands de 19 autres lots (17 arbres + 2 lots de sols de Hafir et Zarieffet) sont rassemblés en 4 groupes (Glands des arbres de Hafir, Glands des arbres de Zarieffet, glands du sol de Hafir, Glands du sol de Zarieffet). Puis nous avons pris au hasard des glands (N=30) sur lesquels nous avons estimé l'intensité de l'attaque (mis à part les glands sains).

### *Identification des insectes*

Parallèlement, et dans le but d'identifier et/ou confirmer les insectes, les larves récupérées sont mises dans des boîtes de la même manière que le premier traitement. Nous avons gardé leurs glands pour qu'elles aient une source de nourriture, et nous y avons ajouté d'autres glands non infestés pour éviter une éventuelle concurrence entre larves de différentes espèces.

## Analyses statistiques

Les variables étudiées ont été traitées par des statistiques descriptives ou comparatives par le test (t) et une analyse de la variance à un facteur (ANOVA) suivi d'un test de Tukey au seuil de 5 %. Les valeurs de la p-value  $\leq 0,05$  sont considérées statistiquement significatives. Les logiciels utilisés sont : « Minitab 16 » et « XLstat 2014 » (<http://www.xlstat.com/fr/téléchargement/html>).

## RESULTATS

### Teneur en eau et poids sec des glands

Au moment de la dispersion, l'analyse de la variance à un facteur montre l'effet prépondérant de l'arbre producteur et/ou du sol sur la teneur en eau des glands. La différence est extrêmement significative ( $< 0,0001^{***}$ ) et le test de Tukey particularise 8 groupes de glands :

- Le groupe A fortement hydraté (51,75 %), contient les glands de A6.

- Le groupe AB (50,042 %) contient les glands de A8, A35 et A32.
- Le groupe ABC (49,41 %) est composé des glands de A31 et A22.
- Le groupe ABCD (47,44 %) inclut les glands de A15, A36, A9, A19, A46 et A47.
- Le groupe BCDE (45,16 %) contient les glands de l'arbre A24 uniquement.
- Le groupe DEF (43,31 %) contient les glands de A21, A23 et A45.
- Le groupe EF (41,76 %) contient les glands issus du sol de Hafir (HS).
- Le groupe F (39,76 %) contient les glands issus du sol de Zariéffet (ZS).

En général, tous les glands, qu'ils soient récoltés sur arbres ou ramassés du sol, conservent la quantité d'eau nécessaire au pouvoir germinatif.

La figure 3 permet de comparer rapidement les distributions. Malgré l'homogénéité au sein des groupes identifiés, une grande hétérogénéité affleure entre individus producteurs, parfois au sein de la même placette (A6, A7, A8, A9 de H2 et A22 de H5) ou du même lot (HS, ZS), ou encore du même arbre (A24, A31, A36, 45, 46). Le graphique n'affiche pas de valeurs aberrantes.

Au niveau des placettes et lots des sols, l'analyse statistique dévoile pareillement une différence extrêmement significative ( $< 0,0001^{***}$ ) et le test de Tukey a identifié 7 groupes. La figure 4 ne reproduit pas une grande disparité des teneurs en eau au sein de la même placette, excepté Z8 et Z9 ainsi que les lots HS et ZS qui présentent au contraire des valeurs très dispersées.

Concernant le poids sec des glands, il varie de 0,93 (A32) à 2,46 g (A35) ; ce sont généralement des glands plus ou moins légers. 47 % des glands seulement avaient un poids sec supérieur à 1,5 g. La figure 5 affiche que le niveau de variabilité au sein du même individu ou du même lot est très faible, alors qu'il varie largement et d'une manière très significative entre individus producteurs. La différence est aussi extrêmement significative entre placettes (Fig. 6).

A grande échelle, au niveau forêts, l'analyse de la variance à un facteur annonce que la différence entre les deux forêts n'est pas significative pour la teneur en eau mais est extrêmement significative au contraire pour le poids sec des glands (Tab. 1).

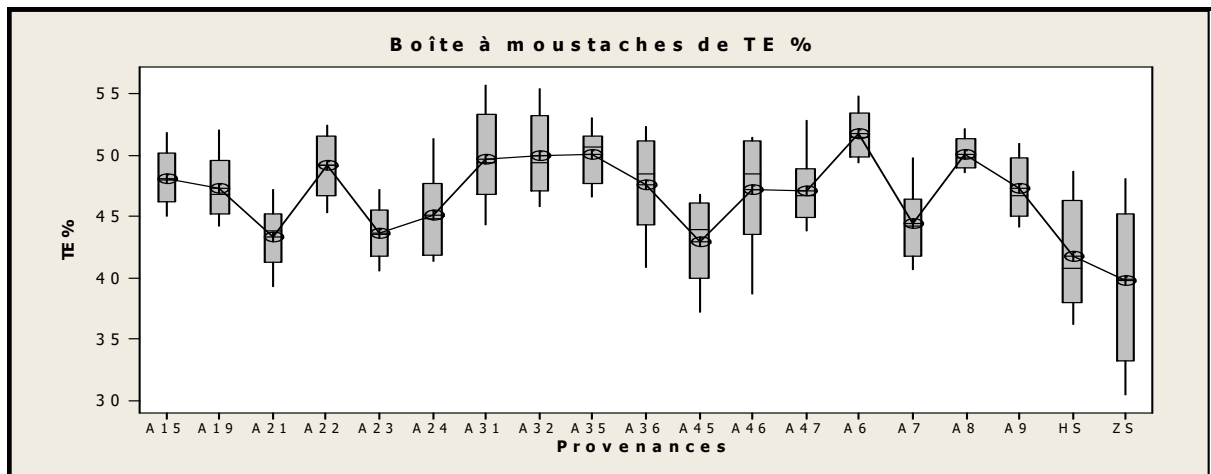
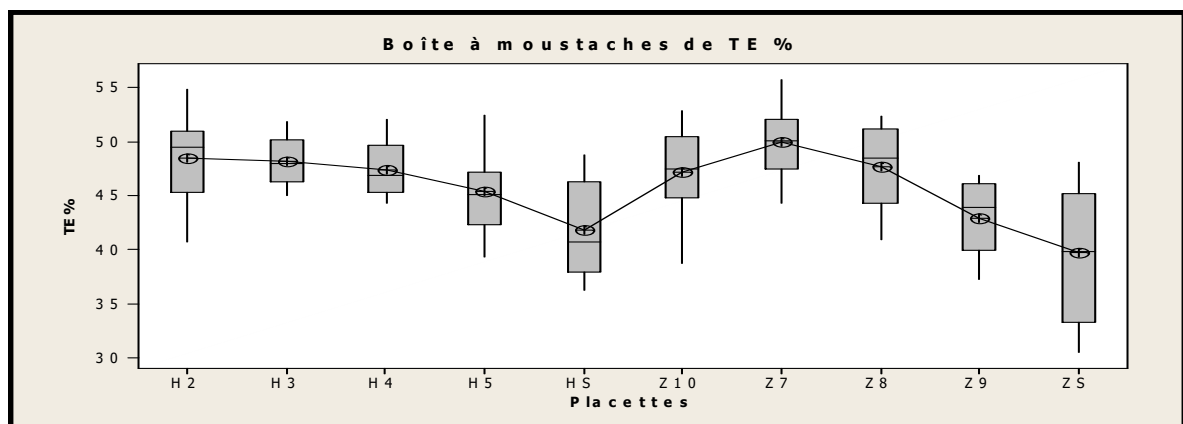
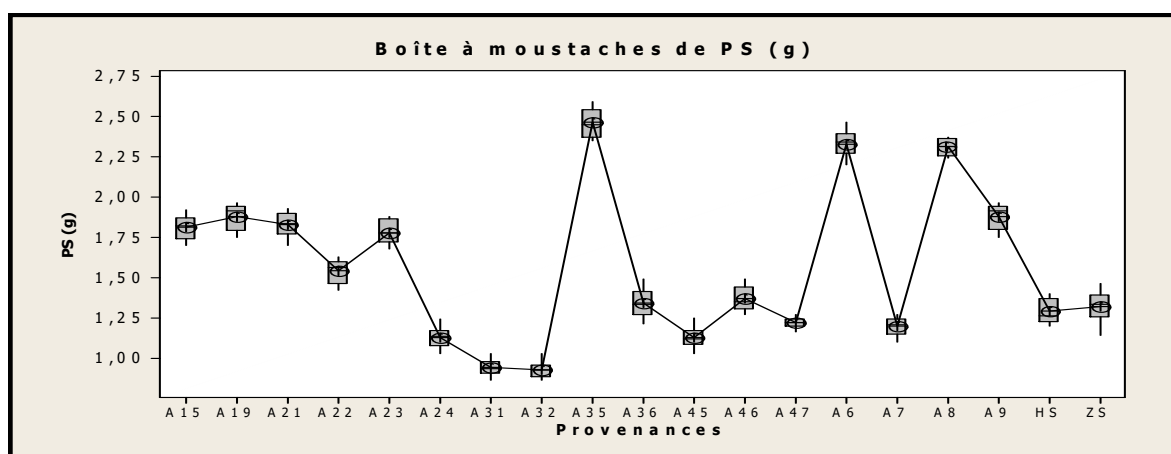


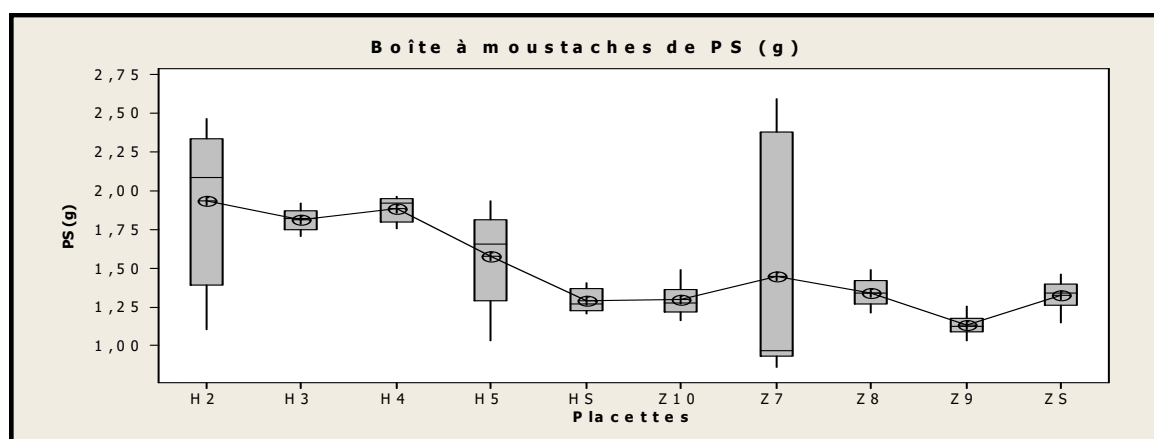
Figure 3 : Distribution de la teneur en eau des glands de chêne-liège en fonction des provenances



**Figure 4 :** Distribution de la teneur en eau des glands en fonction des placettes



**Figure 5 :** Distribution du poids sec des glands en fonction des provenances



**Figure 6 :** Distribution du poids sec des glands en fonction des placettes

**Tableau 1 :** ANOVA à un facteur contrôlé de la teneur en eau et poids sec des glands en fonction des forêts

Teneur en eau (TE) en fonction des forêts					
Sources	DL	Somme des carrés	CM	F	p-value
Forêts	1	2,303	2,303	0,115	0,735
Erreur	188	3764,497	20,024		
<b>Total</b>	<b>189</b>	<b>3766,799</b>			
Poids sec (PS) en fonction des forêts					
Sources	DL	Somme des carrés	CM	F	p-value
Forêts	1	6,926	6,926	38,748	< 0,0001***
Erreur	188	33,605	0,179		
<b>Total</b>	<b>189</b>	<b>40,531</b>			

### Caractéristiques biométriques et pondérales

Le tableau 2 indique que les moyennes du grand diamètre (L) et du petit diamètre (la) des glands des huit lots varient légèrement : respectivement de 2,34 à 3,27 cm et de 1,06 à 1,37 cm. Néanmoins, la différence entre le minimum et le maximum peut aller de 1 à 4,1 cm pour « L » et de 0,5 à 3,1 cm pour « la » (Fig. 7). Pour le poids, la différence entre le minimum et le maximum est très importante : elle varie de 0,5 à 9,61 g. Le coefficient de variation le plus élevé est de 56,15 % chez les glands infestés des arbres de Zariéffet (ZAI). Ces valeurs dévoilent que le poids est la variable la plus distinctive et que les arbres de Zariéffet possèdent une variabilité bien plus élevée (Tab.2).

L'analyse de la variance à un facteur contrôlé montre un effet « provenances », extrêmement significatif pour les trois variables mesurées ( $P < 0,000$ ) (Tab. 3). Le test de Tukey (Tab. 2), a dégagé 5 groupes homogènes pour le grand et le petit diamètre et 7 groupes pour le poids.



**Figure 7 :** Différents calibres de glands de chêne-liège de Hafir et Zariéffet (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2016)

**Tableau 2 :** Statistiques descriptives du grand diamètre (L cm), petit diamètre (la cm), poids (P g) et groupements par le test de Tukey des glands de chêne-liège de Hafir et Zariéffet

Provenance	Moyenne	Ecart type	Coefficient de variation (%)	Minimum	Maximum	Groupement
<b>L (cm)</b>						
ZSS	3,2729	0,4524	13,82	2,0000	4,1000	A
HSS	3,0625	0,4549	14,86	1,6000	3,9000	B
ZAS	3,0354	0,5086	16,76	1,8000	3,8000	B
ZSI	2,9847	0,5293	17,73	1,2000	3,9000	B
HAS	2,9042	0,4912	16,91	1,6000	3,8000	BC
HAI	2,7306	0,5705	20,89	1,1000	3,8000	C
HSI	2,3508	0,5392	22,94	1,0800	3,6000	D
ZAI	2,3375	0,6601	28,24	1,0000	3,8000	D
<b>la (cm)</b>						
HSS	1,3674	0,1761	12,88	0,8000	1,7000	A
HAS	1,2667	0,1730	13,66	0,8000	1,6000	B
ZSS	1,2604	0,1648	13,08	0,9000	1,7000	B
ZSI	1,2313	0,1803	14,64	0,8000	1,8000	BC
ZAS	1,2250	0,3090	25,22	0,9000	3,1000	BC
HAI	1,1785	0,1817	15,42	0,6000	1,6000	C
HSI	1,0701	0,1817	16,98	0,6000	1,6000	D
ZAI	1,0604	0,2235	21,08	0,5000	1,5000	D
<b>P (g)</b>						
HSS	6,276	1,577	25,12	3,460	9,610	A
ZSS	5,695	1,713	30,07	2,440	9,040	AB
HAS	5,168	1,786	34,57	1,100	9,530	BC
ZSI	4,991	1,887	38,19	1,200	9,090	C



<b>ZAS</b>	4,660	1,443	30,98	1,910	7,730	CD
<b>HAI</b>	4,151	1,749	42,14	0,820	8,120	D
<b>ZAI</b>	3,121	1,752	56,15	0,350	8,480	E
<b>HSI</b>	2,995	1,536	51,30	0,430	7,890	E

**Tableau 3 :** ANOVA à un facteur contrôlé des paramètres biométriques

<b>Grand diamètre (L cm) des glands en fonction des provenances</b>					
Sources	DL	Somme des carrés	CM	F	p-value
<b>Provenances</b>	7	115,746	16,535	58,96	0,000***
<b>Erreur</b>	1144	320,848	0,280		
<b>Total</b>	1151	436,595			
<b>Petit diamètre (la cm) des glands en fonction des provenances</b>					
Sources	DL	Somme des carrés	CM	F	p-value
<b>Provenances</b>	7	10,6662	1,5237	36,71	0,000***
<b>Erreur</b>	1144	47,4896	0,0415		
<b>Total</b>	1151	58,1558			
<b>Poids (g) des glands en fonction des provenances</b>					
Sources	DL	Somme des carrés	CM	F	p-value
<b>Provenances</b>	7	1355,06	193,58	68,09	0,000***
<b>Erreur</b>	1144	3252,50	2,84		
<b>Total</b>	1151	4607,55			

### Etat sanitaire des glands

L'étude sanitaire fait ressortir que les glands récoltés sur arbres ou ramassés du sol des forêts Hafir et Zariéffet diffèrent de forme et de catégorie. Ils peuvent être sains ne présentant aucune altération (GS), comme ils peuvent être attaqués par des insectes en discriminant ceux à grands trous (GT) ou petits trous (PT) ; ils peuvent aussi présenter des traces de pourriture due à une attaque de champignons : glands pourris (GP), être vides (GV) ou nains (GN) (Fig. 8).

Plusieurs auteurs pensent que les glands peuvent être pollués après leur chute, puis très rapidement infestés par des spores produites en abondance par les fructifications du champignon *Ciboria batschiana* (Zopi.), vestiges des glandées précédentes (MORELET, 1974, in DELATOUR & MORELET, 1979). Selon ces auteurs, ce champignon est connu depuis le dix-huitième siècle en Europe et en Amérique du Nord et on lui attribuait une grande importance en foresterie, considérant qu'il pouvait entraver la régénération du chêne.

*Ciboria* persiste pendant plusieurs années dans les glands attaqués laissés au sol (DELATOUR, 1983). Si on ramasse les glands en forêt dans les semaines qui suivent leur chute, les attaques étant moins avancées, aucun symptôme extérieur n'est généralement visible alors que si l'on décortique les glands, on pourra observer les premières manifestations du champignon *Ciboria batschiana* (DELATOUR & MORELET, 1979). Donc, vu la période précoce de récolte, nos glands présentent la propriété d'être moins infestés par les agents pathogènes (*Ciboria batschiana*) qui risquent de causer des dégâts importants en inhibant leur germination et en hypothéquant leur viabilité. Ces résultats corroborent ceux de STITI (1999) et BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.* (2011) pour des glands conservés. En effet, plus le temps séparant la chute du gland au sol de son ramassage est long, plus la qualité du produit récolté s'amenuise (PRENEY *et al.*, 1997).

La distribution des glands en catégories distinctes suivant les diverses provenances (arbres et sols), est très variable. La part des glands sains dépasse 60 % chez l'arbre n° 6 (H2), alors qu'elle affleure juste les 8 % chez l'arbre n° 15 (H3). L'arbre n° 46 (Z10) ne présente aucun gland apparemment sain. Les glands ramassés du sol de Hafir présentent une faible proportion de glands sains (9 à 25 %), ceux de Zariéffet par contre avoisinent les 50 % (Fig. 9).

L'examen qualitatif des glands non sains (autres catégories), expose des proportions diverses d'un lot à un autre. Les glands des sols de Hafir se différencient de ceux de Zariéffet par la présence de glands vides (6 à

12 %). Cette catégorie s'aperçoit aussi chez quelques arbres des deux forêts, variant de 1 à 13 % respectivement pour les arbres n° 24 et 45. L'existence de glands nains particularise les arbres, leur proportion oscille entre 2 (A6) et 23 % (A46). La pourriture des glands du sol est plus importante à Hafir (34,72 %) qu'à Zariéffet (15,38 %).

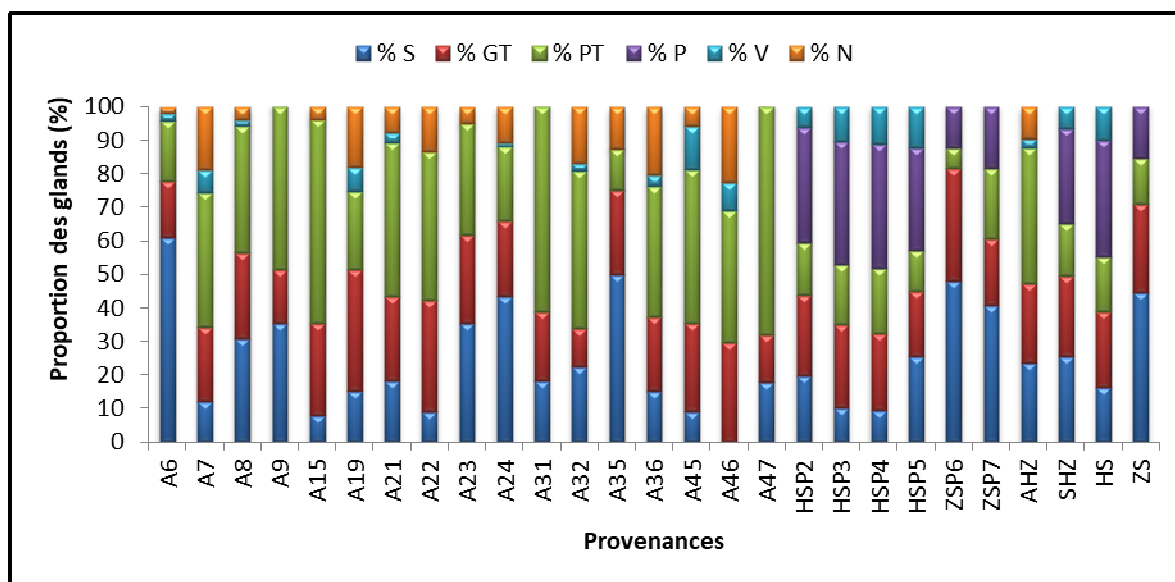
Les grands trous sont omniprésents, avec une grande proportion chez les arbres 19 et 22 (respectivement 36 et 33 %) et une faible proportion chez l'arbre 32 (11,24 %). Les glands des sols présentent une infestation remarquable de la même catégorie allant de 19 à 34 %. Les petits trous sont également présents dans tous les lots, mais distinctement plus importants chez les glands récoltés sur arbres ; nous avons enregistré 68, 61 et 60 % respectivement pour les glands des arbres A47, A31 et A15. Pour les glands des sols, qu'ils soient de Hafir ou de Zariéffet, ils ne dépassent pas une moyenne de 17 %.

L'analyse statistique des diverses catégories des glands, énonce que la différence entre individus producteurs de Hafir et ceux de Zariéffet, n'est pas significative pour les glands sains (GS), les glands à grands trous (GGT) et les glands à petits trous (GPT) (Tab. 4).

Pour la comparaison entre les glands récoltés sur arbres et ceux ramassés du sol, la différence est autant non significative pour les glands sains, les glands à grands trous et les glands vides. Elle se montre hautement significative pour les glands à petits trous (Tab. 5).



**Figure 8 :** Différentes catégories des glands de chêne-liège de Hafir et Zariéffet (BOUCHAOUR-DJABEUR, 2016)



**Figure 9 :** Distribution qualitative des glands de chêne-liège par provenance

**Tableau 4 :** Test T à 2 échantillons de la distribution qualitative des glands en fonction des Forêts (arbres de Hafir et arbres de Zariéffet)

Variables	N	DL	T Calculé	p-value
GS	17	15	0,962	0,351
GGT	17	15	1,231	0,237
GPT	17	15	-0,968	0,348

**Tableau 5 :** Test T à 2 échantillons de la distribution qualitative des glands en fonction des provenances (arbres et sols)

Variables	N	DL	T Calculé	p-value
GS	23	21	-0,26	0,800
GGT	23	21	-0,152	0,881
GPT	23	21	3,876	0,001***
GV	23	21	-1,840	0,080

## Infestation des glands par les insectes

### Identification des insectes

Les glands récoltés dans nos placettes d'étude, sont attaqués par trois insectes appartenant à deux ordres ; les coléoptères et les lépidoptères. Ces attaques sont représentées par la présence de larves ou par des trous de sortie d'insectes. Après une dizaine de jours d'incubation, une grande masse de larves commence à émerger des glands, laissant sur ces derniers de grands trous de sortie (2,4 à 4,3 mm) et d'autres petits (1,6 à 2 mm), correspondant respectivement aux trous des larves des coléoptères et ceux des lépidoptères (Fig. 10).

La faune identifiée est à 99,17 % composée du charançon *Curculio elephas* Gyll. (*Coleoptera : Curculionidae*) et du papillon *Cydia fagiglandana* Zel. (*Lepidoptera : Tortricidae*) et qui feront l'objet de l'évaluation de l'infestation. Nous avons enregistré 0,83 % de larves d'un autre *Lepidoptera (Tortricidae)* (non déterminées) des mêmes dimensions et forme que *Cydia fagiglandana* mais de couleur blanc-grisâtre (Fig. 10. A, B). Selon le Professeur CHAKALI (Communication personnelle), ces larves peuvent être simplement celles de *Cydia fagiglandana* parce qu'elles vivent un peu au gris après leur alimentation, comme elles peuvent être des larves de *Cydia splandana*. Le protocole des larves mises en incubation pour l'émergence des adultes a échoué. Les causes peuvent être les conditions et/ou l'endroit d'incubation.

*Curculio elephas (Gyllenhaal, 1836) (Coleoptera-Curculionidae)*, charançon des châtaignes ou encore Balaninus, se compte parmi les carpophages les plus fréquents et les plus abondants des chênaies algériennes. Avec beaucoup de temps et de persévérance, la femelle perce les enveloppes plus ou moins épaisses et dures des fruits généralement mûrs, en usant de son rostre, elle pond dans les glands à raison d'un œuf par fruit (rarement 2).

La période de ponte dure une vingtaine de jours avec une fécondité moyenne de 40 œufs. Le développement embryonnaire et larvaire dure 35 à 40 jours. Les sorties larvaires des fruits s'étendent du début octobre à la fin décembre. Jusqu'à mars les larves sont en diapause puis leur développement se poursuit jusqu'à la nymphose de juin à août. Cette diapause peut durer de 1 à 5 ans et entraîner un étalement des émergences sur plusieurs années. Les larves mûres hivernent par la suite dans le sol à une profondeur évoluant entre 10 et 70 cm. Avec une génération par an ; il comprend au total un stade œuf, 4 stades larvaires et un stade adulte (CONEDERA *et al.*, 2004 ; ADJAMI, 2006).

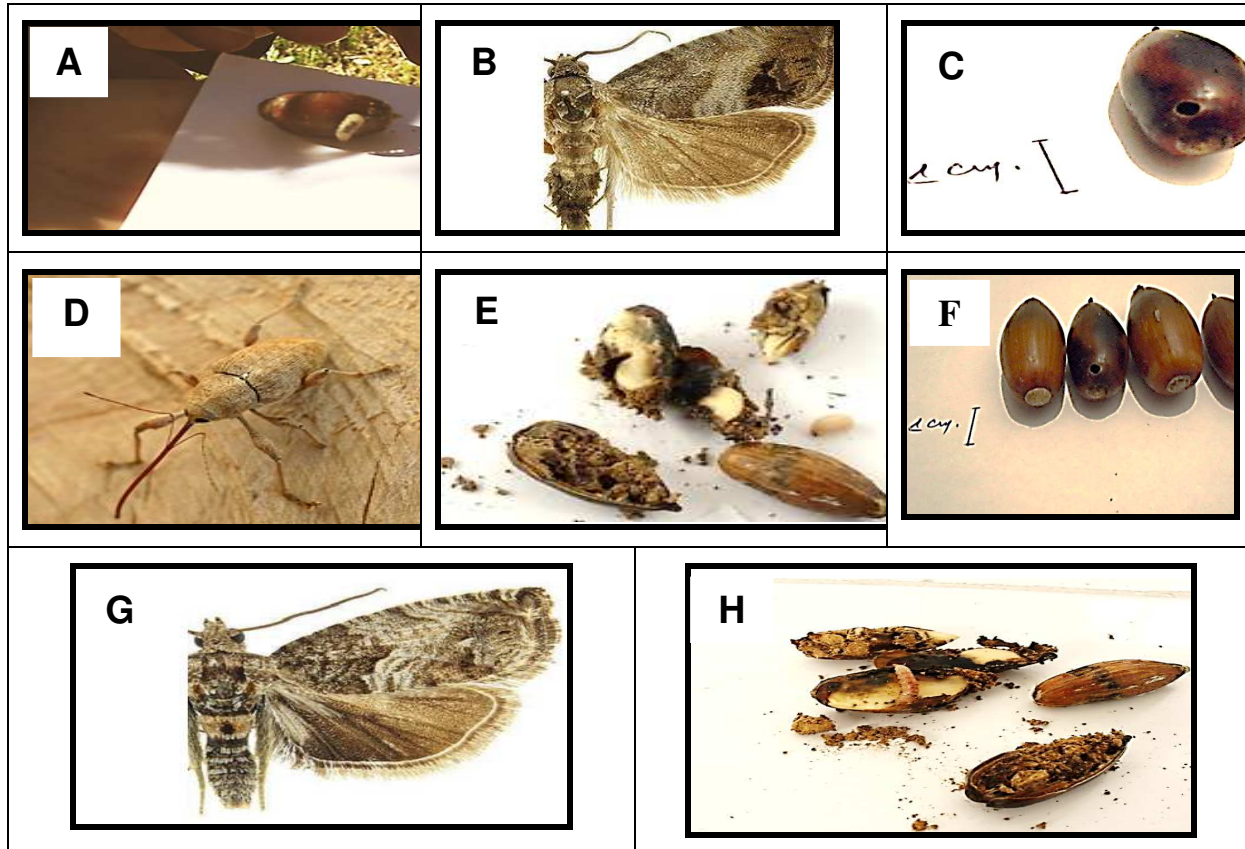
Les dégâts sont variables selon les fruits et les espèces. Pour le chêne-liège, ils se présentent généralement à la base des fruits (sur la cupule) et rarement au-delà, par des ponctuations brunes, produites par les femelles lors de la ponte ou de la sortie des larves (Fig. 10. C, D). La larve, qui s'accroît dans le fruit, creuse des galeries remplies de déjections brunes et compactes (Fig. 10. E). Les fruits attaqués tendent à tomber prématurément et la larve, grosse et blanche, prend tout son temps pour le faire, parce que selon ADJAMI (2006) parfois, les larves quittent le gland avant qu'il ne soit tombé. La biologie du balanin ne permet pas de l'atteindre par des produits chimiques, mais sa phase de sensibilité est son hibernation dans le sol.

*Cydia fagiglandana (Zeller, 1841) (Lepidoptera-Tortricidae)*, tout comme le *Curculio elephas*, est un papillon qui se trouve en abondance dans les glands des chênaies algériennes. Cette espèce est très répandue dans toute la région eurasiatique et nord-africaine.

La femelle dépose généralement les œufs sur la face supérieure ou inférieure des feuilles, rarement à la

base de la cupule. Les jeunes larves prospectent une cupule et pénètrent depuis la base pour atteindre le hile du gland. Elles creusent ensuite et pénètrent dans les fruits qui se trouvent à un stade de maturité avancée.

La larve de 10 à 14 mm au terme de son développement est facilement reconnaissable par sa couleur rose. Elle termine son développement en décembre ou janvier, puis elle quitte le gland tombé à terre pour se nymphoser dans la litière. Les glands attaqués ont des perforations de sortie surtout à la base du gland (1 à 2 mm), la chair est creusée de galeries superficielles (2 à 3 mm de diamètre), souvent déformées et remplies de soie et de granules excrémentiels (Fig. 10. F, H).

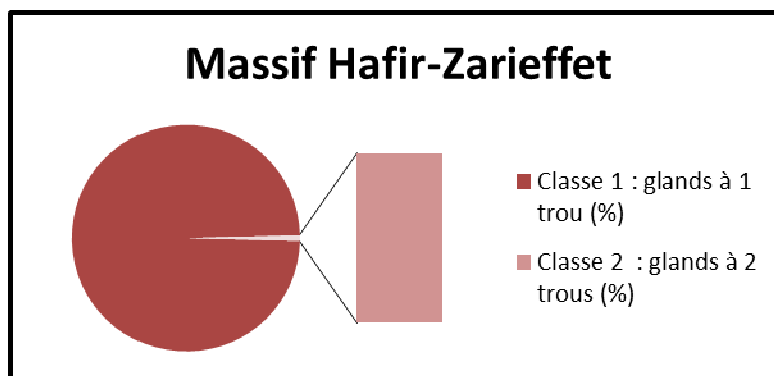


**Figure 10 :** Trous d'émergence, larves et dégâts des insectes ravageurs des glands de chêne-liège de Hafir et Zarieffet : *Cydia* sp. (A) - *Curculio elephas* (C et E) - *Cydia fagiglandana* (F et H)  
(BOUCHAOUR-DJABEUR, 2016)  
Adultes (B, D, G) (<http://www.galerie-insecte.org.html>, 2010)

### *Taux d'infestation*

A la fin de la période d'incubation, les glands les plus infestés présentaient un seul trou de sortie, indiquant qu'un seul insecte avait émergé de chaque gland. De ce fait, le nombre total de larves récupérées et le nombre final de glands présentant des trous étaient semblables et nous avons utilisé le nombre final de glands présentant des trous comme variable dans l'analyse de l'infestation. La part des glands ayant deux trous de sortie (0,79%) n'est pas prise en considération (Fig. 11).

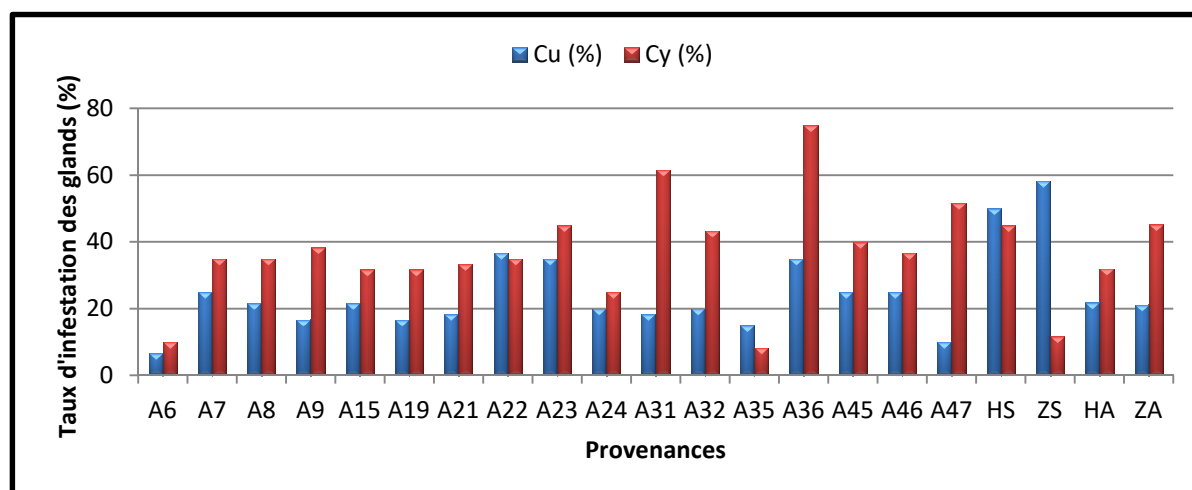
Les trous étaient à différents niveaux des glands. Les deux ravageurs parcourent le milieu du gland et rarement la partie supérieure. Ils n'ont pas une préférence absolue pour une partie particulière. Néanmoins, pour *Curculio elephas*, beaucoup de glands présentent des trous au niveau de la partie basale (sous la cupule ou en bordure de cette dernière).



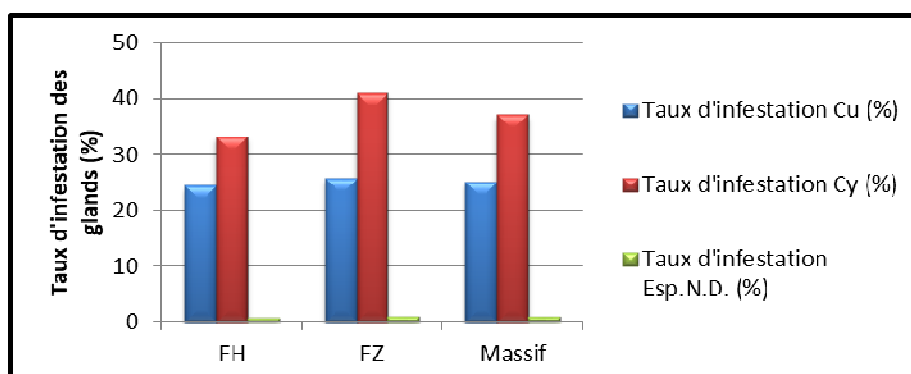
**Figure 11** : Taux d'infestation du massif Hafir-Zarieffet par classes

Le taux d'infestation des glands des arbres varie d'un individu à l'autre et d'un ravageur à l'autre pareillement. Les glands des arbres A6 et A35 affichent les taux les plus faibles : respectivement 6 à 15 % par *Curculio elephas* et 8 à 10% par *Cydia fagiglandana*. Le taux le plus élevé est enregistré par contre chez A22 par *Curculio elephas* (36 %), et A31 et A36 par *Cydia fagiglandana* (respectivement 62 et 75 %) (Fig. 12). En moyenne, les glands des arbres de Hafir (HA) sont moins infestés (32 %) que ceux de Zarieffet (ZA) (45,24 %) par *Cydia*, alors que le *Curculio* affiche des taux presque similaires pour les deux forêts : environ 21 %.

Concernant les glands des sols, ceux de Zarieffet sont remarquablement infestés par *Curculio elephas* (58 %) et à peine 11 % par *Cydia fagiglandana*. Ceux de Hafir présentent une infestation moyenne, que ce soit pour le coléoptère (50%) ou le lépidoptère (45%) (Fig. 12).



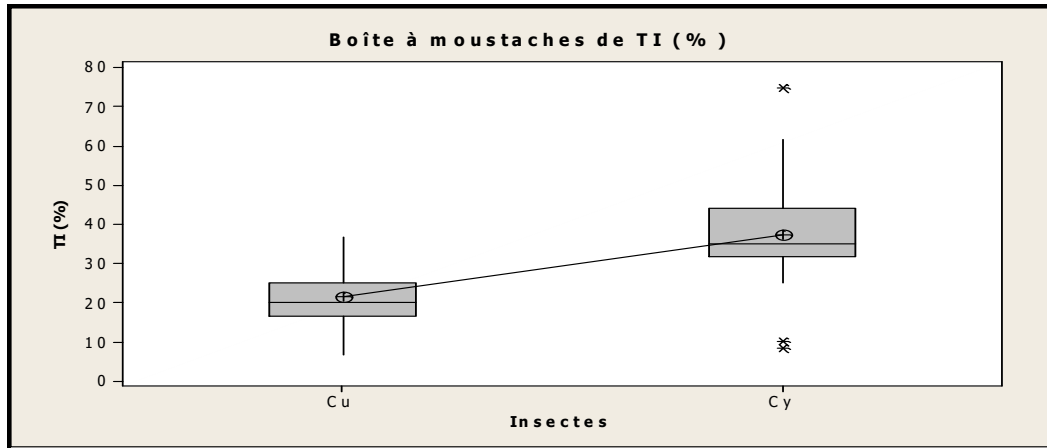
**Figure 12** : Taux d'infestation moyen des glands des arbres et des sols par les insectes



**Figure 13** : Taux d'infestation des glands des deux forêts par les insectes

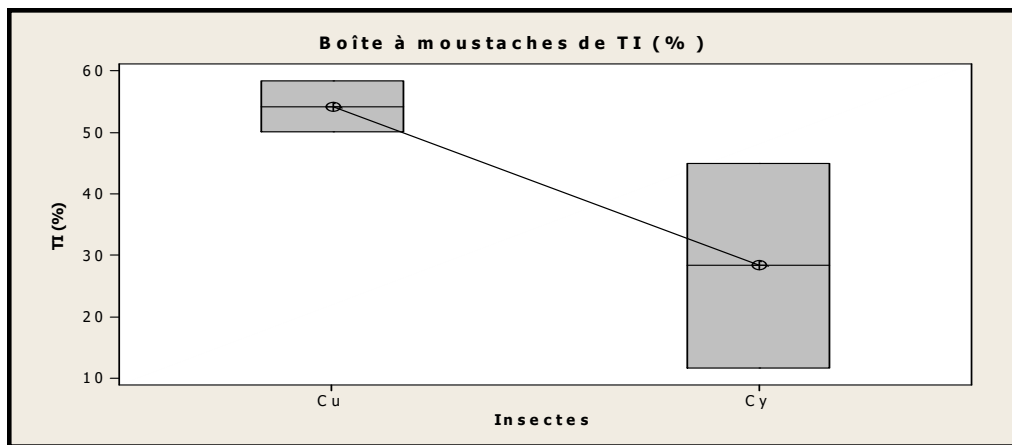
Au niveau forêt (arbres et sols), *Cydia fagiglandana* se manifeste plus à Zarieffet (41,04 %) qu'à Hafir (33,18 %), alors que *Curculio elephas* expose des proportions presque identiques à Hafir (24 %) et Zarieffet (26 %). L'espèce indéterminée (Esp.N.D.) représente 0,8 % d'infestation pour tout le massif (Fig. 13).

Par ailleurs, au niveau massif, la comparaison du taux d'infestation des glands des arbres des deux forêts en fonction de l'insecte considéré par l'analyse de la variance à un facteur contrôlé (ANOVA), montre une différence très significative. Le test de Tukey affiche le groupe A pour *Cydia fagiglandana* (37,45 %), et B pour *Curculio elephas* (21,57 %). Les glands des arbres sont donc plus infestés par *Cydia* que par *Curculio* et l'infestation des deux insectes ne présente pas une grande dispersion de part et d'autre des moyennes (Fig. 14).



**Figure 14 :** Taux d'infestation des glands des arbres des deux forêts par *Cydia fagiglandana* et *Curculio elephas*

Concernant les glands des sols, ils sont plus infestés par *Curculio* (54,17 %) que par *Cydia* (28,33 %), mais l'analyse de la variance n'affiche pas cette différence. La disparité des valeurs est faible pour *Curculio* et importante pour *Cydia*, vu que le taux d'infestation passe de 45 % à Hafir à 11 % à Zarieffet (Fig. 15).



**Figure 15 :** Taux d'infestation des glands des sols par *Cydia fagiglandana* et *Curculio elephas*

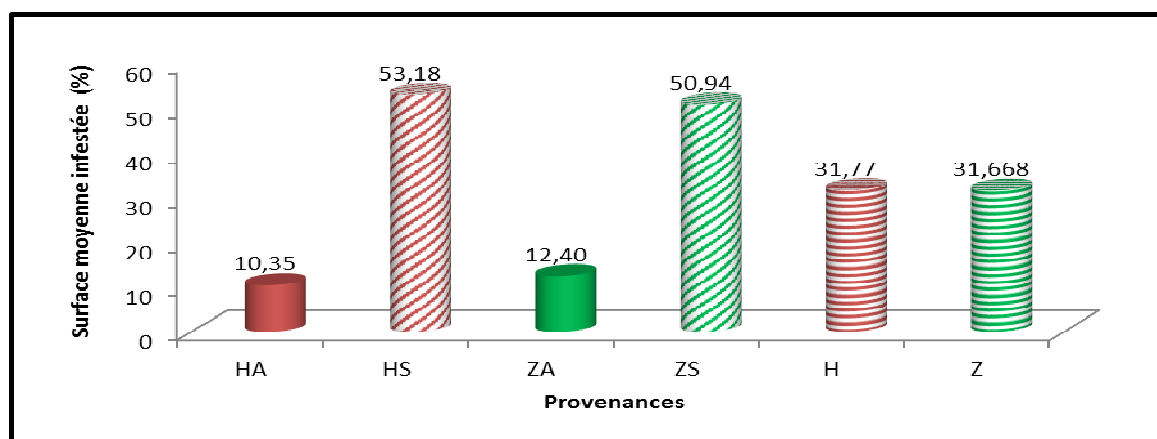
L'ANOVA de l'intensité de l'infestation à un facteur contrôlé montre un effet « provenances », extrêmement significatif (Tab. 6). Cependant, la surface moyenne infestée est presque identique pour l'ensemble des arbres, qu'ils soient de Hafir ou de Zarieffet (respectivement 10,35 % et 12,40 %) et de même pour les glands ramassés des sols des deux forêts (Fig. 16). Ce sont les valeurs extrêmes qui sont remarquables. En effet, la proportion varie de 25 à 84 % pour les glands ramassés et de 3 à 28 % pour les glands récoltés sur arbres. Les deux forêts présentent sensiblement la même intensité d'infestation.

**Tableau 6 :** ANOVA à un facteur contrôlé : Surface infestée en fonction des provenances et moyennes estimées par le test de Tukey

Sources	DL	Somme des carrés	CM	F	p-value
Provenances	3	49795	16598	90,21	0,0001***
Erreur	116	21344	184		
Total	119	71139			

Provenances	N	Moyenne	Groupement
HS	30	53,18	A
ZS	30	50,94	A
ZA	30	12,40	B
HA	30	10,35	B



**Figure 16 :** Surface moyenne infestée des glands des arbres (HA, ZA), sols (HS, ZS) et forêts (H, Z)

## DISCUSSION ET CONCLUSION

PRENEY *et al.* (1997) soulignent que la chute des glands intervient souvent dès la première semaine d'octobre et s'accroît en novembre-décembre. En fait, notre récolte est plus ou moins précoce (Novembre) pour un massif montagnard subhumide, très fréquenté par l'homme et son troupeau comme celui de Hafir- Zariéffet. Les glands ont pu échapper à la dent du ravageur (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2011).

Un problème difficile à résoudre est celui du maintien de la teneur en eau (TE) à un niveau relativement élevé (42 – 45 %) pour conserver le pouvoir germinatif des semences (BONNET-MASSIMBERT ET MULLER, 1977). Le seuil critique de déshydratation compatible avec le maintien du pouvoir germinatif se situe à 40 % pour le chêne-liège (ALATOU, 1984 et NIBOUCHE, 1998). Au moment de la dispersion, tous les glands des arbres sont fortement hydratés ( $43 \% \leq TE \leq 52\%$ ), alors que ceux du sol, particulièrement de Zariéffet (ZS) avoisinent à peine 40 %. L'analyse statistique montre l'effet prépondérant de l'arbre producteur sur cette variable.

Les paramètres biométriques (L, la) et pondéral (P) des glands, sont généralement plus grands à Zariéffet qu'à Hafir. Les glands sains ramassés du sol (HSS et ZSS) sont les plus longs, plus larges et plus lourds (maturité). Beaucoup de glands infestés présentent les trois paramètres les plus faibles. Il en résulte une baisse du poids du fait que les larves se nourrissent de l'amande, à moins que ce soit l'infestation par les insectes qui empêche les glands de se développer normalement afin d'atteindre une longueur et un poids appréciables.

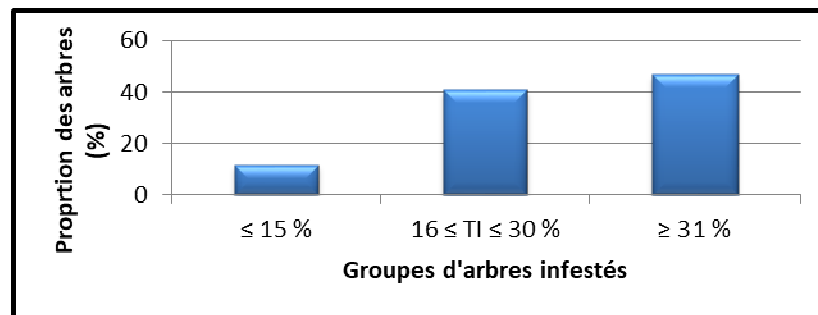
Ces résultats exposent que les glands ont des tailles et des formes distinctes allant de la forme arrondie sphérique à la forme sub-cylindrique confirmant ceux aperçus par HASNAOUI (1992), BOUHRAOUA (2003) et BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.* (2011). Les glands sont donc de grand calibre, moyen et petit calibre suivant la classification de MEROUANI *et al.* (2001). De même, l'appartenance des glands infestés au grand calibre comme au moyen et petit calibre dévoile qu'il n'y a pas de préférence dimensionnelle pour l'infestation des insectes ; elle est donc aléatoire et les insectes attaquent aussi bien les grands glands que les petits sans distinction. Cette indifférence des insectes à la taille et la forme du gland a déjà été signalée par BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.* (2011) pour des glands conservés du même massif.

La distribution des glands en catégories distinctes suivant les diverses provenances (arbres et sols) est très variable (entre 8 et 60 % de glands sains). L'examen qualitatif des glands non sains dévoile des glands vides (sol), des glands nains (arbres) et des glands pourris (sol). La pourriture des glands (sol) est plus importante à Hafir (34,72 %) qu'à Zarieffet (15,38 %). Elle se montre plus sérieuse (14 %) que celle de 2009 (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2011). Certains glands, apparemment sains, restent sphériques et de petites dimensions ; leur développement pourrait être compromis par des colonies de pucerons (*Thelexes dryophila Schranck*), qui se rassemblent au cours de l'hiver entre les écailles de la cupule.

En moyenne, la distribution de l'infestation du massif Hafir-Zarieffet (HZ), par groupes d'arbres (Fig. 17), donne :

- 11,76 % de chênes-liège à faible infestation ( $\leq 15$  %),
- 41,18 % de chênes-liège à infestation moyenne ( $16 \leq TI \leq 30$  %)
- 47,06 % de chênes-liège à forte infestation ( $\geq 31$  %).

Pour l'ensemble des glands étudiés du massif Hafir-Zarieffet, le taux d'infestation (TI) ou dispersion moyenne de la déprédation (*Cydia* et *Curculio*) des glands par arbre est de 29,51 %. Il est supérieur à celui obtenu par LEIVA & FERNANDEZ-ALES (2005) en Espagne (Sierra Morena) dans un peuplement de chêne vert (16,6 %).



**Figure 17** : Fréquence des individus en fonction du taux d'infestation moyen du massif Hafir-Zarieffet

Le type de colonisation des deux phytophages pourrait nous orienter à connaître l'incidence de l'un sur l'autre. La proportion des glands colonisés par deux foreurs (0,79 %) est insignifiante par rapport à celle des glands colonisés par chaque espèce séparément (99,21 %). Ceci serait lié soit aux relations et à la compétition interspécifique, soit aux différents schémas de comportement à coloniser le fruit du chêne-liège.

Les différences d'infestation, entre arbres et sols, indiquent, à première vue, qu'il est plus facile d'obtenir un fruit infesté au sol que de le recueillir sur arbre. On a tendance à voir que le taux d'infestation est plus important sur sol que sur arbre. Le fait que les glands du sol de Zarieffet (ZS) sont infestés à 11 % seulement par *Cydia*, pourrait être expliqué par la période d'émergence des larves qui s'étale généralement d'octobre à décembre pour *Curculio* et s'attarde à décembre-janvier pour *Cydia*.

Selon les schémas de comportement, des périodes de mise en attaque et les résultats obtenus, nous pouvons dire que les deux herbivores ont tendance à être très sélectifs pour le choix des fruits où ils vont se développer. Les deux phytophages semblent préférer achever leur développement larvaire dans un seul fruit. Les larves de *Cydia fagiglandana* semblent être plus exigeantes concernant leur distribution. La proportion des glands à deux trous d'émergence concernait *Curculio elephas*.

A grande échelle, le taux d'infestation ne montre pas une grande différence entre les deux forêts, mais entre les individus ou entre les placettes des deux forêts, les différences seraient liées à des spécificités locales dans l'abondance d'arbres très sensibles aux attaques d'insectes. Aussi, l'estimation de la variabilité par le biais de corrélations dégage que le lépidoptère semble préférer particulièrement les glands plus ou moins moyens et les jeunes arbres et que l'adulte de *Curculio elephas* préfère les expositions Nord.

Mais, il est important de noter que lorsqu'il s'agit d'une très mauvaise glandée, l'insecte n'épargne aucun gland, qu'il soit petit, moyen ou grand. De même, le fait que beaucoup d'arbres âgés n'ont pas fructifié, ou même s'ils l'ont fait, c'est avec un indice d'abondance individuelle très faible (0,33) (BOUCHAOUR-DJABEUR *et al.*, 2020), l'insecte, n'ayant qu'à s'attaquer aux jeunes arbres pour se perpétuer.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJAMI, Y., 2006. Etudes des facteurs de dépérissement dans la subéraie d'El-Kala (Nord-Est Algérien) : cas de la subéraie d'El-Mellah. Mémoire d'ingénieur, Univ. Annaba (Algérie), 50p.
- ALATOU, D., 1984. Facteurs physiologiques de croissance interspécifique du chêne liège et du chêne zeen. Univ. de Constantine, 123p.



- BONNET-MASSIMBERG M. & MULLER C., 1977. De nouveaux espoirs pour la conservation des glands. O. N. F., Tech. N°9 : 47-45.
- BOUCHAOUR-DJABEUR, S., 2016. Incidence de la qualité des glands sur la régénération du chêne-liège : cas des forêts oranaises (Algérie). Thèse de doctorat en sciences, Univ. Tlemcen, 316 p. + Annexes.
- BOUCHAOUR-DJABEUR, S., BENABDELI, K., BEJAMAA, M.L. & STITI, B., 2011. Déprédation des glands de chêne-liège par les insectes et possibilités de germination et de croissance des semis. *Geo-Eco-Trop*, 35 : 69-80.
- BOUCHAOUR-DJABEUR, S., BENABDELI, K., TAIB, N., BOUHRAOUA, R.T. & MAHDJOUR, T., 2020. Variabilité de la glandée de *Quercus suber* L. dans le massif forestier Hafir-Zarieffet (Monts de Tlemcen, Nord-Ouest algérien). *Geo-Eco-Trop*, 44, 3 : 487-501.
- BOUDY, P., 1955. Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483 p.
- BOUHRAOUA, R.T., 2003. Situation sanitaire de quelques forêts de chêne-liège de l'ouest algérien. Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse de doctorat en sciences, Univ. Tlemcen, 267 p.
- C.O.I.T., 1883. Conservation d'Oran, Inspection de Tlemcen. Fascicule de propriété de la forêt domaniale de Zarieffet. Cantonnement de Tlemcen est. 3 octobre 1883, Non paginé.
- C.O.I.T., 1900. Conservation d'Oran, Inspection de Tlemcen. Fascicule de propriété de la forêt domaniale d'Hafir. Cantonnement de Tlemcen est, Non paginé.
- CONEDERA, M., JERMINI, J., SASSELLA, A. & SIEBER, T.N., 2004. Récolte, traitement et conservation des châtaignes. Notice pour le praticien. *Institut fédéral de recherches WSL* CH-8903 Birmensdorf, 12p.
- DEHANE, B., 2012. Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne-liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises : M'sila (W.Oran) et Zarieffet (W. Tlemcen). Thèse de doctorat en sciences, Univ. Tlemcen, 293p.
- DELATOUR, C. & MORELET, M., 1979. La pourriture noire des glands. *Rech. forestière française*. 31(2) : 101-104.
- DELATOUR, C., 1983. Les dépérissements de chênes en Europe. *Revue forestière française*, Vo. XXXV, n°4 : 265-282.
- ASNAOUI, B., 1992. Chênaies du Nord de la Tunisie, Ecologie et génération. Thèse de doctorat c. d'Etat en sciences naturelles, Univ. de Provence Aix Marseille I, 202p + annexes.
- I.S.T.A., 1985. Association internationale d'essais de semences : Contrôle et certification des semences et plants. Non-paginé.
- LEIVA, M.J. & FERNANDEZ-ALES, R., 2005. Holm-oak (*Quercus ilex* subsp.ballota) acorns infestation by insects in Mediterranean dehesas and shrublands : its effects on acorn germination and seedling emergence. *Forest Ecol. Managmt*. 212 : 221-229.
- MEROUANI, H., BRANCO, C., ALMEIDA, M.H. ET PEREIRA, J.S., 2001. Comportement physiologique des glands de chêne-liège (*Quercus suber* L.) durant leur conservation et variabilité inter-individus producteurs. *Ann. For. Sci*. 58 : 143-153.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H., 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Vegetation Analysis in the Field. John Wiley et Sons, New York, Non-paginé.
- NIBOUCHE, F., 1998. Stress lumineux et rythme de croissance chez le chêne-liège (*Quercus suber*. L). Mémoire d'ingénieur d'état, Univ. Constantine, 49p.
- PRENEY, S, BONVICINI, M.P. & CONCHE, J., 1997. Office National des forêts (ONF), Service graines et plants. *Bulletin technique* n°33.
- SAUVAGNAC, G., 1956. Les forêts domaniales d'Hafir et de Zarieffet. Bull. Amis Soc vieux Tlemcen, Oran, 47-53.
- STITI, B., 1999. Contribution à la maîtrise des méthodes de conservation des glands de chêne-liège. D.E.A. Master, Univ. El Manar, Fac. Sci., Tunis, 64-70.
- Sites consultés :
- <http://www.xlstat.com/fr/téléchargement/html>, 2014
- <http://www.galerie-insecte.org.html>, 2010

