



FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Thèse en vue de l'obtention du diplôme de  
Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle en Ecologie Animale

**Facteurs biotiques impliqués dans l'état  
sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien.  
Effet des insectes ravageurs sur les feuilles et  
les glands**

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> GHANEM Rym**

*Devant la commission d'examen :*

|                                                                   |              |                          |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|
| * Président : M <sup>r</sup> TAHRAOUI Abdekrim                    | Professeur   | Université de Annaba     |
| * Directeur de Thèse : M <sup>r</sup> OUAKID M <sup>ed</sup> Laid | Professeur   | Université de Annaba     |
| * Examineurs : M <sup>r</sup> BENSLAMA Mohamed                    | Professeur   | Université de Annaba     |
| M <sup>r</sup> SI BACHIR Abdekrim                                 | Professeur   | Université de Batna      |
| M <sup>r</sup> BELHAMRA Mohamed                                   | Professeur   | Université de Biskra     |
| M <sup>r</sup> MAIZI M <sup>ed</sup> Chérif                       | M.Conférence | Université de Souk-Ahras |

Juin 2014

## Remerciement

*A l'issue de la rédaction de cette recherche, je suis convaincue que la thèse est loin d'être un travail solitaire. En effet, je n'aurais jamais pu réaliser ce travail doctoral sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de ma recherche m'ont permis de progresser.*

*Au terme de ce travail, Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur **TAHRAOUI Abdekrim**, Professeur à l'université de Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de présider le jury.*

*Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon directeur de thèse Monsieur **M<sup>ed</sup> Laid. OUAKID**, Professeur à l'université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de diriger ce travail. Et grâce à qui j'ai goûté au travail sur terrain, me faisant découvrir le monde merveilleux des forêts. Je remercie surtout sa patience, son immense générosité et son grain de sel quotidien qu'il apportait au laboratoire. Ces cinq dernières années représentent énormément pour moi ; j'ai muri, appris à devenir responsable et je vous en remercie. Merci aussi de m'avoir supporté, épaulé, conseillé, fait rire et pleurer aussi... !! MISTER ...YOU ARE THE BEST !!*

*Je remercie également Monsieur **BENSLAMA Mohamed**, Professeur à l'université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de juger ce travail, malgré ses multiples préoccupations.*

*Je suis particulièrement reconnaissant à Monsieur **SIBACHIR Abdelkrim**, Professeur à l'université Hadj Lakhdar-Batna, d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Je remercie aussi Monsieur **MAIZI M<sup>ed</sup> Chérif**, Professeur à l'université de Souk-Ahras, d'avoir accepté de juger ce travail.*

*Je suis particulièrement reconnaissant à Monsieur Je suis particulièrement reconnaissant à Monsieur **BELHAMRA Mohamed**, Professeur à l'université de Biskra, d'avoir accepté de juger ce travail.*

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

*Je tiens à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.*

## Liste des Figures

| N° | Titres                                                                                                                                                               | Page |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | Localisation géographique du Parc National d'El-Kala                                                                                                                 | 6    |
| 2  | Carte de couverture forestière de la wilaya de Souk-Ahras                                                                                                            | 10   |
| 3  | Localisation géographique du massif de l'Edough                                                                                                                      | 14   |
| 4  | Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de : (a) El Kala, (b) Souk-Ahras et (c) Edough.                                                                      | 19   |
| 5  | Position des régions El-Kala, Souk-Ahras et Séraïdi sur le diagramme d'Emberger                                                                                      | 21   |
| 6  | Répartition approximative du chêne-liège ( <i>Quercus suber</i> )                                                                                                    | 24   |
| 7  | Aire naturelle de répartition du chêne liège en Algérie                                                                                                              | 26   |
| 8  | La bactérie utilisée dans la production de spinosad <i>Saccharopolysporaspinososa</i> : (A : Coupe longitudinale de la bactérie B : Surface épineuse de la bactérie) | 40   |
| 9  | Structure du spinosad (selon spinosynes R= H : A ; R =CH <sub>3</sub> : D)                                                                                           | 41   |
| 10 | Indice de dépérissement (ID) des trois subéraies étudiées                                                                                                            | 54   |
| 11 | Indice de dépérissement (ID) des trois subéraies étudiées                                                                                                            | 55   |
| 12 | Indice de dépérissement (ID) des deux subéraies étudiées                                                                                                             | 57   |
| 13 | Répartition des différents relevés de sur les axes de l'analyse en composantes principales. (A) : 2008 ; (B) : 2009.                                                 | 68   |
| 14 | Répartition des différents relevés de l'année 2010 sur les axes de l'analyse en composantes principales. (A) : El Kala ; (B) : Souk-Ahras ; (C) : Séraïdi.           | 69   |
| 15 | Répartition des différents relevés de l'année 2011 sur les axes de l'analyse en composantes principales. (A) : El Kala ; (B) : Souk-Ahras ; (C) : Séraïdi.           | 71   |
| 16 | Répartition des feuilles du site Brabtia en fonction de leur état sanitaire                                                                                          | 73   |
| 17 | Répartition des feuilles du site El Mellah en fonction de leur état sanitaire                                                                                        | 74   |
| 18 | Répartition des feuilles du site Sanaoubari en fonction de leur état sanitaire                                                                                       | 74   |
| 19 | Dispersion de la surface des feuilles du site Brabtia durant les trois années d'étude                                                                                | 75   |
| 20 | Dispersion de la surface des feuilles du site El Mellah durant les trois années d'étude.                                                                             | 76   |
| 21 | Dispersion de la surface des feuilles du site Sanaoubari                                                                                                             | 76   |
| 22 | Evaluation du taux (%) de la surface foliaire des feuilles attaquées par des insectes des trois sites d'études durant les années 2009, 2010 et 2011.                 | 77   |
| 23 | Evaluation du taux (%) de la surface foliaire des feuilles nécrosées des trois sites d'études durant les années 2010 et 2011.                                        | 78   |
| 24 | Répartition des feuilles du site M'Ghassel en fonction de leur état sanitaire                                                                                        | 79   |
| 25 | Répartition des feuilles du site Kef M'kasser en fonction de leur état sanitaire                                                                                     | 80   |
| 26 | Répartition des feuilles du site Gliàa en fonction de leur état sanitaire                                                                                            | 80   |
| 27 | Dispersion de la surface des feuilles du site M'Ghassel.                                                                                                             | 81   |
| 28 | Dispersion de la surface foliaire des feuilles du site Kef M'kasser.                                                                                                 | 82   |
| 29 | Dispersion de la surface des feuilles du site Gliàa                                                                                                                  | 83   |
| 30 | Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles attaquées par des insectes des trois sites d'étude durant les années 2010 et 2011                  | 84   |
| 31 | Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles attaquées des trois sites d'études durant les années 2010 et 2011                                  | 85   |
| 32 | Répartition des feuilles du site Sidi Temmem en fonction de leur état sanitaire.                                                                                     | 86   |
| 33 | Répartition des feuilles du site El Berouaga en fonction de leur état sanitaire.                                                                                     | 87   |
| 34 | Dispersion de la surface des feuilles du site Sidi Temmem                                                                                                            | 88   |
| 35 | Dispersion de la surface des feuilles du site Berouaga                                                                                                               | 88   |

|    |                                                                                                                                     |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 36 | Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles attaquées des deux sites d'études durant les années 2010 et 2011. | 89  |
| 37 | Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées des deux sites d'études durant les années 2010 et 2011. | 91  |
| 38 | Evolution de l'indice d'abondance de la glandée (A): El Kala. (B): Souk-Ahras. (C): Edough                                          | 95  |
| 39 | Distribution des catégories des glands                                                                                              | 101 |
| 40 | Distribution des catégories des glands                                                                                              | 102 |
| 41 | Distribution des catégories des glands                                                                                              | 102 |
| 42 | Taux d'infestation par espèce.                                                                                                      | 104 |
| 43 | Taux d'attaques des glands par les insectes                                                                                         | 105 |
| 44 | Taux d'attaques des glands par les insectes                                                                                         | 106 |
| 45 | Taux de germination des glands.                                                                                                     | 109 |
| 46 | Evolution de la hauteur moyenne des tiges des plantules                                                                             | 110 |
| 47 | Evolution du nombre de feuilles des plantules                                                                                       | 110 |
| 48 | Taille de la plus grande feuille des plantules issues des glands témoins et traités.                                                | 111 |
| 49 | Répartition des insectes capturés par ordre systématique.                                                                           | 112 |
| 50 | Répartition des espèces suivant leur régime alimentaire                                                                             | 126 |

## Liste des Tableaux

| N° | Titres                                                                                                                                     | Page |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | Moyennes mensuelles des précipitations (mm) enregistrées sur une période d'observation de dix ans allant de 2002 à 2011                    | 17   |
| 2  | Moyennes mensuelles des températures (°C), enregistrées sur une période d'observation de dix ans allant de 2002 à 2011                     | 18   |
| 3  | Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) enregistrées sur une période d'observation de dix ans allant de 2002 à 2011                 | 18   |
| 4  | Diagramme Ombrothermique des stations D'étude (2001/2011)                                                                                  | 21   |
| 5  | Domaines d'utilisation du liège.                                                                                                           | 31   |
| 6  | principaux descripteurs des relevés sylvicoles                                                                                             | 33   |
| 7  | Classes de notation de la défoliation et les principales catégories d'arbres atteints                                                      | 33   |
| 8  | Classes de décoloration des feuilles                                                                                                       | 34   |
| 9  | Principales catégories de dépérissement du peuplement du chêne-liège prises en compte en fonction de l' « ID».                             | 34   |
| 10 | Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc et branches                                                                        | 35   |
| 11 | Classes de notation de la déhiscence du liège                                                                                              | 36   |
| 12 | Echelle de notation de la glandée                                                                                                          | 38   |
| 13 | Propriétés physiques et chimiques du Spinosad                                                                                              | 40   |
| 14 | Relevés dendrométrique des arbres échantillons des trois sites d'études, Sanaoubari, Brabtia et El-Mellah (m ± s, max, min)                | 49   |
| 15 | Relevé d'exploitation des arbres échantillons des trois sites d'étude : Sanaoubari, Brabtia et El-Mellah (m ± s, max, min)                 | 50   |
| 16 | Relevés dendrométriques des arbres échantillons des trois sites d'étude : M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa (m ± s, max, min).              | 50   |
| 17 | Relevés d'exploitation des arbres échantillons des trois sites d'études : M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa (m ± s, max, min)               | 51   |
| 18 | Relevés dendrométriques des arbres échantillon des sites d'études : Sidi Temmem et El Berouaga (m ± s, max, min)                           | 51   |
| 19 | Relevés d'exploitation des arbres échantillons des sites d'études : Sidi Temmem et El Berouaga (m ± s, max, min)                           | 52   |
| 20 | Evolution de la défoliation des trois sites d'étude : El-Mellah, Sanaoubari et Brabtia.                                                    | 53   |
| 21 | Evolution de la décoloration des feuilles des arbres des trois sites d'étude : El-Mellah, Sanaoubari et Brabtia durant les années d'étude. | 53   |
| 22 | Evolution de la défoliation dans les trois sites d'étude : M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa                                                | 54   |
| 23 | Evolution de la décoloration des feuilles des arbres des trois sites d'étude : M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa.                           | 55   |
| 24 | Evaluation de la défoliation dans les deux sites d'étude : Sidi Temmem et El Berouaga.                                                     | 55   |
| 25 | Evaluation de la décoloration des feuilles des arbres des deux sites d'étude : Sidi Temmem et El Berouaga.                                 | 56   |
| 26 | Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) du site El Mellah durant les 4 années d'étude.                       | 57   |
| 27 | Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) des sites Sanaoubari et Brabtia durant les deux années d'étude.      | 58   |
| 28 | Description de l'état sanitaire du tronc des sites El mellah, Sanaoubari et Brabtia                                                        | 59   |

|    |                                                                                                                               |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    | durant les deux années d'étude. sites durant les 2 années d'étude                                                             |     |
| 29 | Description de l'état sanitaire de l'écorce et de la zone sous corticale des sites durant les 4 années d'étude.               | 60  |
| 30 | Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) des sites de Souk-Ahras durant les 2 années d'étude.    | 60  |
| 31 | Description de l'état sanitaire du tronc des sites de Souk-Ahras durant les 2 années d'étude.                                 | 61  |
| 32 | Description de l'état sanitaire de l'écorce et de la zone sous corticale des sites de Souk-Ahras durant les 2 années d'étude. | 62  |
| 33 | Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) des sites de Seraidi durant les 2 années d'étude.       | 62  |
| 34 | Description de l'état sanitaire du tronc des sites de Séraidi durant les 2 années d'étude.                                    | 63  |
| 35 | Description de l'état sanitaire de l'écorce et de la zone sous corticale du site durant les 2 années d'étude.                 | 64  |
| 36 | Répartition de la nature de l'attaque des feuilles dans les trois sites d'étude                                               | 78  |
| 37 | Répartition de la nature de l'attaque des feuilles des trois sites d'études                                                   | 85  |
| 38 | Répartition de la nature de l'attaque des feuilles                                                                            | 90  |
| 39 | Biométrie des glands d'El Mellah                                                                                              | 96  |
| 40 | Biométrie des glands de Brabtia                                                                                               | 96  |
| 41 | Biométrie des glands de Sanaoubari                                                                                            | 97  |
| 42 | Biométrie des glands du site M'Ghassel.                                                                                       | 97  |
| 43 | Biométrie des glands du site Kef M'Kasser                                                                                     | 98  |
| 44 | Biométrie des glands du site Gliàa                                                                                            | 98  |
| 45 | Biométrie des glands du site El Berouaga                                                                                      | 99  |
| 46 | Biométrie des glands du site Sidi Temmem.                                                                                     | 99  |
| 47 | Nombre des larves mortes et vivantes pendant la période de traitement.                                                        | 108 |
| 48 | Répartition des insectes de l'ordre des Coléoptères.                                                                          | 116 |
| 49 | Répartition des insectes de l'ordre des Lépidoptères                                                                          | 119 |
| 50 | Répartition des insectes de l'ordre des Hémiptères                                                                            | 120 |
| 51 | Répartition des insectes de l'ordre des Dictyoptères                                                                          | 120 |
| 52 | Répartition des insectes de l'ordre des Hyménoptères                                                                          | 120 |
| 53 | Répartition des insectes de l'ordre des Diptères                                                                              | 121 |
| 54 | Répartition des insectes des ordres des Orthoptère, Isoptères, Odonates et Hétéroptères                                       | 121 |
| 55 | Valeurs des indices écologiques calculés                                                                                      | 122 |
| 56 | Liste des insectes phytophage.                                                                                                | 123 |
| 57 | Liste des insectes prédateurs                                                                                                 | 124 |
| 58 | Liste des insectes Coprophage                                                                                                 | 124 |
| 59 | Liste des insectes Saproxyliques                                                                                              | 125 |
| 60 | Liste des insectes décomposeurs                                                                                               | 125 |
| 61 | Localisation des espèces de galles récoltées dans les régions d'étude (+ présence ; - absence)                                | 126 |
| 62 | Inventaire des espèces d'insectes inducteurs des galles                                                                       | 127 |

## Liste des Photos

| N° | Titres                                                            | Page |
|----|-------------------------------------------------------------------|------|
| 1  | Tronc crevassé                                                    | 65   |
| 2  | Surface déhiscente du liège                                       | 65   |
| 3  | Suintement noirâtre                                               | 65   |
| 4  | Ecoulement                                                        | 65   |
| 5  | Trous d’insectes xylophages                                       | 65   |
| 6  | La flore lichénologique                                           | 65   |
| 7  | Croûte charbonneuse                                               | 66   |
| 8  | Déformation du tronc                                              | 66   |
| 9  | Déliègeage illicite.                                              | 66   |
| 10 | Blessures                                                         | 66   |
| 11 | Feuille saine                                                     | 92   |
| 12 | Feuille nécrosée                                                  | 92   |
| 13 | Feuille attaquée                                                  | 92   |
| 14 | Feuille attaquée et nécrosée                                      | 92   |
| 15 | Feuille galle                                                     | 93   |
| 16 | Feuille nécrosée et galle                                         | 93   |
| 17 | Feuille attaquée et galle                                         | 93   |
| 18 | Feuille attaquée, nécrosée & galle                                | 93   |
| 19 | Glands sains                                                      | 103  |
| 20 | Glands infestés                                                   | 103  |
| 21 | Glands pourris                                                    | 103  |
| 22 | Larve de <i>Cydia splendana</i> (à gauche), adulte (à droite).    | 107  |
| 23 | Larve de <i>Cydia fagiglandana</i> (à gauche), adulte (à droite). | 107  |
| 24 | Larve de <i>Curculio sp</i>                                       | 107  |
| 25 | Larve de <i>Pammen faciana</i>                                    | 107  |
| 26 | <i>Carabus sp</i>                                                 | 117  |
| 27 | <i>Nebria andalusia</i>                                           | 117  |
| 28 | <i>Tropinota hirta</i>                                            | 117  |
| 29 | <i>Aphodius erraticus</i>                                         | 117  |
| 30 | <i>Sisyphus schaefferi</i>                                        | 117  |
| 31 | <i>Anoxia villosa</i>                                             | 117  |
| 32 | <i>Oryctes nasicornis</i>                                         | 117  |
| 33 | <i>Brachycerus muricatus</i>                                      | 118  |
| 34 | <i>Opatrum sp</i>                                                 | 118  |
| 35 | <i>Hister sp</i>                                                  | 118  |
| 36 | <i>Chrysolia sp</i>                                               | 118  |
| 37 | <i>Coccinella septempunctata</i>                                  | 118  |
| 38 | <i>Ocypus ophtalmicus</i>                                         | 118  |
| 39 | <i>Trypocopris vernalis</i>                                       | 118  |
| 40 | <i>Synophrus olivieri</i>                                         | 129  |
| 41 | <i>Synophrus politus</i>                                          | 129  |
| 42 | <i>Neuroterus saliens</i>                                         | 129  |
| 43 | <i>Neuroterus minutulus</i>                                       | 129  |
| 44 | <i>Callirhytis glandium</i>                                       | 129  |
| 45 | <i>Andricus grossulariae</i>                                      | 129  |
| 46 | <i>Dryomyia lichtensteini</i>                                     | 129  |

## Sommaire

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introduction.....</b>                                      | <b>1</b>  |
| <b>2. Matériel &amp; Méthodes.....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>2.1 Présentation des régions d'étude.....</b>                 | <b>5</b>  |
| <b>2.1.1 Présentation du Parc National d'El Kala (PNEK).....</b> | <b>5</b>  |
| <b>2.1.1.1Caractéristiques géographiques.....</b>                | <b>5</b>  |
| <b>2.1.1.2 Biodiversité de la région.....</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>2.1.1.3 Présentation des sites d'étude.....</b>               | <b>9</b>  |
| <i>El-Mellah.....</i>                                            | <i>9</i>  |
| <i>Sanaoubari.....</i>                                           | <i>9</i>  |
| <i>Brabtia.....</i>                                              | <i>9</i>  |
| <b>2.1.2 Présentation de la région de Souk-Ahras.....</b>        | <b>10</b> |
| <b>2.1.2.1 Localisation géographique.....</b>                    | <b>10</b> |
| <b>2.1.2.2 La situation géologique.....</b>                      | <b>10</b> |
| <b>2.1.2.3 Situation géomorphologique.....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>2.1.2.4 Réseau hydrographique.....</b>                        | <b>11</b> |
| <b>2.1.2.5 Situation des Subéraies.....</b>                      | <b>12</b> |
| <b>2.1.2.6 Présentation de la zone d'étude Maroukha.....</b>     | <b>12</b> |
| <b>2.1.2.7 Présentation des sites d'étude.....</b>               | <b>13</b> |
| <i>M'Ghassel.....</i>                                            | <i>13</i> |
| <i>Kef M'kasser.....</i>                                         | <i>14</i> |
| <i>Gliàa.....</i>                                                | <i>14</i> |
| <b>2.1.3 Présentation du Massif de l'Edough.....</b>             | <b>14</b> |
| <b>2.1.3.1 Localisation géographique.....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>2.1.3.2 Caractéristiques géologiques.....</b>                 | <b>15</b> |
| <b>2.1.3.3 Couvert végétal.....</b>                              | <b>15</b> |
| <b>2.1.3.4 Présentation des sites d'étude.....</b>               | <b>15</b> |
| <i>Sidi-Temmem.....</i>                                          | <i>15</i> |
| <i>El Berouaga.....</i>                                          | <i>16</i> |
| <b>2.1.4 Situation climatique.....</b>                           | <b>16</b> |
| <b>2.1.4.1 Précipitations.....</b>                               | <b>16</b> |
| <b>2.1.4.2 Température.....</b>                                  | <b>17</b> |

|         |                                                                   |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.4.3 | Autre facteurs climatiques.....                                   | 18 |
|         | <i>L'humidité relative</i> .....                                  | 18 |
|         | <i>Le vent</i> .....                                              | 19 |
| 2.1.5   | Synthèse bioclimatique.....                                       | 19 |
| 2.1.5.1 | Le Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....           | 19 |
| 2.1.5.2 | Calcul du quotient pluviothermique d'Emberger.....                | 20 |
| 2.1.6   | Présentation du matériel biologique : Chêne-liège.....            | 22 |
| 2.1.6.1 | Aire de répartition du chêne-liège.....                           | 23 |
|         | <i>Aire de répartition mondiale</i> .....                         | 23 |
|         | <i>Aire de répartition en Algérie</i> .....                       | 24 |
| 2.1.6.2 | Caractère botanique.....                                          | 26 |
|         | <i>Les variétés</i> .....                                         | 26 |
|         | <i>Description</i> .....                                          | 26 |
| 2.1.6.3 | Ecologie du chêne-liège.....                                      | 28 |
| 2.1.6.4 | Importance économique.....                                        | 30 |
| 2.2     | Installation des réseaux de surveillance de l'état sanitaire..... | 31 |
| 2.2.1   | Relevés caractéristiques des arbres.....                          | 32 |
|         | <i>Relevés dendrométriques</i> .....                              | 32 |
|         | <i>Relevés d'exploitation</i> .....                               | 32 |
| 2.2.1.1 | L'examen de la cime.....                                          | 33 |
|         | <i>La défoliation</i> .....                                       | 33 |
|         | <i>La décoloration</i> .....                                      | 33 |
| 2.2.1.2 | L'examen du tronc et des branches.....                            | 35 |
| 2.3     | L'examen des feuilles et des rameaux.....                         | 36 |
| 2.4     | L'examen des glands.....                                          | 38 |
| 2.4.1   | Traitement insecticide.....                                       | 39 |
|         | <i>Conservation des glands</i> .....                              | 39 |
|         | <i>Présentation de l'insecticide utilisé</i> .....                | 39 |
|         | <i>Description de Spinosad</i> .....                              | 39 |
|         | <i>Préparation des doses utilisées et traitement</i> .....        | 41 |
| 2.4.2   | La germination.....                                               | 41 |
|         | <i>Facteurs de germination</i> .....                              | 42 |
|         | <i>Germination des glands</i> .....                               | 42 |

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>La croissance et développement</i> .....                                                                               | 43 |
| 2.5 Etudes de la biodiversité entomologique.....                                                                          | 45 |
| 2.5.1 Méthodes d'échantillonnage.....                                                                                     | 45 |
| 2.5.1.1 La récolte à vue.....                                                                                             | 45 |
| 2.5.1.2 Les pièges Barber.....                                                                                            | 45 |
| 2.5.1.3 Recherche des insectes frondicoles.....                                                                           | 45 |
| 2.5.1.4 Parapluie japonais.....                                                                                           | 46 |
| 2.5.1.5 Récolte des Culicidae.....                                                                                        | 46 |
| 2.5.1.6 Récolte des galles.....                                                                                           | 46 |
| 2.5.2 Conservation et identification.....                                                                                 | 47 |
| 2.5.3 Paramètres structuraux du peuplement.....                                                                           | 47 |
| <i>Richesse spécifique « S »</i> .....                                                                                    | 47 |
| <i>Diversité spécifique ou diversité observée « H' »</i> .....                                                            | 47 |
| <i>Equitabilité</i> .....                                                                                                 | 48 |
| 3. Résultats.....                                                                                                         | 49 |
| 3.1 Etat sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien.....                                                                | 49 |
| 3.1.1 Relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres.....                                                           | 49 |
| 3.1.1.1 Subéraies d'El Kala.....                                                                                          | 49 |
| 3.1.1.2 Subéraies de Souk-Ahras.....                                                                                      | 50 |
| 3.1.1.3 Subéraies de Séraïdi.....                                                                                         | 51 |
| 3.1.2 Etat de la cime (défoliation, décoloration et indice de dépérissement).....                                         | 52 |
| 3.1.2.1 Subéraies d'El Kala.....                                                                                          | 52 |
| 3.1.2.2 Subéraie de Souk-Ahras.....                                                                                       | 54 |
| 3.1.2.3 Subéraie de Séraïdi.....                                                                                          | 55 |
| 3.1.3 Etat du tronc, l'écorce et de la zone sous corticale.....                                                           | 57 |
| 3.1.3.1 Subéraie d'El Kala.....                                                                                           | 57 |
| 3.1.3.2 Subéraie de Souk-Ahras.....                                                                                       | 60 |
| 3.1.3.3 Subéraie de Séraïdi.....                                                                                          | 62 |
| 3.1.4 Interaction des facteurs responsables du dépérissement .....                                                        | 67 |
| 3.1.4.1 Interaction globale des relevés effectués dans les 3 sites d'El Kala<br>pendant l'année 2008 et l'année 2009..... | 67 |
| 3.1.4.2 Interaction globale des relevés effectués pendant l'année 2010.....                                               | 68 |
| 3.1.4.3 Interaction globale des relevés effectués pendant l'année 2011.....                                               | 70 |

|                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.2 Etude des feuilles du chêne-liège.....</b>                | <b>72</b>  |
| <b>3.2.1 Feuilles récoltées à El Kala.....</b>                   | <b>72</b>  |
| <b>3.2.1.1 Etat des feuilles.....</b>                            | <b>72</b>  |
| <b>3.2.1.2 Biométrie des feuilles .....</b>                      | <b>74</b>  |
| <b>3.2.1.3 Evaluation de la surface perdue des feuilles.....</b> | <b>77</b>  |
| <i>Feuilles attaquées par les phytophages.....</i>               | <i>77</i>  |
| <i>Feuilles nécrosées.....</i>                                   | <i>78</i>  |
| <b>3.2.2 Feuilles récoltées à Souk-Ahras.....</b>                | <b>79</b>  |
| <b>3.2.2.1 Etat des feuilles.....</b>                            | <b>79</b>  |
| <b>3.2.2.2 Biométrie des feuilles.....</b>                       | <b>81</b>  |
| <b>3.2.2.3 Evaluation de la surface perdue des feuilles.....</b> | <b>83</b>  |
| <i>Feuilles attaquées par les phytophages.....</i>               | <i>83</i>  |
| <i>Feuilles nécrosées.....</i>                                   | <i>85</i>  |
| <b>3.2.3 Feuilles récoltées à Séraïdi.....</b>                   | <b>86</b>  |
| <b>3.2.3.1 Etat des feuilles.....</b>                            | <b>86</b>  |
| <b>3.2.3.2 Biométrie des feuilles.....</b>                       | <b>87</b>  |
| <b>3.2.3.3 Evaluation de la surface perdue des feuilles.....</b> | <b>89</b>  |
| <i>Feuilles attaquées par les phytophages.....</i>               | <i>89</i>  |
| <i>Feuilles nécrosées.....</i>                                   | <i>90</i>  |
| <b>3.3 Etude des glands.....</b>                                 | <b>94</b>  |
| <b>3.3.1 Evaluation de la glandée.....</b>                       | <b>94</b>  |
| <b>3.3.2 Caractéristiques morphométriques des glands.....</b>    | <b>95</b>  |
| <b>3.3.2.1 Subéraies d'El Kala.....</b>                          | <b>95</b>  |
| <b>3.3.2.2 Subéraie de Souk-Ahras.....</b>                       | <b>97</b>  |
| <b>3.3.2.3 Subéraies de Séraïdi.....</b>                         | <b>98</b>  |
| <b>3.3.3 Etat sanitaire des glands.....</b>                      | <b>100</b> |
| <b>3.3.3.1 Subéraies d'El Kala.....</b>                          | <b>100</b> |
| <b>3.3.3.2 Subéraie de Souk-Ahras.....</b>                       | <b>101</b> |
| <b>3.3.3.3 Subéraie de Séraïdi.....</b>                          | <b>102</b> |
| <b>3.3.4 Etude de l'infestation des glands.....</b>              | <b>104</b> |
| <b>3.3.4.1 Subéraies d'El Kala.....</b>                          | <b>104</b> |
| <b>3.3.4.2 Subéraie de Souk-Ahras.....</b>                       | <b>105</b> |
| <b>3.3.4.3 Subéraies de Séraïdi.....</b>                         | <b>105</b> |

|        |                                                                        |     |
|--------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.5  | Traitement des glands.....                                             | 108 |
| 3.3.6  | Effet du Spinosad sur la germination des glands traités.....           | 109 |
| 3.3.7  | Le développement et la croissance des plantules issues des glands..... | 109 |
|        | <i>Croissance des tiges.....</i>                                       | 110 |
|        | <i>Evolution du nombre des feuilles.....</i>                           | 110 |
| 3.4    | Inventaire de la faune entomologique du chêne-liège.....               | 112 |
| 3.4.1  | Répartition des espèces recensées selon leur Ordre systématique.....   | 112 |
| 3.4.2  | Ordre des Coléoptères.....                                             | 113 |
| 3.4.3  | Ordre des Lépidoptères.....                                            | 119 |
| 3.4.4  | Ordre des Hémiptères.....                                              | 119 |
| 3.4.5  | Ordre des Dictyoptères.....                                            | 120 |
| 3.4.6  | Ordre des Hyménoptères.....                                            | 120 |
| 3.4.7  | Ordre des Diptères.....                                                | 121 |
| 3.4.8  | Ordres des Orthoptère, Isoptères, Odonates et Hétéroptères.....        | 121 |
| 3.4.9  | Analyse écologique du peuplement d'insectes récoltés.....              | 122 |
| 3.4.10 | Organisation trophique.....                                            | 122 |
| 3.5    | Inventaire de la faune gallicole du chêne-liège.....                   | 126 |
| 4.     | Discussion.....                                                        | 130 |
| 5.     | Conclusion.....                                                        | 156 |
| 6.     | Références bibliographiques.....                                       | 159 |

Résumé

Production scientifique



## 1. Introduction

Les forêts représentent un élément intégral du système de support de la vie de la planète, elles couvrent environ 30 % de la surface du globe et abritent une grande partie des espèces qui peuplent les écosystèmes terrestres. Les forêts méditerranéennes couvrent 81 millions d'hectares (9,4% de la superficie forestière mondiale) et sont constituées d'une mosaïque d'essences forestières, principalement des feuillus (environ 60%) (Mugnossa *et al.*, 2000).

La part des subéraies ne dépasse pas les 9% soit une superficie très restreinte de 2,7 millions d'hectares répartie autour de 7 pays : 33% au Portugal, 23% en Espagne, 1% en France, 10% en Italie, 15% au Maroc, 21% en Algérie et 3% en Tunisie (Aronson *et al.*, 2009). Ces forêts produisent une grande quantité de liège (environ 300 millions de kg par an) dont 87% vient d'Europe (55% du Portugal, 28% d'Espagne, 1% de France et 3% d'Italie) et le reste d'Afrique du Nord (4% du Maroc, 6% d'Algérie, 3% de Tunisie (Lopes, 1996, Santos Pereira *et al.*, 2008).

Bien qu'elles constituent une source vitale de revenu pour plusieurs populations, ces écosystèmes en supportent aussi un des plus importants formes de biodiversité parmi les habitats forestiers, y compris les espèces menacées d'extinction (Santiago & Moreno Dominguez, 2005).

Mais l'importance économique de la subéraie ne se limite pas à la seule production de liège. En effet, les fruits et le feuillage, qui nourrissent le bétail, et les dépôts de bois issus de la taille, qui sont utilisés pour la production du bois de chauffage ou du charbon, sont une ressource fondamentale pour certaines communautés rurales (Sousa & Atay Kadiri, 2005).

Les forêts algériennes de chêne-liège sont comprises entre les frontières marocaines et tunisiennes et s'étendent du littoral méditerranéen au Nord jusqu'aux chaînes telliennes au Sud et représentent un peu moins du quart des superficies forestières mondiales (Boudy, 1955 ; Valette, 1992 & Zine, 1992).

Traditionnellement subéricole, la production nationale du liège a connu des fluctuations annuelles parfois importantes, pendant l'époque coloniale, elle oscillait en moyenne entre 9000 tonnes (1867 et 1925) et 32 000 tonnes (1930-1960) (Marc, 1916 ; G.G.A., 1927 ; Natividade, 1956). Après l'indépendance, cette production a nettement régressée pour des raisons diverses et le volume annuel est devenu en effet assez irrégulier et



varie de 8 à 35 000 Tonnes, soit une moyenne de l'ordre 14 000 tonnes ce qui correspond à une réduction d'environ 60 % par rapport à la phase précédente (DGF, 2007).

Malheureusement, ces subéraies sont fragilisée suite à la combinaison de plusieurs facteurs et très aggravés par les activités de l'homme. Depuis 1980, les scientifiques associent le déclin des subéraies méditerranéennes à la dégradation de l'état sanitaire des arbres ou appelé communément «dépérissement» (Mattson & Haak 1987 ; Becker & Becker, 1987).

Les dépérissements forestiers (feuillus et résineux) ne sont pas des phénomènes nouveaux ; les littératures européennes (notamment allemande et française) et nord-américaine en rapportent depuis plus d'un siècle (Landmann, 1994).

Les premiers concepts lucides de ce phénomène environnemental sont récents, datent de 1960 avec les définitions de base établies par Sinclair (1964, 1967) et Houston (1967) puis par Manion (1981). Ces auteurs ont développé le concept de «maladie déclenchée par un stress selon trois échelons successifs de facteurs ; les facteurs prédisposants, les facteurs déclenchants et les facteurs aggravants».

Delatour (1983), signale que les premières dégradations causées par le dépérissement dans le monde ont été signalées pour la première fois en 1924 par Falck puis, plus tard, par de nombreux autres auteurs comme Chararas (1980) et Lohela (Sousa, 1996).

Ce phénomène a connu son apogée durant les années 1980 particulièrement en Europe et en Amérique du Nord suite à un déclin similaire qui a touché plusieurs essences forestières (*Quercus* spp., *Abies* spp., *Picea* spp., *Pinus* spp., *Fagus* spp., *Castaneasativa*) (Bonneau et Guy, 1985).

Depuis lors, deux préoccupations majeurs retiennent l'attention des gestionnaires forestiers ; la quantification du déclin et l'identification des facteurs responsables (Sousa, 2005).

Les subéraies méditerranéennes sont touchées par ce phénomène depuis le début du XXème siècle (Natividade, 1956). Mais, il a commencé à prendre des dimensions relativement importantes à partir des années 1980-1990 au Portugal (Sousa *et al.*, 1995), en Italie (Marras *et al.*, 1995), en Espagne (Garolera, 1988), en France (Mirault, 1996) au Maroc (Bakry & Abourouh, 1996), en Tunisie (Benjamaa et Hasnaoui, 1996) et en Algérie (Bouhhraoua *et al.*, 2002). Ce phénomène complexe est en relation avec divers facteurs



d'intensités variables d'une région à l'autre : les changements climatiques, les mauvaises pratiques de gestion des peuplements, etc. (Amandier, 2006).

Les symptômes du dépérissement les plus caractéristiques sont les défoliations sévères, dessèchement des branches, la croissance anormale des bourgeons préventifs, l'apparition d'exsudations sur le tronc (Abdenbi, 2003).

Les problèmes sanitaires des subéraies Algériennes remontent au début du siècle dernier suite à l'apparition du phénomène de dépérissement, surtout au centre et même à l'ouest, sur des jeunes sujets (moins de 15 ans) et des arbres adultes (Anonyme, 1914a; b). Au milieu du siècle dernier, de nombreux peuplements présentaient déjà des symptômes graves d'affaiblissement (Boudy, 1955; Natividade, 1956). Cette situation qui a sévi jusqu'aux années 90, a engendré une réduction de la superficie des subéraies dont près de la moitié s'est transformé en maquis (Zine, 1992). Actuellement, la majorité des subéraies se trouvent dans un état déplorable et une grande partie est vouée encore à disparaître (Messaoudene, 2000).

Des techniques ont été proposées pour la reconstitution artificielle des chênes, mais la technique la plus utilisée est celle par rejet de souche (Marion, 1955 ; Natividade, 1956 ; Lepoutre, 1965). (Croizeau & Roguet, 1976) rapportent que la mise en place au printemps des glands pré-germés ramassés au sol en fin de l'hiver peut apparaître comme une solution. De nos jours, la production de plants en pépinière semble la méthode la plus employée pour la réhabilitation de ces subéraies.

L'Algérie a également lancé un programme de réhabilitation des subéraies ayant pour objectif la plantation de 20000 ha en cinq ans (2003-2007) (DGF, 2003 ; Chouial *et al.*, 2004), mais le taux de réalisation et de réussite sont restés timides, faute de disponibilité de plants liée à la faible maîtrise des techniques d'élevage et leur amélioration en pépinières. Les essais réalisés au Portugal par Vale *et al.*, (1999), ont révélé que la survie des plants varie en fonction de la technique de production, du site et de la période de plantation.

Notre étude s'inscrit dans l'évaluation de la situation sanitaire des peuplements de chêne-liège de l'est Algérien. Le travail a été mené dans les subéraies du parc national d'El Kala, la forêt domaniale d'Ouled Bechih à Souk-Ahras, les subéraies de l'Edough à Annaba.

Pour cela, nous avons mis en place, un réseau de surveillance permanent (2008 à 2011). Afin de caractériser le peuplement de chêne-liège étudié, nous avons effectué des relevés dendrométriques, et d'exploitation, différentes observations ont été faites aussi au



niveau des forêts. Ces observations ont surtout concerné l'évaluation de l'état sanitaire du peuplement de chêne-liège à travers l'examen du houppier et du tronc. La vigueur des peuplements a été appréciée par le biais d'indicateurs pertinents tels que la décoloration et la défoliation.

Cette étude se base également sur l'évaluation de l'état sanitaire du peuplement de chêne-liège à travers l'examen des feuilles ainsi une étude morphométrique des glands et déterminer la nature et les taux d'attaques des insectes carpophages.

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

Les informations concernant les insectes vivant au dépend du chêne-liège en Algérie sont peu nombreuses et particulièrement à l'Est du pays excepté les travaux de (Demnati, 1997) dans les deux subéraies : El-Ghorra et Brabtia.

En l'absence d'informations récentes sur l'entomofaune du chêne-liège dans l'Est du pays, nous avons initié un inventaire.



## 2. Matériel & Méthodes

### 2.1 Présentation des régions d'étude

La présente étude a pour cadre trois subéraies de l'Est algérien: les subéraies du Parc National d'El Kala, la forêt domaniale d'Ouled Bechih à Souk-Ahras et les subéraies de l'Edough à Annaba.

#### 2.1.1 Présentation du Parc National d'El Kala (PNEK)

Le Parc National d'El Kala (PNEK) constitue un patrimoine naturel important par la richesse biologique de ses habitats. D'une superficie de 80.000 ha, il est composé d'une mosaïque particulière d'écosystèmes, caractérisée par des zones humides dont l'ensemble constitue un complexe considéré comme unique dans le bassin méditerranéen.

En vue d'une gestion rationnelle et une protection de ses divers milieux, la région d'El Kala a été érigée en Parc National dès 1983 sous le décret n° 83-462 du 23 juillet 1983. Elle a en outre été classée en 1990, dans la catégorie du patrimoine national et culturel international et comme réserve de la biosphère par l'UNESCO.

A l'intérieur de ce Parc sont situés deux des plus belles zones d'expansion touristique à savoir : Messida et Cap Rosa, ainsi que les lacs : Mellah (eau salée), Oubeïra (eau saumâtre), et le lac Tonga (eau douce). Les deux derniers lacs (Oubeïra et Tonga) ont été considérés comme sites d'importance internationale par la convention de Ramsar (1971).

Le Parc National d'El-Kala délimite un territoire entièrement contenu dans la wilaya d'El-Tarf. Localisée à l'extrême nord-est algérien, il est limité à l'est par la frontière algéro-tunisienne, au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par l'extrémité de la plaine alluviale d'Annaba et enfin au sud par les contreforts des monts de la Medjerda. Ses coordonnées géographiques sont 36°52 latitude nord et 8°27 longitude, au niveau de la ville d'El-Kala. (Figure. 1).

Administrativement, le PNEK est inclus dans la wilaya d'El-Tarf et comprend les communes suivantes: Bouteldja, Ain El Assel, El Kala, El Ayoun, Bougous, Souarekh, Roum El Souk et Zitouna.

##### 2.1.1.1 Caractéristiques géographiques

Le relief du Parc National d'El-Kala se caractérise par les différentes formations géographiques qui se composent d'une juxtaposition de dépression, dont le front est occupé



par des formations lacustres ou palustres et des hautes collines aux formes variées (dôme, escarpement, alignement des crêtes) couvertes par une végétation plus au moins dense (De Belair, 1990). En partant de la mer jusqu'aux monts de Djebel Ghorra (1200 m d'altitude), on observe plusieurs formations géographiques : un cordon dunaire au Nord sur les côtes qui s'étend d'Ouest en Est sur une longueur de 40 km et se prolonge vers le Sud jusqu'à 24 km à l'intérieur des terres (De Belair, 1990).

De plus, le relief du P.N.E.K se caractérise par un pendage important. Il est constitué de 9% de pentes faibles, 10% de pentes moyennes et 80 % de pentes fortes à très fortes. La région d'El-Kala est marquée essentiellement par les deux ensembles structurables formés lors des deux époques : Tertiaire et Quaternaire. L'actuelle structure morphologique résulte donc d'une activité tectonique datant du Tertiaire (il y'a 65 millions d'années) et du Quaternaire (il y a 2 millions d'années). Cette structure a été soumise à une érosion intense à la fin du Miocène, et se poursuit jusqu'à présent notamment grâce à une pluviométrie importante (Benyacoub, 1993).

Les sols de la zone d'étude sont en général des sols bruns forestiers pierreux, profonds, reposant sur une roche mère constituée principalement de grès numidien et d'argile (Tlili, 2003). Riches en humus et en éléments fins acides; ils sont marqués par la présence de sable fin, graviers, cailloux, ainsi que des affleurements rocheux formés principalement de grès.

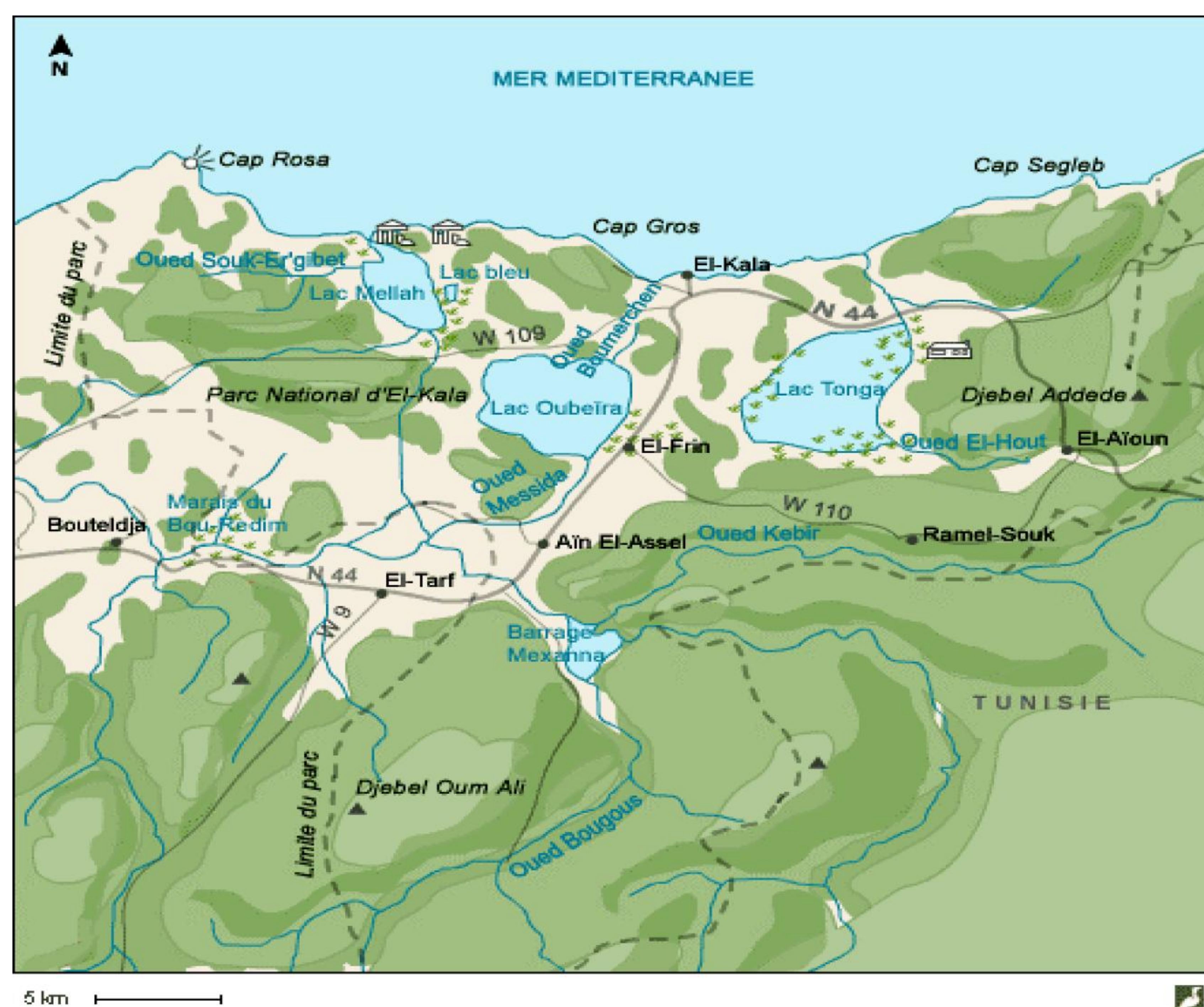


**Figure. 1:** Localisation géographique du Parc National d'El-Kala. (DGF, 2009).



---

### 2.1.1.2 Biodiversité de la région

#### *Richesse faunistique*

La diversité des habitats rencontrés au sein du Parc National d'El-Kala a pour conséquence la présence d'une faune particulièrement riche et diversifiée. Il comporte une série d'écosystèmes marins, lacustres et forestiers. Cette diversité écologique lui confère une valeur patrimoniale élevée tant au point de vue biodiversité que du point de vue agronomique (Oulmouhoub & Laboudi, 1999). En effet, les principaux groupes systématiques y sont rencontrés, à savoir les oiseaux, les mammifères, et les reptiles. Parmi ces différents groupes systématiques rencontrés au sein du Parc, ce sont incontestablement les oiseaux qui constituent la richesse faunistique la plus spectaculaire avec 191 espèces d'oiseaux (Benyacoub & Chabi, 2000) dont 21 rapaces, 61 espèces sont protégées par le décret présidentiel du 20 Août 1983 complété le 17 janvier 1995 (Benyacoub *et al.* 1998). Ce chiffre constitue environ 47% du nombre total d'espèces aviennes que compte le pays soit 404 espèces (Moali, 1998 *in* Oulmouhoub & Laboudi, 1999). Cette richesse confère par ailleurs, à certains sites du Parc, les zones humides, le statut d'importance internationale (Dziri, 2003).

Selon Benyacoub & *al.*, (1998), la faune mammalienne du Parc compte 37 espèces 14 d'entre elles sont protégées par la loi et constituent de ce fait un patrimoine réel à préserver. Les plus abondantes sont : le Sanglier, le Chacal, la Mangouste et le Cerf de Barbarie qui est le mammifère le plus précieux de la région (Alleg, 1986).

Quant aux reptiles, 3 espèces protégées sont signalées : la tortue grecque qui fréquente surtout les zones voisines des cours d'eau, la tortue Clemmyde observée près du lac noir et le caméléon commun.

Concernant les invertébrés, c'est le groupe d'organismes qui a fait l'objet des recherches les moins approfondies dans la région. La plupart des références existantes datent d'à peine dix ans et concernent un faible nombre de Taxa : les Odonates, les Diptères (*Syrphidés*), les Coléoptères (*Caraboidés*), les Lépidoptères *Rophalocères* et quelques familles de Crustacés et Mollusques.

Les groupes présentés ne concerneront donc que les organismes les mieux connus. Il est certain que ces groupes ne représentent qu'une faible partie du patrimoine faunistique invertébré de la région, même s'ils constituent une valeur indicatrice importante de la qualité des biotopes qu'ils exploitent.



---

### ***Richesse floristique***

Riche d'environ 850 espèces, la flore du P.N.E.K. se caractérise par une grande diversité structurale ainsi qu'un haut degré d'endémisme. Avec 231 espèces rares et très rares, appartenant à 62 familles et représentant 27% de la flore du Parc, soit 15% de la flore rare à l'échelle nationale. Cependant, on compte 550 Spermaphytes et 300 Cryptophytes dont 25 Fougères, 110 Champignons, 40 Mousses, 65 Algues et 50 Lichens (De Belair, 1990). D'après le B.N.E.F.in (Oulmouhoub & Laboudi, 1999), l'écosystème forestier du P.N.E.K. comporte six séries de formations végétales faisant toute l'originalité et la mosaïcité paysagère de la région d'El Kala

Benslama (1999) classe la végétation de la région en cinq principales séries :  
**La série de chêne-liège :** *Quercus suber*, elle s'étend entre 400m et 500m d'altitude. Le cortège floristique qui accompagne cette série est composé de : *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Phellyrea angustifolia* et *Cytisus triflorus*.

**La série de chêne-zeen :** *Quercus faginea*, cette série est limitée au niveau des stations fraîches et humides. Son cortège est composé essentiellement de : *Ilex aquifolium*, *Erica arborea*, *Cytisus triflorus*, *Crataegus mongyna*, *Myrtus communis* et *Laurus nobilis*.

**La série de chêne kermès :** *Quercus coccifera*, cette série occupe surtout les dunes littorales. Son cortège floristique est composé de : *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Halimium halimifolium* et *Chamerops humilis*.

**La série de Pin maritime :** Cette essence est rencontrée surtout dans les collines sublittorales, souvent en mélange avec *Quercus suber*, *Erica arborea*, *Myrtus communis*, *Phellyrea angustifolia*, *Cytus salvifolus* et *Arbutus unedo*.

**La série de plantes de milieu humide :** Elle s'étend le long des berges des lacs et des cours d'eau, ainsi que dans les dépressions humides. La stratification horizontale fait apparaître des groupements évoluant en fonction du degré de saturation. La succession est la suivante : végétation aquatique, végétation amphibie, végétation hydrophile et la végétation hérophile.



---

### 2.1.1.3 Présentation des sites d'étude

#### ***El-Mellah***

Au bord de la route départementale n°109, près de la station biologique d'El-Mellah, la subéraie d'El-Mellah se situe au Sud du lac Mellah, avec une orientation Sud-Sud-Est et occupe le versant Nord de la forêt Boumalek, l'altitude est de 15 m et la distance à la mer est de 6,5 Km, elle se trouve sur des grès de Numidie, cette station n'a jamais été incendiée, et présente de ce fait, un état climacique. Elle est constituée de trois strates :

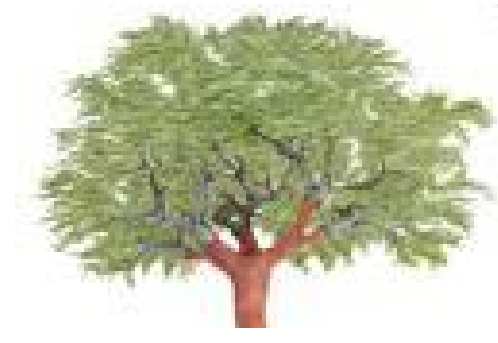
- La strate arborée monospécifique à *Quercus Suber* dont les arbres ne dépassent pas les 8m.
- La strate buissonnante caractérisée par la présence des espèces épineuses tel que le Calycotome et le Ciste, mais également de Myrte, d'Asphodèle, de Palmier nain et de lentisque.
- La strate herbacée caractérisée par sa faible abondance à cause de l'action du pâturage des bovins et caprins, elle est constituée essentiellement de graminées.

#### ***Sanaoubari***

Situé à l'Ouest du lac Oubeira et au Sud-Est du lac Mellah, l'altitude est de 15m, la distance à la mer 7 Km, l'orientation de la subéraie est Sud-Sud-Est, elle a été incendiée en 1983, caractérisée par une strate arborée dense, une strate arbustive très développée et une strate herbacée faiblement représentée. Ce milieu est singularisé par la présence des signes d'une dégradation importante de la couverture végétale due au surpâturage.

#### ***Brabtia***

Le site de Brabtia compte environ 30 ha, se présente sous forme d'un milieu hétérogène constitué de la juxtaposition d'un bocage, d'une ripisylve et d'une subéraie dégradée. La subéraie occupe les piémonts d'oued Bouaroug. L'altitude est de 15 m, il est distant de la mer de 7,5 Km, l'orientation de la subéraie est Sud. La strate arborée mono spécifique est composée essentiellement de sujets de chêne-liège *Quercus suber* d'une hauteur moyenne de 8m, leur recouvrement moyen est de 60%. Le sous-bois est constitué principalement de *Phillyrea angustifoliés*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus ulmifolius*, *Crataegus monogyna*, *Erica arboria*, *Erica scoparia*...ces espèces forment un enchaînement de rameaux, de branches et lianes qui peuvent atteindre 4m de haut et se confondent avec les branches basses des arbres.



## 2.1.2 Présentation de la région de Souk-Ahras

### 2.1.2.1 Localisation géographique

La wilaya de Souk-Ahras est située à l'extrémité des frontières Nord-Est de la république Algérienne. Elle est limitée au Nord-est par la wilaya d'El Taref, au Nord-ouest par la wilaya de Guelma, au Sud par la wilaya de Tébessa, au Sud-ouest par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi et à l'Est par la Tunisie.

Elle s'étend sur une superficie de 4360 Km<sup>2</sup> et ne représente que 0,18% de l'ensemble du territoire national. Elle abrite 420570 habitants dont le tiers se concentre au chef-lieu de wilaya.

La wilaya de Souk-Ahras est une région montagneuse et forestière (région de hauts plateaux) les altitudes varient de 600 à 700m (Figure. 2)



**Figure 2:** Carte de couverture forestière de la wilaya de Souk-Ahras. (DGF, 2008)

### 2.1.2.2 La situation géologique

Le terrain de Souk-Ahras comprend une région accidentée où la complexité des phénomènes géologiques (notamment le diapirisme triasique) a contribué à la formation d'une topographie confuse d'où les grands lignes sont absentes ; il en résulte une certaine difficulté à dégager et définir des unités géographiques nettes.



La wilaya de Souk-Ahras se distingue par deux caractéristiques essentielles :

- Le Nord à caractère montagneux faisant partie de l'Atlas Tellien
- Le Sud faisant partie des hautes plaines (D'après la direction de la conservation des forêts de la wilaya de Souk-Ahras)

### 2.1.2.3 Situation géomorphologique

Selon la classification des pentes et du climat dominant, la wilaya de Souk-Ahras se caractérise par trois régions :

**Région Nord-est** : région montagneuse présentant des pentes très rudes variant de 15 à plus de 20% et faisant partie de la chaîne tellienne et qui constitue le patrimoine forestier.

**Région Sud-ouest** : région médiane constituée de piedmonts. Cette région est le prolongement des hauts plateaux, elle est caractérisée par des plaines agricoles et de pâturage.

**Région Sud** : les terres sont de vastes étendues caractérisées par un relief plat, le sol est dégradé et de faible profondeur aggravé par une exposition aux divers aléas climatiques de faibles pluviométries, C'est l'espace des hauts plateaux. (D'après la conservation des forêts de la wilaya de Souk-Ahras).

D'après Djefjel (2005), le territoire de la wilaya de Souk-Ahras est considéré comme une zone chainière de montagnes entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud. D'une manière générale, il s'agit d'un relief montagneux complexe, très élevé au nord, et moins élevé au sud de la wilaya, au nord, il est subdivisé en deux alignements séparés par la vallée de Medjerda, d'une orientation générale sud-ouest, nord-est.

### 2.1.2.4 Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique couvre pratiquement la wilaya, la rareté de l'eau s'explique essentiellement par des conditions climatiques dont les précipitations sont nettement insuffisantes d'une part et le manque de moyens et d'infrastructure de récupération rationnelles et de stockage d'autre part (Bouchabou, 2009).

Trois grands oueds sillonnent la wilaya avec des débits irréguliers vus les conditions climatiques:

**Oued Mellegue** : situé au sud de la wilaya de Souk-Ahras, son bassin versant occupe une superficie de 1.442 km<sup>2</sup>. Le débit moyen est de 210 millions m<sup>3</sup>/an; c'est un affluent de l'oued Medjerda en Tunisie.

**Oued Medjerda** : considéré comme le collecteur principal, dont le bassin versant couvre une superficie de 1.377 km<sup>2</sup>, avec un débit moyen de 400 millions de m<sup>3</sup>/an.



---

**Oued Cherf** : d'une superficie de 1.040 km<sup>2</sup>, avec un débit moyen de 99 millions de m<sup>3</sup>/an. Il coule vers le nord-ouest, il rejoint l'oued Seybouse. (DGF, 2002).

#### **2.1.2.5 Situation des Subéraies**

Les forêts de la wilaya de Souk-Ahras se répartissent en deux secteurs naturels : l'un au sud regroupant les forêts de Pin d'Alep et l'autre au nord représenté par les forêts de chêne-liège et de chêne zeen, Ces derniers s'étendent sur 24232 hectares dont 13080 hectares de chêne-liège.

Les subéraies sont situées au nord de la wilaya de Souk-Ahras est composée de cinq forêts domaniales :

Forêt domaniale d'Ouled Bechih, d'une superficie de 6582 ha, constituée principalement de chêne-liège et chêne zeen.

Forêt de Fedj Mecta, d'une superficie de 683 ha constituée de chêne-liège et chêne zeen.

Forêt domaniale de Bou-Mezran d'une superficie de 7428.8 ha.

Forêt de Rezgoun d'une superficie de 653.3 ha.

#### **2.1.2.6 Présentation de la zone d'étude Machrouha**

Notre travail a été réalisé à la commune de Machrouha, sa superficie est de 22623 ha, la superficie forestière est de 16448ha et le taux de boisement 73%. C'est la commune la plus boisée de la wilaya de Souk-Ahras. Elle regroupe une population au totale de 17614 habitants selon (RGPH 1998).

Située à un carrefour important, elle est traversée par deux voies, l'une routière que matérialise la route nationale 16 (Annaba - Tébessa) et l'autre ferroviaire qui rattache la ville de Annaba et sa wilaya à la ville de Ouenza et de là vers Tébessa et la Tunisie.

Située à l'extrême Nord de la wilaya de Souk-Ahras la commune de Machrouha est limitée administrativement par les communes de Bouchegouf (w. de Guelma) et Bouhadjar (w. de Taref) au Nord, les communes de Souk-Ahras et Hnancha au sud, la commune d'Ouled Driss à l'Est et la commune d'Oued Cheham (w.de Guelma) à l'Ouest.



---

### *Faune et flore*

Les facteurs climatiques ont une influence considérable sur l'existence et la diversité biologique dans la région. Le climat de la région de Souk-Ahras favorise le développement d'un domaine forestier très important sur un terrain très accidenté dont les pentes peuvent dépasser les 20%. La région est connue comme zone agro-forestier qui s'étend sur un grand espace.

La région de Machrouha est distinguée par un couvert végétal très important formé par des plantes et arbres spécifiques au climat méditerranéen. Le patrimoine forestier de la commune offre des niches écologiques à tous les niveaux. La flore est diversifiée et on peut citer parmi les espèces recensées: Le pin d'Alep, chêne zeen et chêne-liège qui représentent l'essence dominante qui constitue des forêts naturels, associé à des reboisements récents, on y trouve aussi des oliviers et l'eucalyptus. On trouve également des essences secondaires composée de genet, genévrier oxycèdre, calycotome, myrte, oléastre, thuya, cèdre et les plantes reliques cytise, phylaria et bruyère.

La faune terrestre rencontrée dans l'environnement forestier de la région est constituée de **mammifères** (sangliers, chacals, renard, lièvres, lapin, gerboise, genette, furet, porc épic, mangouste, hérisson, cerf de barbarie qui est une espèce protégée), **des oiseaux** (vautour percnoptère, faucon pèlerin, huppe fasciée, perdrix gamba, caille des blés, la tourterelle, chardonneret (espèce protégée), moineau, hiboux grand-duc, hiboux moyen duc, pic vert, pic épeiche, gobe mouche noir, merle noire, mésange noire, mésange charbonnière, fauvette, serin ciné, verdier, palombe, la cigogne) et **des reptiles** (tortue, lézard, couleuvre). L'entomofaune reste à recenser.

#### **2.1.2.7 Présentation des sites d'étude**

##### ***M'Ghassel***

Situé à 700 m d'altitude, le site de M'Ghassel est localisé au niveau de la réserve de liège de la commune de Machrouha. Le chêne-liège présente un aspect dominant, il n'y a pas de concurrence avec d'autres essences. Le sous-bois est dense mais pénétrable, la fréquentation humaine est importante et le pâturage est abondant.



### ***Kef M'kasser***

Son altitude est de 900 m, ce site se caractérise par l'absence de sous-bois. Le chêne-liège est également dominat. La fréquentation humaine est assez importante et le pâturage est constant.

### ***Gliàa***

Situé à une altitude de 1000 m, la fréquentation humaine est moyenne pour ce site. Le sous-bois est moyen et le pâturage est abondant. La forêt de Gliàa est mixte puisque on trouve du chêne-liège et chêne zeen.

## **2.1.3 Présentation du Massif de l'Edough**

### **2.1.3.1 Localisation géographique**

Edough est un village forestier très ancien, connu sous le nom de Bugeaud. Depuis 1845, dans cette région on trouve l'une des plus importantes subéraies de chêne-liège de l'est Algérien. Située au Nord-Est du pays à 13 km à l'ouest d'Annaba et à 1008m d'altitude (DGF, 2008).

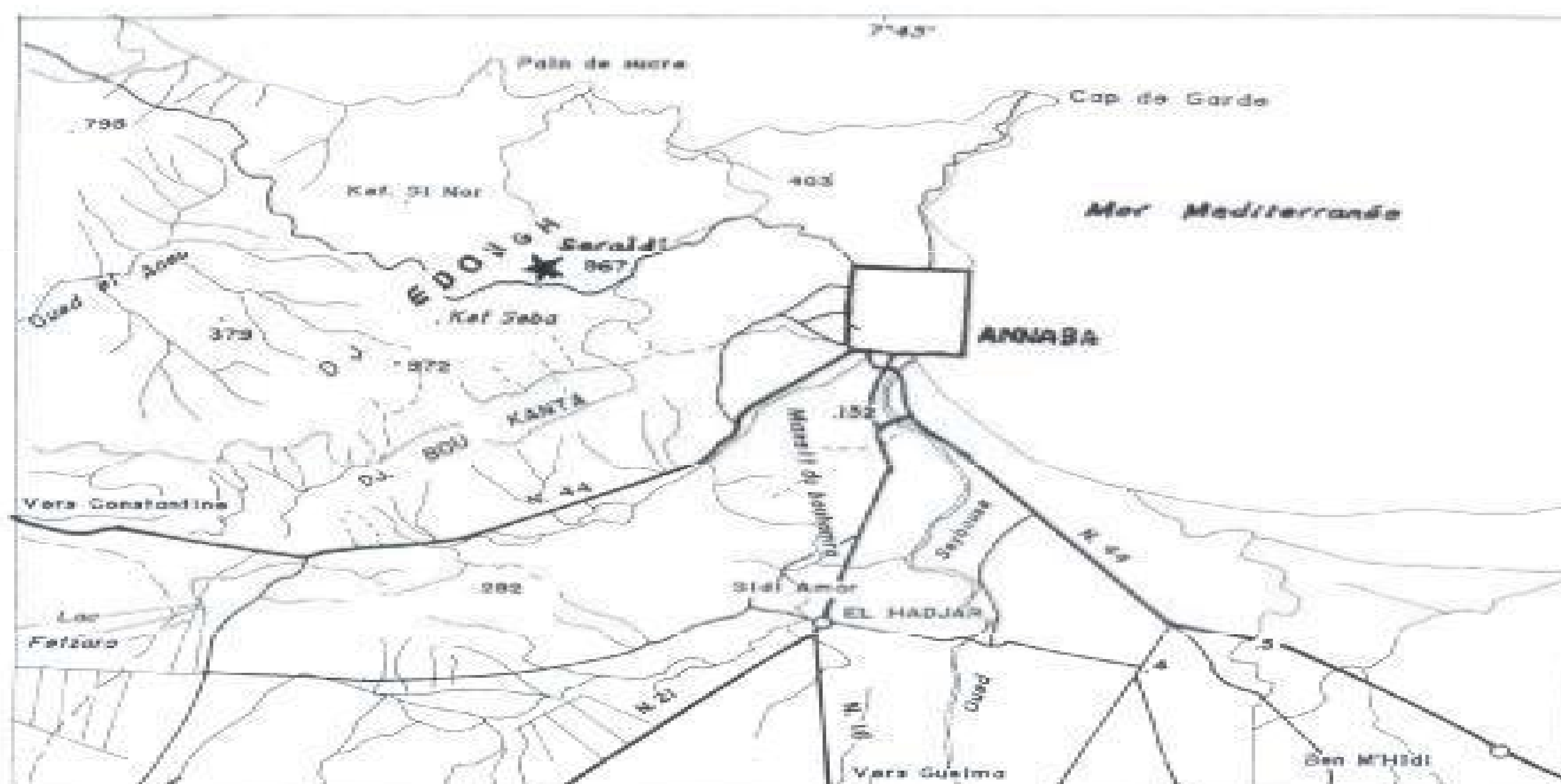


**Figure.3 :** La localisation géographique du massif de l'Edough.

Source : Extrait de la carte topographique d'Annaba au 11/200.000 (feuille n°NJ-32-11)



### 2.1.3.2 Caractéristiques géologiques

Le massif de l'Edough est situé à l'Ouest de la ville d'Annaba ; il est isolé par un couloir long de 50 kilomètres environ, constitué: d'une plaine alluviale orientée approximativement Nord-Est, enchâssée dans le système orographique constitué par la massif de l'Edough à l'Ouest et les monts de la Medjerda au Sud et à l'Est d'un cordon dunaire au Nord, dont la hauteur est de 100 mètres environ.

C'est un massif cristallin qui appartient aux plis numidiques d'Afrique du Nord. Il est orienté Nord Est Sud-Ouest, sur une longueur de 50 kilomètres, 8 kilomètres de large et culmine à 1008 mètres à Kef Sebaa. Le massif de l'Edough se situe au Nord-Est du Tell oriental, cette partie du pays a fait l'objet de nombreux travaux, nous citons le travail de Joleaud, (1936) cité par Djouadi & Khorief, (2000) sur la géologie du Nord-Est algérien.

### 2.1.3.3 Couvert végétal

En se référant à Hamra-Kroua, (2005), le couvert végétal est constitué d'espèces à affinité européenne, méditerranéenne et tropicale. C'est une véritable mosaïque de milieux diversifiés, façonnée par l'action combinée du climat et du réseau hydrologique.

L'étage humide à hiver tempéré à froid caractérisé par des altitudes supérieures à 800-900m dans les Djebels de l'Edough, il représente l'aire du Chêne zen (*Quercus faginea* sp. *mirbeckii*).

Enfin, l'aspect particulier de la région réside aussi dans la présence de populations relictuelles d'espèces végétales et animales dont l'aire de distribution actuelle est soit franchement tropicale soit franchement européenne (Benyacoub, 1993) cité par Hamra-Kroua, (2005). Ces populations seraient maintenues depuis au moins le tertiaire grâce à la présence de 25 000 hectares de zones humides combinée à une température moyenne élevée. Junca (1954) et Joleau (1936) cités par Hamra-Kroua, (2005) insistent sur le caractère biogéographique particulier de cette région, où des traces de l'ancien climat tropical Nord-Africain côtoient une faune et une flore aux affinités autant tropicale qu'européenne.

### 2.1.3.4 Présentation des sites d'étude

#### *Sidi-Temmem*

Le site de sidi-Temmem est située à 822 m d'altitude au Sud du village de Séraïdi près de la station Téléphérique, la longitude est 07 ° 41'E et la latitude est 36° 54'N, le peuplement du chêne-liège présente un aspect dominant (pure), la strate herbacée est faible à cause de



l'action du pâturage, la fréquentation humaine du site reste importante on constate une net accumulation des déchets liée à l'action des habitants non loin.

### ***El Berouaga***

Située à 788 m d'altitude au Nord du village de Séraïdi auprès d'une station de gaz, la longitude est 07 ° 41'E et la latitude 36° 54'N, elle est caractérisée par la strate mono spécifique au chêne-liège il n'est pas mélangé avec d'autres essences et dont les arbres ne dépassent pas les 8m. Cependant, la fréquentation humaine est faible mais la présence du pâturage reste importante.

#### **2.1.4 Situation climatique**

Le climat par ses différents facteurs joue un rôle déterminant sur la vie des êtres vivants qui n'est plus à démontrer. Il intervient d'une façon décisive sur la croissance des végétaux, les manifestations d'attaque parasitaire, etc. Son action directe sur le chêne-liège en particulier s'observe à plusieurs niveaux, tels que la longévité des arbres, leur faculté d'émettre des rejets de souche, leur régénération naturelle par semis, leur survie aux opérations culturales comme le démasclage et donc sur l'état sanitaire de l'arbre. Par le déclenchement d'incendies, comme on l'observe régulièrement en région méditerranéenne, par la persistance de période de sécheresse, etc., il intervient par contre sur la dégradation et la réduction des peuplements de cette essence et par conséquent sur leur devenir.

Afin de caractériser au mieux le climat et son influence sur la santé des subéraies des régions d'étude, nous avons jugé utile d'étudier les principaux facteurs climatiques : la pluviométrie et la température.

Les précipitations sont le facteur le plus important qui agit directement sur l'écoulement superficiel. De même, les températures ont aussi une grande influence ; elles favorisent le déficit d'écoulement qui provoque, à son tour, des conséquences néfastes sur la croissance de la vie.

##### **2.1.4.1 Précipitations**

La pluie est un facteur climatique très important qui conditionne l'écoulement saisonnier et influence directement le régime des cours d'eau, ainsi que celui des nappes aquifères.

Des mesures pluviométriques mensuelles de la période (2002-2011), ont été prises



d'après les stations Météorologique d'El Kala, Souk-Ahras et Séraïdi et elles sont résumées dans le tableau suivant (Tableau, 01).

**Tableau 01:** Moyennes mensuelles des précipitations (mm) enregistrées sur une période d'observation de dix ans allant de 2002 à 2011.

| Mois<br>Région | Jan    | Fév   | Mars  | Avr   | Mai   | Juin  | Juil  | Aout  | Sept  | Oct   | Nov    | Déc    | Préc<br>anl   |
|----------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|---------------|
| El Kala        | 115,79 | 84,48 | 98,18 | 70,45 | 36,37 | 14,07 | 1,97  | 9,26  | 60,68 | 74,14 | 109,33 | 135,38 | <b>810,1</b>  |
| S-Ahras        | 127,12 | 88,14 | 77,51 | 87,12 | 65,86 | 25,45 | 10,19 | 20,32 | 43,06 | 63,33 | 75,6   | 147,69 | <b>831,39</b> |
| Séraïdi        | 195,3  | 109,2 | 125,8 | 105,2 | 34,94 | 21,3  | 6,90  | 21,3  | 59,3  | 84,09 | 146,7  | 229,9  | <b>978,93</b> |

Ce tableau montre que les précipitations sont réparties sur l'ensemble de l'année avec une moyenne annuelle de l'ordre de 810,1 mm à El Kala, 831,39mm à Souk-Ahras et 978,93mm à Séraïdi. La précipitation maximale moyenne mensuelle est enregistré au mois de Décembre pour les trois régions d'étude elles varient de 135,38mm à El Kala, 147,69mm à Souk-Ahras et 229,9mm à Séraïdi. La précipitation minimale moyenne mensuelle se situe en mois Juillet pour les trois régions : 1,97mm à El Kala, 10,19 mm à Souk-Ahras et 6,90mm à Séraïdi.

#### 2.1.4.2 Température

Les températures constituent l'autre élément majeur conditionnant le climat d'une région. Elles permettent de déterminer l'évapotranspiration et le déficit d'écoulement, interviennent aussi dans le développement du rythme biologique des végétaux et facilitent l'établissement du bilan hydrique (Davide, 1956).

Les données sur les températures permettent de dégager certaines caractéristiques climatologiques de la région, à savoir:

Le seuil des températures minimales et maximales influençant directement les besoins en eau de la région surtout en période sèche et humide.

Voici des valeurs moyennes mensuelles de la période (2002-2011) d'après la station météorologique d'El Kala, Souk-Ahras et Séraïdi (Tableau, 02).



**Tableau 02 :** Moyennes mensuelles des températures (°C), enregistrées sur une période d'observation de dix ans allant de 2002 à 2011.

| Mois<br>Région | Jan   | Fév   | Mars  | Avr   | Mai   | Juin  | Juil  | Aout  | Sept  | Oct   | Nov   | Déc   | Moy<br>anl   |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| <b>El Kala</b> | 12,81 | 12,68 | 14,47 | 16,23 | 19,45 | 22,63 | 25,87 | 26,79 | 23,55 | 21,56 | 16,72 | 13,44 | <b>18,85</b> |
| <b>S-Ahras</b> | 7,48  | 7,86  | 10,46 | 13,58 | 17,49 | 22,32 | 26,42 | 25,91 | 21,47 | 17,74 | 12,16 | 8,41  | <b>15,94</b> |
| <b>Séraïdi</b> | 7,51  | 7,58  | 11,10 | 13,05 | 17,3  | 22,6  | 23,4  | 24,8  | 20,2  | 18,0  | 11,9  | 8,3   | <b>15,49</b> |

La température moyenne annuelle est plus élevée à El Kala (18,85°C) par rapport à Souk-Ahras et Séraïdi (15°C). La température moyenne des différentes régions d'étude est peu variable. Les mois de Juillet et Août sont les plus chauds, et Janvier et Février sont les plus froids pour les trois régions.

#### 2.1.4.3 Autre facteurs climatiques

A côté de ces deux principaux facteurs climatiques, un certain nombre d'autres facteurs peuvent exercer une certaine influence sur la végétation et les animaux. Parmi les plus importants, nous citerons l'humidité relative atmosphérique et le vent.

##### *L'humidité relative*

Elle joue un rôle fondamental dans la vie du chêne-liège. Elle compense souvent, lorsqu'elle est élevée, le déficit pluviométrique enregistré durant la saison sèche.

**Tableau 03 :** Moyennes mensuelles de l'humidité relative (%) enregistrées sur une période d'observation de dix ans allant de 2002 à 2011.

| Mois<br>Région | Jan   | Fév   | Mars  | Avr   | Mai   | Juin  | Juil  | Aout  | Sept  | Oct   | Nov   | Déc   | Moy<br>anl   |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| <b>El Kala</b> | 76,06 | 74,76 | 74,63 | 74,08 | 72    | 71,06 | 69,78 | 70,06 | 72,77 | 73,53 | 75,75 | 77,2  | <b>73,47</b> |
| <b>S-Ahras</b> | 77,55 | 77    | 74,35 | 72,9  | 67,65 | 59    | 51,7  | 53,51 | 64,5  | 69    | 71,2  | 78,15 | <b>68,04</b> |
| <b>Séraïdi</b> | 81,10 | 79,6  | 73,7  | 74,2  | 69,3  | 60,1  | 57,8  | 61,1  | 69,5  | 70,8  | 78,1  | 81,5  | <b>71,40</b> |

La mer joue un rôle de condensateur des masses d'air tropical, tandis que les zones humides subissent une évaporation intense du fait de l'ensoleillement. Il en résulte une humidité atmosphérique élevée qui se transforme au début du printemps, en brumes qui recouvrent souvent les hauteurs ainsi que les vallées basses et les zones humides. L'humidité de l'air varie entre 73,47% à El Kala, 71,40% à Séraïdi et 68,04% pour la région de Souk-Ahras avec un maximum durant l'hiver et au début de l'été.



## Le vent

Le vent est l'un des éléments les plus déterminants des régimes pluvieux, de l'évaporation et par conséquent du climat. La connaissance des vents dominants n'est pas dépourvue d'intérêt. Les vents quand ils sont violents agissent sensiblement sur la répartition des groupements d'Hydrophytes, libre surtout, par la création de courants ou d'agitation superficielle des eaux et donc par le déplacement de matériel végétal.

Les vents dominants à Souk-Ahras et Séraïdi sont du Nord au Sud, leur activité se manifeste pendant la période pluvieuse. Ces vents soufflent en été sous forme de sirocco, ils sont secs, chauds et souvent assez forts, favorisant l'évaporation (Davide, 1956). A El Kala les vents Nord-Ouest sont dominants, ils sont souvent chargés en humidité et en précipitations. La vitesse moyenne reste modérée car elle ne dépasse pas les 20m/s (De Blair, 1990).

### 2.1.5 Synthèse bioclimatique

Dans le but de visualiser d'avantage les caractéristiques bioclimatiques permettant de classer nos zones d'études dans le contexte climatique global, le calcul d'indice climatique est important.

#### 2.1.5.1 Le Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Bagnouls et Gaussen (1953) considèrent, sur la base d'une comparaison graphique entre les précipitations (P) et les températures (T), deux saisons avec une échelle des pluies deux fois plus grande que celle des températures : l'une humide et l'autre sèche. On parle de saison sèche lorsque la courbe des pluies passe en dessous de celle des températures autrement dit lorsque  $P=2T$ .

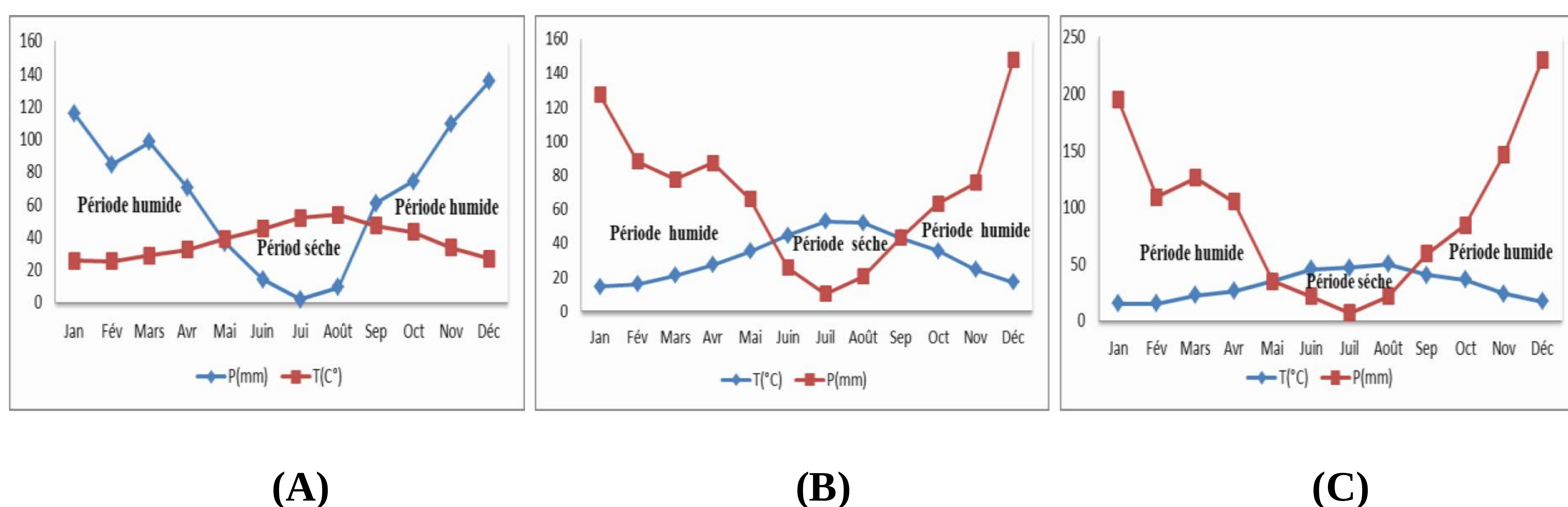


**Figure. 4:** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de : (A) El Kala, (B) Souk-Ahras et (C) Edough.



Les diagrammes ombrothermiques établis dans la figures.4 montrent que dans les régions d'étude, on distingue : deux périodes humides et une période sèche.

La période sèche est en général bien définie dans le temps. A El Kala et Souk-Ahras, elle s'étend sur cinq mois, de mai à Septembre. A Séraïdi, la période sèche dure quatre mois, de juin à Septembre.

La période humide à El Kala et Souk-Ahras s'étale de Janvier jusqu'au mois d'Avril et la deuxième du mois d'Octobre à Décembre. A Séraïdi, la période humide s'étend de Janvier jusqu'au mois de Mai et la deuxième de Octobre à Décembre.

#### 2.1.5.2 Calcul du quotient pluviothermique d'Emberger

Pour le bassin méditerranéen, à partir d'un coefficient pluviothermique d'Emberger (indice d'aridité perfectionné par la prise en compte de l'amplitude thermique annuelle), Emberger a classé toute les situations météorologiques suivant deux coordonnées : d'une part les valeurs de ce coefficient et d'autre part la moyenne des températures du mois le plus froid.

D'après Emberger (1930,1955). Le bassin méditerranéen dans son ensemble peut être subdivisé en cinq étages bioclimatiques : aride, semi-aride, subhumide, humide et per humide :

Aride: P compris entre 100 et 400 mm.

Semi-aride : P compris entre 400 et 600 mm.

Sub-humide : P entre 600 et 800 mm.

Humide : P entre 800 et 1200 mm.

Per-humide: P > 1200 mm. (Quezel, 2000).

Selon Emberge (1936), l'étage bioclimatique correspond à l'étage de végétation et les diverses structures de végétation qui correspond à des critères écologiques spécifiques, notamment en fonction des étages altitudinaux de végétation et de types bioclimatiques. (Quezel *et al.*, 1990), peuvent être représentés sur le climagramme. (Quezel, 2000).

Le calcul du quotient pluviothermique «  $Q_2$  » d'Emberger est pour déterminer l'étage bioclimatique de la région, ce quotient pluviothermique d'Emberger «  $Q_2$  » est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat :

P : Précipitation annuelles en mm ;

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

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré de Kelvin (°K). (Khanfouci, 2005).



La formule utilisée pour le calcul est la suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 \times P}{(M^2 - m^2)}$$

**Tableau 04 :** Diagramme Ombrothermique des stations d'étude (2001/2011).

| La région  | M (°K) | m (°K) | P (mm) | Q <sub>2</sub> | M (°C) |
|------------|--------|--------|--------|----------------|--------|
| El Kala    | 304,39 | 281,63 | 810,1  | 121,47         | 8,63   |
| Souk-Ahras | 308,54 | 275,61 | 831,39 | 86,44          | 2,61   |
| Séraïdi    | 301,61 | 278,02 | 978,93 | 143,18         | 5,02   |

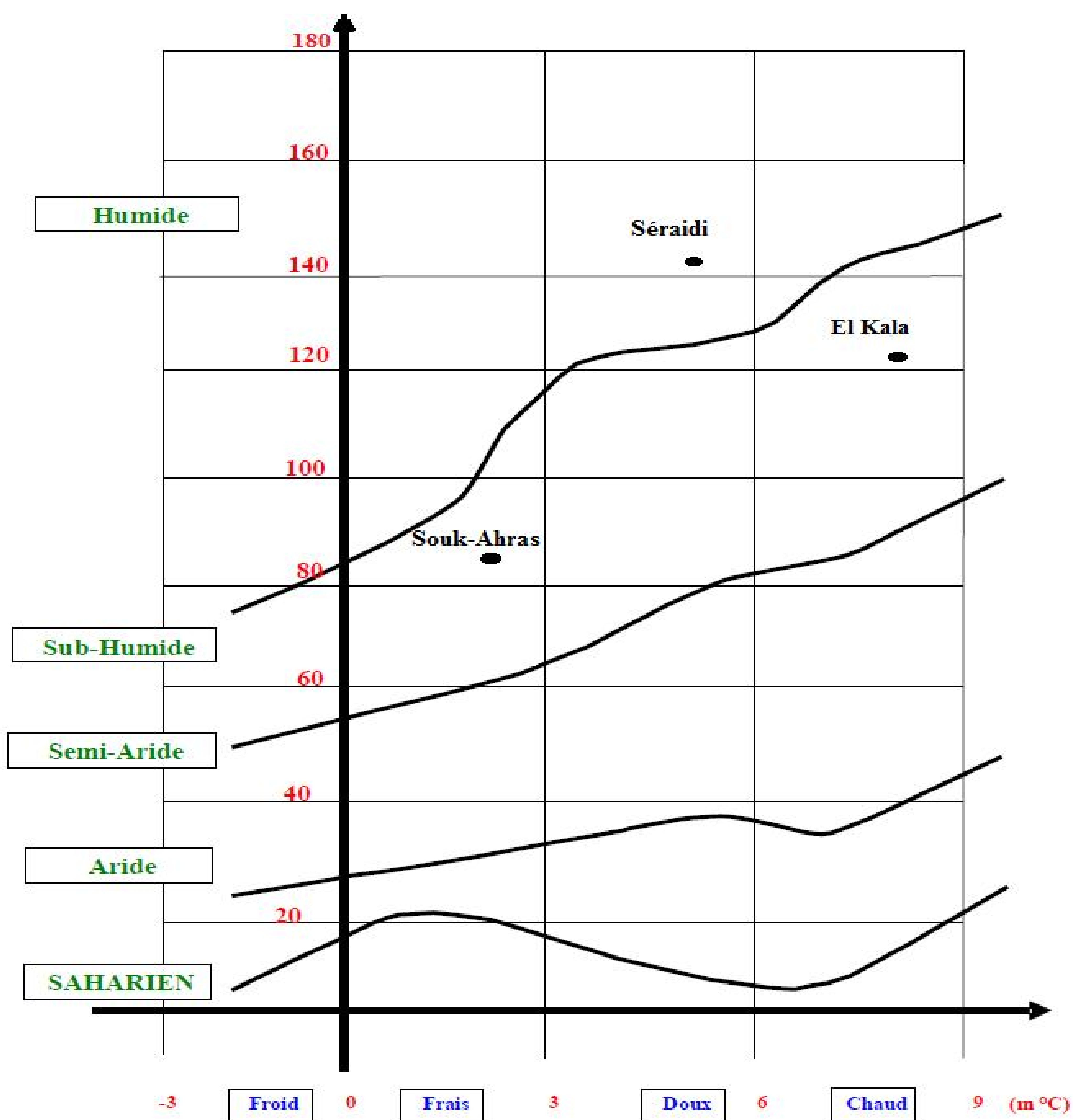


**Figure. 5:** Position des régions El-Kala, Souk-Ahras et Séraïdi sur le diagramme d'Emberger

D'après les données précitées, on fait ressortir les valeurs du quotient pluviométrique d'Emberger des trois régions d'étude. Il est égal à 121,47 à El Kala et 86,44 qui permettent de situer les deux régions dans l'étage bioclimatique sub-humide, à hiver chaud à El Kala et



hiver frais à Souk-Ahras. A Séraïdi, le quotient est égal à 143,18 qui permet de situer la région dans l'étage bioclimatique humide à hiver doux.

### 2.1.6 Présentation du matériel biologique : Chêne-liège

On désigne par subéraies, des peuplements forestiers dominés par le chêne-liège, en latin *Quercus suber*, le mot « suber » signifie liège (Natividade, 1956 ; Amandier, 2002). Le chêne-liège (*Quercus Suber* L.) est un arbre circonscrit en Méditerranée Occidentale depuis l'ère tertiaire, ce qui lui donne une soixantaine de millions d'années d'existence, il est décrit pour la première fois par Linnee en 1753 (Natividade, 1956). Il est aussi un descendant de la flore pliocène supérieure (Boudy, 1950 ; Quezel, 2000).

Le chêne –liège appartient au règne végétal, à l'embranchement des Spermaphytes, au sous embranchement des Angiospermes, à la classe des Dicotylédones, à la sous classe des Apétales, à l'ordre des Fagales, à la famille des Fagaceae, à la sous famille des Quercoïdeae, au genre *Quercus* et à l'espèce *Quercus suber* L. De nombreuses sous-espèces et variétés ont en outre été distinguées (Bonnier, 1990). En Afrique du Nord, on désigne depuis longtemps cette espèce sous les noms d'Ahlidj, Igiqui, Agout, Harnech, Afersi, Aferki ou Iferki, son écorce est appelée Fersi, Fernan ou Chouber (Trabut, 1925). En Algérie, le chêne-liège est reconnu selon les noms suivants : *Belloute El Féline*, cette dénomination est probablement due au fait de la dénomination grecque *Phelloderus* (Phellos : liège) et *Aqchouch* dans les régions de Kabylie. La population riveraine de Nesmooth (Wilaya de Mascara) l'appelle *Tachta* (Bouhraoua, 2003).

Le genre *Quercus*, est un genre qui comprend 200 à 500 espèces dont 6 existent en Afrique du Nord (El Antry tazi *et al.*, 2008). Aime (1976), signale que le genre *Quercus* pose un problème polygénétique qui n'est toujours pas résolu, il met l'accent sur le problème posé par *Quercus suber* et les espèces voisines : *Quercus pseudo suber* et *Quercus cerris*.

Les premiers arbres identifiés comme chêne-liège montrent que ceci existe depuis plusieurs millions d'années. Depuis lors, se sont succédés plusieurs épisodes de changement climatique qui ont affecté la végétation. Le Pléistocène est une période particulièrement intéressante, qui est survenue il y a environ 1,8 million d'années, c'est une période qui se caractérise par une alternance d'époques glaciales de froid extrême avec des états interglaciaires plus chauds. Ces événements ont eu une influence décisive sur la distribution géographique et la diversité génétique du chêne-liège. Le froid l'a obligé à se réfugier dans des zones au climat moins rude, tandis que la douceur interglaciaire a favorisé son expansion



territoriale. Certaines études effectuées sur le pollen de l'essence suggèrent que le chêne-liège a survécu de la dernière période glaciaire dans le sud et sur les côtes de l'Ibérie et dans l'Afrique du Nord avec une possibilité de recolonisation post-glaciaire entre les deux zones (Carrion *et al.*, 2000 ; Santos Pereira *et al.*, 2008).

La pénétration en Afrique du Nord aurait eu lieu soit à travers la chaîne de montagnes, submergée à la fin du Pliocène, qui reliait la Sicile à la Tunisie, soit par le trait d'union Ibéro-Mauritanien qui se brisa définitivement au début de l'ère Quaternaire (Peyrimhoff, 1941 ; Boudy, 1950 ; Natividade, 1956 ; Seigue, 1985 ; Azema, 2004).

Dans les Pyrénées Orientales, les traces témoignant de l'existence de cet arbre datent depuis 6500 et 9000 ans avant J.C (Dessain, 1992). D'autres études palynologiques affirment qu'il appartient à la flore européenne depuis l'ère tertiaire, ce qui lui donne une soixantaine de millions d'années d'existence. Il est probable que son centre de diffusion ait été la région actuellement recouverte par la Mer Tyrrhénienne et que la migration a été faite à travers la Cordillère qui, pendant le Miocène, unissait les terres aujourd'hui englouties par la Mer Egée à la péninsule Ibérique (Arambourg, 1952 ; Quezel, 2000).

#### **2.1.6.1 Aire de répartition du chêne-liège**

##### ***Aire de répartition mondiale***

Le chêne-liège est une essence forestière qui prospère exclusivement dans la région de la méditerranée occidentale et déborde le long du sud de la façade atlantique, où les influences de la mer et de l'océan permettent de tempérer la grande amplitude des oscillations thermiques et l'aridité de la saison d'été du climat méditerranéen au sens strict (Cantat *et al.*, 2005). Certains pays comme les U.S.A., l'ancienne U.R.S.S., le Japon et l'Uruguay ont tenté d'introduire cette essence pour son liège, mais sans grand succès semble-t-il (Natividade, 1956).

Etendues sur une surface d'environ 2,7 millions d'ha, L'aire naturelle du chêne-liège est relativement restreinte, puisqu'elle concerne exclusivement le pourtour occidental de la méditerranée et le littoral atlantique (Peyrimhoff, 1941 ; Boudy, 1950 ; Maire, 1961 ; Quezel & Santa, 1962). Cette essence est signalée dans sept pays (Figure. 8) dont quatre d'Europe méridionale (Portugal, Espagne, France et Italie) et trois d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie et Tunisie) (Houard, 1912 ; Peyrimhoff, 1941 ; Boudy, 1950 ; Natividade, 1956 ; Quezel & Santa, 1962 ; Goumand & Rousse, 1988)

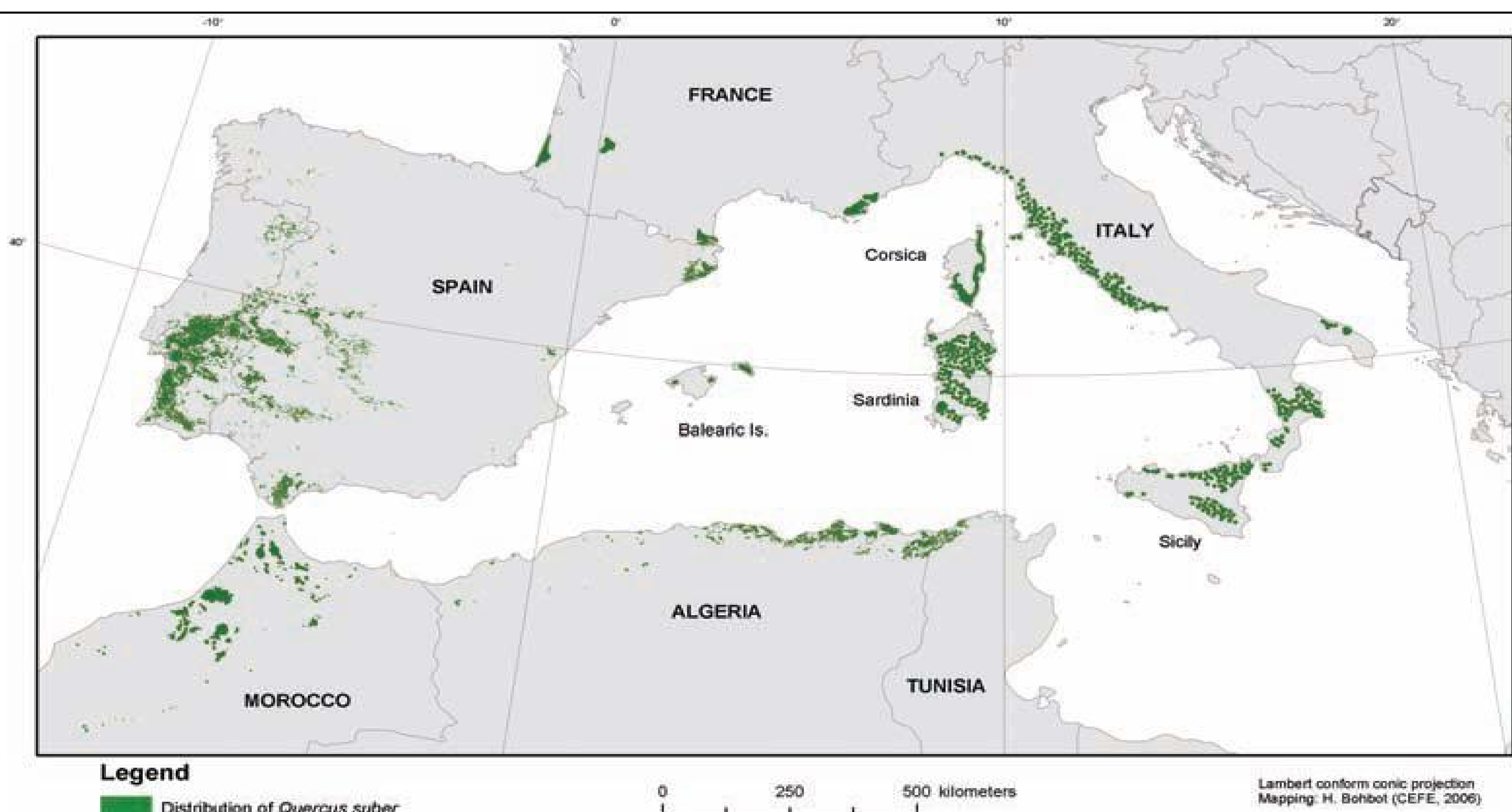


**Figure 6.** Répartition approximative du chêne-liège (*Quercus suber*) selon Bohbot, Aronson & Fontaine (2005). Sources: Algérie (Alcaraz, 1977; Barry *et al.*, 1974; Gaussen, 1958, France (IFN, 1988-2003), Italie (Bellarosa et Schirone, 1993), Maroc (Sbay *et al.*, 2004), Portugal (DGF, 2001), Sardaigne (Arigoni, 1968), Espagne ([www.inia.es](http://www.inia.es) 2006), Tunisie (Khaldi, 2004, après IFPN-DGF, 1955) Bulgarie (Petrov et Genov, 2004).

En région méditerranéenne, le chêne-liège s'est maintenu, malgré l'effondrement des cours du liège. Il n'a pas pu être remplacé par d'autres essences plus productives (comme cela est encore le cas au Portugal avec l'eucalyptus) car il n'occupait déjà bien souvent que des terrains particulièrement pauvres (Piazzetta, 2005).

En dehors de son aire naturelle, le chêne-liège fut artificiellement introduit dans différents pays en raison des qualités industrielles du liège. De très bon résultats d'acclimatation mais sans production de liège furent obtenus en Bulgarie (Petrov et Genov, 2004), New Zeland (Macarthur, 1994), Sud de l'Australie, Chine, Russie, Californie et Japon (Aronson *et al.*, 2009).

### ***Aire de répartition en Algérie***

Le chêne-liège est une espèce forestière principale en Algérie, en raison des superficies qu'elle occupe et de son importance séculaire et économique. Il est disséminé à l'origine sur 470 000 hectares (Charlemagne, 1894). Actuellement, il ne constitue de véritables subéraies productives que sur la moitié de cette superficie soit environ 229 000 hectares (FOSA, 2007).

Les problèmes d'incendies, de dégradation multiple ainsi que l'absence d'aménagement sont à l'origine de l'estimation incorrecte de la subéraie algérienne. En effet,

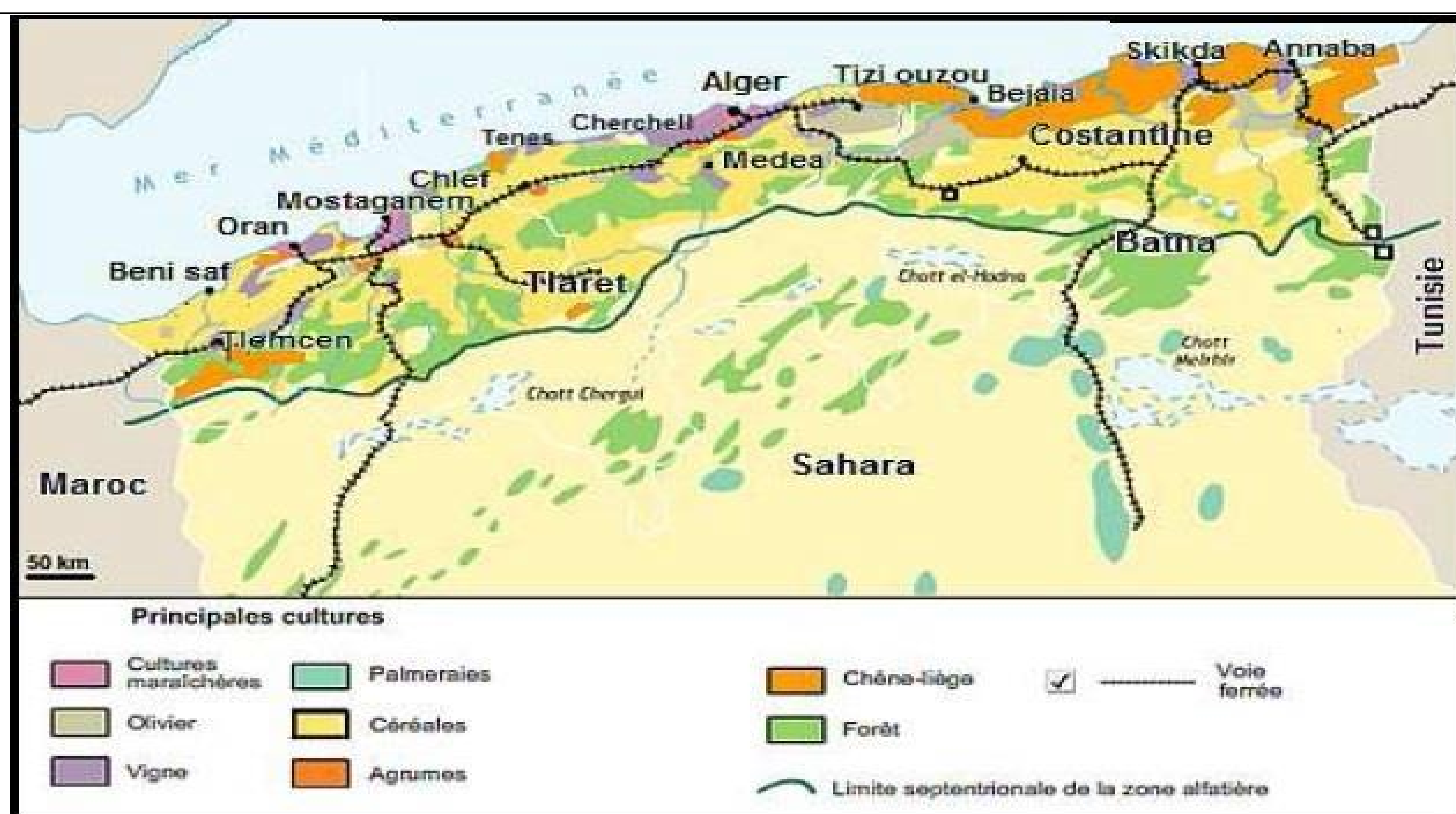


plusieurs auteurs divergent même sur la définition de la subéraie. Pour certains, la subéraie englobe aussi bien les peuplements forestiers de type dégradé synonyme matorrals ou de maquis haut. Dans ce cadre, les estimations fournies par Zeraia (1981) entre 480 000 hectares ne s'éloignent pas de celles de Silva et Carty (2006) qui proposent une superficie notable de 410 000 hectares.

D'autres par contre, corrélient leur évolution à la physionomie régressive de ces peuplements. Les plus pessimistes avancent le chiffre de 200 00 hectares à l'instar de Khelifi (1987), Sampaio (1988) et Veuillon (1998). Les estimations officielles de la DGF (2007) font état de 220 000 hectares productifs.

Le chêne-liège s'étend le long d'une bande côtière sur terrains siliceux faisant partie du littoral oriental (dite région à chêne-liège) à climat sub-humide et humide. Il forme un bloc en un seul tenant de plus de 130 000 ha à partir de l'Est du pays (Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba, El Taref) jusqu'aux frontières tunisiennes. Un autre moins compacte dans le centre (Chlef, Alger, Delys) et quelques îlots bien isolés dans le littoral occidental (Oran).

L'essence fait aussi des incursions dans le tell sur une distance ne dépassant pas 100km de largeur. Dans son faciès oriental, il se localise à Souk-Ahras, Guelma, El Milia et Constantine. Dans l'Algérois, on le rencontre sur terrains gréseux à Blida, Bouira, Tizi Ouzou, Tipasa, Médèa et Teniet El Had. Dans le montagnard occidental, il se cantonne surtout à Tlemcen mais aussi à Mascara, Tiaret et Relizane (D'Hubert, 1902 ; Boudy, 1952 ; Yessad, 2001). (Figure. 7).



**Figuer.7.** Aire naturelle de répartition du chêne liège en Algérie (Pervillé, 2003.)

### 2.1.6.2 Caractère botanique

#### *Les variétés*

Le genre *Quercus* compte un grand nombre d'espèces, soit environ 550 d'après Warburg et Warburg (1933) et actuellement on en compte que 450 selon Belahbib *et al.*, (2005). Les hauts niveaux morphologiques et la diversité phénotypique proviennent essentiellement de l'hybridation naturelle de chêne-liège avec d'autres chênes en particulier le chêne vert (Mathey, 1908 ; Seigue, 1985). Le chêne-liège peut avoir le variant (ou haplotype) de chêne vert tout en restant bien différencié sur le plan morphologique. Le chêne-liège est relativement polymorphe et de nombreuses variétés ont été décrites.

Aime (1976), signale que le genre *Quercus* pose un problème polygénétique qui n'est toujours pas résolu, il met l'accent sur le problème posé par *Quercus suber* et les espèces voisine : *Quercus pseudo suber* et *Quercus cerris*.

#### *Description*

Le chêne-liège est un arbre de grande taille, dépassant ordinairement 10 à 22 mètres. Son **port** est variable et en fonction de la densité du peuplement. **La cime** est largement étalée chez les sujets isolés dépassant 500m<sup>2</sup> chez certains vieux arbres âgés de 150 et 200 ans. En peuplement serrés, elle est plutôt élancée (Saccardy, 1937 ; Pereira, 2007).



Le **tronc** est court et sa **circonférence** peut atteindre en général 70cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation (Yessad, 2001 ; Amandier, 2002). En revanche, dans les vieux peuplements, elle atteint jusqu'à 5m (Foucard, 1994).

L'**écorce** est épaisse, peu combustible et isolante, ne brûle que très superficiellement et protège les tissus conducteurs de la sève en même temps que l'assise génératrice de liège. Après un feu de forêt, des bourgeons dormants sous l'écorce se réveillent et donnent naissance à de nouvelles pousses. Cette protection permet au chêne-liège de reformer une couronne végétale environ vingt mois après le passage du feu (Natividade, 1956). Le bois est excellent pour le chauffage, il est lourd, compact, difficile à travailler et se crevasse profondément en séchant (Lamey, 1893).

Les **feuilles** sont très polymorphes, coriaces et arrondies, plus au moins dentées ; elles sont d'un vert brillante au-dessus et pubescentes sur la face inférieure. Elles sont renouvelées au printemps. Leur taille varie de 3 à 6cm en longueur et de 2 à 4cm en largeur, le pétiole peut atteindre 2cm (Aime, 1976). L'arbre fructifie à partir de 15 à 20 ans et se poursuit au-delà de 100 ans (Boavida & Varela, 1999).

Les **fleurs** mâles pendent en chatons à l'extrémité des rameaux de l'année (Fraval, 1991). Les fleurs femelles sont par contre solitaires ou groupées par trois, s'insérant à l'aisselle du rameau de l'année. La floraison se déroule au printemps et les fleurs fécondées donnent naissance à des glands qui se forment et mûrissent entre octobre et janvier (Natividade, 1956 ; Maire, 1961).

Le **fruit** ou le **gland** du chêne-liège présente une forme et des dimensions très variables de 2 à 5 cm en longueur et 1 à 2 cm en largeur (Camus, 1938). La maturation des glands a lieu dans l'année de floraison (Maire, 1926, Boudy, 1950 ; Natividade, 1956), de forme généralement trapu et arrondi, lisse, brillant de couleur brune. La partie inférieure, tronquée, portant une cicatrice rugueuse et saillante, est enfermée dans une cupule sur 1 à 2,5 cm. La cupule est de taille et de forme très variable ; munie d'écailles grises croissantes en longueur de la base au sommet, elle est portée par un pédoncule assez court, de forme allongée et conique à sa partie inférieure. L'extrémité distale du gland se termine par une pointe courte, velue, où peuvent s'observer les restes desséchés des stigmates. Les glands tombent en octobre et novembre, parfois jusqu'à janvier (Piazzetta, 2005). Selon Saccardy (1937), la fructification commence dès l'âge de 15 ans, les bonnes glandées se répètent tous les 2 ou 3 ans. Le gland mûrit en automne, ce qui donne lieu à trois récoltes distinctes :



**Glands primaires:** ce sont des glands de l'année précédente, qui mûrissent en septembre octobre. Ils sont produits en petite quantité mais sont très gros.

**Glands secondaires:** ils sont produits en grosse quantité de novembre à décembre et leur taille est moyenne.

**Glands tardifs:** qui tombent fin janvier.

La production des glands par arbre est très variable, de 1 à quelques dizaines de kilogrammes, selon l'âge, l'état sanitaire de l'arbre et les conditions climatiques. (Camus, 1935; Natividade, 1956). Le gland est riche en amidon et constitue une nourriture traditionnelle des animaux sauvages. Il peut en temps de famine se révéler une alimentation acceptable pour les humains, mais la présence de tanins, substance astringente, en quantité appréciable en limite naturellement l'absorption. Ils sont convoités par de nombreux consommateurs, Oiseaux, Insectes, Vertébrés, en plus de l'Homme. Si les glands amers sont réservés au bétail, les glands doux servent à l'alimentation humaine et font l'objet d'un actif commerce.

Quant à la régénération, elle se fait soit par semis naturel des glands et/ou par rejet de souche à la suite de l'intervention de l'Homme ou du feu (Tlili, 2003).

L'**enracinement** du chêne-liège est pivotant ; il est constitué d'une grosse racine principale qui sert de support à l'arbre même dans les sols les plus rocheux. Il permet l'approvisionnement en eau et en éléments minéraux. Il peut s'emmêler avec les racines des arbres voisins et s'associer avec le mycélium de certains champignons qui favoriseront la capture des minéraux (Lepoutre, 1965 ; Molinas, 1991).

La **longévité** de l'arbre peut atteindre jusqu'à 250 à 300 ans mais les levées successives, les éventuels incendies et les conditions stationnelles, peuvent diminuer fortement cette longévité. En Algérie et au Maroc, les vieux arbres de 220 à 250 ans ne sont pas rares et la longévité moyenne est en général de l'ordre de 150 ans (Boudy, 1950).

### 2.1.6.3 Ecologie du chêne-liège

Le chêne-liège est une essence nettement calcifuge, appréciant les sols dépourvus de carbonate de calcium, acides, présentant peu de contraintes pour la pénétration des racines, suffisamment drainés et avec un horizon organique bien préservé. Il ne supporte pas la présence de calcaire actif dans le sol et ne tolère le substratum calcaire qu'à condition que la chaux soit sous une forme facilement soluble (El Antry tazi *et al.*, 2008).



Il préfère des sols siliceux (grès Numidiens, sable, pliocène) ou à la rigueur argilo-siliceux, il s'accommode a d'autre sols, qu'il n'est pas pourvu de calcaire assimilable, il craint les terrains calcaires et argileux (Veillon, 1998).

Le système racinaire du chêne-liège à l'état juvénile est constitué d'un pivot unique et un système racinaire traçant (Sauvage, 1961), celui-ci est surpris par la saison sèche bien loin du plancher argileux humide, ce qui génère le dessèchement des jeunes plants (El Hassani et Dahmani, 1996).

Selon Djinit (1977), les facteurs limitant les semis de chêne-liège sont :

- Une faible alimentation en eau du sol en été.
- Une carence en magnésium et un excès en potassium.
- Pente très forte favorisant le ruissellement et le décapage de la couche superficielle du sol nécessaire à la régénération.

Pour la température, *Quercus suber* est une espèce relativement thermophile, liée aux variantes non froides des 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 demande une température douce, dont l'optimum se situe entre 13°C et 18°C, il ne supporte pas les gelées de -9°C, longtemps (1 à 2 jours) (Boudy, 1952).

En ce qui concerne leur exigence en matière de lumière, Le chêne-liège est une essence héliophile, de ce fait il exige une forte insolation, Frochot et Levy, (1986), estiment que l'augmentation de l'éclairement provoque la levée de dormance d'une partie du stock de graines au sol et permet une photosynthèse plus intense. Des observations quantifiées confirment que la survie des semis et leurs croissances augmentent sensiblement avec l'éclairement relatif (Chollet, 1997).

L'humidité est également un facteur limitant, car bien qu'étant xérophile, le chêne-liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 60% même en saison sèche (Cantat *et al.*, 2005).

L'arbre est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations. Sa moyenne annuelle varie 441 à 1700 mm, il est exigeant en humidité atmosphérique, surtout en saison sèche, condition qu'il rencontre seulement au voisinage de la mer en zone méditerranéenne mais jusqu'à 200 à 300 kilomètres des côtes atlantiques (El Antry tazi *et al.*, 2008). Maire



(1926), souligne que le *Quercus suber* ne se développe que dans les régions où les précipitations sont fortes (600 mm). Selon Zeraia (1981), la fréquence des pluies pendant la période estivale constitue l'élément le plus important pour la régénération du chêne-liège.

#### 2.1.6.4 Importance économique

En raison de la qualité et de la valeur de son écorce, le chêne-liège, de point de vue économique, l'essence forestière la plus importante d'Afrique du nord (Boudy, 1952). Ce matériau particulièrement léger, souple, élastique, imperméable et non conducteur pour la chaleur est utilisé depuis l'antiquité pour des fins diverses (Boudy, 1950). D'abord employé dans la navigation et la pêche sous forme de flotteurs pour filets de pêche ou de bouées d'ancre de navires, (Dessain, 1992), il a ensuite été utilisé en industrie pour la fabrication de divers produits et sous-produits tels que l'aggloméré d'isolation et de décoration, les revêtements, les décors auto-adhésifs, la maroquinerie, les granulés et surtout les bouchons. C'est après l'apparition de la bouteille en verre, au milieu du XVII<sup>ème</sup>, que l'arbre a commencé à être mis en valeur à la recherche de son liège (mâle) pour en faire des bouchons, mais le véritable démasclage n'a commencé qu'au XVIII<sup>ème</sup> en Espagne (Battistini, 1938 ; Goumand & Peyre, 1992).

En Algérie les forêts de chêne-liège tenaient et tiennent toujours une place primordiale dans la vie socio-économique. Après l'indépendance (1962), la superficie productive de liège a régressé considérablement pour atteindre actuellement près de la moitié, soit 220 000 hectares. Cette situation, qui a pesé lourdement non seulement sur l'économie forestière du pays mais aussi sur le milieu naturel, est le résultat logique de l'influence de plusieurs causes adverses, d'ordre historique, politique, technique, sylvicole, humain et naturel (Bouhraoua, 2003). Le tableau.5 résume les principaux domaines d'utilisation du liège.



Tableau.5 : Domaines d'utilisation du liège. Source : (Messali, 2003)

| Domaine      | Description                                                                                                   | Propriété                                                                      |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Cristallerie | Ponçage au liège                                                                                              | Abrasive du liège                                                              |
| Construction | Ponçage de marbre, granit<br>Isolation d'espaces restreints<br>Isolation thermique, phonique                  | Produit abrasif<br>Encombrement réduit<br>Pouvoir retardant au feu             |
| Aérospatiale | Isolation épaisseur 3 - 15 mm                                                                                 | Ecran thermique                                                                |
| Nucléaire    | Capsule à isotope radioactif                                                                                  | Doublage contre choc et feu                                                    |
| Mécanique    | Jauge de flottaison<br>Joints mixtes avec caoutchouc<br>Joints d'étanchéité<br>Joints paliers transmission    | Flottabilité, résistance aux agents chimiques<br>Elasticité<br>Compressibilité |
| Maroquinerie | Sacs, nécessaire de bureau, portefeuilles.                                                                    |                                                                                |
| Bouchage     | Vins, champagne, pharmacie, Bouteilles d'huile, tonneaux.                                                     |                                                                                |
| Loisirs      | Balles, jouets, raquettes de tennis, jeu de fléchettes, flotteurs (pêche), bourres pour cartouches de chasse. |                                                                                |

Après la transformation industrielle du liège, il en résulte des déchets importants obtenus en fin de processus, ces déchets trouvent leurs utilisations à des fins diverses. En agriculture, la poudre de liège joue le rôle d'amendement pour alléger les engrais agricoles ou les terreaux. Les poussières de lièges sont aussi recommandées comme substrat au niveau des pépinières forestières, les résultats obtenus avec ces poussières sont satisfaisants (Zerrouki, 1995).

## 2.2 Installation des réseaux de surveillance de l'état sanitaire

Afin de caractériser le peuplement de chêne-liège de nos sites d'étude, nous avons effectué sur terrain et au laboratoire plusieurs relevés de différentes natures (observations et notes, mesures et analyses). Ces relevés sont répartis en deux grandes catégories, l'une



caractérisant les stations d'observations (relevés stationnels) et l'autre les arbres-échantillons (relevés caractéristiques des arbres).

Dans la présente étude, 3 sites ont été choisis avec 30 arbres chacun. La sélection des arbres échantillons est parfaitement neutre puisqu'on les a choisis sans tenir compte de leur état sanitaire apparent. A partir du premier arbre repéré indifféremment dans le peuplement, le reste des arbres a été sélectionné par la méthode du plus proche voisin (Bouhraoua, 2003). Cependant, certains jeunes sujets dont le liège mâle n'avait pas encore été enlevé, n'ont pas été pris en considération. Chaque arbre sélectionné a été numéroté par une peinture blanche non toxique. Et quand l'arbre d'un taillis est formé de plusieurs brins, nous n'avons retenu pour chaque cépée que la plus grosse.

### 2.2.1 Relevés caractéristiques des arbres

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

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

(Bouhraoua, 2003).

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

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

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



### 2.2.1.1 L'examen de la cime

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

**La défoliation:** traduit la perte éventuelle de feuilles dans la partie fonctionnelle de la cime. Selon Bouhraoua (2003), sa notation repose sur l'examen de la ramification d'abondance et l'état physiologique des branches et des rameaux (Figure. 6). L'estimation de la perte des feuilles consiste à découper la cime de l'arbre en zones homogènes, à estimer les pertes par zone et définir ensuite la note. Les différentes notes ainsi obtenues sont regroupées en 5 grandes classes (Tableau. 7).

**Tableau. 7:** Classes de notation de la défoliation et les principales catégories d'arbres atteints

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

**La décoloration:** traduit un changement par rapport à la coloration habituellement observée sur le feuillage du chêne-liège (vert foncé lustré). Elle est notée par rapport au feuillage présent. Afin d'évaluer la décoloration, on procède comme suit: on découpe le houppier en 4 zones égales, on estime quelle proportion du feuillage de chaque zone présente une coloration anormale et on fait la somme des 4 zones pour définir la note (Tableau. 8) (Bouhraoua, 2003)



Tableau. 8: Classes de décoloration des feuilles

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

*L'indice de dépérissement (ID):* permet d'exprimer d'une façon directe l'état général du peuplement à partir de l'ensemble des arbres pris individuellement (Bouhraoua, 2003).

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

*Ni :* Nombre d'arbres de la classe i

*Pi :* 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. 9).

Tableau. 9: Principales catégories de dépérissement du peuplement du chêne-liège prises en compte en fonction de l' « ID».

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



### 2.2.1.2 L'examen du tronc et des branches

Il consiste en des observations visuelles sur une hauteur ne dépassant pas les 3m. Ces observations sont effectuées en automne. D'après Bouhraoua (2003), chaque tronc est observé et décrit à l'aide d'un certain nombre de paramètres résumés dans le Tableau.10.

**Tableau. 10:** Différents descripteurs utilisés dans l'examen du tronc et branches

| Descripteurs                | Notes | Signification des notes                                                                         |
|-----------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Présence de crevasses       | 1 - 4 | 1 (aucune), 2 (faible : 1- 10% de surface crevassée)<br>3 (moyenne; 11- 25%), 4 (forte : > 25%) |
| Dépôts de gourmands         | 1 - 4 | 1(aucune), 2(faible : 1- 15 gourmands),<br>3(moyen : 16 - 30), 4(important : > 30)              |
| Ecoulement divers           | 1 - 4 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Croûte carbonneuse          | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Déformation                 | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Trous d'insectes xylophages | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Suintements noirâtres       | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Flore lichénologique        | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Action de l'Homme           | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |
| Champignons                 | 1 - 2 | 1 (absence), 2 (présence)                                                                       |

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

**L'examen de l'écorce et la zone sous corticale:** permet de mettre en évidence la pénétration d'insectes xylophages, d'écoulements d'origines diverses, de nécroses et de croûtes carbonneuses d'origine fongique situées dans les infractuosités (Bouhraoua, 2003).

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



La proportion de surface détruite est déterminée par rapport à la surface totale de la partie du tronc observée. La proportion ainsi obtenue a été enregistrée en utilisant la notation suivante (Tableau. 11)

**Tableau. 11:** Classes de notation de la déhiscence du liège

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

La zone sous corticale est observée après écorçage des arbres (âgés, malades ou dépérissants) présentant un début de décollement. Pour ce qui concerne les agents biotiques, on s'est focalisé sur les champignons phytopathogènes dont les traces sont facilement observées sur les parties ligneuses. Il s'agit des suintements noirâtres dus au Charbon de la mère (*Hypoxylon mediterraneum*), Armillaires, polypores et la flore lichénologique.

### 2.3 L'examen des feuilles et des rameaux

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

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

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



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

En ce qui concerne les feuilles nécrosées ou attaquées, on essaye d'évaluer leur proportion nécrosée ou endommagée et de les classer selon leur taux de surface détruite ou abimée. Quant aux feuilles ayant des galles, d'une part on dénombre leurs galles et l'espèce qui attaque les feuilles.

### **Analyse Statistique**

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

### **Analyse en composantes principales (ACP)**

Ce type d'analyse est une méthode descriptive qui ne repose sur aucune hypothèse quant à la distribution des variables impliquées. Classiquement, les tableaux sont visualisés sous forme graphique. Dès que l'on dépasse trois variables, il n'est pas possible de situer les échantillons dans lequel un axe est distribué à chaque variable. Les analyses multivariées permettent de travailler avec un nombre quelconque de variables (K), mesurées sur un nombre quelconque d'individus N, avec N plus grand ou égal à K.

Le principe des analyses multivariées est général: elles considèrent que le tableau des K mesures pour N individus forme une matrice de dimension (K, N). Une telle matrice peut être réduite à un ensemble de N vecteurs dans un hyper-espace à K dimensions, et les individus peuvent être positionnés grâce à ces N vecteurs dans cet hyper-espace. Réciproquement, la matrice inversée, donc de (K, N), représente K vecteurs, auxquels on peut assimiler les variables dans un hyper-espace à N dimensions.

La technique que nous avons utilisée est celle de l'analyse en composantes principales (ACP), car elle est la technique la plus neutre. Elle a été réalisée non pas sur les données brutes, mais sur les variables centrées et réduites. Ceci permet d'éviter de donner trop de poids à des variables qui présentent une trop large gamme de variations.



## 2.4 L'examen des glands

**La régularité de la glandée:** la glandée a été évaluée en automne et cela avant la tombée des glands. Pour cette appréciation, nous avons attribué l'échelle de notation présentée dans le Tableau 12 (Bouhraoua, 2003).

**Tableau. 12 :** Echelle de notation de la glandée.

| Note | Glandée                          |
|------|----------------------------------|
| 0    | Nulle (0-10)                     |
| 1    | Faible à très faible (20 glands) |
| 2    | Moyenne (50 glands)              |
| 3    | Abondante ( $\geq 50$ glands)    |

**Indice d'abondance globale (Ia)** se calcule à l'échelle de la station en divisant le total des notes par l'effectif des arbres examinés.

On peut comparer pour une année donnée la glandée d'un arbre et celle de la station, puisque :

**Ia = < 1 :** glandée faible, mauvaise année de production, arbres globalement inféconds.

**1 < Ia < 2 :** glandée moyenne, année de moyenne production, arbres moyennement féconds.

**Ia > 2 :** glandée abondante, bonne année, arbres très féconds.

**Récolte et biométrie des glands :** La récolte a été faite directement sur l'arbre et au sol après leur chute à maturation. Nous avons récolté entre 10 et 20 glands par arbre selon leur abondance. Au laboratoire, les glands prélevés ont fait l'objet de mesures (longueur, diamètre et poids) réalisés respectivement à l'aide d'un pied à coulisse manuel et une balance électronique.

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

Au laboratoire, 100 glands pris d'une manière aléatoire sains ou troués, vont faire l'objet de mesures (longueur, diamètre et poids) réalisés respectivement à l'aide d'un pied à coulisse manuel et une balance électronique, puis disséquer pour voir le nombre de larves qui



se trouve dans chaque gland et de même sur 100 glands infestés et qui consiste à évaluer l'attaque des insectes sur les glands récoltés, ainsi que l'évaluation de l'infestation des différentes larves carpophages trouvées dans ces derniers.

#### **2.4.1 Traitement insecticide**

##### ***Conservation des glands***

Compte tenu de son incidence défavorable sur la faculté germinative, la durée de conservation doit être la plus courte possible.

Après la récolte, on les conservera au frais dans une cave (conservation maximale de 02 mois) ou mieux dans un réfrigérateur ou dans une chambre froide entre +1+4 °C.

##### ***Présentation de l'insecticide utilisé***

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

##### ***Description de Spinosad***

Le Spinosad se présente sous forme solide, de couleur gris pâle à blanc dont la formule chimique est  $C_{41}H_{65}NO_{10}$  (Fig.8; Tab.13). C'est une substance active de produit phytosanitaire, qui présente un effet insecticide (Thompson *et al.*, 2000). La molécule Spinosad a été découverte dans la nature puisqu'elle est issue de la fermentation d'une bactérie ; *Saccharopolysporaspinososa* (Mertz & Yao, 1990 ; Bret *et al.*, 1997 ; Thompson & Hutchins, 1999). Les produits de la fermentation de la bactérie sont deux métabolites biologiquement actifs baptisés spinosynes A et D (Spinosad est le nom donné au mélange des deux spinosynes) (Mertz & Yao, 1990 ; Salgado *et al.*, 1998 ; Organic Materials Review Institute, 2002).

Le mode d'action du Spinosad est unique car il agit en dépolarisant les neurones de l'insecte affectant à la fois les récepteurs GABA, nicotiniques et d'acétylcholine (Salgado, 1997 ; 1998) et ceci par contact ou ingestion induisant la paralysie puis la mort de l'insecte.

Cet insecticide est classé comme produit à risque réduit, il a été classé comme un bioinsecticide (Copping & Menn, 2000 ; Cineros *et al.*, 2002) à cause de son mode d'action unique en plus de son degré élevé de cibler les insectes nuisibles et sa faible toxicité pour les



mammifères, poisson, oiseaux et les êtres humains et les arthropodes bénéfiques et peut être utilisé comme alternatif aux insecticides conventionnels dans le programme intégré de lagestion des ravageurs (Thompson & Hutchins, 1999 ; Cleveland *et al.*, 2001 ; Cisneros *et al.*, 2002).

Tableau 13 : Propriétés physiques et chimiques du Spinosad

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

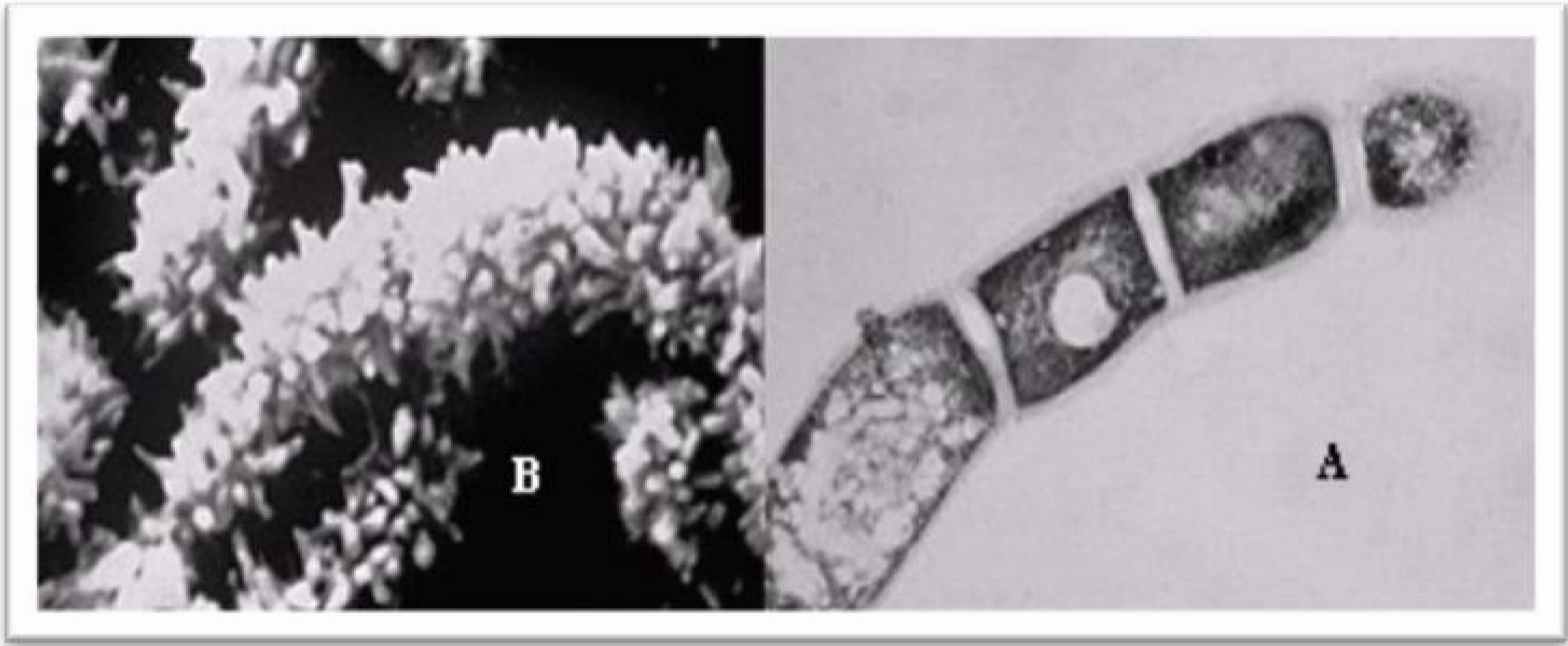


Figure 8. La bactérie utilisée dans la production de spinosad *Saccharopolysporaspinoza* : (A : Coupe longitudinale de la bactérie B : Surface épineuse de la bactérie)

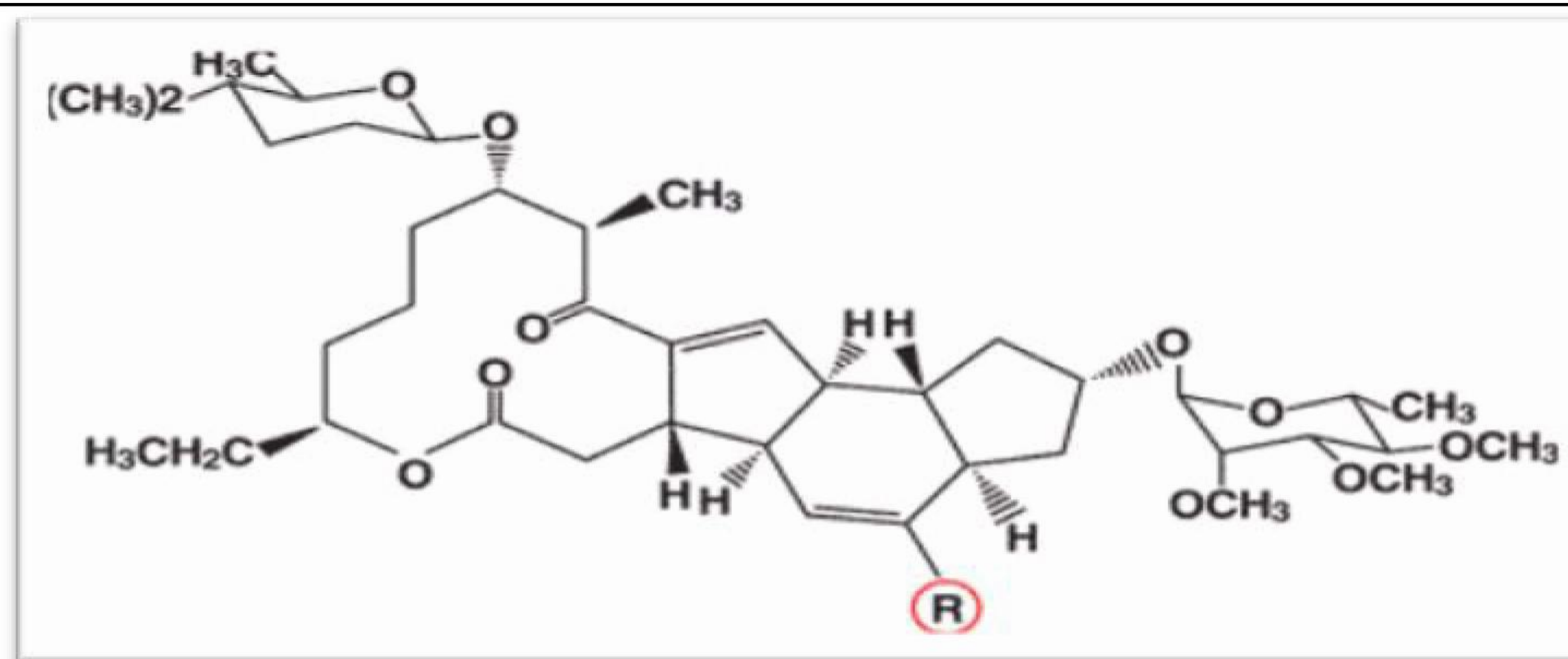


**Figure 9.** Structure du spinosad (selon spinosynes R= H : A ; R =CH3 : D)

### ***Préparation des doses utilisées et traitement***

A partir d'un produit commercial du spinosad (480 g/l) nous avons préparé une solution mère à 2 g/l pour cet insecticide, puis on a préparé une dose : **1(g/l)**, après des essais préliminaires. Le traitement par la dose est réalisé par pulvérisation jusqu'au ruissellement du produit sur un lot contenant plus de 200 glands. Un autre lot servant de témoin est aspergé d'eau distillée. Après 24h du traitement, on prélève 5 glands de chaque répétition puis on dissèque les fruits pour compter le nombre de larves mortes et le nombre de larves vivantes. La dissection se fait après 24h, 3 jours, 7 jours, 10 jours et 15 jours du traitement.

### **2.4.2 La germination**

La germination est une reprise de la vie active d'un végétal après une période de repos, de durée variable, passée sous forme de graine. Elle débute par une imbibition, c'est-à-dire l'absorption de l'eau par la graine. Cette hydratation induit des changements métaboliques au sein de la graine. Les réserves contenues dans la graine (endosperme ou cotylédons) sont lentement dégradées par des enzymes. Les nutriments sont ensuite utilisés par les organes en croissance de l'embryon. C'est la radicule (racine embryonnaire) qui émerge la première de la graine, permettant à la jeune plantule de s'implanter dans le sol. Ensuite, la jeune tige (hypo cotyle chez les dicotylédones et coléoptile chez les monocotylédones) perce le sol, atteint l'air libre et, stimulée par la lumière, déploie ses premières feuilles. Celles-ci commencent à fabriquer des sucres par photosynthèse. L'embryon a alors utilisé toutes les réserves contenues dans la graine et commence sa vie autonome en tant que jeune plante.



---

### ***Facteurs de germination***

Ce sont les conditions environnementales (humidité, température) qui, couplées aux caractéristiques de la graine (épaisseur du tégument, mécanismes physiologiques), entraînent la germination.

La germination d'une graine représente une phase de développement critique pour le végétal : ce dernier s'implante dans un milieu où il devra rester à la même place, y survivre et s'y reproduire. La germination des semences de chêne liège est d'une manière générale très influencée par leur qualité et par la quantité d'éléments (eau, inhibiteurs, stimulateurs...) qu'elles contiennent d'une part et par les conditions biotiques et abiotiques qui les accueillent d'autre part (Merouani, 1996). Elle n'est possible que si un certain nombre de conditions favorables soient réunies : Température, oxygène pour l'embryon, levée des inhibitions tégumentaires et les dormances embryonnaires (Come, 1975).

Sur le même arbre, les glands peuvent être dans un état physiologique différent. En milieu naturel, les glands ne germent pas tous avec la même vitesse, même s'il se trouve dans des conditions apparemment identiques. Ceci est dû aux inhibitions tégumentaires que subit le gland, en raison de la présence de composés phénoliques dans les enveloppes séminales (Come, 1975).

### ***Germination des glands***

Nous avons voulu savoir quelle est le pouvoir germinatif des glands, pour cela les glands sont répartis en deux lots de 100 glands chacun: lot des glands sains, et des glands traités

Les glands, d'abord imbibés pendant 48 heures à 20°C, sont désinfectés 10 à 15 mn dans une solution de chlorure de sodium à 80 % puis mis à germer dans du sable stérile (200°C/2h), maintenu humide durant 28 jours à 20°C et à l'obscurité. Nous considérons qu'un gland germe dès que la radicule perce le péricarpe et montre un géotropisme positif (Merouani *et al.*, 2005).

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



1

2

3

4

5

1 Germe > 5mm 2 Germe < 5mm 3 Forte rupture du péricarpe 4 et 5 Rupture du péricarpe

### Le taux de germination

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

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

TG% : taux de germination

### *La croissance et développement*

La croissance est un processus par lequel les organismes vivants grandissent, au travers de transformations morphologiques et fonctionnelles, jusqu'à atteindre leur maturité physiologique.

Chez les végétaux, les phénomènes de multiplication cellulaire sont limités à quelques îlots de cellules indifférenciées, les méristèmes, qui persistent pendant toute la vie de la plante. Dans les autres parties du végétal, les cellules ne font qu'augmenter de taille pendant la croissance



Le processus de croissance résulte de deux phénomènes complémentaires: la multiplication des cellules et l'augmentation de leur taille. Cette hyperactivité cellulaire s'accompagne d'une augmentation importante du métabolisme, avec un anabolisme (réactions de synthèse des protéines de structure, enzymes, lipides, etc.) supérieur au catabolisme (dégradation de ces molécules). Pendant sa période de croissance, un organisme végétal doit donc bénéficier d'un apport nutritionnel adéquat : énergie sous forme de lumière, eau et sels minéraux.

Afin d'évaluer le développement de la plante, l'essai de croissance est réalisé en conditions semi contrôlées au laboratoire ; les glands germés sont répartis en 2 lots : (50 glands témoins, 50 pour les glands traitées à 1g/l) sont transférés dans des pots remplis de sable et de tourbe.

Les graines semées ont été placées dans une chambre à température 25<sup>0</sup>C pour 10 h de lumière de jour à 18<sup>0</sup>C pour 14 h dans l'obscurité durant 105 jours. L'arrosage s'effectue régulièrement, avec de l'eau de robinet.

Chaque semaine on mesure la taille de la tige, le nombre des feuilles, enfin la longueur et la largeur des plus grandes feuilles de chaque plante.

Au bout de 105 jours, on sépare les différentes composantes de la racine et de la tige et de la feuille et on mesure le poids de chaque organe, la masse sèche a été déterminé après avoir séché au 105<sup>0</sup>C pendant 24 h.

### ***Paramètres mesurés lors de la croissance***

#### **- Hauteur de la tige**

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

#### **- Nombre de feuilles**

Le nombre de feuilles est un bon indicateur des capacités assimilatrices de la plante et de sa production en biomasse (Fischesser & Dupuis Tate, 1996).

#### **- Longueur des feuilles**

La longueur des feuilles est mesurée à l'aide d'une règle graduée.



## 2.5 Etudes de la biodiversité entomologique

### 2.5.1 Méthodes d'échantillonnage

Pour établir l'inventaire des insectes vivants dans le peuplement du chêne-liège, nous avons procédé aux différentes techniques de récolte couramment utilisés dans le domaine de l'entomologie.

#### 2.5.1.1 La récolte à vue

Ces récoltes ont été effectuées entre Septembre et Août : elles ont impliqués des observations minutieuses de la surface des troncs et des anfractuosités du liège des arbres. Tous les adultes présents entre le collet et les premières branches ont été prélevés et mis dans des boîtes en plastiques aérées.

La recherche des insectes présents pour des raisons diverses dans la zone –corticale des chênes liège a été effectuée, après un écorçage des arbres (âgés, malades, ou dépérissant) présentant un début de décollement du liège, toutes les crevasses du liège ont été prospectés et les insectes qu'elles abritaient ont été capturés (Bouhraoua, 2003).

#### 2.5.1.2 Les pièges Barber

Les pièges sont constitués de gobelets en polystyrène (20 cl) enterrés jusqu'au bord supérieur de façon à créer un puits dans lequel les insectes marcheurs vont choir. Une plaque (pierre, tuile ou écorce), disposée un centimètre au-dessus du bord supérieur du piège, protège de l'eau de pluie. Ces pièges ont été rendus attractifs par l'addition de 4 cl de l'eau vinaigrée et de sel (conservateur), dans chaque station on a mis 30 pots séparés les uns aux autres d'une distance de 3 mètres. Ces pièges sont malheureusement facilement localisés et détruits par les mammifères ongulés, sauvages et domestiques.

#### 2.5.1.3 Recherche des insectes frondicoles

Les échantillons (rameaux feuillés) que nous avons prélevés des arbres ont été ramenés immédiatement au laboratoire et examinés sous la loupe binoculaire. Les différents insectes (adultes et autre écophases) présents ont été soigneusement récoltés. Les adultes de grande taille ont été tués et conservés. Les œufs, larves et chenilles ont été mis en élevage dans des beurriers aérés jusqu'à l'émergence des adultes. Le support alimentaire consistait en des feuilles fraîches de chêne liège régulièrement renouvelées jusqu'à la nymphose des larves.



#### 2.5.1.4 Parapluie japonais

La recherche des insectes frondicoles utilise la méthode de frappage des branches dans le but de capturer d'autres spécimens et notamment de compléter l'inventaire des insectes consommateurs du feuillage. Cette technique consiste à secouer énergiquement les branches périphériques accessibles (1/3 inférieurs du houppier) sur un mètre environ de leur extrémité de la majorité des arbres de la station. Un entonnoir de toile, 0,75 x 0,75 m d'ouverture, terminé par un flacon, est placé en dessous des branches pour récupérer l'entomofaune qui en tombe. Ces opérations ont eu lieu entre mai et juillet, au cours de la matinée, qui correspond pour la majorité des insectes à la période d'activité journalière la plus intense.

#### 2.5.1.5 Récolte des Culicidae

Le plan d'échantillonnage adopté est le pêche larvaire qui a eu lieu dans des marres, des abreuvoirs, des collectes d'eau naturelle ou artificielle, des creux d'arbre (dendrothelmes) et aussi dans des gîtes artificiels volontairement installés dans les subéraies. La collecte des larves est réalisée à l'aide de louches d'une contenance de 500 ml (Bendali *et al.*, 2001) puis elles sont triées par stade larvaire. La systématique a été étudiée à l'aide des clés dichotomiques principalement celle de (Himmi *et al.*, 1995), le logiciel d'identification des moustiques de l'Afrique méditerranéenne (Brhunes *et al.*, 1999) et d'un logiciel d'identification (Moustique d'Europe) (Shaffner *et al.*, 2001) qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis.

#### 2.5.1.6 Récolte des galles

Les galles présentent des tailles et des formes qui varient du plus petit au plus grand, ce qui nécessite une observation minutieuse de chaque partie des arbres (Rameaux, feuille, tige, fruit, bourgeons...), nous avons aussi ramassé les glands tombés au niveau du sol. Les différents échantillons récoltés sont placés dans des sacs en plastiques on notant toute information nécessaire concernant cette récolte.

Un examen minutieux des feuilles permet de faire ressortir les différentes galles de cet organe, concernant les glands, une dissection longitudinale du fruit met en évidence les éventuelles galles. Au laboratoire, les galles trouvées en été triées par espèce et placées dans des boîtes d'élevage jusqu'à l'émergence des adultes. L'identification d'insectes gallicoles a été réalisée grâce à une collection de ce groupe dans notre laboratoire et confirmé par le laboratoire de Biologie animale de l'Université de Barcelone (Pr. Pujade-Villar)



### 2.5.2 Conservation et identification

Les insectes récoltés au cours du temps sont conservés séparément dans des boîtes en plastiques munies d'étiquettes. Les insectes ont été placés dans un flacon en verre et tués en vapeur dégagée d'un coton imbibé d'éthyle acétate, puis montés sur épingle et conservés dans une boîte de collection. Les spécimens petits et fragiles ont été conservés dans l'alcool éthylique 70°.

Les espèces récoltées ont été identifiées selon des clés d'identification au laboratoire de Biologie Animale Appliquée Département de Biologie, Université Badji-Mokhtar et confirmé aux laboratoires :

- Universitat de Barcelona, Facultat de Biologia, Departament de Biologia Animal. Barcelona. Spain.
- Laboratoire de communication chimique et développement UMR 5548 Université de BOURGOGNE Dijon

### 2.5.3 Paramètres structuraux du peuplement

Le peuplement est un ensemble d'individus appartenant à des espèces différentes mais qui vivent au sein d'un même espace. Le peuplement est singularisé par les paramètres structuraux suivants :

#### ***Richesse spécifique « S »***

C'est le nombre d'espèces « S » contactés au moins une fois au terme de « N » relevés (BLONDEL, 1975). Dans notre cas, nous assimilons l'ensemble de relevés réalisés en une saison à un peuplement statistique. S sera mesuré sur l'ensemble de la saison.

#### ***Diversité spécifique ou diversité observée « H' »***

La diversité d'un peuplement exprime son degré de complexité. Elle est calculée à partir de l'indice de Shannon et Weaver (1941) (DAGET, 1976).

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

**P<sub>i</sub>** : fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement

**S** : Richesse totale de ce peuplement

**H'** : Exprimé en Bit par individu (Binary digit).



Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement riche en espèces dont la distribution d'abondance est équilibrée. A l'inverse, une valeur faible correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante.

La diversité varie en fonction de la richesse du peuplement et de la distribution d'abondance des espèces de ce dernier. Plus la richesse n'est élevée et la distribution d'abondance équilibrée, plus la diversité est forte. Les fortes valeurs de  $H'$  traduisent généralement un degré élevé de complexité et de maturité d'un peuplement et, par là même, la complexité des facteurs mis en jeu dans l'environnement (Benyacoub, 1993).

### ***Équitabilité***

L'équitabilité est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle mesure le degré d'équilibre et de complexité d'un peuplement par l'écart de  $H'$  à  $H'_{\max}$  (BENYACOU, 1993).

$$E = H'/H_{\max}$$

Quand  $E$  est proche de 1, la diversité observée est proche de la diversité maximale. Elle traduit alors une distribution d'abondance proche de l'équilibre. A l'inverse, quand  $E$  est proche de 0, la diversité observée est faible et illustre une distribution d'abondance fortement hiérarchisée qui est le reflet d'un environnement simple, contraignant, dans lequel peu de facteurs structurent le peuplement.



### 3. Résultats

#### 3.1 Etat sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien

Pour caractériser au mieux nos arbres échantillons, nous avons regroupé les résultats de nos relevés dans différents tableaux et figures qui synthétisent les observations à l'échelle des sites et des années d'étude.

##### 3.1.1 Relevés dendrométriques et d'exploitation des arbres

###### 3.1.1.1 Subéraies d'El Kala

Les mesures réalisées sur la circonférence des arbres échantillon des trois sites d'étude de la région d'El Kala, varient en moyenne de  $1,24 \pm 0,40$ m à Sanaoubari,  $1,42 \pm 0,35$ m à Brabtia et  $1,48 \pm 0,46$ m à El Mellah, avec un minimum de 0,7m signalé dans les sites Sanaoubari et Brabtia et un maximum de 2,7m dans le site El Mellah. La hauteur totale des arbres oscille entre 6m (Brabtia) et 12m (Sanaoubari). En ce qui concerne la hauteur de la première branche, elle varie entre un minimum de 1,4m et un maximum de 7m. (Tableau.14)

**Tableau. 14 :** Relevés dendrométriques des arbres échantillon des trois sites d'étude :  
Sanaoubari, Brabtia et El-Mellah (m  $\pm$  s, max, min)

|                                            | Site Sanaoubari                 | Site Brabtia                    | Site El-Mellah                 |
|--------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Circonférence (m)</b>                   | $1,24 \pm 0,40$<br>(0,7 - 2,33) | $1,42 \pm 0,35$<br>(0,7 - 2,15) | $1,48 \pm 0,46$<br>(0,8 - 2,7) |
| <b>Hauteur totale (m)</b>                  | $8,55 \pm 2,12$<br>(7 - 12)     | $8,09 \pm 0,35$<br>(6 - 10)     | $8,25 \pm 0$<br>(7 - 9)        |
| <b>Hauteur 1<sup>ère</sup> branche (m)</b> | $3,22 \pm 1,23$<br>(1,4 - 5)    | $2,95 \pm 0,93$<br>(1,65 - 5,5) | $2,86 \pm 1,19$<br>(1,6 - 7)   |
| <b>Circonférence à hauteur d'homme (m)</b> | $1,24 \pm 0,57$<br>(0,7 - 2,16) | $1,41 \pm 0,42$<br>(0,8 - 2,1)  | $1,49 \pm 1,34$<br>(0,75 - 3)  |

Les modalités d'exploitation des arbres échantillons montrent que la hauteur d'écorçage varie de 1m à 2,4m. Le nombre d'écorçage ne dépasse pas les 3 fois, certains arbres n'ont donné que du liège mâle et ont donc subi un seul écorçage. Les valeurs extrêmes du coefficient d'écorçage varient de 1,06 (El Mellah) à 1,41(Brabtia) cela indique que les arbres des trois sites sont bien exploités. (Tableau.15)



**Tableau. 15 :** Relevé d'exploitation des arbres échantillons des trois sites d'étude :  
Sanaoubari, Brabtia et El-Mellah (m  $\pm$  s, max, min)

|                                   | Site<br>Sanaoubari               | Site<br>Brabtia                 | Site El-<br>Mellah           |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| <b>Hauteur d'écorçage<br/>(m)</b> | 1,52 $\pm$ 0,32<br>(1,05 - 2,35) | 1,78 $\pm$ 0,27<br>(1,46 - 2,4) | 1,43 $\pm$ 0,26<br>(1 - 1,9) |
| <b>Nombre d'écorçage</b>          | 1 - 2                            | 1 - 2                           | 1 - 3                        |
| <b>Coefficient d'écorçage</b>     | 1,33                             | 1,41                            | 1,06                         |

### 3.1.1.2 Subéraies de Souk-Ahras

La circonférence moyenne des arbres dans l'ensemble des 3 sites d'étude varie de 1,22  $\pm$  0,32 m à Kef M'kasser à 2,07 $\pm$ 0,67m dans la subéraie de Gliàa. Les sujets de chêne-liège étudiés ont une hauteur moyenne comprise entre 10,2 $\pm$  2,13m et 13,97 $\pm$ 3,3m avec un minimum de 7m au niveau du site Gliàa et un maximum de 18 m enregistré dans le même site. La hauteur de la première branche varie de 2,39 $\pm$ 0,51m pour le site M'Ghassel à 3,11 $\pm$ 1,42m pour Kef M'kasser avec un minimum de 1,6 m, tandis que la valeur maximale est de 9 m, ce qui montre une variabilité importante de l'échantillon sauf pour M'Ghassel (1,6-3,8). La circonférence à hauteur d'homme est plus grande dans le site de Gliàa 2,07 $\pm$ 0,67m avec un minimum de 1,09m et un maximum de 4 m. Ce sont les arbres du site Gliàa qui sont les plus grands. (Tableau. 16).

**Tableau. 16 :** Relevés dendrométriques des arbres échantillons des trois sites d'étude :  
M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa (m  $\pm$  s, max, min).

|                                                | Site M'Ghassel                | Site Kef M'kasser              | Site Gliàa                   |
|------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| <b>Circonférence (m)</b>                       | 1,51 $\pm$ 0,44<br>(1-3)      | 1,22 $\pm$ 0,32<br>(0,5- 2,5)  | 2,07 $\pm$ 0,67<br>(1,09-4)  |
| <b>Hauteur totale (m)</b>                      | 11,63 $\pm$ 1,47<br>(8-14)    | 10,2 $\pm$ 2,13<br>(6-14)      | 14,25 $\pm$ 2,54<br>(7-18)   |
| <b>Hauteur 1<sup>ère</sup> branche<br/>(m)</b> | 2,39 $\pm$ 0,51<br>(1,6-3,8)  | 3,11 $\pm$ 1,42<br>(1,3- 9)    | 2,93 $\pm$ 1,03<br>(1,15-6)  |
| <b>Circonférence à<br/>hauteur d'homme(m)</b>  | 1,53 $\pm$ 0,49<br>(0,6-3,05) | 1,26 $\pm$ 0,35<br>(0,5- 2,55) | 2,07 $\pm$ 0,67<br>(1,09- 4) |

Concernant les relevés d'exploitation, la plus grande hauteur d'écorçage est enregistrée dans le site Gliàa (3,28 $\pm$ 1,76m) avec un minimum de 1,7 m et un maximum de 7,5 m, la plupart des arbres des sites Kef M'Kasser et Gliàa ont été exploités à partir d'un mètre.



Quant au nombre d'écorçage, il varie de 1 à 4 pour le site Kef M'kasser et Gliàa et de 1 à 2 à M'Ghassel. Le coefficient d'écorçage moyen des arbres est de  $1,75 \pm 0,62m$  ;  $1,59 \pm 0,62m$  ;  $1,41 \pm 0,49m$  respectivement à Kef M'kasser, Gliàa et M'Ghassel. (Tableau. 17).

**Tableau. 17 :** Relevés d'exploitation des arbres échantillons des trois sites d'étude :  
M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa ( $m \pm s$ , max, min)

|                               | M'Ghassel               | Kef M'kasser                 | Gliàa                        |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Hauteur d'écorçage (m)</b> | $2 \pm 0,41$<br>(0,9-3) | $2,04 \pm 0,5$<br>(1,04-3,2) | $3,28 \pm 1,76$<br>(1,7-7,5) |
| <b>Nombre d'écorçage</b>      | 1-2                     | 1-4                          | 1-4                          |
| <b>Coefficient d'écorçage</b> | 1,41                    | 1,75                         | 1,59                         |

### 3.1.1.3 Subéraies de Séraïdi

Les mensurations des circonférences des arbres échantillonnés au site Sidi Temmem et à El Berouaga donnent une moyenne de  $1,35 \pm 0,35m$  et  $1,58 \pm 0,33m$  avec un minimum de 0,8m et un maximum de 2,6m enregistré au site Sidi Temmem. Leur hauteur moyenne est de  $9,32 \pm 1,59m$  à Sidi Temmem, avec un minimum de 7m et un maximum de 13m et une hauteur moyenne de  $11,41 \pm 1,77m$ , comprise entre un minimum de 8m et un maximum de 15m au site El Berouaga.

La circonférence à hauteur d'homme des arbres de Sidi Temmem, ont une moyenne de  $1,35 \pm 0,35m$  avec un minimum de 0,8m et un maximum de 2,6m, dans le site El Berouaga, elle est de  $1,44 \pm 0,34m$  variant entre un minimum de 1m et un maximum de 2,6m. La hauteur de la première branche des arbres est en moyenne de  $3,58 \pm 1,61m$  (minimum, 1,7m ; maximum 9m) à Sidi Temmem, tandis qu'au site El Berouaga, elle est de  $4,01 \pm 1,90m$ , celle-ci varie entre un minimum de 0,75m et un maximum de 8,5m. (Tableau. 18).

**Tableau.18 :** Relevés dendrométriques des arbres échantillon des sites d'étude :  
Sidi Temmem et El Berouaga ( $m \pm s$ , max, min)

|                                            | <i>Sidi Temmem</i>           | <i>El Berouaga</i>            |
|--------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| <b>Circonférence (m)</b>                   | $1,35 \pm 0,35$<br>(0,8-2,6) | $1,58 \pm 0,33$<br>(1,2-2,3)  |
| <b>Hauteur totale (m)</b>                  | $9,32 \pm 1,59$<br>(7-13)    | $11,41 \pm 1,77$<br>(8-15)    |
| <b>Hauteur 1<sup>ère</sup> branche (m)</b> | $6,50 \pm 1,61$<br>(1,7-9)   | $4,01 \pm 1,90$<br>(0,75-8,5) |
| <b>Circonférence à hauteur d'homme(m)</b>  | $1,35 \pm 0,35$<br>(0,8-2,6) | $1,44 \pm 0,34$<br>(1-2,6)    |



Concernant les relevés d'exploitation, les arbres des deux sites semblent bien exploités. A Sidi Temmem, la hauteur d'écorçage varie de 1,36 à 3m avec une moyenne de  $1,83 \pm 0,32$ m, le coefficient d'écorçage moyen est de 1,41m, quant au nombre d'écorçage, il varie de 1 à 4. A El Berouaga, la hauteur d'écorçage est de  $1,88 \pm 0,38$ m, le coefficient d'écorçage moyen est de 1,37 et le nombre d'écorçage, varie de 1 à 6. (Tableau. 19).

**Tableau.19 :** Relevés d'exploitation des arbres échantillons des sites d'étude :

Sidi Temmem et El Berouaga (m  $\pm$  s, max, min)

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

### 3.1.2 Etat de la cime (défoliation, décoloration et indice de dépérissement)

La situation sanitaire des arbres échantillons est basée sur l'examen global de chaque arbre présent sur le site. Cet examen concerne l'état des feuilles (densité et coloration) qui permet d'apprécier l'état sanitaire global de la subéraie à travers le calcul de l'indice de dépérissement.

#### 3.1.2.1 Subéraies d'El Kala

Au niveau du peuplement de chêne-liège à El Mellah, on a enregistré au cours des quatre années d'étude (2008, 2009, 2010 et 2011) un accroissement de la défoliation. L'année 2008 se caractérise par un taux élevé d'arbres « sains » appartenant à la classe 1 et 2 (32,25%, 38,70%). En 2009, on a noté une progression du taux de défoliation et les arbres passent à la catégorie des arbres « affaiblis » classe 3 ou « dépérissants » classe 4 (10,71%). Pour les saisons 2010 et 2011, on note une nette progression de la perte foliaire, les arbres «dépérissants» augmentent jusqu'à 30%.

Dans le site Sanaoubari, l'année 2008 se caractérise par une faible défoliation sur 34,48% des arbres, 62,68% des arbres sont sains, alors que 20% des arbres présentent une forte défoliation. Les résultats sont différents pour l'année 2009, le taux d'arbres affaiblis augmente jusqu'à 54,16%, alors que le taux d'arbres dépérissants arrive à 29,16%. On signale aussi l'absence totale d'arbres sains.



Brabtia, la défoliation concerne moins de 20% des arbres, plus de 80% sont des arbres sains pour l'année 2008, par contre en 2009, plus de 50% des arbres échantillonnés présentent une défoliation. (Tableau. 20).

Les travaux effectués visant l'élargissement de la réserve de Brabtia ont affectés les sites d'observation en causant la disparition totale de la subéraie.

**Tableau.20 :** Evolution de la défoliation des trois sites d'étude : El-Mellah, Sanaoubari et Brabtia.

|                            | 2008  |       |       |       | 2009  |       |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Classes de défoliation (%) | C1    | C2    | C3    | C4    | C1    | C2    | C3    | C4    |
| El-Mellah                  | 32,25 | 38,70 | 25,80 | 3,22  | 21,42 | 35,71 | 32,14 | 10,71 |
| Sanaoubari                 | 20,68 | 41,37 | 34,48 | 3,44  | -     | 16,66 | 54,16 | 29,16 |
| Brabtia                    | 37,03 | 44,44 | 14,81 | 3,70  | -     | 47,82 | 43,47 | 8,69  |
|                            | 2010  |       |       |       | 2011  |       |       |       |
| Classes de défoliation (%) | C1    | C2    | C3    | C4    | C1    | C2    | C3    | C4    |
| El-Mellah                  | 11,11 | 33,33 | 44,44 | 11,11 | 13,33 | 12,90 | 43,33 | 30    |

En 2008, la décoloration est visible sur la moitié des arbres échantillons du site El Mellah (25,80% de la classe 2, 18,90% de la classe 3 et 14,90% classe 4). Une année après, on remarque une forte augmentation de la décoloration qui apparait sur presque tous les arbres du site. Le même constat de décoloration est enregistré pour les années 2010 et 2011. Les mêmes observations sont enregistrées dans les sites Brabtia et Sanaoubari pour l'année 2008, en 2009 la majorité des arbres sont gravement décolorés. (Tableau. 21).

**Tableau.21 :** Evolution de la décoloration des feuilles des arbres des trois sites d'étude : El-Mellah, Sanaoubari et Brabtia durant les années d'étude.

|                             | 2008  |       |       |       | 2009 |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| Classes de décoloration (%) | C1    | C2    | C3    | C4    | C1   | C2    | C3    | C4    |
| El-Mellah                   | 58,06 | 25,80 | 18,90 | 14,90 | 3,57 | 39,29 | 60,71 | 25    |
| Sanaoubari                  | 65,51 | 3,44  | 31,03 | -     | -    | 25    | 66,66 | 8,33  |
| Brabtia                     | 37,03 | 44,44 | 14,81 | 3,70  | -    | 13,04 | 73,91 | 13,04 |
|                             | 2010  |       |       |       | 2011 |       |       |       |
| Classes de décoloration(%)  | C1    | C2    | C3    | C4    | C1   | C2    | C3    | C4    |
| El-Mellah                   | 43,33 | 16,66 | 16,66 | 3,33  | 6,66 | 26,66 | 60    | 6,66  |

L'état sanitaire général des peuplements de chêne-liège des sites de la région d'El Kala, régressent d'année en année, puisque l'indice de dépérissement progresse d'une année à l'autre. Une certaine hétérogénéité est cependant visible dans la même forêt. Le site Brabtia passe d'un début de dépérissement en 2008 à un dépérissement assez grave en 2009, par contre, le site Sanaoubari montre un dépérissement assez grave en 2008 qui se dégrade en 2009 en site fortement dépérissant. L'état sanitaire du site El Mellah, présente un début



de dépérissement en 2008 (ID=2) cette dégradation se poursuit en 2009 et 2010 (2,1 ; 2,55), le site devient fortement dépérissant en 2011 (ID=2,9). (Figure. 10).

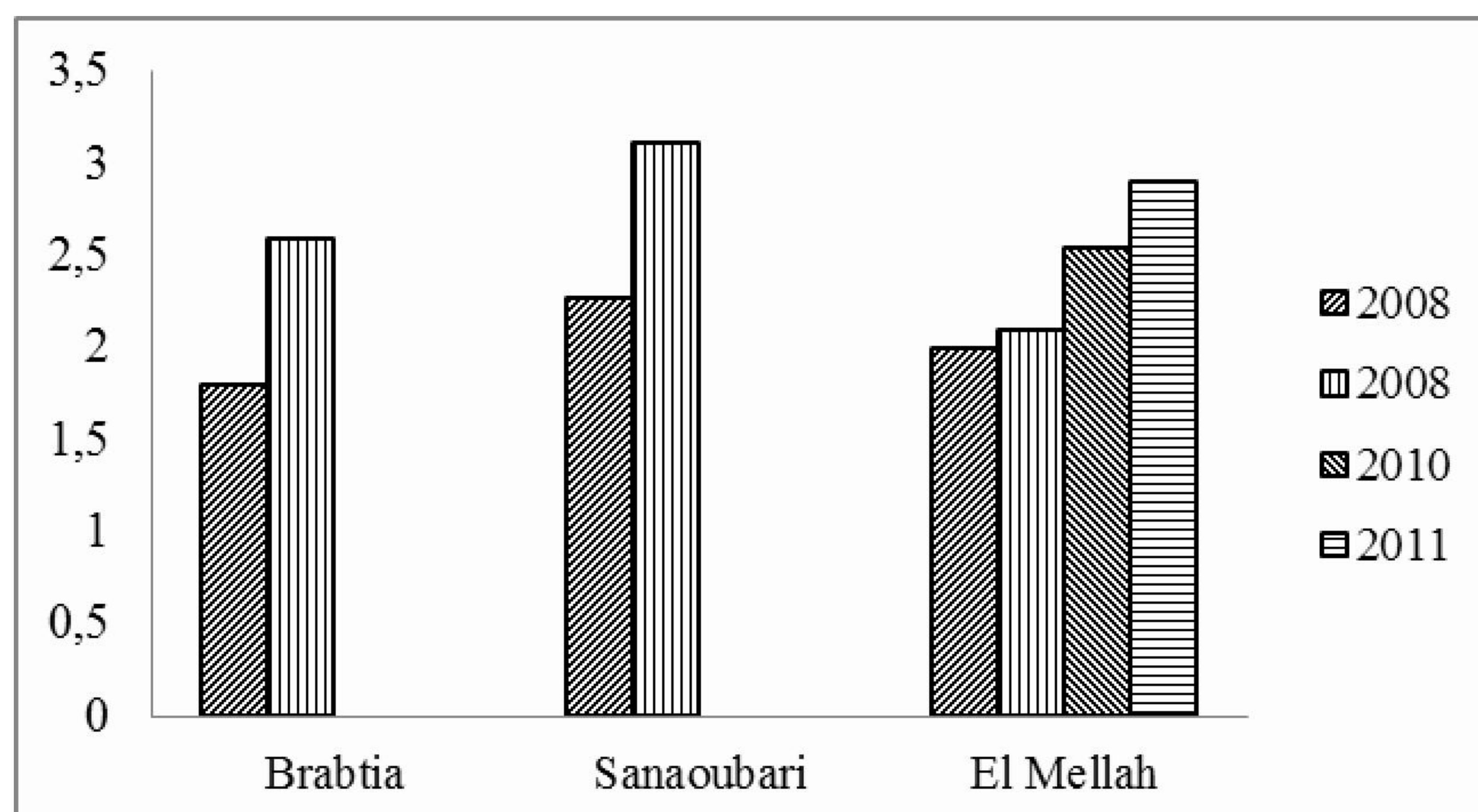


**Figure.10.**Evolution de l'indice de dépérissement (ID) dans les trois subéraies étudiées

### 3.1.2.2 Subéraie de Souk-Ahras

Une légère défoliation a été enregistrée au niveau des subéraies de Souk-Ahras en 2010, qui s'améliore en 2011. La défoliation des arbres échantillons du site M'Ghassel affecte 13,33% de population en 2010, lors de la saison suivante, la défoliation est moins importante. Le site de Kef M'kasser est le plus affecté par la perte du feuillage, on enregistre 5% des arbres ayant perdu de 65% à 95% de feuilles en 2010, en 2011 on enregistre une nette amélioration. Le site Gliàa et le moins touché par la défoliation, la perte au niveau de ce site ne dépasse pas les 60 % en 2010, le feuillage reprend en 2011. (Tableau. 22).

**Tableau. 22 :** Evolution de la défoliation dans les trois sites d'étude : M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa

| Classes de décoloration (%) | 2010 |       |       |    | 2011 |      |     |
|-----------------------------|------|-------|-------|----|------|------|-----|
|                             | C1   | C2    | C3    | C4 | C1   | C2   | C3  |
| M'Ghassel                   | 60   | 26.66 | 13.33 | -  | 70   | 30   | -   |
| Kef M'kasser                | 47.5 | 42.5  | 5     | 5  | 62,5 | 32,5 | 5   |
| Gliàa                       | 57.7 | 40    | 2.5   | -  | 62,5 | 35   | 2,5 |

Globalement le feuillage ne présente pas de décoloration, les feuilles sont d'un vert foncé lustré, tandis qu'un feuillage modérément décoloré (changement par rapport à la coloration habituelle) est un état anormal. Le site M'Ghassel présente moins de décoloration que les deux autres sites avec 96,66% des arbres échantillons ayant moins de 10% de feuilles décolorées en 2010, ce taux s'améliore encore en 2011. Le site de Kef M'kasser est le plus affecté par la décoloration, en 2010, 12,5% des arbres présentent moins de 25%



de décoloration, ce taux diminue à 7,5% en 2011. A Gliàa, 7,5% des arbres montrent des signes de décoloration en 2010 qui augmente en 2011 à 10%. (Tableau. 23).

**Tableau.23:** Evolution de la décoloration des feuilles des arbres des trois sites d'étude : M'Ghassel, Kef M'kasser et Gliàa.

| Classes de décoloration (%) | 2010  |      | 2011 |     |
|-----------------------------|-------|------|------|-----|
|                             | C1    | C2   | C1   | C2  |
| <b>M'Ghassel</b>            | 96,66 | 3,33 | 100  | -   |
| <b>Kef M'kasser</b>         | 87,5  | 12,5 | 92,5 | 7,5 |
| <b>Gliàa</b>                | 92,5  | 7,5  | 90   | 10  |

Le calcul de l'indice de dépérissement indique que le peuplement de chêne-liège du site M'Ghassel et Gliàa est non dépérit pour les deux années d'étude 2010, 2011 alors que le site Kef M'kasser présente un début de dépérissement en 2010, en 2011, le site devient non dépérit. (Figure. 11).

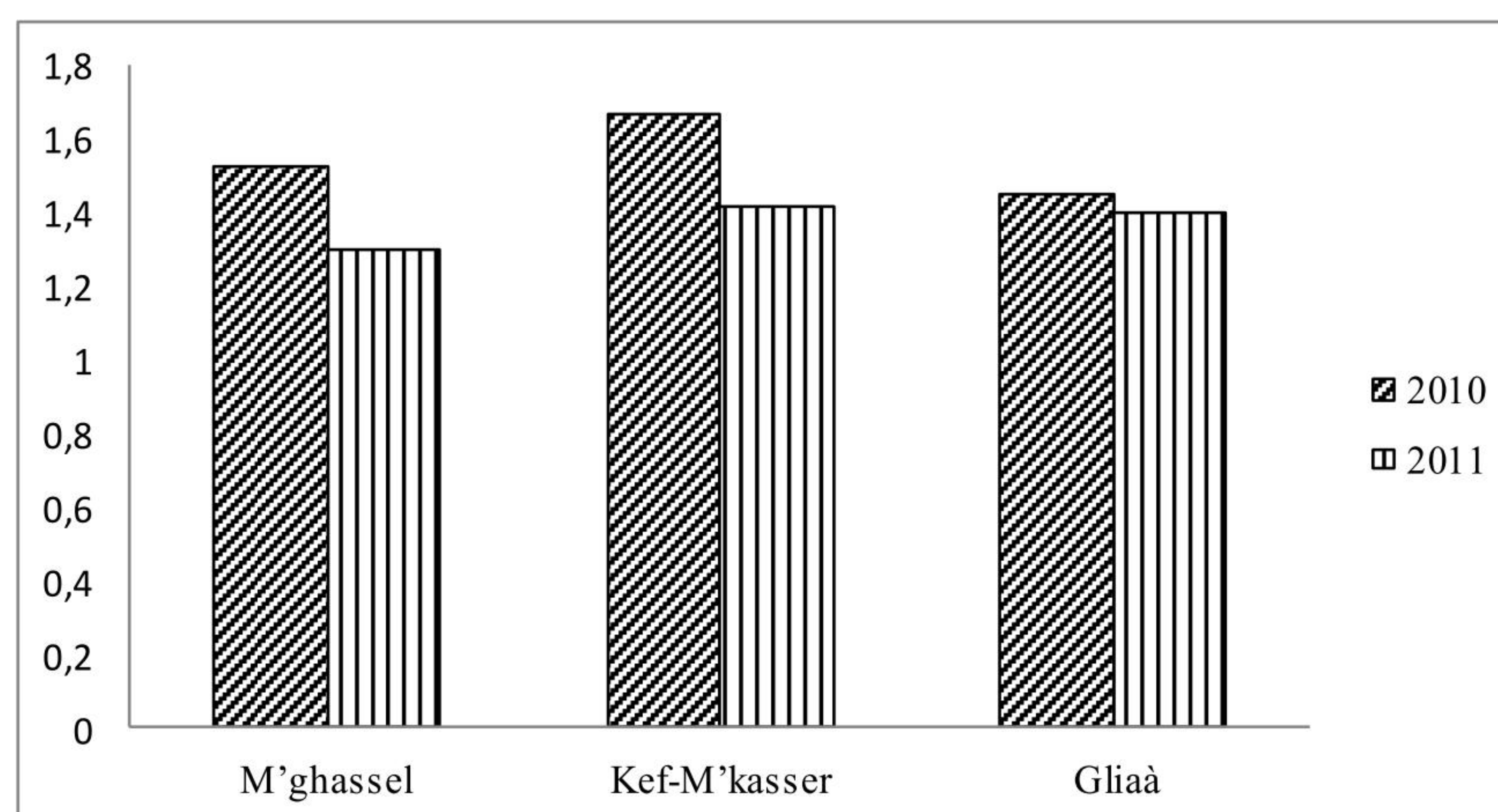


**Figure.11.**Evolution de l'indice de dépérissement (ID) dans les trois subéraies étudiées.

### 3.1.2.3 Subéraie de Séraidi

Au niveau du site Sidi-Temmem, nous avons enregistré une défoliation sur 7,5% des arbres durant les deux années d'observations. Par contre au site d'El Berouaga, même si on enregistre les même taux de défoliation en 2010, la défoliation augmente en 2011. (Tableau. 24)

**Tableau.24 :** Evaluation de la défoliation dans les deux sites d'étude : Sidi Temmem et El Berouaga.

| Classes de défoliation (%) | 2010 |      |     | 2011 |      |      |
|----------------------------|------|------|-----|------|------|------|
|                            | C1   | C2   | C3  | C1   | C2   | C3   |
| <b>Sidi Temmem</b>         | 27,5 | 65   | 7,5 | 40   | 52,5 | 7,5  |
| <b>El Berouaga</b>         | 35   | 57,5 | 7,5 | 20   | 62,5 | 17,5 |



Concernant la décoloration, au site Sidi-Temmem globalement le feuillage ne présente pas de décoloration sur 90% des arbres en 2010. Le taux de décoloration des feuilles augmente en 2011 pour atteindre 30%.

Le site d'El Berouaga présente plus de décoloration, en 2010, 45% des feuilles des arbres présentent une faible décoloration et 5% sont décolorées. Cette situation s'améliore en 2011, puisque la majorité des feuilles reprennent leur couleur naturelle (un vert foncé lustré). (Tableau. 25).

**Tableau. 25 :** Evaluation de la décoloration des feuilles des arbres des deux sites d'étude : Sidi Temmem et El Berouaga.

|                             | 2010 |    |    | 2011 |    |
|-----------------------------|------|----|----|------|----|
| Classes de décoloration (%) | C1   | C2 | C3 | C1   | C2 |
| <i>Sidi Temmem</i>          | 90   | 10 | -  | 70   | 30 |
| <i>El Berouaga</i>          | 50   | 45 | 5  | 50   | 50 |

Le calcul de l'indice de dépérissement durant les deux années d'étude indique que le peuplement de chêne-liège du site Sidi-Temmem en 2010 est en début de dépérissement (ID=1,8), même si cet indice diminue en 2011 à 1,67, le peuplement reste en début de dépérissement. Par contre au niveau du site El Berouaga, en 2010, on enregistre un ID de 1,72 il augmente en 2011 à 1,97 ce qui place le site en début de dépérissement. (Figure. 12).

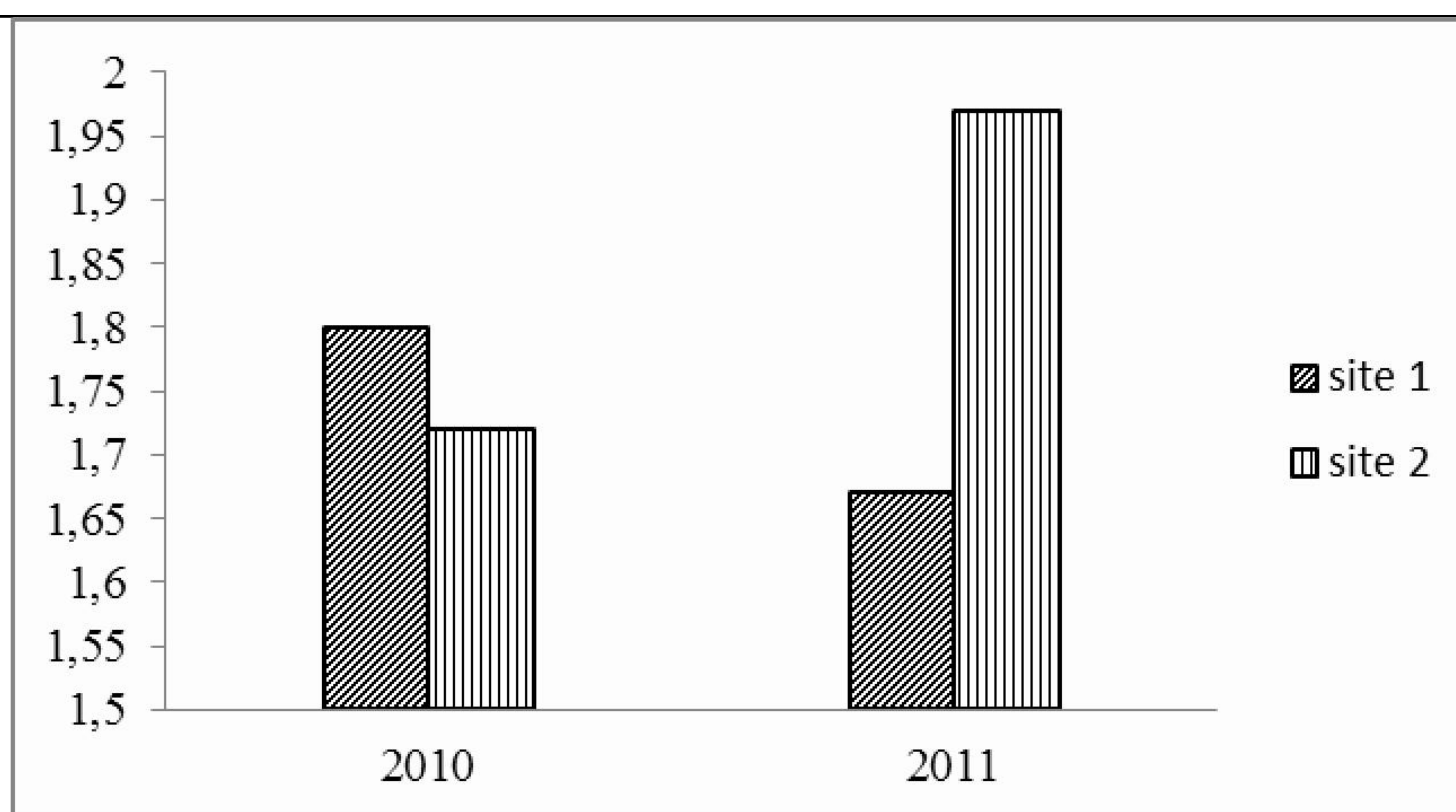


**Figure. 12.** Evolution de l'indice de dépérissement (ID) dans les deux subéraies étudiées.

### 3.1.3 Etat du tronc, l'écorce et de la zone sous corticale

#### 3.1.3.1 Subéraie d'El Kala

La majorité des arbres du site El Mellah (70%) montrent un tronc normal en 2008, cependant 22% des arbres possèdent un tronc crevassé à des degrés variables. En 2009 et 2010, les arbres de la classe 2 qui ont perdu entre 1 et 10% du volume de leur tronc, sont les plus dominants, l'année qui suit, une partie des arbres qui appartiennent à la classe 2 et 3 passe à la classe 4 (23,33%) donc plus de 30% du tronc et perdu. La proportion de la surface de liège déhiscent est importante, elle atteint presque 50% des arbres qui varient entre la classe 2, 3 et 4 en 2008. En 2009 la classe 2 est plus abondante, ce taux augmente en 2010 puisqu'une partie de la classe 1 passe à la classe 2. Pendant l'année 2011, la classe 2 reste dominante et en remarque aussi l'augmentation de la classe 3 et 4(20%). (Tableau. 26).

**Tableau. 26 :** Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) du site El Mellah durant les 4 années d'étude.

|    | Crevasses |       |       |       | % surface liège déhiscente |       |       |       |
|----|-----------|-------|-------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|
|    | 2008      | 2009  | 2010  | 2011  | 2008                       | 2009  | 2010  | 2011  |
| C1 | 67,74     | 35,71 | 33,33 | 30    | 51,61                      | 35,71 | 29,62 | 26,66 |
| C2 | 12,90     | 32,14 | 33,33 | 30    | 22,58                      | 32,14 | 37,01 | 33,33 |
| C3 | 12,90     | 17,85 | 18,51 | 16,66 | 12,90                      | 14,28 | 14,81 | 20    |
| C4 | 6,45      | 14,28 | 14,81 | 23,33 | 6,45                       | 17,85 | 18,51 | 20    |

Les arbres du chêne-liège du site Sanaoubari, présentent au niveau du tronc 44,83% de crevasses réparties en trois classes, la classe 2 est la plus dominante avec 24,13% et ce en 2008. L'année qui suit, on remarque une augmentation du pourcentage des arbres crevassés, ceux de la classe 1 passent aux classes 2 et 3 et ce dernier est le plus élevé avec 37,5%.



Plus de 80% de l'effectif des arbres a perdu une part de sa surface productrice de liège, elle varie entre les classes 2, 3 et 4, c'est la classe 2 qui domine avec 41,37% en 2008. Ce taux augmente à 45,83% en 2009.

Au site Brabtia, au niveau du tronc, en 2008 plus que la moitié du peuplement ne présente aucune crevasse (59,25%), 22,22% sont moyennement crevassés, en 2009 une proportion des arbres passent à la classe 2 avec 34,78% et 17,39% de la classe 3. (Tableau. 27).

**Tableau. 27:** Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) des sites Sanaoubari et Brabtia durant les deux années d'étude.

|    |      | Crevasses  |         | % surface liège déhiscente |         |
|----|------|------------|---------|----------------------------|---------|
|    |      | Sanaoubari | Brabtia | Sanaoubari                 | Brabtia |
| C1 | 2008 | 55,17      | 59,25   | 10,34                      | 70,37   |
|    | 2009 | 16,66      | 47,82   | 8,33                       | 69,56   |
| C2 | 2008 | 24,13      | 18,51   | 41,37                      | 25,92   |
|    | 2009 | 33,33      | 34,78   | 45,83                      | 26,08   |
| C3 | 2008 | 10,34      | 22,22   | 20,68                      | 3,70    |
|    | 2009 | 37,5       | 17,39   | 12,5                       | 4,34    |
| C4 | 2008 | 10,34      | -       | 27,58                      | -       |
|    | 2009 | 12,5       | -       | 33,33                      | -       |

Sur les troncs, des écoulements de diverses origines sont observés. A El Mellah, en 2008 on les observe sur 29,03% les sujets étudiés, où ils s'écoulent en faible quantité. Durant les trois années qui suivent, en remarque une nette augmentation de ce taux jusqu'à 53,33% enregistré en 2011. Au site Sanaoubari, 24,13% de l'effectif est atteint des écoulements en 2008 qui s'accroît à 33,33% en 2009. Le site Brabtia est faiblement touché par ces exsudats en 2008 (14,81%), qui augmente à 21,73% en 2009. Les attaques d'insectes xylophages sont très fréquentes en forêt d'El Kala où elles concernent au site El Mellah près de 70,96% des arbres en 2008 qui s'intensifient dans les années qui suit. Par contre les deux sites Brabtia et Sanaoubari, ces attaques touchent tous les arbres échantillons. Les suintements noirâtres du au champignon son observés dans tous les sites mais avec des proportions variables. A El Mellah, il est présent sur 45,16% en 2008, ce taux augmente d'une année à l'autre pour arriver à 70% en 2011. Concernant les deux autres sites, près de la moitié des arbres est touchée à Sanaoubari et le quart a Brabtia durant les deux années d'étude. La flore lichénologique se développe en abondance et couvre tous les arbres échantillons des sites d'étude à des proportions variables. L'action de l'homme correspond essentiellement à des coupes de liège



illicites, touche 12,90% des arbres du site El Mellah en 2008, après trois ans ce délit touche 16,66% des arbres. A Sanaoubari, cette action touche moins de 10% de l'effectif durant les deux ans d'étude. Par contre au site Brabtia, 13,04% des arbres sont touchés en 2009. Les blessures sont faibles à El Mellah en 2008 (6,45%), ce taux augmente en 2011 à 46,66%. En 2009, au site Sanaoubari, on enregistre 58,33% d'arbres blessés et 26,08% au site Brabtia. Aucune trace d'incendie n'est présente au site Sanaoubari, par contre 26,08% arbres sont touchés à Brabtia en 2009 et 6,66% à El Mellah en 2011. (Tableau. 28).

**Tableau. 28 :** Description de l'état sanitaire du tronc des sites El mellah, Sanaoubari et Brabtia durant les deux années d'étude.

|                                    |                              | <i>EL Mellah</i> |       |       |       | <i>Sanaoubari</i> |       | <i>Brabtia</i> |       |
|------------------------------------|------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|
|                                    |                              | 2008             | 2009  | 2010  | 2011  | 2008              | 2009  | 2008           | 2009  |
| <b>Ecoulement</b>                  |                              | 29,03            | 39,28 | 40,74 | 53,33 | 24,13             | 33,33 | 14,81          | 21,73 |
| <b>Trous d'insectes xylophages</b> |                              | 70,96            | 92,85 | 96,29 | 96,66 | 96,55             | 100   | 100            | 100   |
| <b>Suintement noirâtre</b>         |                              | 45,16            | 57,14 | 59,25 | 70    | 44,82             | 45,83 | 25,92          | 26,08 |
| <b>Flore lichénologique</b>        |                              | 96,77            | 100   | 100   | 100   | 93,10             | 100   | 77,77          | 100   |
| <b>Action de l'homme</b>           | <b>Traces d'incendies</b>    | 0                | 3,57  | 3,70  | 6,66  | 0                 | 0     | 3,70           | 13,04 |
|                                    | <b>Blessures</b>             | 6,45             | 14,28 | 14,81 | 46,66 | 10,34             | 58,33 | 7,40           | 26,08 |
|                                    | <b>Déliègeages Illicites</b> | 12,90            | 14,28 | 14,81 | 16,66 | 6,89              | 8,33  | 7,40           | 13,04 |

Au niveau de l'écorce et la zone sous corticale, les trous d'insectes xylophages affectent au site El Mellah 87,09% des arbres en 2008, ce taux augmente à 100% pour les trois années qui suivent. Au Site Sanaoubari, 89,65% des sujets sont touchés en 2008, en 2009 ils affectent tous les arbres du site. Par contre à Brabtia tout le peuplement de chêne-liège est attaqué par ces insectes. L'écoulement est signalé sur 12,90% des arbres au site El Mellah en 2008, ce taux augmente durant les années suivantes pour atteindre 23,33% en 2011. Au site Sanaoubari, 20,68% des arbres sont affectés par les écoulements en 2008 qui s'intensifient en 2009 atteignant 75%. A Brabtia, ils sont signalés sur presque le quart des sujets étudiés en 2009. La croûte charbonneuse d'origine fongique est présente sur 9,67% des arbres du site El Mellah pendant l'année 2008, un taux qui augmente les années qui suivent atteignant 36,66% en 2011. A Sanaoubari, presque la moitié de l'échantillon est touchée durant les deux années d'étude. Au site Brabtia, elle est présente sur 37,03% des arbres en 2008 qui s'élève à 39,13% en 2011. (Tableau. 29).



**Tableau. 29 :** Description de l'état sanitaire de l'écorce et de la zone sous corticale des sites durant les 4 années d'étude.

|                                    | <i>EL Mellah</i> |       |       |       | <i>Sanaoubari</i> |       | <i>Brabtia</i> |       |
|------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------------------|-------|----------------|-------|
|                                    | 2008             | 2009  | 2010  | 2011  | 2008              | 2009  | 2008           | 2009  |
| <b>Trous d'insectes xylophages</b> | 87,09            | 100   | 100   | 100   | 89,65             | 100   | 100            | 100   |
| <b>Ecoulement</b>                  | 12,90            | 14,28 | 14,81 | 23,33 | 20,68             | 75    | 7,40           | 21,73 |
| <b>Croûte charbonneuse</b>         | 9,67             | 17,85 | 22,22 | 36,66 | 48,27             | 45,83 | 37,03          | 39,13 |
| <b>Qualité du liège</b>            | Bonne            |       |       |       | Bonne             |       | Bonne          |       |

### 3.1.3.2 Subéraie de Souk-Ahras

Au niveau du tronc, 26,67% des arbres échantillons du site M'Ghassel présentent des crevasses qui s'élèvent à 28% en 2011. Au site Gliàa, elles sont plus abondantes avec 52,5% d'arbres faiblement crevassés (classe 2) en 2010, l'année qui suit, une partie des arbres qui appartiennent à la classe 2 passe à la classe 3(20%) et la classe 4(5%). Le site Kef M'kasser est le moins touché avec 20% en 2010, la moitié de ces arbres passe en 2011 à la classe 3. À Gliàa, les arbres présentant des surfaces de liège déhiscentes atteignent 15% qui ont 10 % de surface productive perdue, et 2,5% qui ont de 11 à 25 % et ça en 2010. En 2011 les taux augmentent et on enregistre 20% de la classe 2 et 7,5 de la classe 3. Au site Kef M'kasser, 5% d'arbres sont atteints en 2010 puis en enregistre une nette progression en 2011, une partie des arbres sains passent à la classe 2 (22,5%) est à la classe 3 (5%). Le site M'Ghassel est le moins touché avec 6,66% durant les deux années d'étude. (Tableau. 30).

**Tableau. 30 :** Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) des sites de Souk-Ahras durant les 2 années d'étude.

|    |             | <b>Crevasses</b> |                     |              | <b>% surface liège déhiscente</b> |                    |              |
|----|-------------|------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------|--------------|
|    |             | <i>M'Ghassel</i> | <i>Kef M'kasser</i> | <i>Gliàa</i> | <i>M'Ghassel</i>                  | <i>Kef M'kasse</i> | <i>Gliàa</i> |
| C1 | <b>2010</b> | 73,33            | 80                  | 40           | 93,34                             | 95                 | 82,5         |
|    | <b>2011</b> | 74               | 77,5                | 40           | 93,34                             | 72,5               | 72,5         |
| C2 | <b>2010</b> | 26,67            | 20                  | 52,5         | 6,66                              | 5                  | 15           |
|    | <b>2011</b> | 28               | 12,5                | 35           | 6,66                              | 22,5               | 20           |
| C3 | <b>2010</b> | -                | -                   | 5            | -                                 | -                  | 2,5          |
|    | <b>2011</b> | -                | 10                  | 20           | -                                 | 5                  | 7,5          |
| C4 | <b>2010</b> | -                | -                   | 2,5          | -                                 | -                  | -            |
|    | <b>2011</b> | -                | -                   | 5            | -                                 | -                  | -            |

Les écoulements sont observés aux sites M'Ghassel et Kef M'kasser en 2010 (10%, 12,5%) sur les arbres, qui diminuent l'année suivante. Contrairement au site Gliàa qui augmente de 5% à 15% en 2011. Les trous d'insectes xylophages affectent 26, 66% des sujets en 2010 au site M'Ghassel, et ne dépassent pas 5% dans les deux autres sites, mais en 2011 une augmentation dans les trois sites atteignant 47,5%.



Les suintements noirâtres affectent en 2010 presque la moitié des arbres du site Kef M'kasser et seulement 25% des arbres du site Gliàa et 16,66% de M'Ghassel mais en 2011 une diminution à Kef M'kasser avec 17,5% et à Gliàa avec 10%. La flore lichénologique est présente en 2010 et 2011 sur la majorité des arbres des trois sites. L'action de l'homme est généralement faible dans les trois sites, les traces d'incendies sont absentes à M'Ghassel et ne touchent que 5% des arbres de Gliàa et 2,5% à Kef M'kasser. Le taux de blessures en 2010 et 2011 est généralement faible excepté pour le site Kef M'kasser où la moitié des arbres échantillonnés sont blessés mais à Gliàa en 2011 on enregistre une augmentation jusqu'à 55%. (Tableau. 31).

**Tableau. 31 :** Description de l'état sanitaire du tronc des sites de Souk-Ahras durant les 2 années d'étude.

|                                    |                              | <i>M'Ghassel</i> |       | <i>Kef M'kasser</i> |      | <i>Gliàa</i> |      |
|------------------------------------|------------------------------|------------------|-------|---------------------|------|--------------|------|
|                                    |                              | 2010             | 2011  | 2010                | 2011 | 2010         | 2011 |
| <b>Ecoulement</b>                  |                              | 10               | 0     | 12,5                | 10   | 5            | 15   |
| <b>Trous d'insectes xylophages</b> |                              | 26,66            | 43,33 | 40                  | 47,5 | 5            | 45   |
| <b>Suintement noirâtre</b>         |                              | 16,66            | 17    | 45                  | 17,5 | 25           | 10   |
| <b>Flore lichénologique</b>        |                              | 83,33            | 100   | 100                 | 100  | 90           | 100  |
| <b>Action de l'homme</b>           | <b>Traces d'incendies</b>    | 0                | 0     | 2,5                 | 2,5  | 5            | 5    |
|                                    | <b>Blessures</b>             | 6,66             | 10    | 50                  | 50   | 20           | 55   |
|                                    | <b>Déliègeages Illicites</b> | 0                | 0     | 2,5                 | 7,5  | 15           | 15,5 |

Concernant l'écorce et la zone sous corticale, les trous d'insectes xylophages en 2010 sont présents avec 13,33% des arbres de M'Ghassel et 5% de celles de Kef M'kasser et de Gliàa mais en 2011 une augmentation jusqu'à 47,5% à Gliàa et 45% à Kef M'kasser. Les écoulements sont relativement faibles dans les trois sites, le taux maximal des arbres affectés ne dépasse pas les 12,5% enregistré dans le site de Gliàa, ainsi que pour les nécroses on note aussi un taux faible de nécroses qui ne dépasse pas 10% en 2010 des arbres des 3 sites. La croute carbonneuse en 2010 affecte 15 à 20% des arbres des deux sites Kef M'kasser et Gliàa et seulement 6,66% du site M'Ghassel, en 2011, ils affectent 32,5% à Kef M'kasser et 25% à Gliàa. La qualité du liège est bonne dans l'ensemble de la zone d'étude. (Tableau. 32).



**Tableau. 32 :** Description de l'état sanitaire de l'écorce et de la zone sous corticale des sites de Souk-Ahras durant les 2 années d'étude.

|                             | <i>M'Ghassel</i> |       | <i>Kef M'kasser</i> |      | <i>Gliàa</i> |      |
|-----------------------------|------------------|-------|---------------------|------|--------------|------|
|                             | 2010             | 2011  | 2010                | 2011 | 2010         | 2011 |
| Trous d'insectes xylophages | 13,33            | 14    | 40                  | 45   | 5            | 47,5 |
| Ecoulement                  | 10               | 13,33 | 12,5                | 0    | 12,5         | 5    |
| Nécrose                     | 0                | 0     | 0                   | 0    | 10           | 0    |
| Croûte carbonneuse          | 6,66             | 6,66  | 15                  | 32,5 | 20           | 25   |
| Qualité du liège            | Bonne            |       | Bonne               |      | Bonne        |      |

### 3.1.3.3 Subéraie de Séraïdi

En 2010, 47,5% des arbres du chêne-liège du site Sidi Temmem, montrent un tronc normal et 42,5% présentent au niveau du tronc de faibles crevasses. En 2011, 55% des arbres présentent des crevasses réparties en trois classes : la classe 2 est la plus dominante avec 30 %, la classe 3 qui présente des troncs moyennement crevassés avec 25%. Au site El Berouaga, on retrouve moins de crevasses qu'au premier site, 20% des arbres sont faiblement crevassés en 2010 qui passent en 2011 à 25%.

La surface de liège déhiscent est importante pour les deux sites d'étude, elle atteint les 80% des arbres à Sidi Temmem en 2010 et qui varie entre les classes 2 et 3; c'est la classe 2 qui domine avec 57,5%, celle-ci varie entre 1 à 10% de la déhiscence du liège. En 2011, les arbres touchés par la déhiscence du liège augmentent à 97,5% où 45% ont perdu de 11 à 25% de leur liège. Au site El Berouaga durant les deux années d'étude, 92,5% des arbres sont atteints par la déhiscence du liège. En 2010, 85% appartiennent à la classe 2 et 7,5% à la classe 3. Ce dernier augmente en 2011 à 25%. (Tableau. 33).

**Tableau. 33 :** Description de l'état sanitaire du tronc (Crevasses, liège déhiscent) des sites de Séraïdi durant les 2 années d'étude.

|    |      | Crevasses          |                    | % surface liège déhiscente |                    |
|----|------|--------------------|--------------------|----------------------------|--------------------|
|    |      | <i>Sidi Temmem</i> | <i>El Berouaga</i> | <i>Sidi Temmem</i>         | <i>El Berouaga</i> |
| C1 | 2010 | 47,5               | 80                 | 20                         | 7,5                |
|    | 2011 | 45                 | 75                 | 2,5                        | 7,5                |
| C2 | 2010 | 42,5               | 20                 | 57,5                       | 85                 |
|    | 2011 | 30                 | 25                 | 52,5                       | 67,5               |
| C3 | 2010 | 10                 | -                  | 22,5                       | 7,5                |
|    | 2011 | 25                 | -                  | 45                         | 25                 |

A Sidi Temmem, les écoulements de diverses origines sont observés en 2010 sur 10% des arbres, qui augmentent en 2011 à 17,5%. Les Trous des insectes xylophages sont omniprésents puisqu'ils recouvrent plus que la moitié des arbres en 2010 et qui affectent en 2011 presque la totalité des arbres échantillons avec 90%.



La flore lichnologique est bien développée sur la majorité des arbres échantillonnés. Au niveau du tronc, l'action de l'homme se traduit par des blessures qui touchent 35% des arbres échantillons, le déliègeage illicite se trouve sur 15% des arbres en 2010 qui augmente en 2011 à 27,5%, et on observe des traces d'incendies sur 7,5% des arbres.

Au site El Berouaga, au niveau du tronc, les écoulements sont présents uniquement sur 15% des arbres en 2010 qui augmentent en 2011 à 32,5%, en ce qui concerne les trous d'insectes xylophages ils sont présent sur 67,5% des sujets en 2010 et affectent 80% des arbres en 2011. Les suintements noirâtres sont présents en 2010 sur 30% des arbres, l'année suivante ils touchent la moitié des sujets étudiés. L'action de l'homme se manifeste par des blessures sur 20% des arbres en 2010 qui touchent en 2011 43%, le de déliègeage illicite qui augmente de 5% en 2010 à 13,5% en 2011, les traces d'incendies sont observés sur 5% des arbres. (Tableau. 34).

**Tableau. 34 :** Description de l'état sanitaire du tronc des sites de Séraïdi durant les 2 années d'étude.

|                                    |                              | <i>Sidi Temmem</i> |      | <i>El Berouaga</i> |      |
|------------------------------------|------------------------------|--------------------|------|--------------------|------|
|                                    |                              | 2010               | 2011 | 2010               | 2011 |
| <b>Ecoulement</b>                  |                              | 10                 | 17,5 | 15                 | 32,5 |
| <b>Trous d'insectes xylophages</b> |                              | 57,5               | 90   | 67,5               | 82,5 |
| <b>Suintement noirâtre</b>         |                              | 30                 | 50   | 17,5               | 52,5 |
| <b>Flore lichénologique</b>        |                              | 100                | 100  | 92,5               | 100  |
| <b>Action de l'homme</b>           | <b>Traces d'incendies</b>    | 0                  | 7,5  | 5                  | 5    |
|                                    | <b>Blessures</b>             | 34,5               | 35   | 20                 | 43   |
|                                    | <b>Déliègeages Illicites</b> | 15                 | 27,5 | 5                  | 13,5 |

Au site Sidi Temmem, concernant la zone sous corticale, les trous d'insectes xylophages sont observés sur 32% en 2010 qui augmentent l'année qui suit à 62,5%, nous avons observés également une faible manifestation de l'écoulement 17,5%, tandis que les nécroses sont quasiment absentes. La croûte charbonneuse affecte en 2010 10% des arbres et augmente en 2011 à 20%. Les champignons sont absents, l'appréciation à l'œil nu de la qualité du liège est considérée comme bonne sur la totalité des arbres. A El Berouaga, les trous d'insectes xylophages sont observés en 2010 sur 7,5% des arbres qui s'intensifient l'année qui suit à 26%, Les écoulements est la croûte charbonneuse sont enregistrés sur 12,5% des sujets étudier. La qualité du liège est bonne. (Tableau. 35).



**Tableau. 35 :** Description de l'état sanitaire de l'écorce et de la zone sous corticale du site durant les 2 années d'étude.

|                             | <i>Sidi Temmem</i> |      | <i>El Berouaga</i> |      |
|-----------------------------|--------------------|------|--------------------|------|
|                             | 2010               | 2011 | 2010               | 2011 |
| Trous d'insectes xylophages | 32,5               | 62,5 | 7,5                | 26   |
| Ecoulement                  | 15                 | 17,5 | 12,5               | 12,5 |
| Nécrose                     | 0                  | 0    | 0                  | 0    |
| Croûte carbonneuse          | 10                 | 20   | 12,5               | 12,5 |
| Qualité du liège            | B                  |      | B                  |      |



**Photo.01.** Tronc crevassé



**Photo.02.** Surface déhiscente du liège



**Photo.03.** Suintement noirâtre

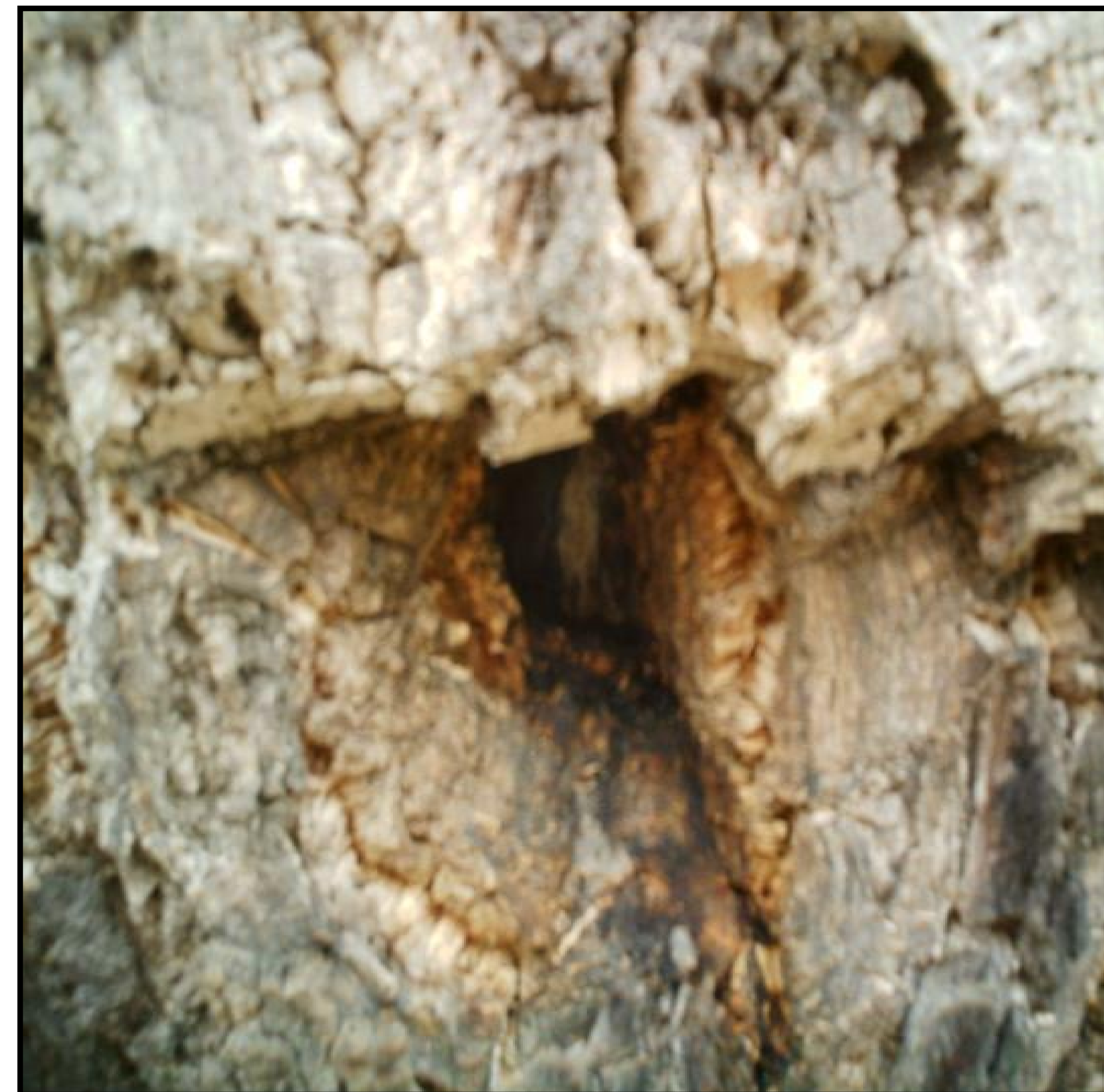


**Photo.04.** Ecoulement



**Photo.05.** Trous d'insectes xylophages

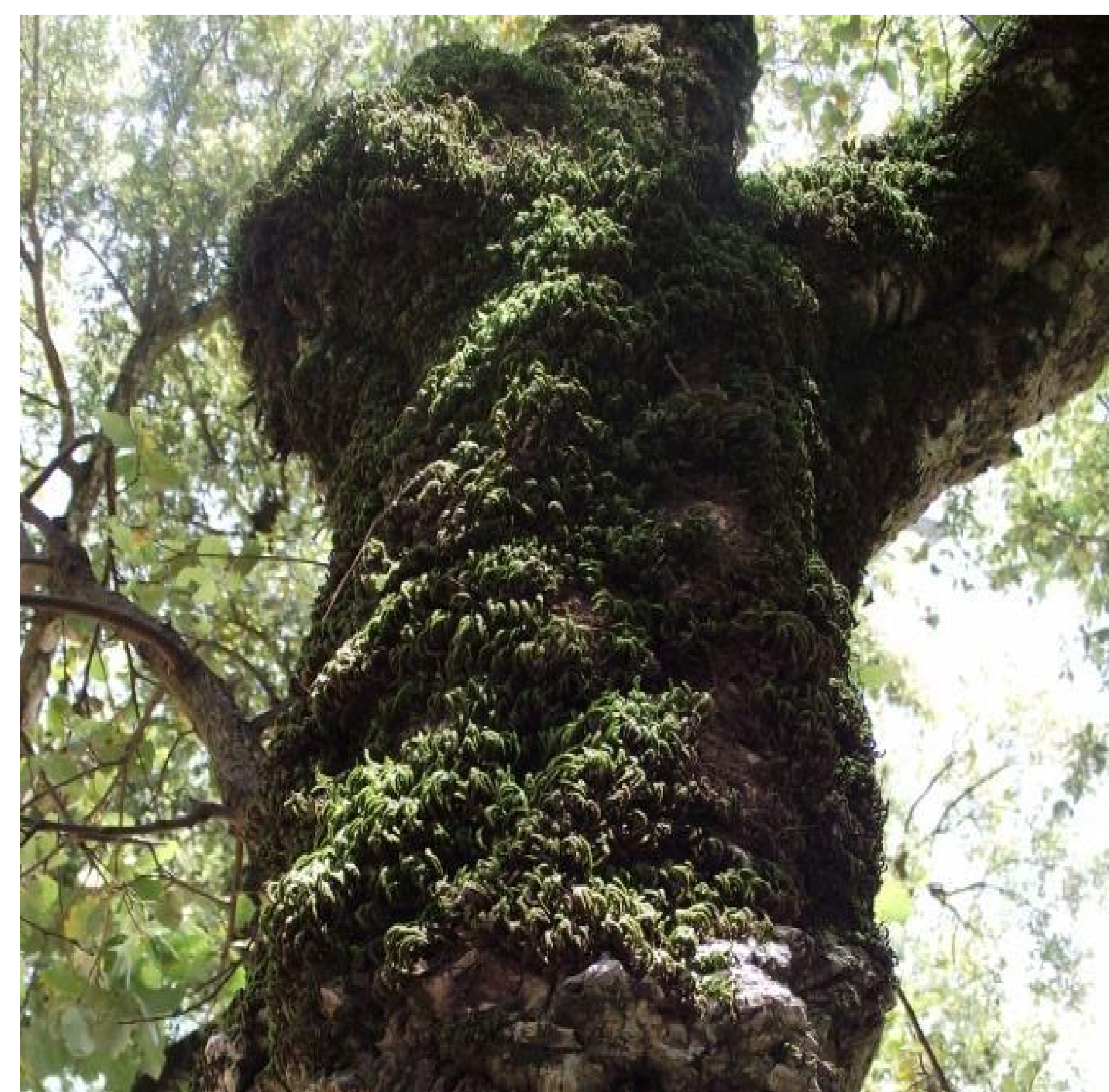


**Photo.06.** La flore lichénologique,



**Photo.07.** Croûte carbonneuse.



**Photo.08.** Déformation du tronc



**Photo.09.** Déliègeage illicite.



**Photo.10.** Blessures



### **3.1.4 Interaction des facteurs responsables du dépérissement**

#### **3.1.4.1 Interaction globale des relevés effectués dans les 3 sites d'El Kala Pendant l'année 2008 et l'année 2009**

Afin de visualiser avec plus de facilité les différences potentielles pouvant exister entre les différents relevés, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP). Pour cette analyse, nous avons tenu compte de toutes les variables (15 variables) pour avoir une vue globale et vérifier quelles sont les variables corrélées. Nos résultats montrent que les 2 premiers axes n'expliquant que 16,4% & 12,8% de la variance totale, soit 29,2% de la variabilité observée. L'axe 2 sépare les relevés en deux. De la même façon, l'axe 1 partage les relevés des arbres en deux. Cette représentation révèle bien l'existence de trois groupes de relevés qui se détachent l'un de l'autre. Le premier groupe est constitué des relevés suivant : trous d'insectes xylophages, crevasses, suintements noirâtres, croûte charbonneuse. En ce qui concerne le deuxième groupe, il est composé de : La déhiscence du liège, trous d'insectes xylophages, écoulements, défoliation, décoloration. Le troisième groupe regroupe déliègeage illicite, traces d'incendies et les blessures. Les deux relevés, la flore lichénologique et les écoulements superposent l'axe 2, et la glandée superposent l'axe 1. (Figure. 13A).

L'analyse en composantes principales (ACP) pour 13 variables, révèle que les axes expliquant 16,5% & 14,2% de la variance totale, soit 30,7% de la variabilité observée. Les deux axes partagent les relevés en produisant quatre groupes qui se séparent l'un de l'autre. Le premier regroupe les suintements noirâtres, les écoulements, la croûte charbonneuse et les crevasses. Le deuxième rassemble les trous d'insectes xylophages, la déhiscence du liège, les écoulements, la défoliation et les blessures. Le troisième groupe est constitué de la glandée et les incendies et le quatrième regroupe le déliègeage illicite et la décoloration. (Figure. 13B).

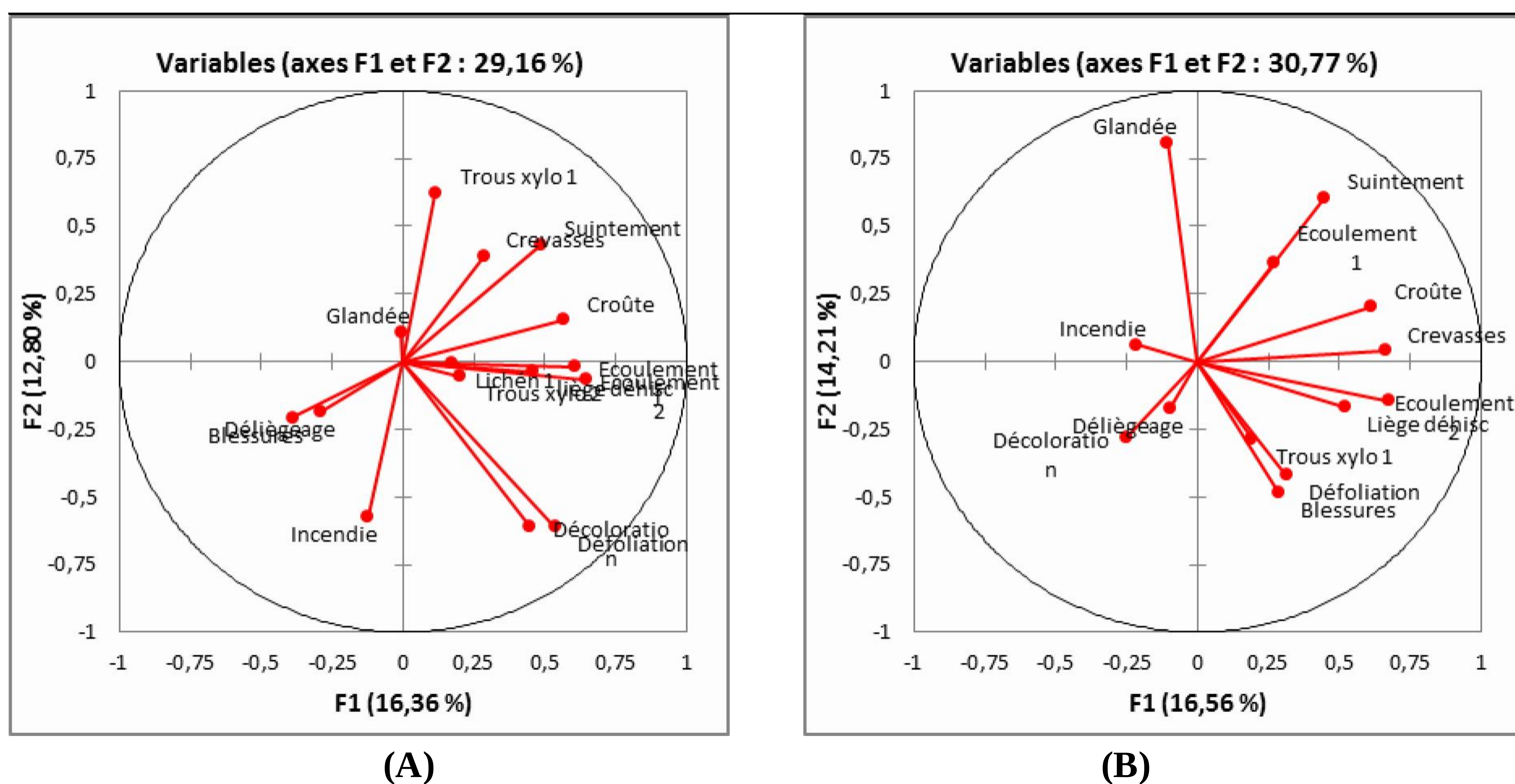


**Figure.13:** Répartition des différents relevés sur les axes de l'analyse en composantes principales. (A) : 2008 ; (B) : 2009.

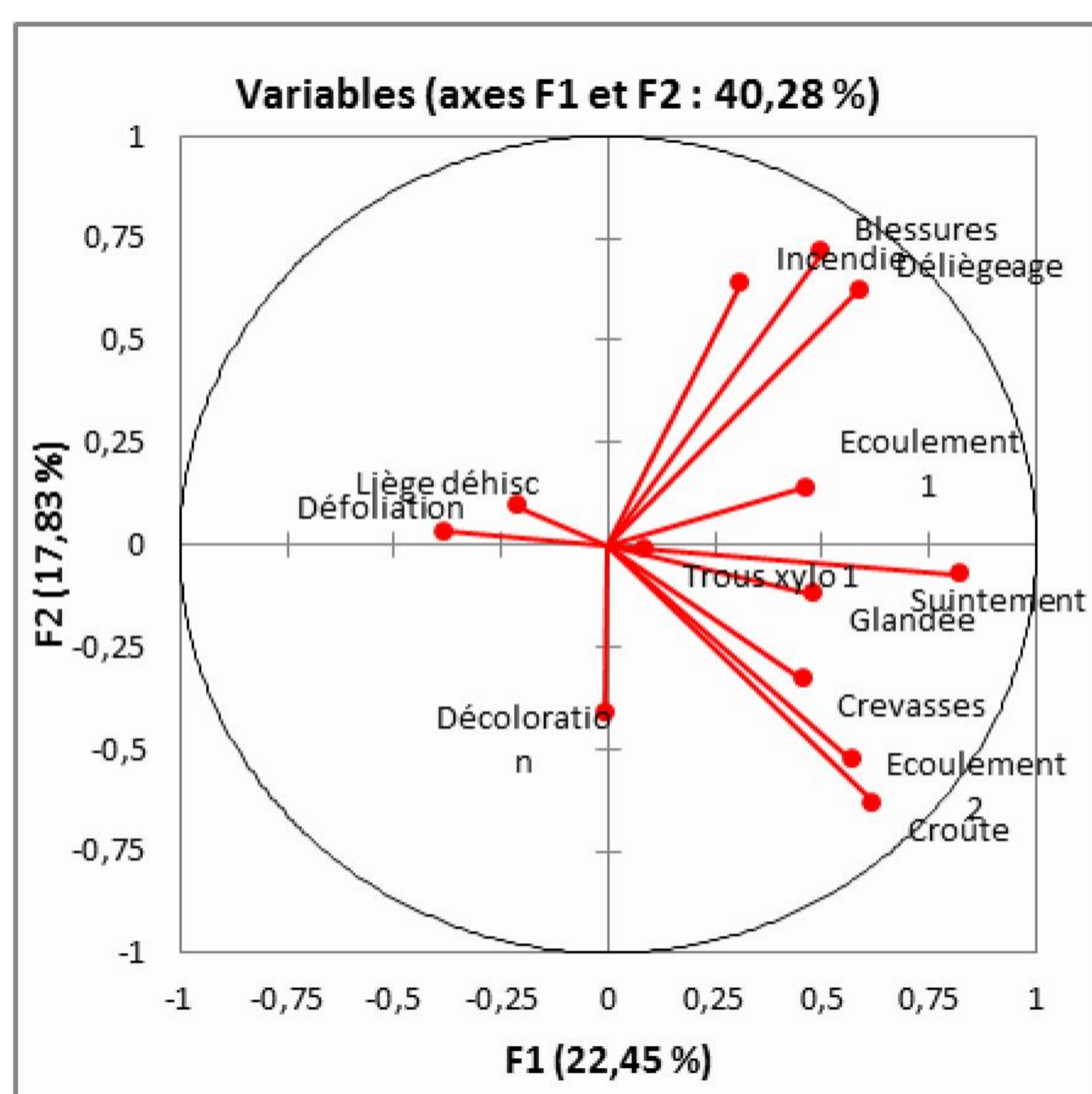
### 3.1.4. 2 Interaction globale des relevés effectués pendant l'année 2010

Les axes de L'analyse en composantes principales des 13 variables expliquent 22,45% & 17,83% de la variance totale, soit 40,28% de la variabilité observée. L'axe 2 partage les relevés en deux contrairement à l'axe 1 qui regroupe la plus part des relevés dans un seul côté. Le croisement des deux axes donne existence à quatre groupes. Le premier regroupe les incendies, les blessures le déliègeage illicite, et les écoulements. Le deuxième rassemble, les trous d'insectes xylophages, les suintements noirâtres, la glandée, les crevasses, les écoulements et la croute charbonneuse. Le troisième groupe rassemble la déhiscence du liège et la défoliation. Le quatrième groupe est seulement représenté par la décoloration. (Figure. 14A).

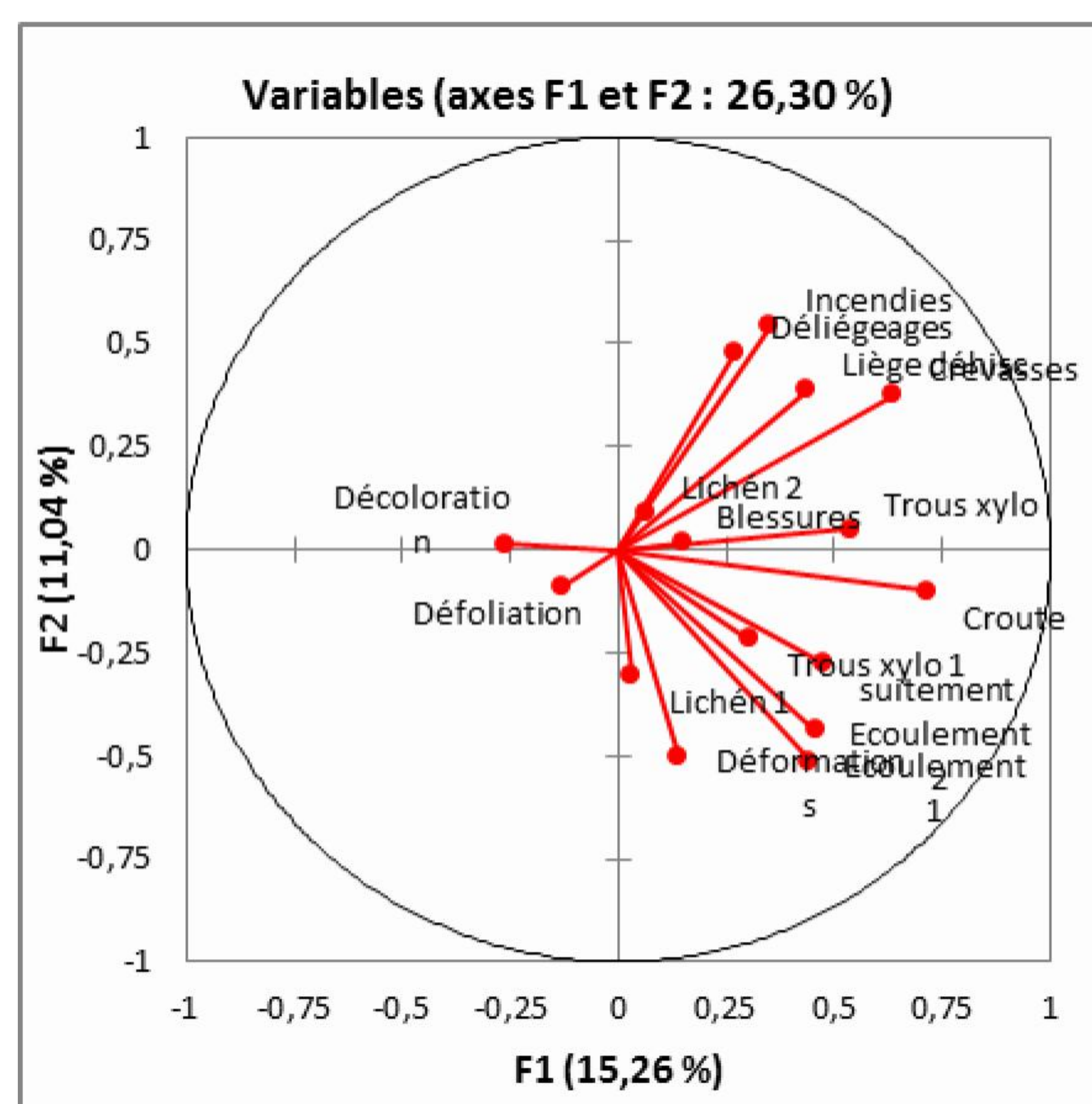
L'analyse en composantes principales (ACP) des deux sites de la région de Souk-Ahras de l'année 2010, révèlent que les axes expliquant 15,26% & 11,04% de la variance totale, soit 26,3% de variabilité observée. L'axe 2 divise les relevés en deux, par contre l'axe 1 regroupe la majorité des relevés en un seul côté. Trois groupes ont été formés, le premier est composé de : les incendies, déliègeage illicite, le liège déhiscent, les crevasses, la flore lichénologique, les blessures et les trous d'insectes xylophages. Le deuxième regroupe : la croute charbonneuse, trous d'insectes xylophages, les suintements noirâtres, les écoulements, la flore lichénologique, les déformations. Le troisième groupe est présenté par la défoliation tandis que la décoloration superpose l'axe 2. (Figure. 14B).



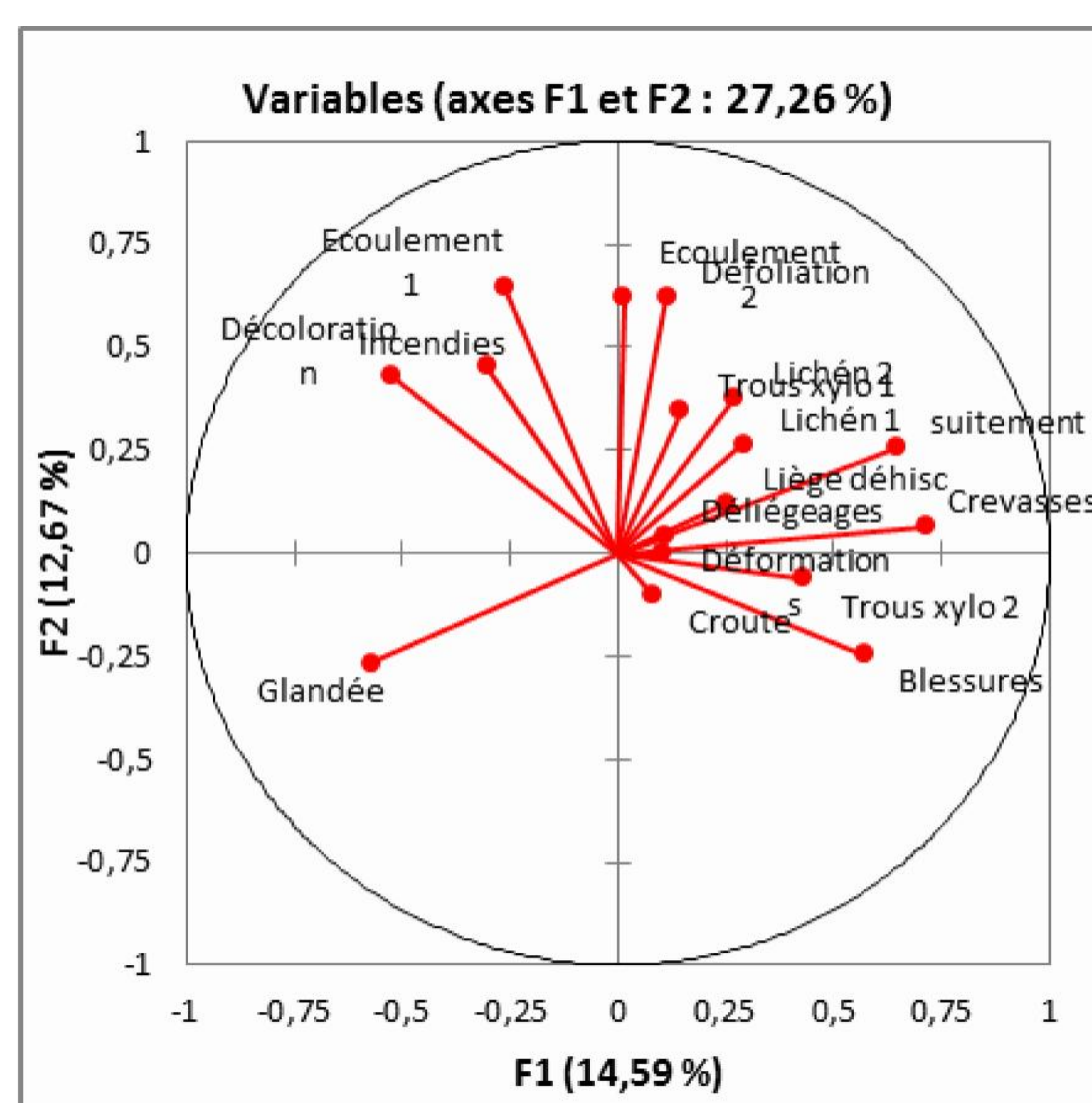
La figure ci-dessous nous démontre que les deux axes expliquent 14,6% & 12,67% de la variance totale, soit 27,26% de la variabilité observée. Le croisement des deux axes donne quatre groupes. Le premier groupe regroupe les écoulements, défoliation, les trous d'insectes xylophages, la flore lichénologique, les suintements noirâtres, les crevasses, la déhiscence du liège, le déliègeage illicite et la déformation. Le deuxième groupe rassemble les trous d'insectes xylophages, les blessures et la croûte charbonneuse. Le troisième groupe rassemble les écoulements, décoloration et les incendies. Le quatrième groupe regroupe la glandée. (Figure. 14C).



(A)



(B)



(C)

**Figure.14** : Répartition des différents relevés de l'année 2010 sur les axes de l'analyse en composantes principales. (A) : El Kala ; (B) : Souk-Ahras ; (C) : Séraïdi.



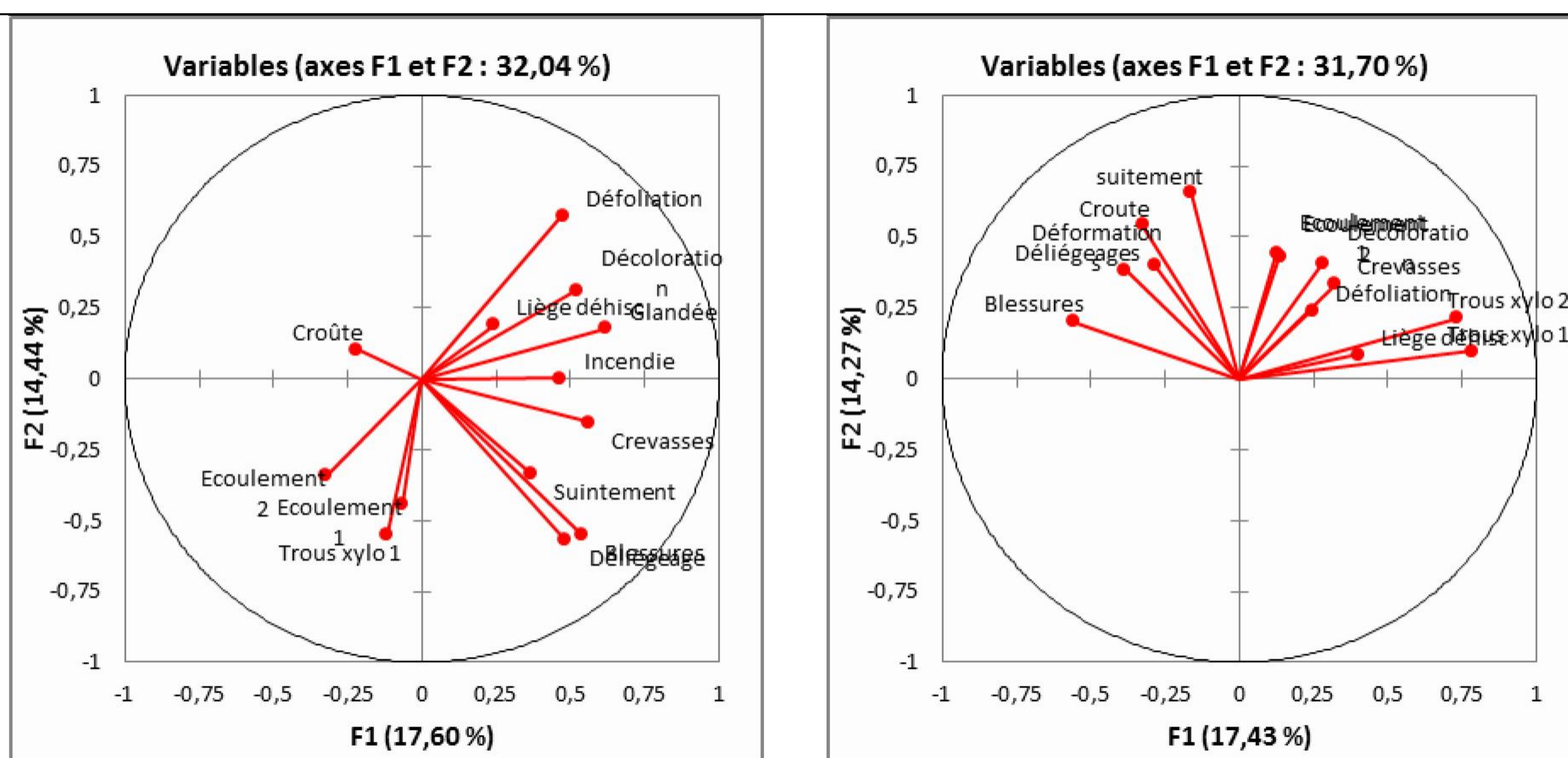
---

### 3.1.4.3 Interaction globale des relevés effectués pendant l'année 2011

L'analyse en composantes principales des relevés de l'année 2011 démontre que les deux axes n'expliquent que 17,6% & 14,4% de la variance totale, soit 32,04% de la variabilité observée. Les deux axes forment quatre groupes. Le premier rassemble : la défoliation, la décoloration, le liège déhiscent, la glandée. Le deuxième regroupe : les crevasses, les suintements noirâtres, le déliègeage illicite, les blessures. Le troisième groupe regroupe seulement la croûte charbonneuse. Le quatrième groupe représente les écoulements et les trous d'insectes xylophages. Les incendies superposent l'axe 2. (Figure. 15A).

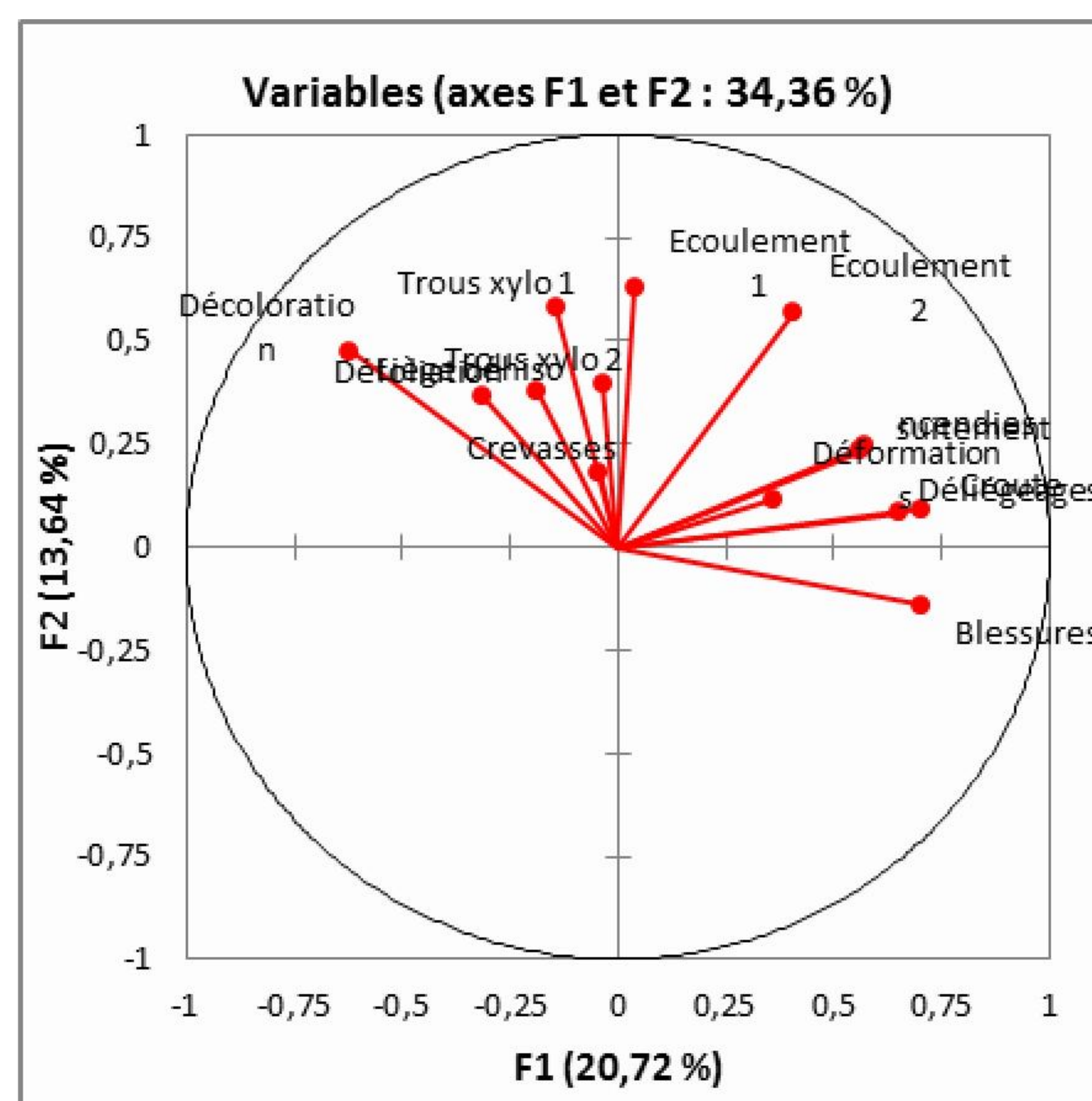
Les résultats de l'analyse en composantes principales montrent que les 2 premiers axes n'expliquant que 17,43% & 14,27% de la variance totale, soit 31,7% de la variabilité observé. L'axe 2 regroupe tous les relevés dans un seul côté. L'axe 1 partage les relevés en deux formants deux groupes : le premier est celui des écoulements, trous d'insectes xylophages, défoliation, décoloration, crevasses et déhiscence du liège. Le deuxième groupe est celui des blessures, déliègeage illicite, déformation, croûte charbonneuse et les suintements noirâtres. (Figure. 15B).

Les axes de L'analyse en composantes principales expliquent 20,72% & 13,64% de la variance totale, soit 34,36% de la variabilité observée. L'axe 1 partage les relevés en deux contrairement à l'axe 2 qui regroupe la plus part des relevés dans un seul côté en formant trois groupes. Le premier regroupe : les incendies, le déliègeage illicite, et les écoulements, les trous d'insectes xylophages, les crevasses, suintements noirâtres et déformation. Le deuxième rassemble uniquement les blessures. Le troisième groupe rassemble les trous d'insectes xylophages, la défoliation et la décoloration. (Figure. 15C).



(A)

(B)



(C)

**Figure.15:** Répartition des différents relevés de l'année 2011 sur les axes de l'analyse en composantes principales. **(A)** : El Kala ; **(B)** : Souk-Ahras ; **(C)** : Séraïdi.



### 3.2 Etude des feuilles du chêne-liège

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

#### 3.2.1 Feuilles récoltées à El Kala

##### 3.2.1.1 Etat des feuilles

Sur les 500 feuilles prélevées des arbres de Brabtia en 2009, 20% sont des feuilles saines, le reste est représenté par des feuilles atteintes. Ces atteintes sont réparties à 21,8% de nécroses, 18% d'attaqués de phytophages et 6% des feuilles présentent sur leur surface des galles. Nous avons noté aussi que ces atteintes peuvent coexister sur la même feuille, 20,6% de feuilles sont doublement atteintes (attaque de phytophages et nécroses en même temps), cette double atteinte peut aussi être représentée par, les nécroses et les galles (2,6% des feuilles récoltées), attaqués des phytophages et galles (4%des feuilles récoltées), 7% des feuilles sont triplement atteintes (nécrosées, attaquées et galles). (Figure.16).

L'année suivante, on enregistre une diminution des feuilles saines (15,4%) et une augmentation des feuilles atteintes. L'augmentation de l'atteinte des feuilles se manifeste plus par l'attaque des phytophages (53,6%), on enregistre même une diminution des atteintes par les nécroses (5,8%) et par les galles (2%). Concernant les feuilles doublement atteintes, on note presque les même taux et une diminution des feuilles triplement atteintes (0,2%) (Figure.16).

En 2011, le taux des feuilles saines reste faible, les taux des feuilles attaquées et nécrosées sont les plus élevés, enregistrés durant l'étude. Ce qui explique la baisse des doubles et des triples atteintes. (Figure.16.)

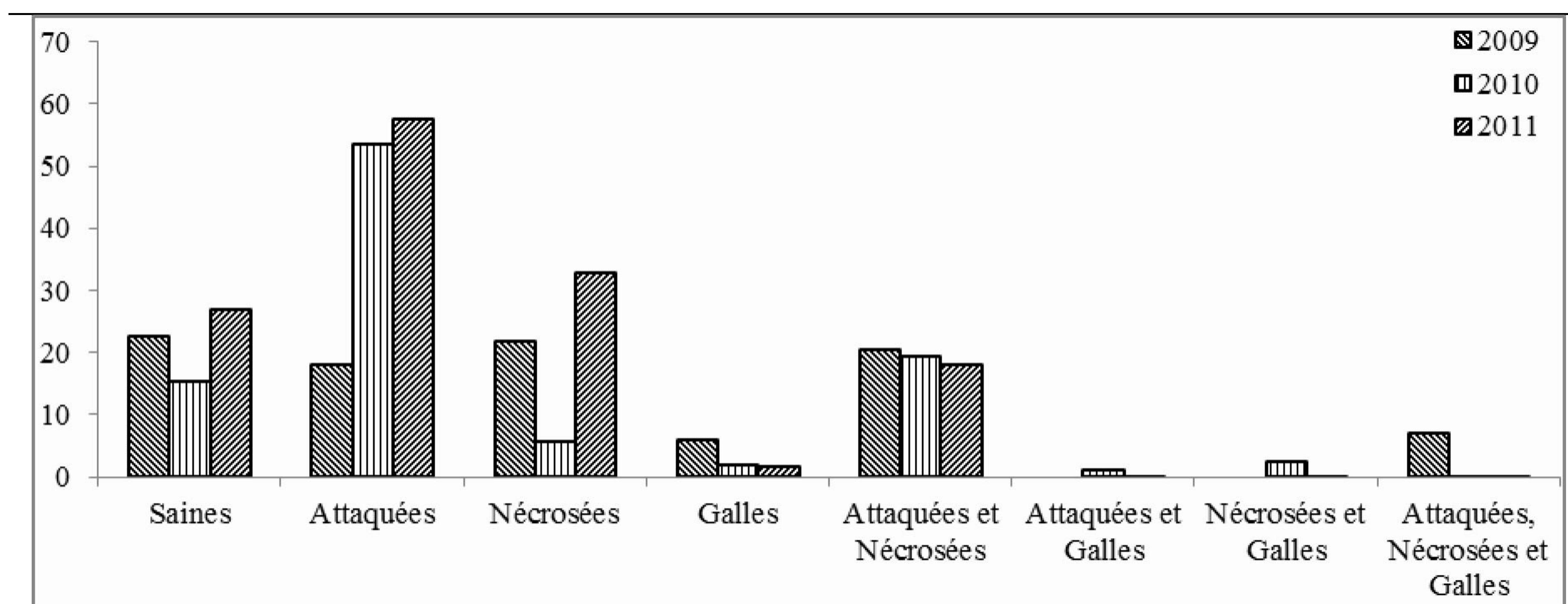


**Figure.16.** Répartition des feuilles du site Brabtia en fonction de leur état sanitaire

A El Mellah en 2009, les feuilles saines représentent 20,8% de notre échantillon, l'atteinte touche presque 80% des feuilles. Les proportions des différentes atteintes, feuilles nécrosées, attaques des phytophages et feuilles présentant des galles sont respectivement 22,8%, 14,2% et 1,2% de l'échantillon étudié. Concernant les feuilles doublement atteintes (feuilles nécrosées et attaquées par de insectes), elles sont 23,8%. Un taux de 5,2 % de feuilles présentant des nécroses et des galles et un faible taux de 1,8% de feuilles atteintes par les insectes et les galles. Les 10,2% restant présentent une triple atteinte.

En 2010, on enregistre une augmentation des feuilles saines (36,2%) et une diminution des feuilles atteintes. La réduction concerne beaucoup plus les feuilles présentant plus d'une atteinte, dans lesquelles on note 6,6% de feuilles attaquées et nécrosés, 1% de feuilles attaquées et présentant des galles, 0,6% de feuilles nécrosées et présentant des galles et 0,2% des feuilles à triple atteinte. On enregistre également une réduction des feuilles nécrosées avec un taux de 16,2%. D'autre part, on note un accroissement des feuilles attaquées par les phytophages avec 38,2%. Le taux des feuilles présentant des galles reste le même.

Durant l'année 2011, on enregistre une diminution des feuilles saines (10,2%) et une augmentation importante des feuilles nécrosées qui atteignent un taux de 45,8%, on note aussi une augmentation des feuilles attaquées et nécrosées au même temps (35,8%). (Figure.17)

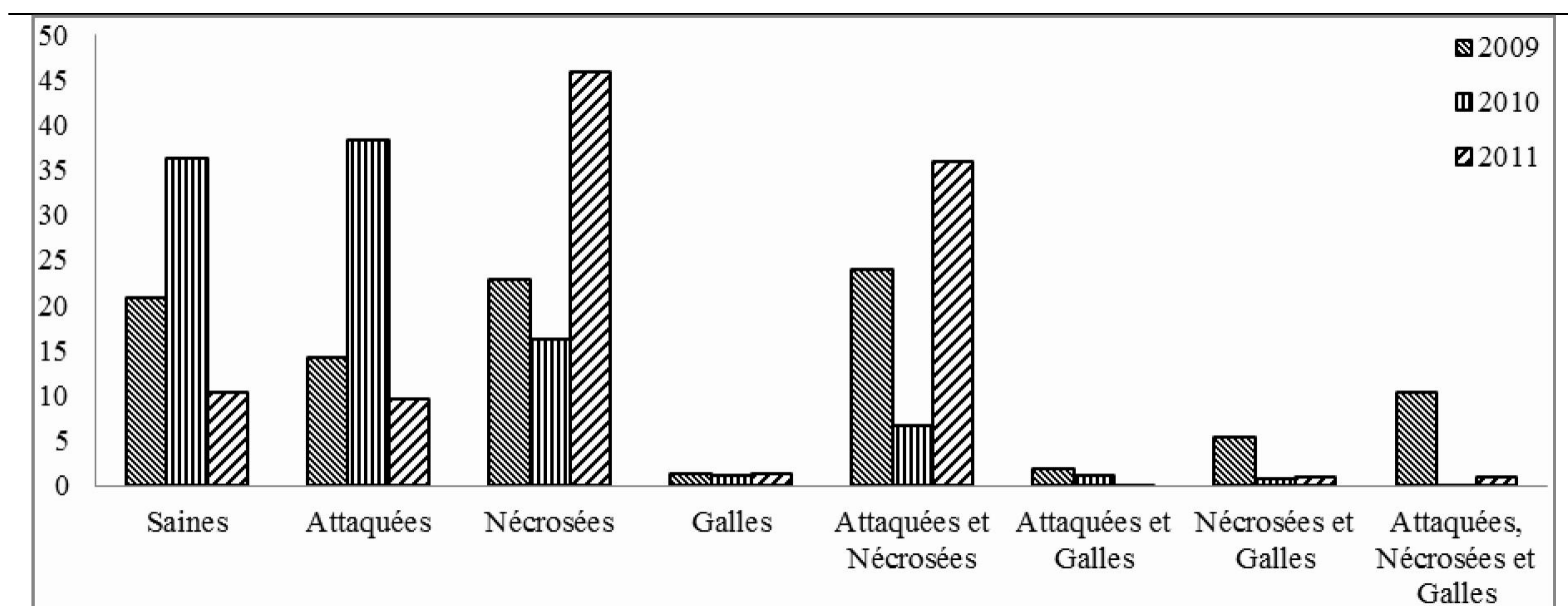


**Figure.17.** Répartition des feuilles du site El Mellah en fonction de leur état sanitaire

Dans la subéraie de Sanaoubari, 25,8% des feuilles sont saines le reste des feuilles sont atteintes. Pour ce qui est des feuilles atteintes, le taux s'élève à 14,6%, quant aux feuilles nécrosées, elles atteignent 26,2%. Les feuilles nécrosées et atteintes présentent un taux de 31% et enfin on note un faible pourcentage (2,4%) pour le reste des catégories. (Figure.18)

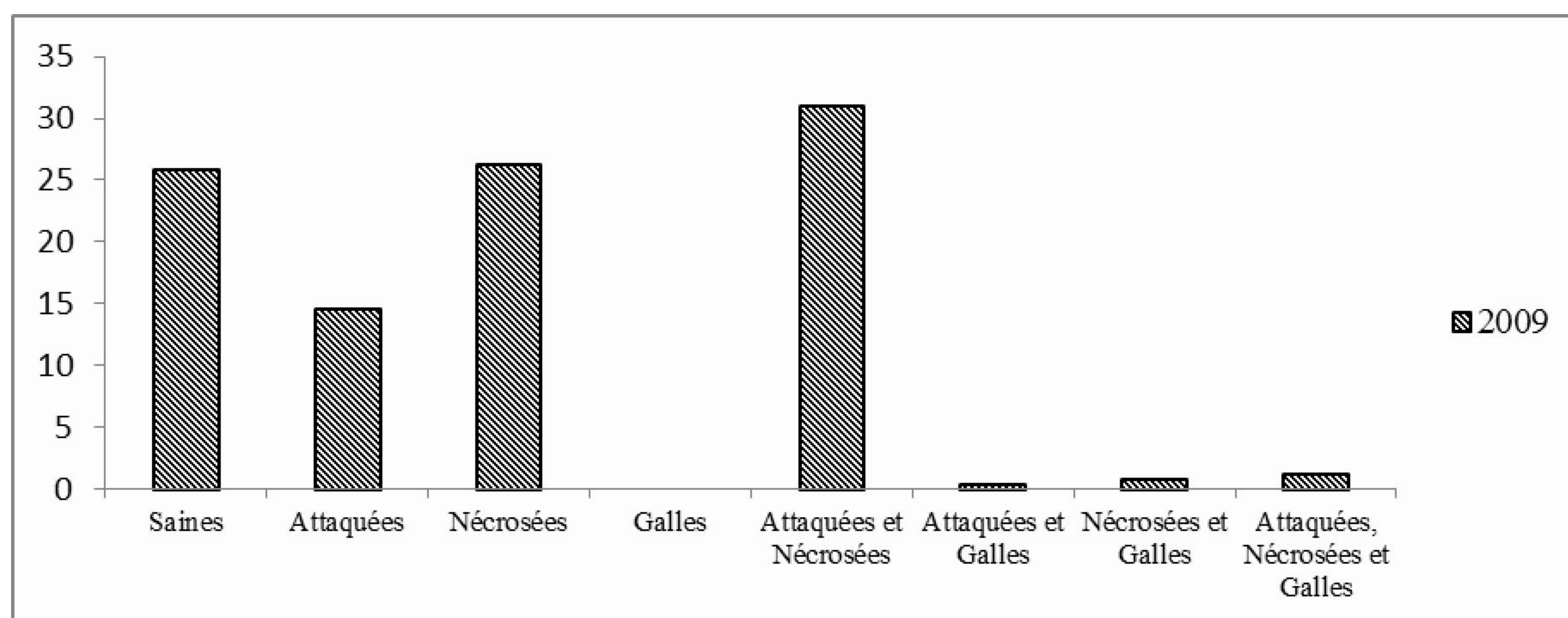


**Figure.18.** Répartition des feuilles du site Sanaoubari en fonction de leur état sanitaire

### 3.2.1.2 Biométrie des feuilles

A Brabtia, la surface foliaire moyenne des feuilles saines récoltées en 2009 est de  $11,63 \pm 4,79 \text{ cm}^2$  ( $3,76 \text{ cm}^2$  à  $30,06 \text{ cm}^2$ ), elle augmente en 2010 à  $14,61 \pm 6,22 \text{ cm}^2$  ( $4,96 \text{ cm}^2$  à  $32,9 \text{ cm}^2$ ), elle diminue en 2011 à  $10,96 \pm 0,43 \text{ cm}^2$  ( $4,15 \text{ cm}^2$  à  $23,3 \text{ cm}^2$ ).

La surface des feuilles atteintes par les phytophages récoltées durant les années d'étude suit la même tendance que la surface des feuilles saines. En 2009, on enregistre une surface foliaire moyenne de  $12,21 \pm 5,8 \text{ cm}^2$  ( $2,25 \text{ cm}^2$  à  $32,99 \text{ cm}^2$ ).



En 2010, on note une augmentation de la surface foliaire moyenne à  $18,16 \pm 5,85 \text{ cm}^2$  ( $7,65 \text{ cm}^2$  à  $38,69 \text{ cm}^2$ ) qui diminue en 2011 à  $13,37 \pm 0,46 \text{ cm}^2$  ( $6,01 \text{ cm}^2$  à  $29,18 \text{ cm}^2$ ).

Le même constat est observé pour les feuilles nécrosées. En 2009 on note une moyenne de  $11,9 \pm 4,67 \text{ cm}^2$  ( $3,27 \text{ cm}^2$  à  $28,90 \text{ cm}^2$ ), en 2010, elle est de  $15,78 \pm 6,63 \text{ cm}^2$  ( $4,63 \text{ cm}^2$  à  $32,33 \text{ cm}^2$ ) et on enregistre en 2011 une moyenne de  $12,33 \pm 0,48 \text{ cm}^2$  ( $4,66 \text{ cm}^2$  à  $27,49 \text{ cm}^2$ ).

Les feuilles ayant des formations gallicoles semblent être les plus petites puisque durant trois ans on enregistre de petites surface  $9,67 \pm 3,82 \text{ cm}^2$  en 2009,  $9,22 \pm 4,15 \text{ cm}^2$  en 2010 et  $7,47 \pm 0,80 \text{ cm}^2$  en 2011. (Figure.19).

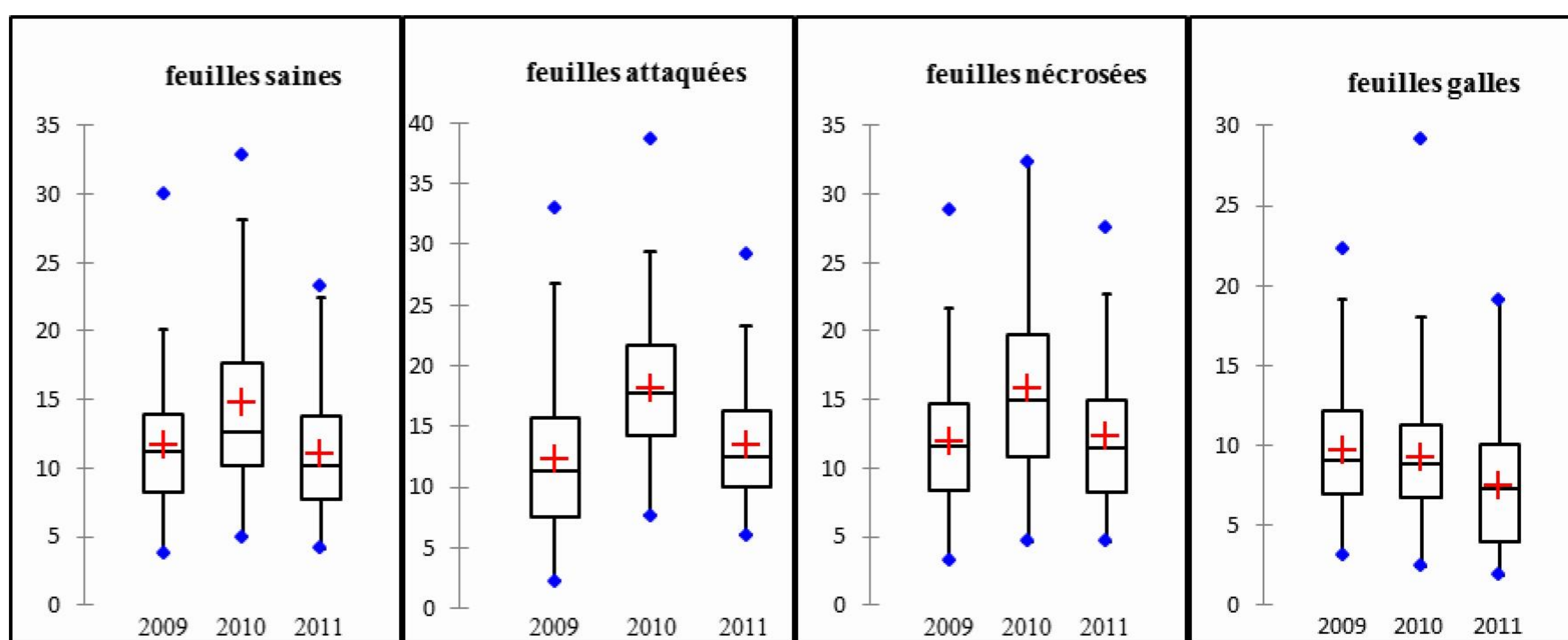


**Figure.19.** Dispersion de la surface des feuilles du site Brabtia durant les trois années d'étude.

A El Mellah, les feuilles saines sont plus grandes qu'au site Brabtia durant les deux années 2009 et 2010, elles varient respectivement de  $17,48 \pm 6,74 \text{ cm}^2$  et  $17,35 \pm 6,66 \text{ cm}^2$  ( $3,15 \text{ cm}^2$  à  $38,07 \text{ cm}^2$ ). En 2011, on note une diminution de cette surface à  $10,42 \pm 0,45 \text{ cm}^2$  ( $15 \text{ cm}^2$  à  $29,50 \text{ cm}^2$ ).

Les feuilles attaquées de ce site, durant les deux années 2009 et 2010, ont une surface moyenne presque équivalente variant de  $18,56 \pm 8,77 \text{ cm}^2$  et  $19,81 \pm 7,85 \text{ cm}^2$  ( $4,47 \text{ cm}^2$  à  $57,52 \text{ cm}^2$ ), en 2011 on note une réduction de la moyenne à  $13,92 \pm 0,64 \text{ cm}^2$  ( $3,80 \text{ cm}^2$  à  $37,62 \text{ cm}^2$ ).

En ce qui concerne les feuilles nécrosées, la surface foliaire moyenne enregistrée en 2009 et  $17,42 \pm 6,98 \text{ cm}^2$  ( $6,62 \text{ cm}^2$  à  $43,01 \text{ cm}^2$ ).



En 2010, on note une légère augmentation avec une moyenne de  $19,7 \pm 7,44 \text{ cm}^2$  ( $7,52 \text{ cm}^2$  à  $42,41 \text{ cm}^2$ ). Par contre, on enregistre une réduction de la moyenne à  $13,01 \pm 0,51 \text{ cm}^2$  ( $4,23 \text{ cm}^2$  à  $27,63 \text{ cm}^2$ ).

Les feuilles présentant des galles de ce site, ont une surface foliaire moyenne de  $15,28 \pm 6,36 \text{ cm}^2$  ( $4,81 \text{ cm}^2$  à  $33,08 \text{ cm}^2$ ) et ça en 2009. Les deux années suivant, on note une diminution de la surface foliaire ( $11,72 \pm 5,3$  ;  $9,49 \pm 0,59$ ). (Figure.20)

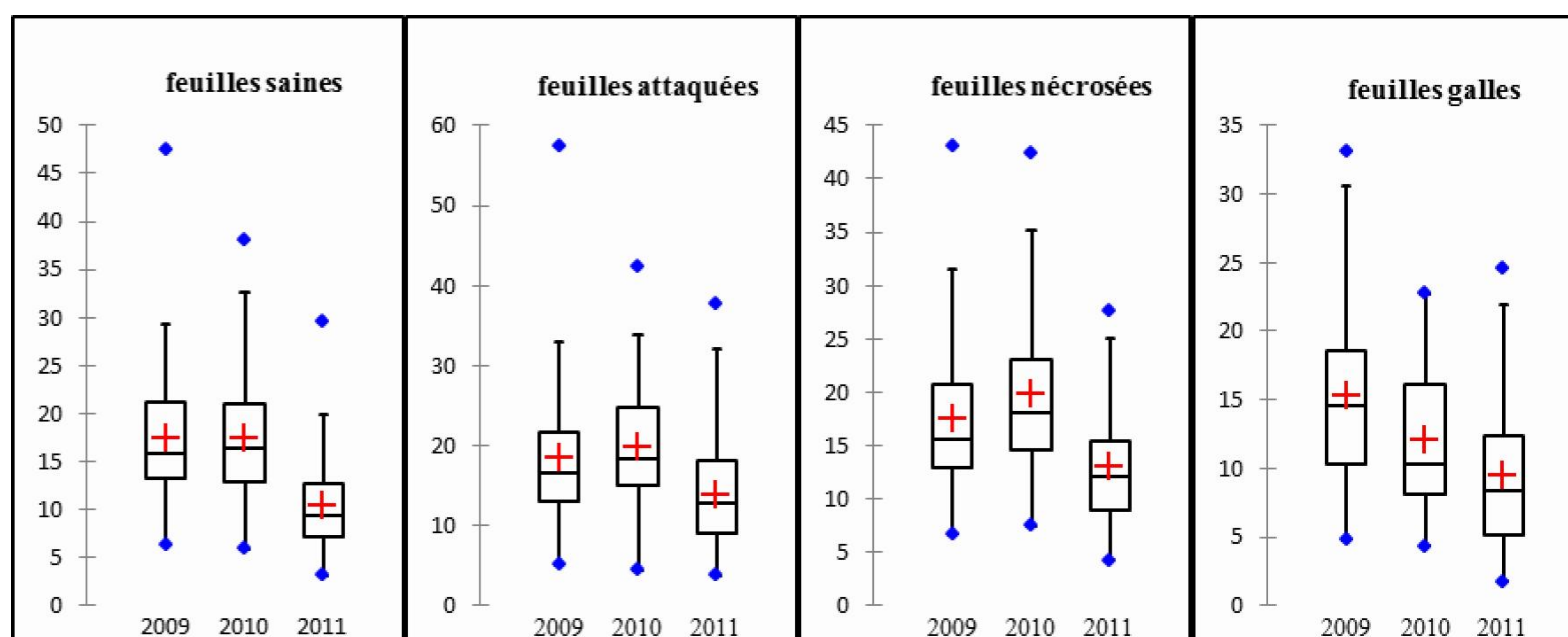


**Figure.20.** Dispersion de la surface des feuilles du site El Mellah durant les trois années d'étude.

Les feuilles saines récoltées sur les arbres échantillons de Sanaoubari, ont une surface foliaire moyenne proche de celle d'El Mellah  $15,76 \pm 6,53 \text{ cm}^2$  ( $4,23 \text{ cm}^2$  à  $33,16 \text{ cm}^2$ ). Les feuilles attaquées et nécrosées ont une surface foliaire analogue ( $14,34 \pm 5,77$  ;  $14,03 \pm 4,53$ ). Les feuilles présentant des galles sont les plus petites avec une surface foliaire moyenne de  $10,45 \pm 3,05 \text{ cm}^2$  ( $3,81 \text{ cm}^2$  à  $18,30 \text{ cm}^2$ ). (Figure.21)

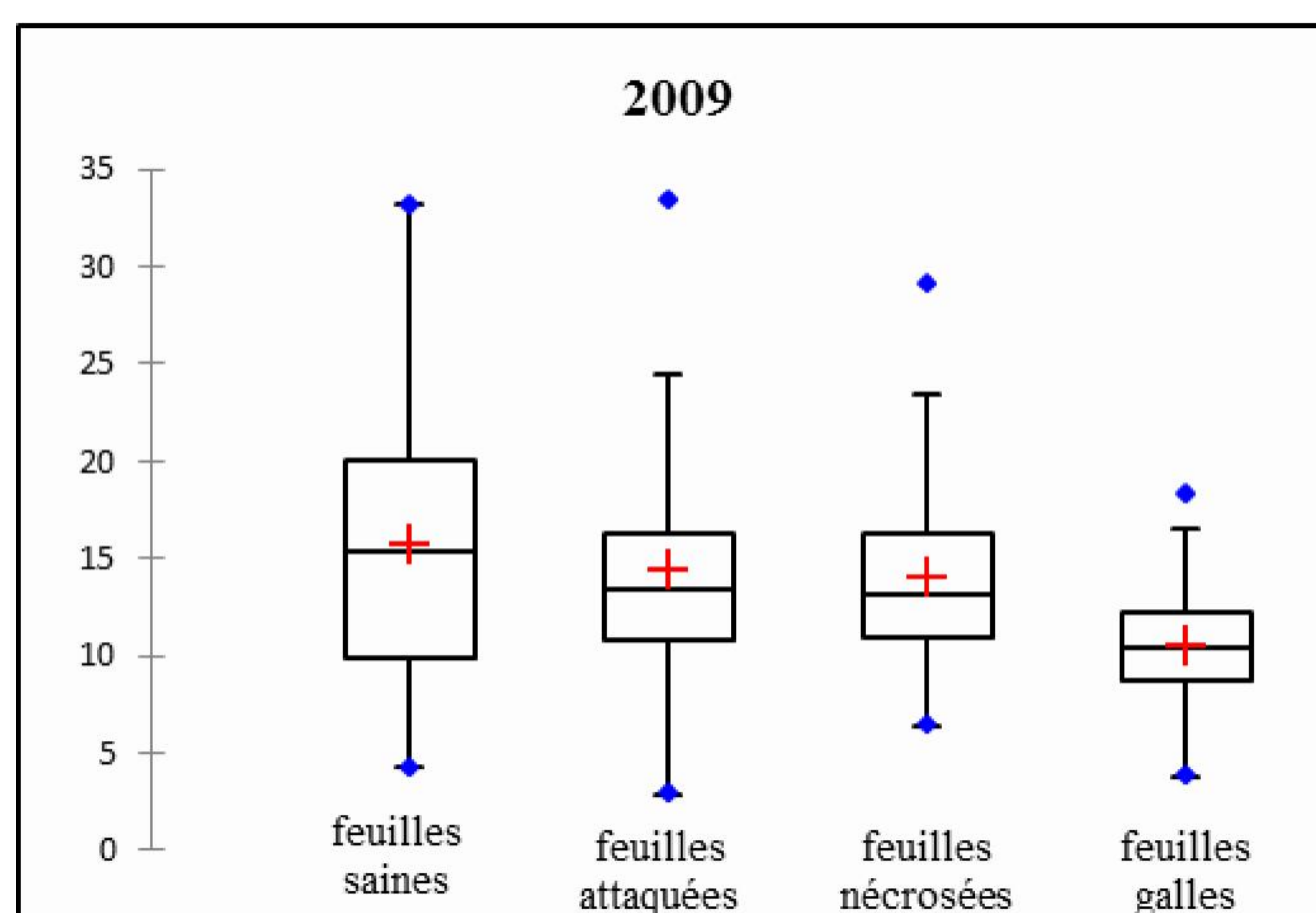


**Figure.21.** Dispersion de la surface des feuilles du site Sanaoubari.



### 3.2.1.3 Evaluation de la surface perdue des feuilles

#### *Feuilles attaquées par les phytophages*

Concernant la surface foliaire perdue des feuilles endommagées, on constate une fluctuation du pourcentage de la surface endommagée durant les trois années d'étude. En 2009 les feuilles faiblement endommagées sont les plus fréquentes avec 78% à El-Mellah, 73% à Sanaoubari et 72 % à Brabtia.

En 2010 le pourcentage de la surface des feuilles endommagées passe de la classe 1 à la classe 2 qui représente la catégorie des feuilles moyennement endommagées pour le site Brabtia (43%), en revanche, à El-Mellah, on note une augmentation des feuilles faiblement endommagées avec 84 % (classe 1).

Durant l'année 2011, à El Mellah on note une augmentation des feuilles endommagées à 10% (classe 3) et l'apparition de la classe 4 qui représente les feuilles fortement endommagées avec 5%. (Figure.22).

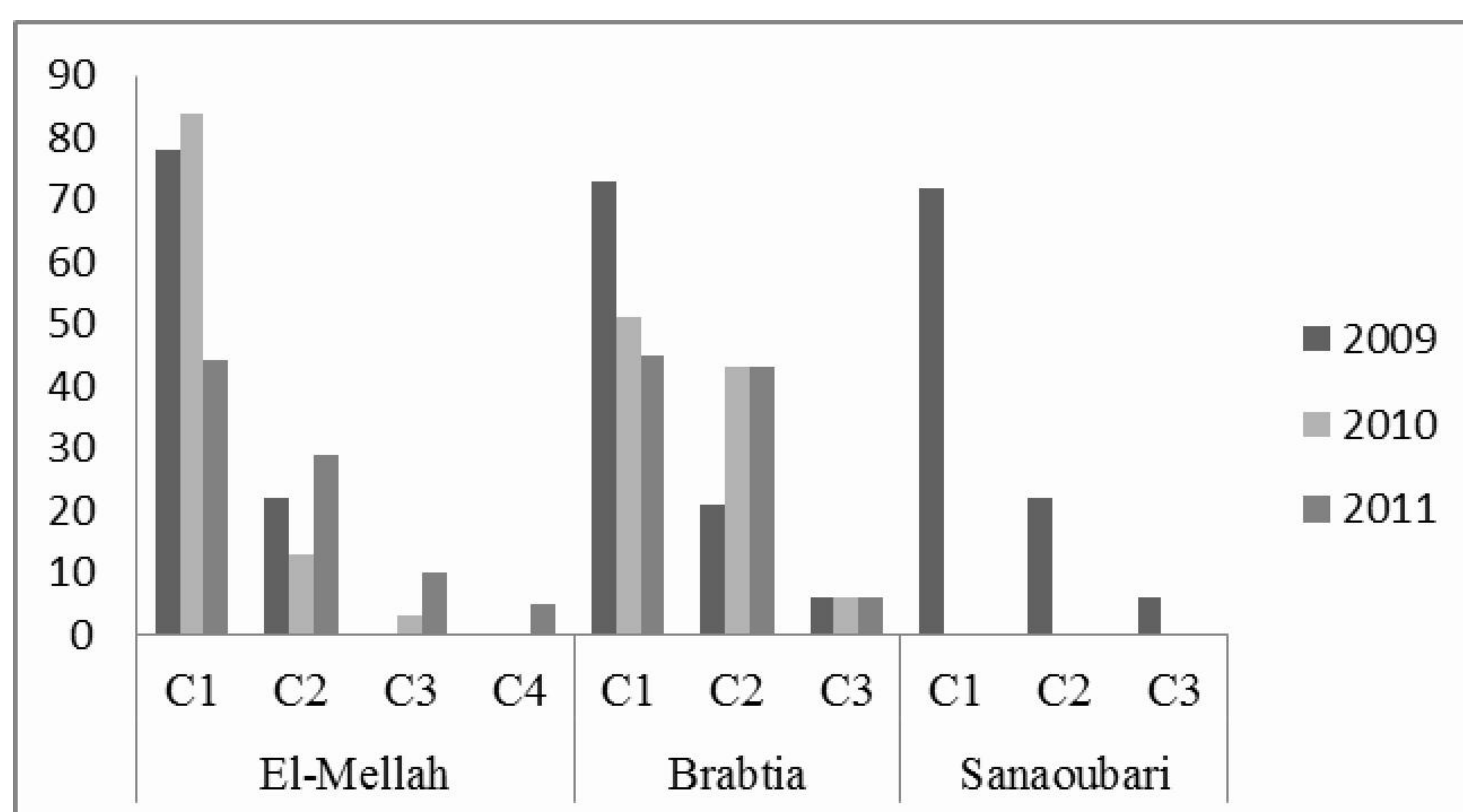


**Figure.22.** Evaluation du taux (%) de la surface foliaire des feuilles attaquées par des insectes des trois sites d'étude durant les années 2009, 2010 et 2011.

Les insectes phytophages exploitent la majorité des feuilles récoltées au site Brabtia en 2009 et 2010 en décapouse (82%, 74%), tandis que les feuilles attaquées par perforation ne représentent que 11% en 2009 et 1% en 2010 de l'ensemble récolté et le reste des feuilles (7%, 25%) sont à la fois attaquées en décapouse et en perforation. Par contre l'année qui suit, 82% des feuilles sont attaquées par perforation et seulement 4% sont attaquées en décapouse.

Concernant le site El Mellah, les feuilles sont généralement attaquées en décapouse durant les trois années d'étude (58%, 55%, 80%).



A Sanaoubari, 77% de feuilles sont attaquées en décapeuse, le reste des feuilles sont attaquées en perforation et en décapeuse et perforation au même temps. (Tableau. 36)

**Tableau. 36 :** Répartition de la nature de l'attaque des feuilles dans les trois sites d'étude.

| (%)                             | <i>Brabtia</i> |      |      | <i>El-Mellah</i> |      |      | <i>Sanaoubari</i> |
|---------------------------------|----------------|------|------|------------------|------|------|-------------------|
|                                 | 2009           | 2010 | 2011 | 2009             | 2010 | 2011 | 2009              |
| <i>Décapeuse</i>                | 82             | 74   | 4    | 58               | 55   | 80   | 77                |
| <i>Perforation</i>              | 11             | 1    | 82   | 19               | 17   | 8    | 12                |
| <i>Décapeuse et Perforation</i> | 7              | 25   | 18   | 23               | 28   | 12   | 11                |

### *Feuilles nécrosées*

La surface nécrosée est considérée comme une surface perdue qui varie selon la taille de la nécrose. En 2009, les feuilles faiblement nécrosées appartenant à la classe 1 et sont les plus abondantes dans les trois sites avec des taux respectifs de 88%, 54% et 76%, suivie de la classe 2 qui représente les feuilles moyennement nécrosées (11% ; 25% ; 21%), on note aussi la faible présence de feuilles nécrosées et fortement nécrosées. A El Mellah on enregistre une diminution de la classe 1 en 2010 à 78% et 39% en 2011 et une augmentation des autres classes ou on note 19% des feuilles qui appartiennent à la classe 2 en 2010 et 46% en 2011. A Brabtia, le taux des feuilles faiblement nécrosées et les feuilles moyennement endommagées augmentent à 69% et 27%, par contre on note une diminution des feuilles moyennement nécrosées à 15%. (Figure.23).

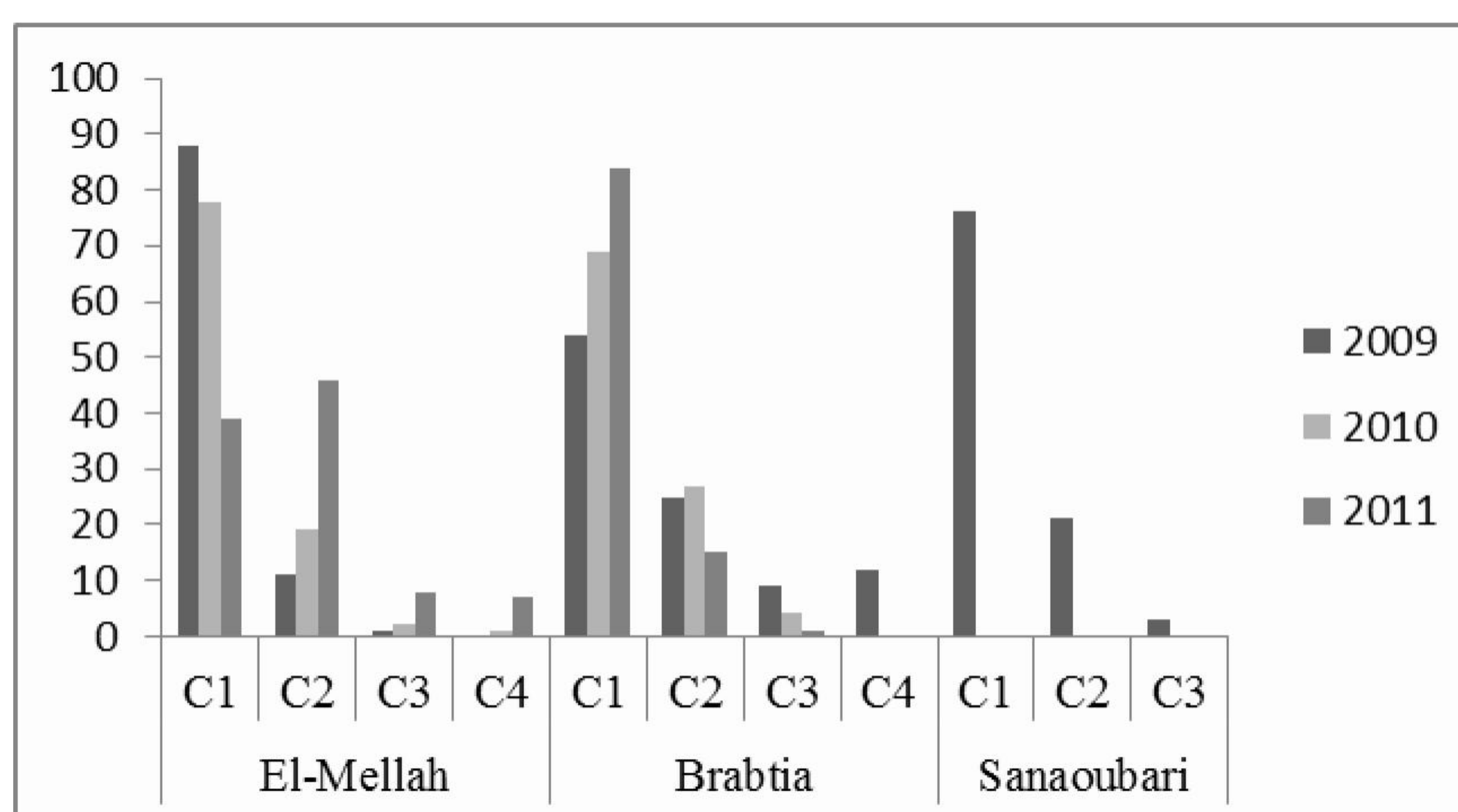


**Figure.23.** Evaluation du taux (%) de la surface foliaire des feuilles nécrosées des trois sites d'étude durant les années 2010 et 2011.



### 3.2.2 Feuilles récoltées à Souk-Ahras

#### 3.2.2.1 Etat des feuilles

En 2010 à M'Ghassel, 86% des feuilles échantillonnées sont atteintes, ce taux est partagé entre 54,2% présentant uniquement des attaques d'insectes, 8% sont nécrosées et 5% pour les feuilles présentant des galles. À propos des feuilles doublement atteintes, 5% sont attaquées et présentent des galles au même temps, 13% sont attaquées et nécrosées, 0,2% sont nécrosées et présentent des galles et 0,6% présentent les 3 attaques en même temps.

L'année suivante, on remarque une augmentation concernant les feuilles présentant des nécroses avec un taux de 13,4%. Contrairement aux feuilles attaquées par des insectes et les feuilles présentant des galles, on note leur diminution (37,6% ; 2,6%). La coexistence d'attaques d'insectes et de nécrose atteint 16,8%, les feuilles présentent des attaques de phytophages et de galles est 2,4%, les feuilles nécrosées et présentant des galles est 1,2%.(Figure.24).

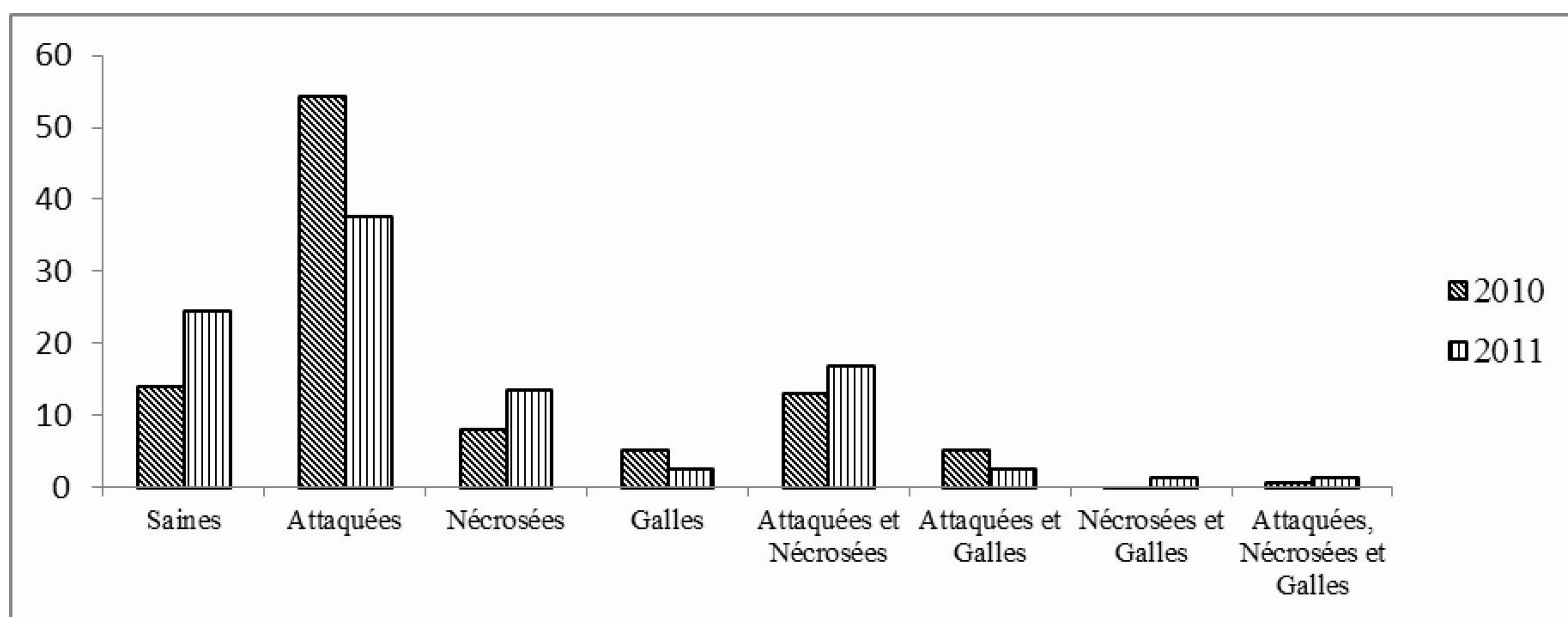


**Figure.24.** Répartition des feuilles du site M'Ghassel en fonction de leur état sanitaire

A Kef M'kasser en 2010, les feuilles saines représentent 30% des feuilles récoltées. Les feuilles atteintes se répartissent à 30% attaquées par des insectes, 15,2% présentant des galles et 5,8% seulement sont nécrosées. Les doubles attaques sont présentes dans le site avec des taux presque identiques, on note 9,2% pour les attaques d'insectes associées aux galles et 9,4% pour les feuilles présentant une association d'attaque des insectes et de nécrose. Les feuilles nécrosées et présentant des galles au même temps représentent 1% des feuilles récoltées et les 0,8% restant représentent les 3 attaques au même temps.



En 2011, on note une diminution des feuilles saines (13,4%) ce qui signifie l'augmentation des feuilles atteintes. Les feuilles nécrosées augmentent aussi (20,4%), et on observe une diminution des feuilles présentant des galles (2,2%). Les feuilles à double atteinte (attaque d'insectes et nécrose) augmentent à 32,6% alors que celle des galles associée à une attaque d'insecte diminue à 2%. (Figure.25).

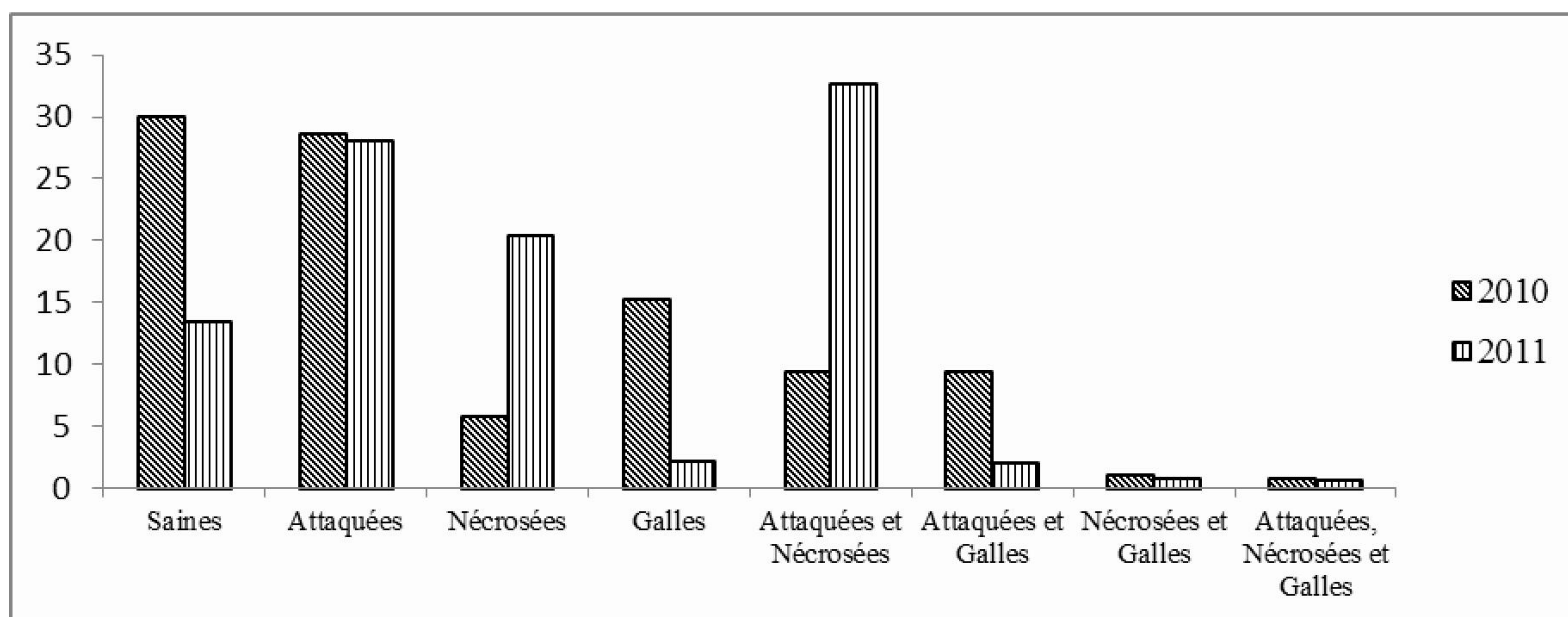


**Figure.25.** Répartition des feuilles du site Kef M'kasser en fonction de leur état sanitaire

Sur les 500 feuilles récoltées en 2010 à Gliàa, les feuilles saines représentent seulement 9,4%. Les feuilles atteintes sont réparties comme suit, 30,6% présentant des attaques d'insectes, 12,6% de feuilles étant nécrosées et seulement 1,2% de feuilles présentant des galles. Les feuilles présentant une attaque d'insectes et une nécrose au même temps sont présentes dans le site avec un taux de 36,6%. L'association de galles et de nécrose représente 3% et la présence de galles associée à une attaque d'insecte est de 1,4%. Les 5,2% restants sont les feuilles ayant subi une triple attaque.

En 2011, les feuilles saines représentent 16,4% des feuilles récoltées. On enregistre une augmentation importante pour les feuilles nécrosées (32,4%), et une augmentation pour les feuilles attaquées (34,6%). Par contre, on note une diminution des feuilles présentant une association d'attaque de phytophages et de nécroses (15,6%). (Figure.26).

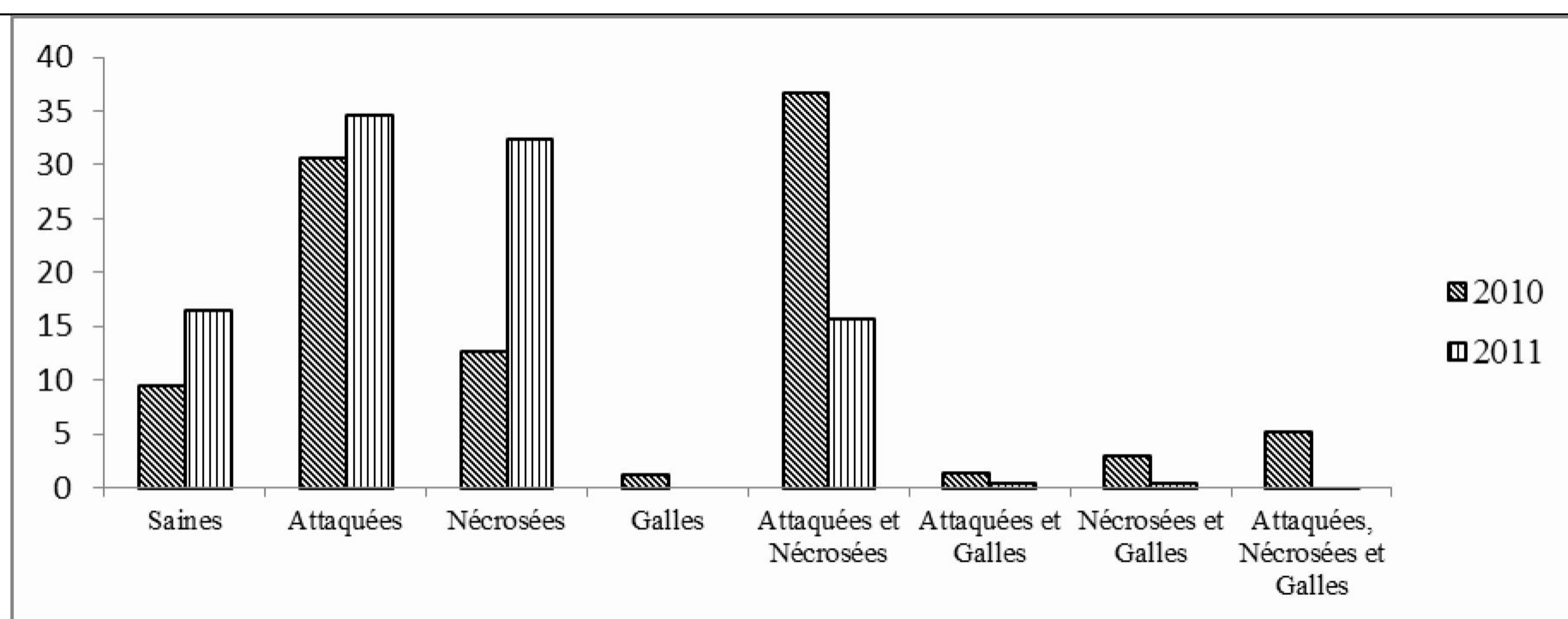


**Figure.26.** Répartition des feuilles du site Gliàa en fonction de leur état sanitaire

### 3.2.2.2 Biométrie des feuilles

La surface foliaire moyenne des feuilles saines varie selon l'année de récolte. En 2010 à M'Ghassel, on enregistre une surface moyenne de  $8,59 \pm 4,16 \text{ cm}^2$  ( $2,82 \text{ cm}^2$  à  $32,14 \text{ cm}^2$ ) alors qu'en 2011 cette surface augmente à  $11,80 \pm 5,23 \text{ cm}^2$  ( $4,08 \text{ cm}^2$  à  $34,29 \text{ cm}^2$ ).

Le même constat est observé pour les feuilles attaquées et nécrosées. Une surface foliaire moyenne de  $10,9 \pm 5,39 \text{ cm}^2$  ( $2,93 \text{ cm}^2$  à  $32,9 \text{ cm}^2$ ) en 2010, et une surface moyenne de  $15,91 \pm 6,3 \text{ cm}^2$  ( $5,14 \text{ cm}^2$  à  $33,84 \text{ cm}^2$ ) en 2011 pour les feuilles attaquées. Une surface foliaire moyenne de  $13,8 \pm 6,8 \text{ cm}^2$  ( $4,21 \text{ cm}^2$  à  $38,77 \text{ cm}^2$ ) en 2010, et une surface moyenne  $17,07 \pm 6,19 \text{ cm}^2$  ( $6,58 \text{ cm}^2$  à  $37,6 \text{ cm}^2$ ). En 2011 pour les feuilles nécrosées.

Les feuilles présentant des galles récoltées en 2010 ont une surface moyenne de  $11,01 \pm 3,69 \text{ cm}^2$  ( $3,68 \text{ cm}^2$  à  $23,03 \text{ cm}^2$ ). En 2011, elle est presque la même avec une surface moyenne de  $11,78 \pm 6,0 \text{ cm}^2$  ( $4,23 \text{ cm}^2$  à  $33,72 \text{ cm}^2$ ). (Figure.27).

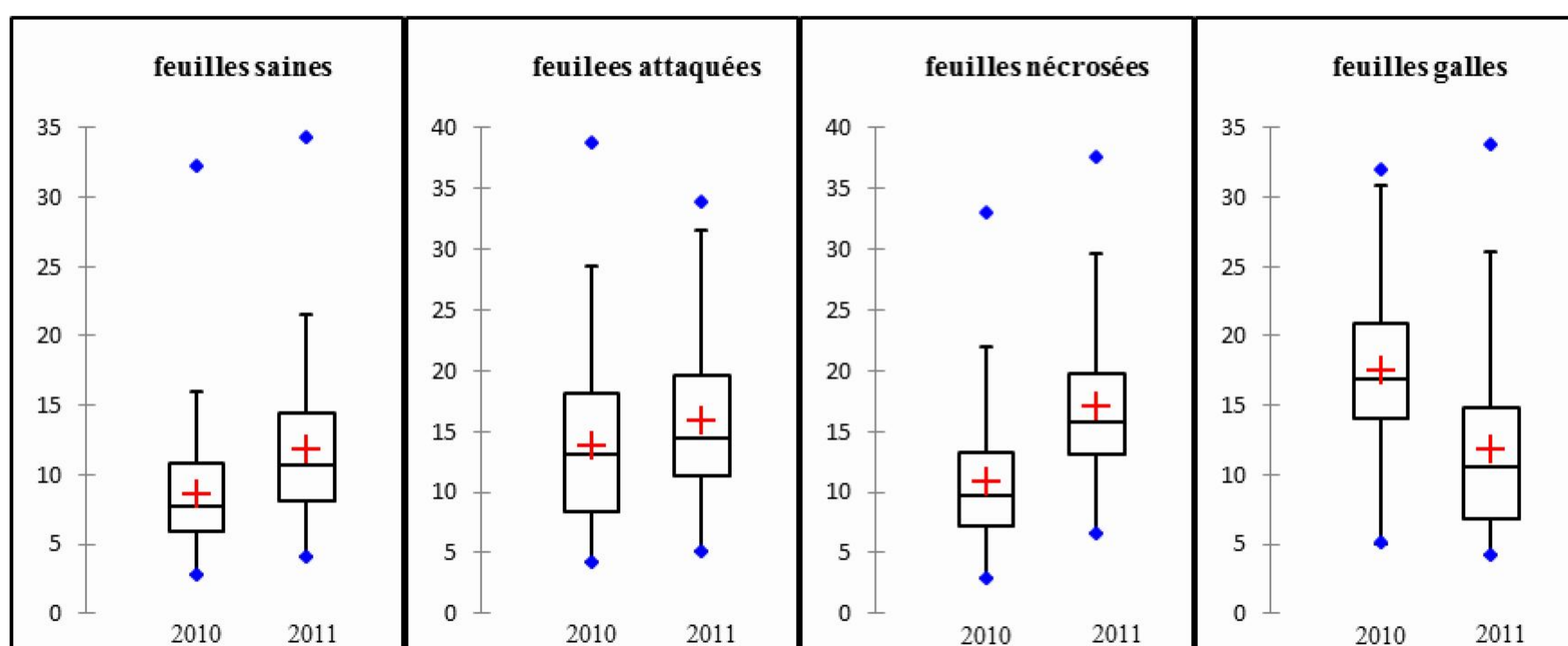


**Figure.27.** Dispersion de la surface des feuilles du site M'Ghassel.



En 2010 à Kef M'kasser, les feuilles saines présentent une surface foliaire de  $9,62 \pm 4,77 \text{ cm}^2$  alors que les feuilles attaquées par les insectes occupent une surface plus large atteignant  $13,45 \pm 6,95 \text{ cm}^2$ . Les feuilles nécrosées et celles qui présentent des galles occupent des surfaces équivalentes ( $11,88 \pm 6,54 \text{ cm}^2$ ;  $11,5 \pm 3,65 \text{ cm}^2$ ).

En 2011, on enregistre une augmentation considérable des moyennes des surfaces foliaires. La moyenne des surfaces occupées par les feuilles saines et les feuilles présentant des galles s'élève à  $16 \text{ cm}^2$ , et celle qui présente des feuilles attaquées par les insectes la dépasse pour atteindre  $18,43 \pm 9,73 \text{ cm}^2$ . Par contre, la moyenne de la surface foliaire des feuilles nécrosées n'occupe que  $12,14 \pm 6,12 \text{ cm}^2$ . (Figure.28).

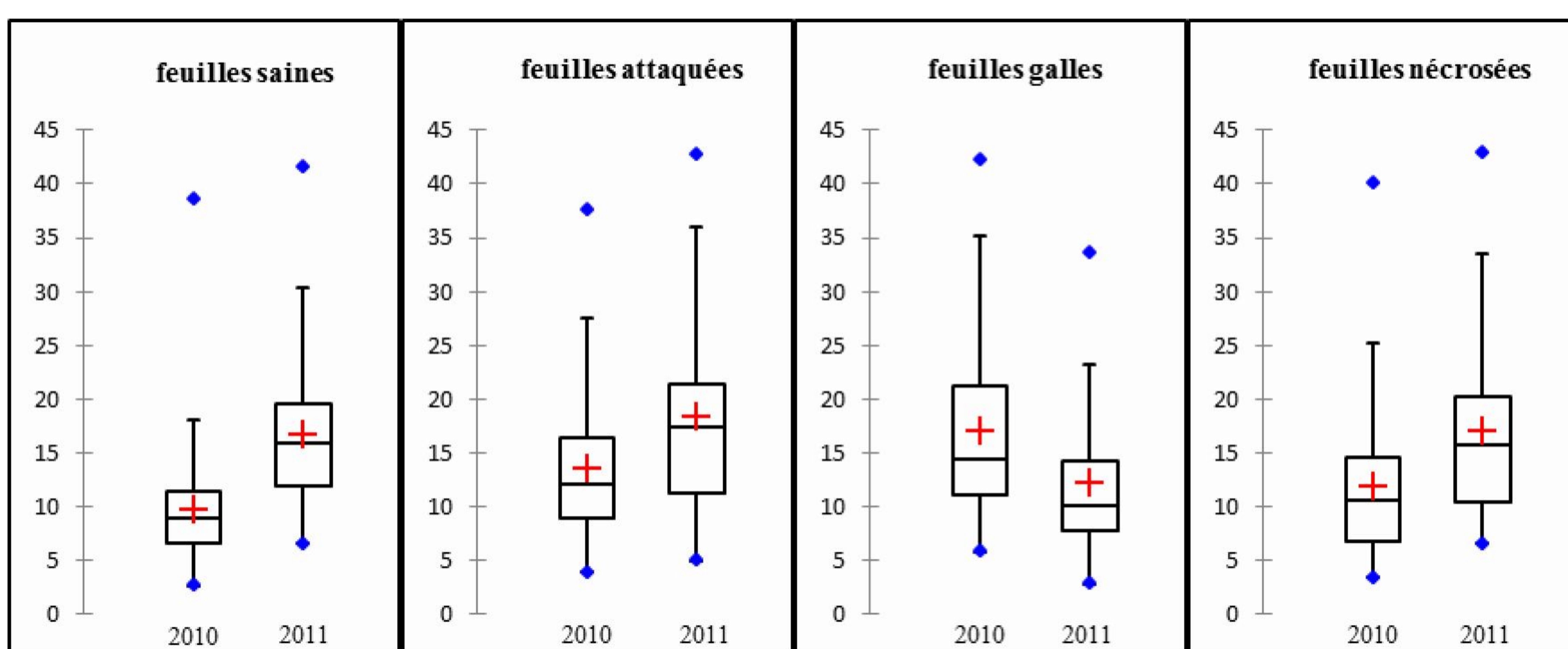


**Figure.28.** Dispersion de la surface foliaire des feuilles du site Kef M'kasser.

Les feuilles saines récoltées à Gliàa en 2010, présentent une surface moyenne de  $9,7 \pm 5,56$ . En 2011, on enregistre une augmentation dans la surface moyenne à  $25 \pm 6,52 \text{ cm}^2$  ( $5,02 \text{ cm}^2$  à  $38,91 \text{ cm}^2$ ).

La même tendance est enregistrée pour les feuilles attaquées par les insectes, en 2010 elle est de  $12,95 \pm 4,23 \text{ cm}^2$  ( $3,72 \text{ cm}^2$  à  $41,04 \text{ cm}^2$ ). En 2011, on note une augmentation de la surface moyenne des feuilles attaquées à  $20,22 \pm 8,13 \text{ cm}^2$  ( $8,27 \text{ cm}^2$  à  $50,25 \text{ cm}^2$ ).

Le même constat pour les feuilles nécrosées du site, en 2010, elles ont une surface moyenne de  $15,68 \pm 7,2 \text{ cm}^2$ , ( $6,34 \text{ cm}^2$  à  $53,25 \text{ cm}^2$ ). En 2011, la surface moyenne augmente à  $21,87 \pm 7,95 \text{ cm}^2$  ( $7,23 \text{ cm}^2$  à  $54,86 \text{ cm}^2$ ).

Par contre, les feuilles présentant des Galles, en 2010 ont une surface moyenne de  $15,64 \pm 6,72 \text{ cm}^2$ , ( $5,54 \text{ cm}^2$  à  $45,54 \text{ cm}^2$ ). En 2011, elle diminue à  $11,20 \pm 6,30 \text{ cm}^2$  ( $2,07 \text{ cm}^2$  à  $28,20 \text{ cm}^2$ ). (Figure.29).

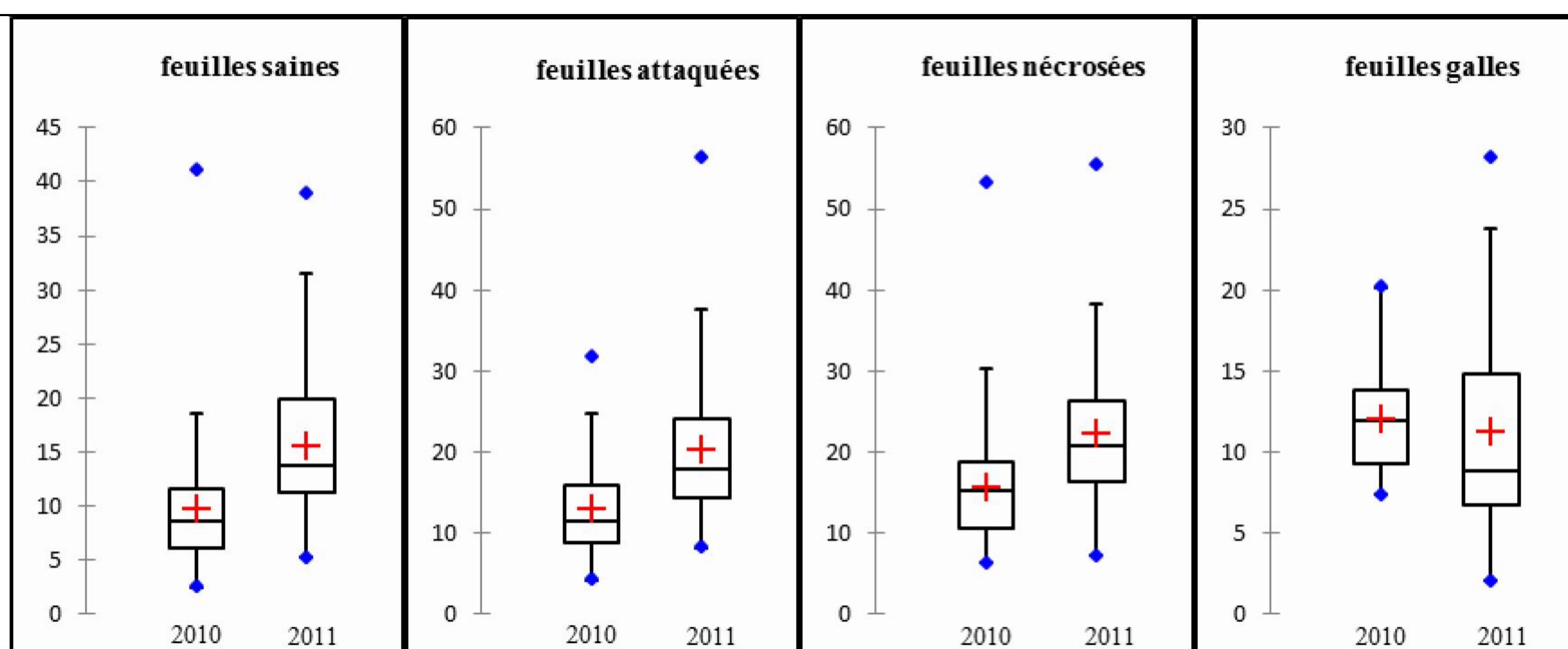


**Figure.29.** Dispersion de la surface des feuilles du site Gliàa.

### 3.2.2.3 Evaluation de la surface perdue des feuilles

#### *Feuilles attaquées par les phytophages*

Concernant la surface foliaire perdue des feuilles attaquées par des insectes, on constate une fluctuation du taux de la surface endommagée durant les deux années d'étude. En 2010, les feuilles faiblement endommagées sont les plus fréquentes avec 74% à M'Ghassel et 54% à Kef M'kasser, par contre, à Gliàa les feuilles moyennement endommagées sont les plus présentes avec 57%.

En 2011, on enregistre une augmentation de la classe 1 (faiblement endommagées) pour les deux sites Kef M'kasser et Gliàa. A M'Ghassel on note une diminution des feuilles faiblement endommagées et une augmentation des feuilles moyennement endommagées et des feuilles endommagées (44% ; 23%) et l'apparition de la classe 4 qui représente les feuilles fortement endommagées avec un taux de 8%. (Figure.30).

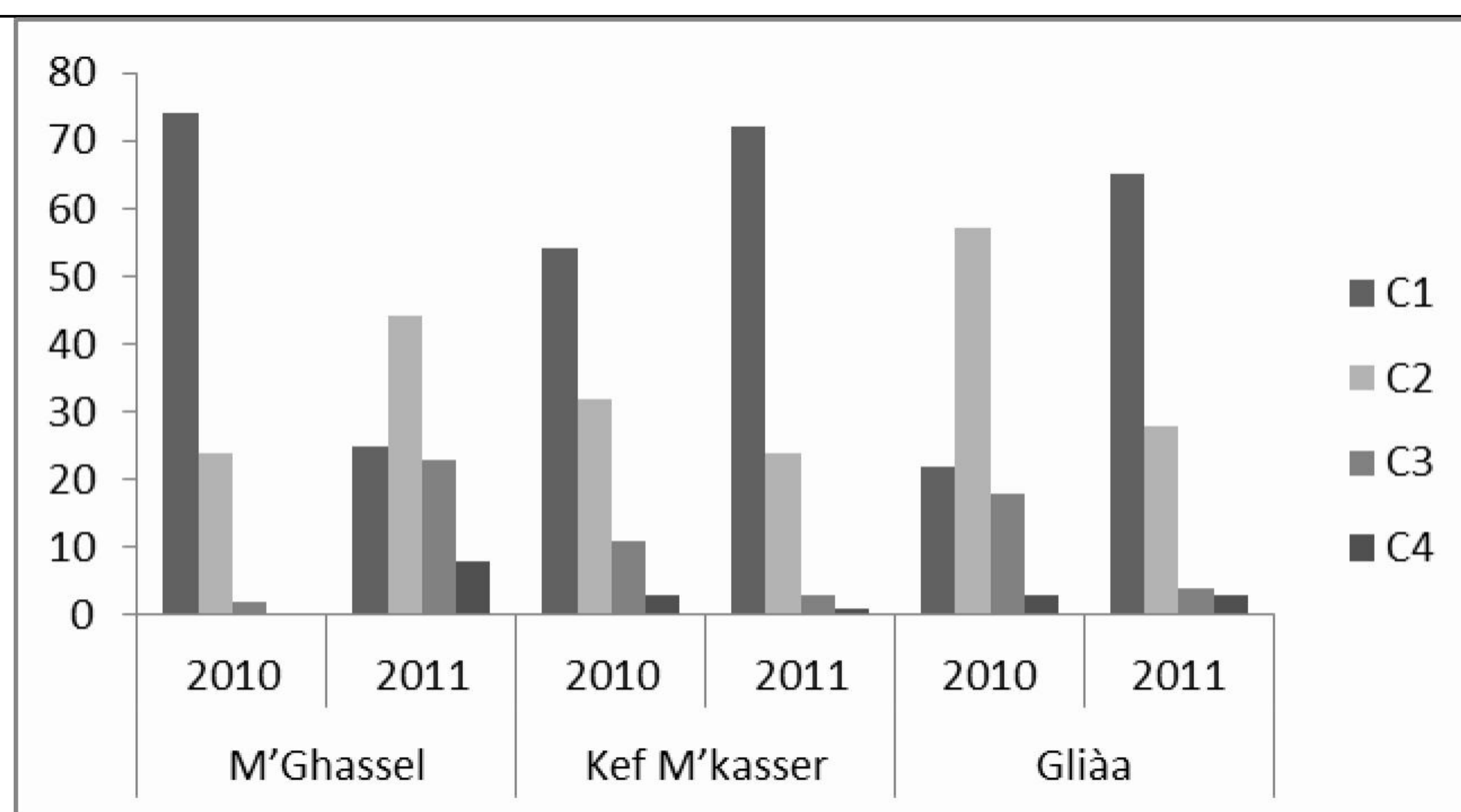


**Figure.30.** Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles attaquées par des insectes des trois sites d'étude durant les années 2010 et 2011

Les insectes phytophages exploitent 67% des feuilles récoltées à M'Ghassel en 2010 en décapeuse tandis que les feuilles attaquées par perforation ne représentent que 1% de l'ensemble récolté, le reste des feuilles 32% sont à la fois attaquées en décapeuse et en perforation. En 2011, il y a une diminution des feuilles attaquées en décapeuse à 64% et les feuilles attaquées à la fois en décapeuse et en perforation à 29% tandis que les feuilles attaquées par perforation augmentent à 7% de l'ensemble récolté.

En 2010 à Kef M'kasser, on constate que la moitié des feuilles récoltées (50%) sont attaquées en décapeuse et on enregistre aussi 22% des feuilles attaquées par perforation. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation représentent 28%. En 2011, les feuilles attaquées en décapeuse augmentent et représentent 70% des feuilles attaquées alors que l'attaque en perforation diminue et ne représente que 5%.

Concernant le site de Gliàa, en 2010 les feuilles attaquées en décapeuse représentent 77% des feuilles attaquées alors que l'attaque en perforation ne représente que 1% de l'ensemble de l'attaque et 22% représente le taux des feuilles présentant une double attaque.

En 2011, les feuilles récoltées attaquées en décapeuse restent les plus élevées avec un taux de 79%. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation diminuent avec un taux de 19%. (Tableau. 37).



**Tableau. 37 :** Répartition de la nature de l'attaque des feuilles des trois sites d'étude.

| (%)                              | <i>M'Ghassel</i> |      | <i>Kef M'kasser</i> |      | <i>Gliàa</i> |      |
|----------------------------------|------------------|------|---------------------|------|--------------|------|
|                                  | 2010             | 2011 | 2010                | 2011 | 2010         | 2011 |
| <i>Décapreuse</i>                | 67               | 64   | 50                  | 70   | 77           | 79   |
| <i>Perforation</i>               | 1                | 7    | 22                  | 5    | 1            | 2    |
| <i>Décapreuse et Perforation</i> | 32               | 29   | 28                  | 25   | 22           | 19   |

### *Feuilles nécrosées*

En 2010, les feuilles faiblement nécrosées appartenant à la classe 1 sont les plus abondantes dans les deux sites M'Ghassel et Kef M'kasser avec des taux respectifs de 62% et 68%, suivie de la classe 2 qui représente les feuilles moyennement nécrosées (33% ; 27%), on note aussi la présence de feuilles nécrosées et fortement nécrosées avec de faibles taux. Par contre à Gliàa, les feuilles moyennement nécrosées (classe 2) sont les plus dominants avec un taux de 62%, suivie de la classe 1 avec un taux de 29% et un taux de 9% de feuilles appartenant à la classe 3.

En 2011, à M'Ghassel on enregistre une diminution de la classe 1 (15%) et une augmentation des autre classes où on note 40% des feuilles qui appartiennent à la classe 2, 22% à la classe 3 et 23% appartiennent à la classe 4, à Kef M'kasser, le taux des feuilles faiblement attaquées reste presque le même (69%) et on note une augmentation des feuilles moyennement endommagées, A Gliàa, une augmentation des feuilles faiblement endommagées avec un taux de 48%, on note aussi une diminution des feuilles moyennement endommagées (44%).(Figure.31).

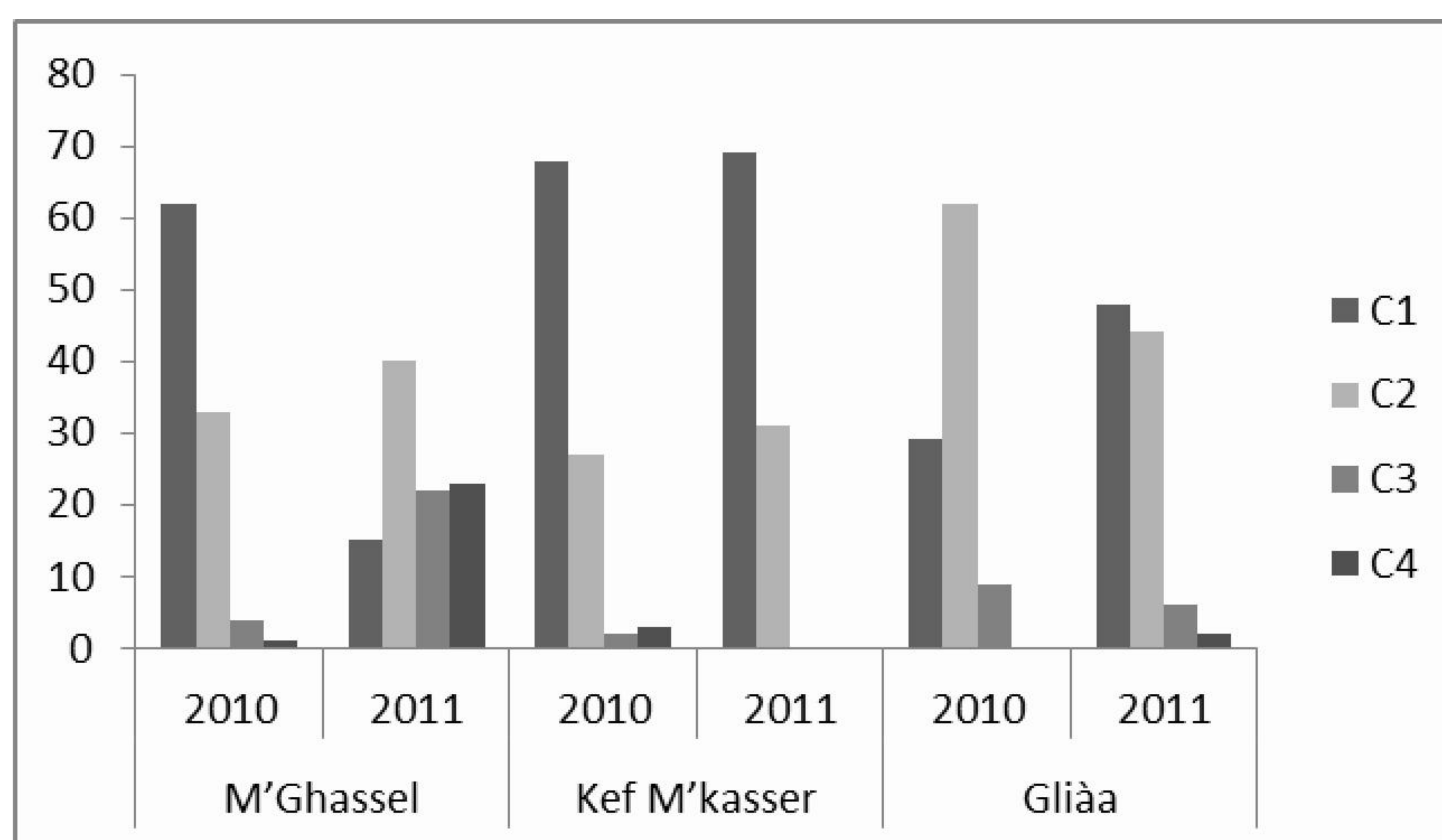


**Figure.31.** Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées des trois sites d'étude durant les années 2010 et 2011.



### 3.2.3 Feuilles récoltées à Séraïdi

#### 3.2.3.1 Etat des feuilles

A Sidi Temmem, durant l'année 2010, 78% des feuilles sont endommagées. Elles sont réparties à 42,2% de feuilles nécrosées et 7,2% de feuilles attaquées par des insectes. On note une absence totale des feuilles présentant des galles. Les doubles attaques (attaquées et nécrosées) sont présentes avec un taux de 28,4%.

L'année suivante, on enregistre une légère augmentation des feuilles attaquées par des insectes et des feuilles nécrosées (45,2% ; 11,4%) et on note aussi pour cette année la présence des feuilles présentant des galles avec un taux de 0,6%. Les feuilles ayant plus d'une atteinte sont présentes avec un taux de 30,6% dans lequel 29% des feuilles sont attaquées et nécrosées en même temps, 0,2% des feuilles nécrosées avec présence de galles et 1,2% sont des feuilles attaquées et présentent des galles. Les 0,2% des feuilles restant sont triplement atteintes (nécrosées attaquées et galles). (Figure.32).

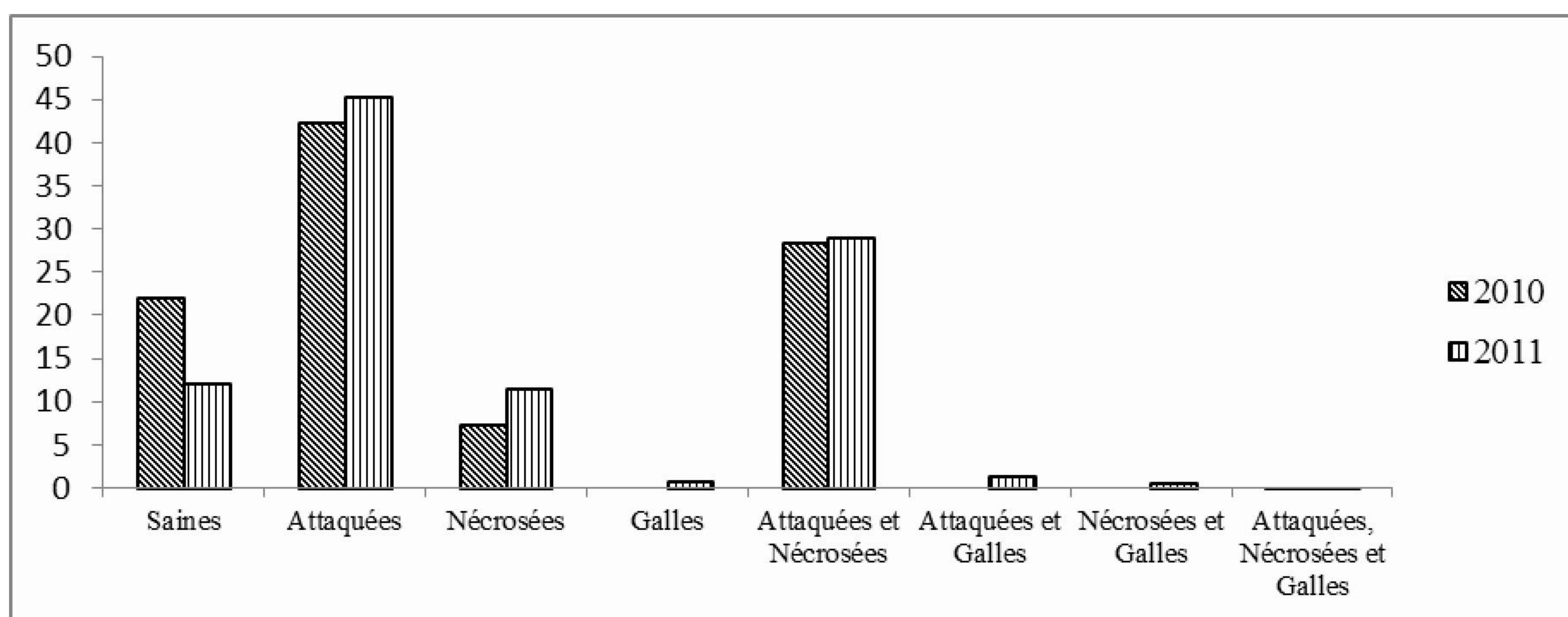


**Figure.32.**Répartition des feuilles du site Sidi Temmem en fonction de leur état sanitaire.

Durant l'année 2010, à El Berouaga, 14,4% des feuilles sont saines, 46,8% sont des feuilles nécrosées et 8,6% sont des feuilles attaquées par des insectes. Les feuilles qui sont attaquées par des insectes et des nécroses en même temps présentent un taux de 30,2% et on note une absence totale des feuilles présentant des galles.

L'année suivante, on enregistre une diminution des feuilles saines (10,2%), des feuilles attaquées par des insectes (20,2%) et on note une augmentation des feuilles nécrosées (26,4), on note la présence des feuilles présentant des galles avec un taux de 0,2%.



Les feuilles ayant plus d'une atteinte (attaquées et nécrosées) sont présentées avec un taux de 41,6%, une absence des feuilles attaquées avec galles et un taux de 0,6% des feuilles nécrosées et présente des galles en même temps. Les 0,8% des feuilles restant sont triplement atteintes (nécrosées attaquées et galles). (Figure.33).

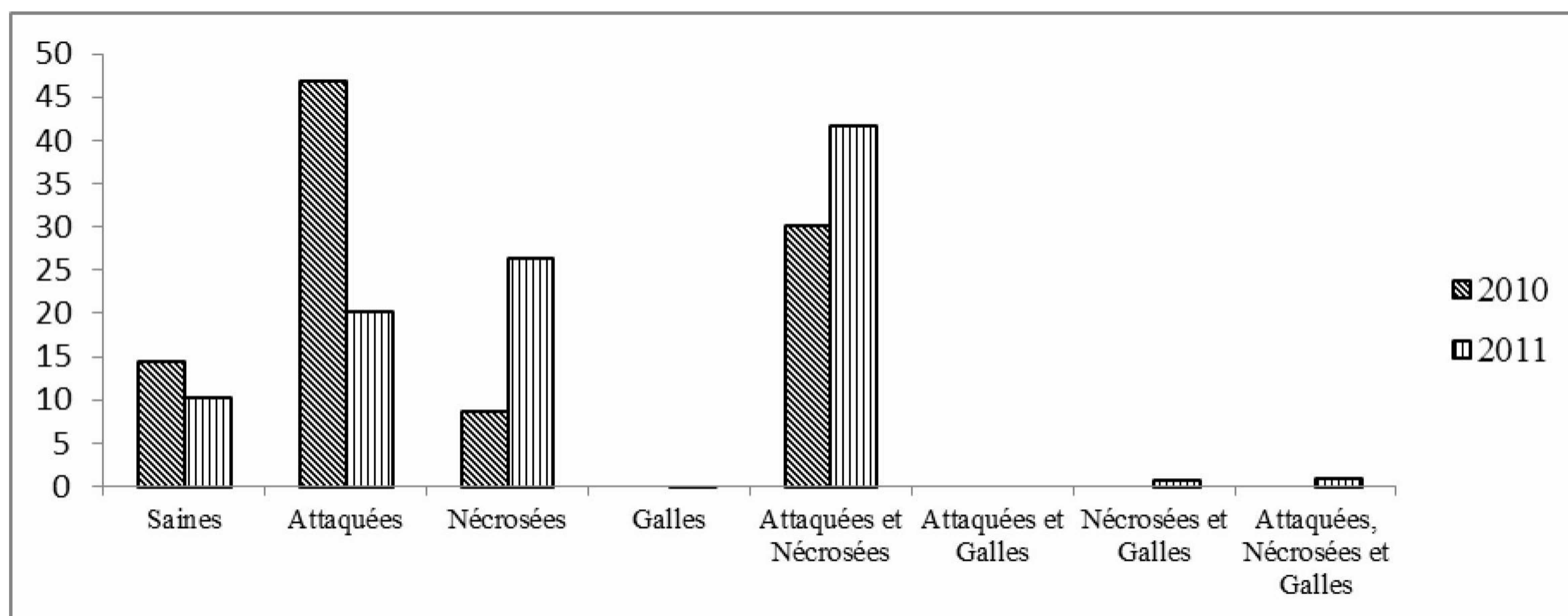


**Figure.33.**Répartition des feuilles du site El Berouaga en fonction de leur état sanitaire.

### 3.2.3.2 Biométrie des feuilles

La surface moyenne des feuilles saines à Sidi Temmem en 2010 est de  $11,83 \pm 4,40 \text{ cm}^2$  ( $4,03 \text{ cm}^2$  à  $28,20 \text{ cm}^2$ ). Durant l'année 2011, on enregistre une forte augmentation à  $21,56 \pm 15,66 \text{ cm}^2$  ( $1,52 \text{ cm}^2$  à  $57,94 \text{ cm}^2$ ).

En ce qui concerne les feuilles attaquées par des phytophages, la surface foliaire moyenne est de  $15,97 \pm 4,99 \text{ cm}^2$  ( $4,79 \text{ cm}^2$  à  $31,56 \text{ cm}^2$ ). En 2011, le taux de surface foliaire moyenne des feuilles attaquées augmente à  $18,92 \pm 8,50 \text{ cm}^2$  ( $6,61 \text{ cm}^2$  à  $53,43 \text{ cm}^2$ ).

Les feuilles nécrosées récoltées en 2010, ont une surface moyenne foliaire de  $16,85 \pm 7,80 \text{ cm}^2$  ( $2,08 \text{ cm}^2$  à  $38,26 \text{ cm}^2$ ). L'année suivante, les feuilles nécrosées ont une surface foliaire moyenne qui diminue à  $14,06 \pm 5,99 \text{ cm}^2$  ( $3,99 \text{ cm}^2$  à  $27,74 \text{ cm}^2$ ).

La surface moyenne des feuilles présentant des gales est de  $16,94 \pm 6,69 \text{ cm}^2$ , le minimum 8,49 tandis que le maximum est de 28,95. (Figure.34).

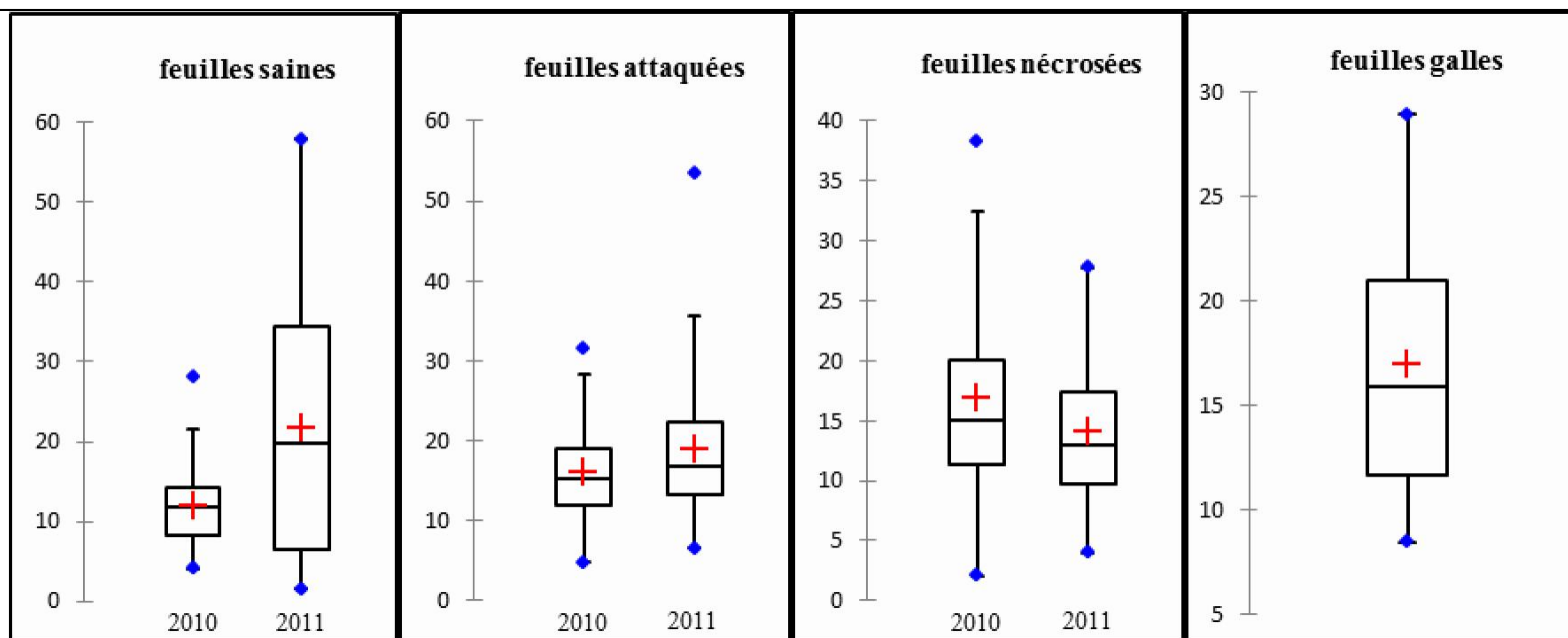


**Figure.34.** Dispersion de la surface des feuilles du site Sidi Temmem

En 2010 Les feuilles saines récoltées à El Berouaga, présentent une surface moyenne de  $12,61 \pm 5,97 \text{ cm}^2$ . En 2011, la surface moyenne des feuilles saines est de  $10,35 \pm 5,12 \text{ cm}^2$ , ( $3,91 \text{ cm}^2$  à  $39,78 \text{ cm}^2$ ).

La surface moyenne des feuilles attaquées en 2010 est de  $17,15 \pm 8,55 \text{ cm}^2$  ( $4 \text{ cm}^2$  à  $49,12 \text{ cm}^2$ ). En 2011, la surface moyenne des feuilles attaquées par des insectes se réduit à  $14,77 \pm 6,78 \text{ cm}^2$  ( $5,92 \text{ cm}^2$  à  $47,05 \text{ cm}^2$ ).

Les feuilles nécrosées récoltées en 2010, ont une surface foliaire moyenne de  $16,58 \pm 7,8 \text{ cm}^2$  ( $2,07 \text{ cm}^2$  à  $38,25 \text{ cm}^2$ ). En 2011, la surface foliaire moyenne diminue à  $14,06 \pm 5,99 \text{ cm}^2$  ( $3,99 \text{ cm}^2$  à  $27,74 \text{ cm}^2$ ).

La surface foliaire moyenne des feuilles à galles est de  $16,93 \pm 6,69 \text{ cm}^2$ , le minimum est de  $8,46 \text{ cm}^2$  alors que le maximum est de  $28,95 \text{ cm}^2$ . (Figure.35).

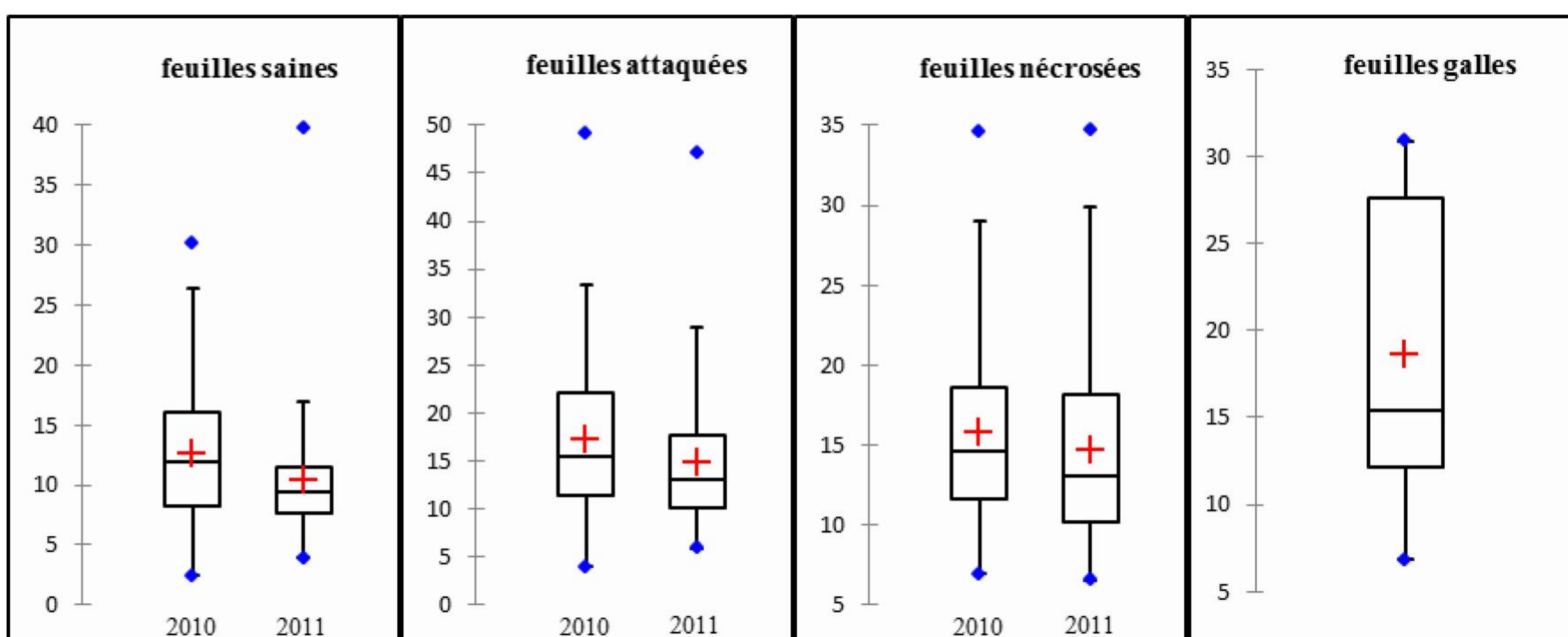


**Figure.35.** Dispersion de la surface des feuilles du site Berouaga



### 3.2.3.3 Evaluation de la surface perdue des feuilles

#### *Feuilles attaquées par les phytophages*

En 2010, à Sidi Temmem, les feuilles faiblement endommagées (classe 1) et les feuilles moyennement endommagées (classe 2), sont abondante par rapport aux autres classes (43% ; 47%).

En 2011, on note une augmentation des feuilles faiblement endommagées avec un taux de 58%, et une diminution des feuilles moyennement endommagées avec un taux de 35%, on note aussi la présence des deux classes 3 et 4 mais avec de faibles taux (4%, 3%). Concernant la surface foliaire perdue des feuilles endommagées d'El Berouaga, on constate une fluctuation du pourcentage de la surface endommagée durant les deux années d'étude. En 2010 les feuilles faiblement endommagées sont les plus fréquentes avec 56%, la classe 2 qui représente une perte moyenne à un taux de 36%, Les feuilles endommagées et fortement endommagées avec un taux remarquablement faible qui est de 4%.

L'année suivante, on note une diminution des feuilles faiblement endommagée (42%) et une augmentation des feuilles moyennement endommagées (47%). (Figure.36).

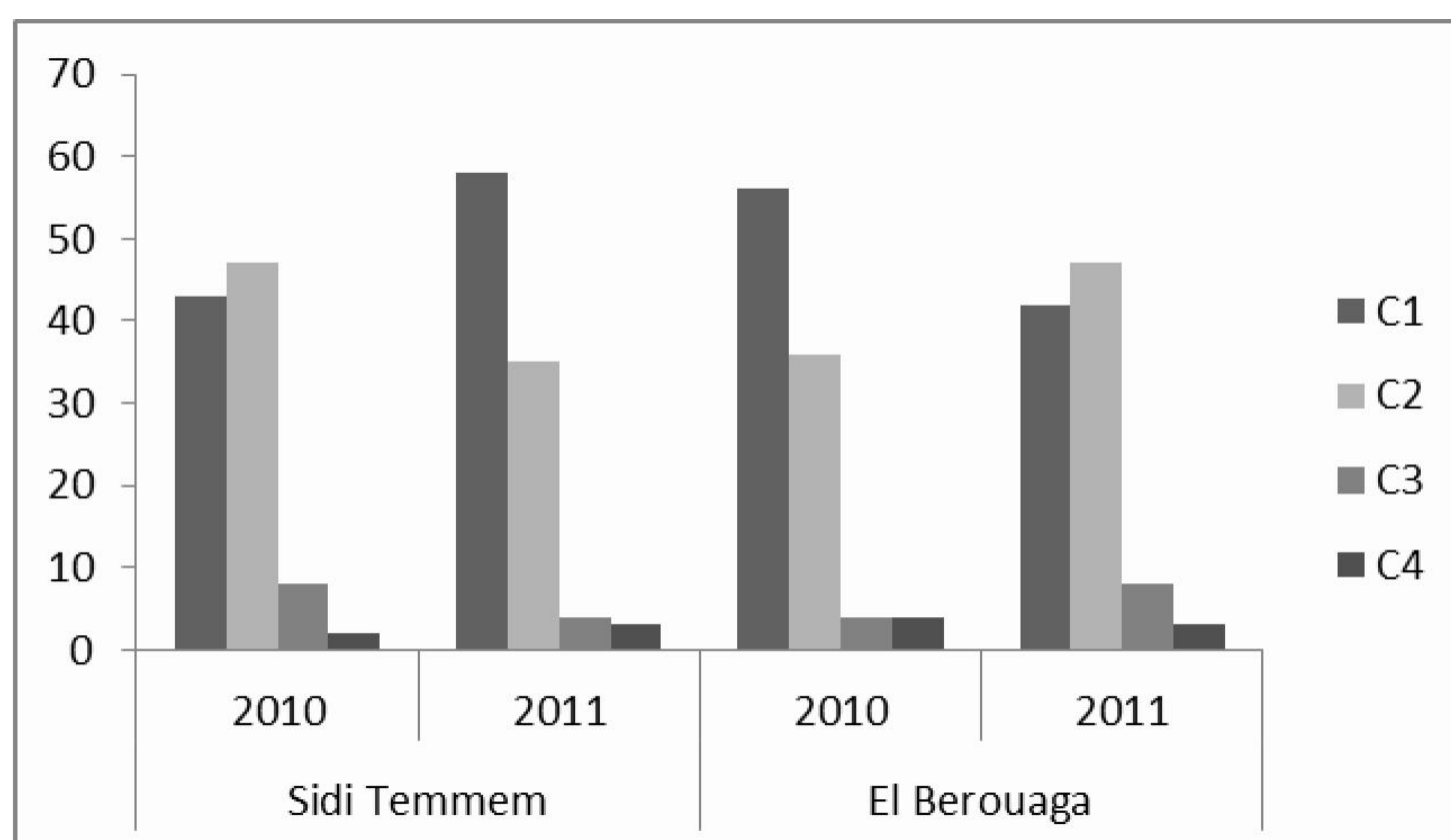


**Figure.36.** Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles attaquées des deux sites d'étude durant les années 2010 et 2011.

Sur les feuilles attaquées récoltées du site Sidi Temmem en 2010, on constate que la moitié des feuilles récoltées sont attaquées en décapouse et en perforation au même temps (51%), on enregistre aussi un taux de 46% des feuilles attaquées en décapouse. Les feuilles attaquées en perforation représentent seulement 3%. L'année suivante, 58% des feuilles sont attaquées en décapouse tandis que les feuilles attaquées par perforation représentent 10%



de l'ensemble d'attaque. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation représentent 32%.

Concernant El Berouaga, les feuilles attaquées en décapeuse sont les plus fréquentes par rapport aux autres formes d'attaque et représentant 49% des feuilles attaquées. Les feuilles doublement attaquées en décapeuse et en perforation représentent 43% et on enregistre un taux de 8% des feuilles attaquées par perforation. En 2010, on remarque que les feuilles attaquées en décapeuse sont les dominantes avec 82%, 3% représente l'attaque en perforation et 15% représente des feuilles présentant une double attaque. (Tableau.38)

**Tableau.38** : Répartition de la nature de l'attaque des feuilles

| (%)                             | <i>Sidi Temmem</i> |             | <i>El Berouaga</i> |             |
|---------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
|                                 | <i>2010</i>        | <i>2011</i> | <i>2010</i>        | <i>2011</i> |
| <i>Décapeuse</i>                | 46                 | 58          | 49                 | 82          |
| <i>Perforation</i>              | 3                  | 10          | 8                  | 3           |
| <i>Décapeuse et Perforation</i> | 51                 | 32          | 43                 | 15          |

### *Feuilles nécrosées*

Au niveau de Sidi Temmem, en 2010 la classe1 qui représente les feuilles faiblement nécrosées est abondante par rapport aux autres classes avec un taux de 64%, la classe 2 qui représente les feuilles moyennement nécrosées sont présent avec un taux de 24%, les classes 3 et 4 représentant les feuilles nécrosée et les feuilles fortement nécrosées ont des taux négligeables (5%, 4%). Pour l'année qui suit, le taux de présence de nécrose diminue, puisque on note une augmentation des feuilles faiblement nécrosées avec un taux de 81%, et une diminution des autres classes (14%, 5%).

A El Berouaga en 2010, les feuilles faiblement nécrosées sont les plus fréquentes avec 46%, la classe 2 qui représente des nécroses moyennes est présente avec un taux de 33%, les classes 3 et 4 représentant les feuilles nécrosés et les feuilles fortement nécrosées avec des taux faibles (11%, 10%). L'année suivante on enregistre une augmentation des nécroses sur les feuilles, puisque on note une diminution de la classe 1 et 2 (45%, 17%) et une augmentation des classes 3 et 4 (20%, 18%). (Figure.37).

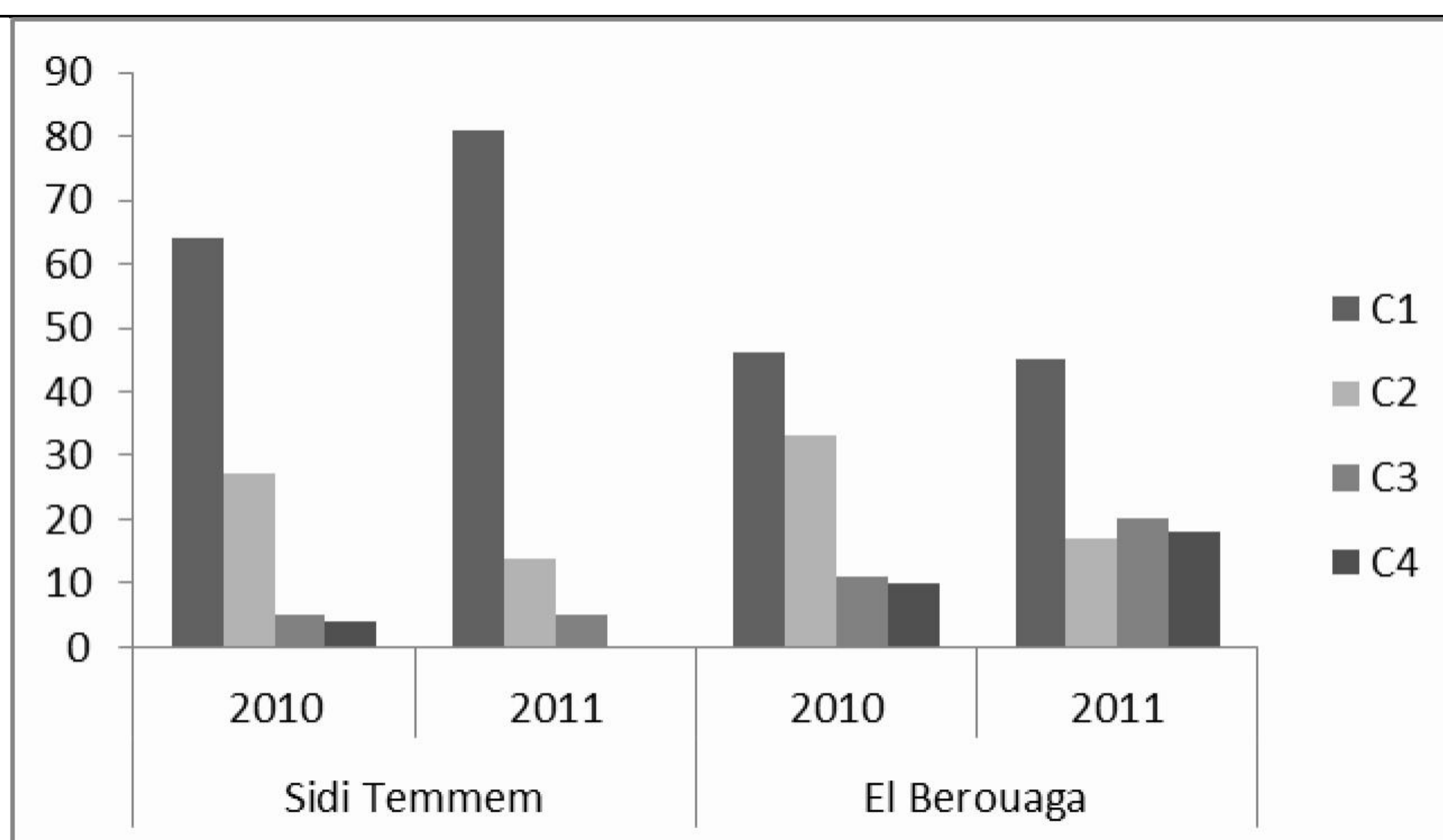


**Figure.37.** Evaluation du taux (%) de la surface foliaire perdue des feuilles nécrosées des deux sites d'étude durant les années 2010 et 2011.



**Photo.11.** Feuille saine



**Photo.12.** Feuille nécrosée



**Photo.13.** Feuille attaquée



**Photo.14.** Feuille attaquée et nécrosée



**Photo.15.** Feuille galle



**Photo.16.** Feuille nécrosée et galle



**Photo.17.** Feuille attaquée et galle



**Photo.18.** Feuille attaquée, nécrosée  
& galle



### 3.3 Etude des glands

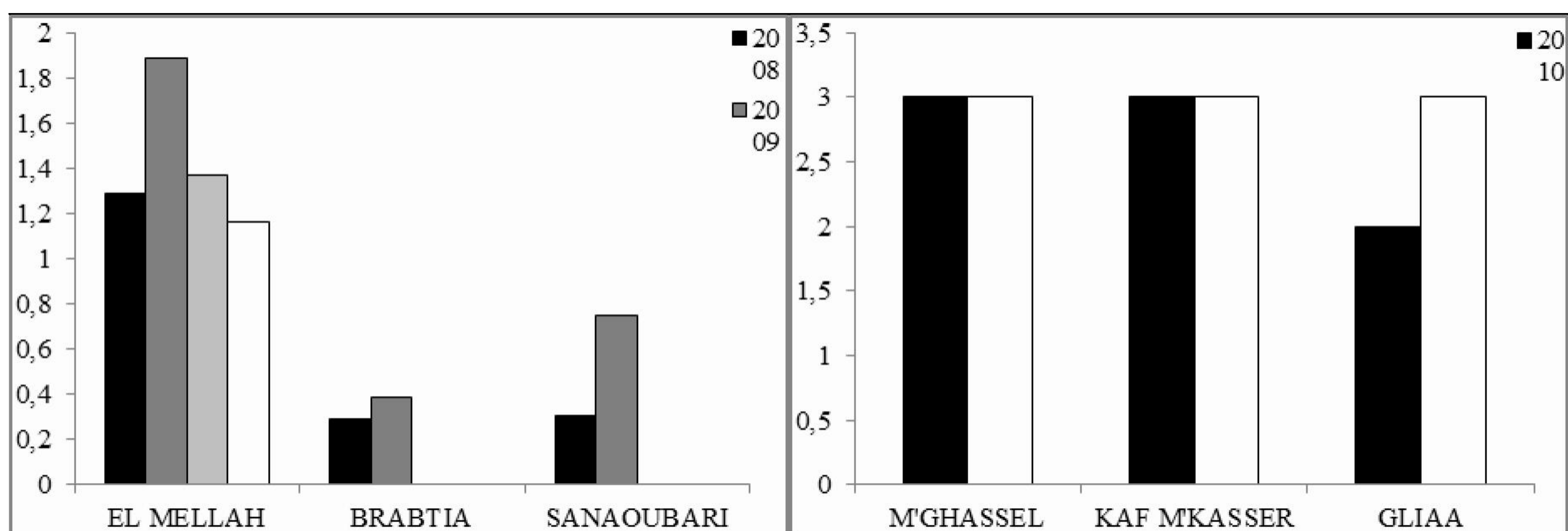
La glandée des arbres a été suivie régulièrement pendant les années d'étude. Nous avons évalué périodiquement les caractères morphologiques des glands et le taux d'attaque des insectes Carpophages. Nous avons testé l'effet insecticide du Spinosad (toxine d'origine bactérienne) et étudié les différents taux de mortalité pour chaque ravageur. Nous avons également évalué l'effet différé d'un bioinsecticide (le Spinosad), sur la germination, le développement et la croissance des glands après traitement.

#### 3.3.1 Evaluation de la glandée

La production des glands varie selon la zone écologique, mais aussi selon la forêt, l'année et le site. En zone littorale, dans les subéraies d'El Kala, la répartition des glands de la forêt est hétérogène, certains arbres présentent une bonne glandée alors que d'autres ont une faible glandée. L'indice d'abondance de la glandée à El Mellah est de 1,29 en 2008, cet indice augmente en 2009 à 1,89 puis diminue les deux années qui suivent pour arriver à 1,16. Ces indices indiquent une glandée moyenne durant les années d'étude. Par contre à Brabtia et à Sanaoubari, l'indice d'abondance de la glandée est inférieur à 1 durant les deux années d'étude, ce résultat indique des mauvaises années de production. (Figure 38.A)

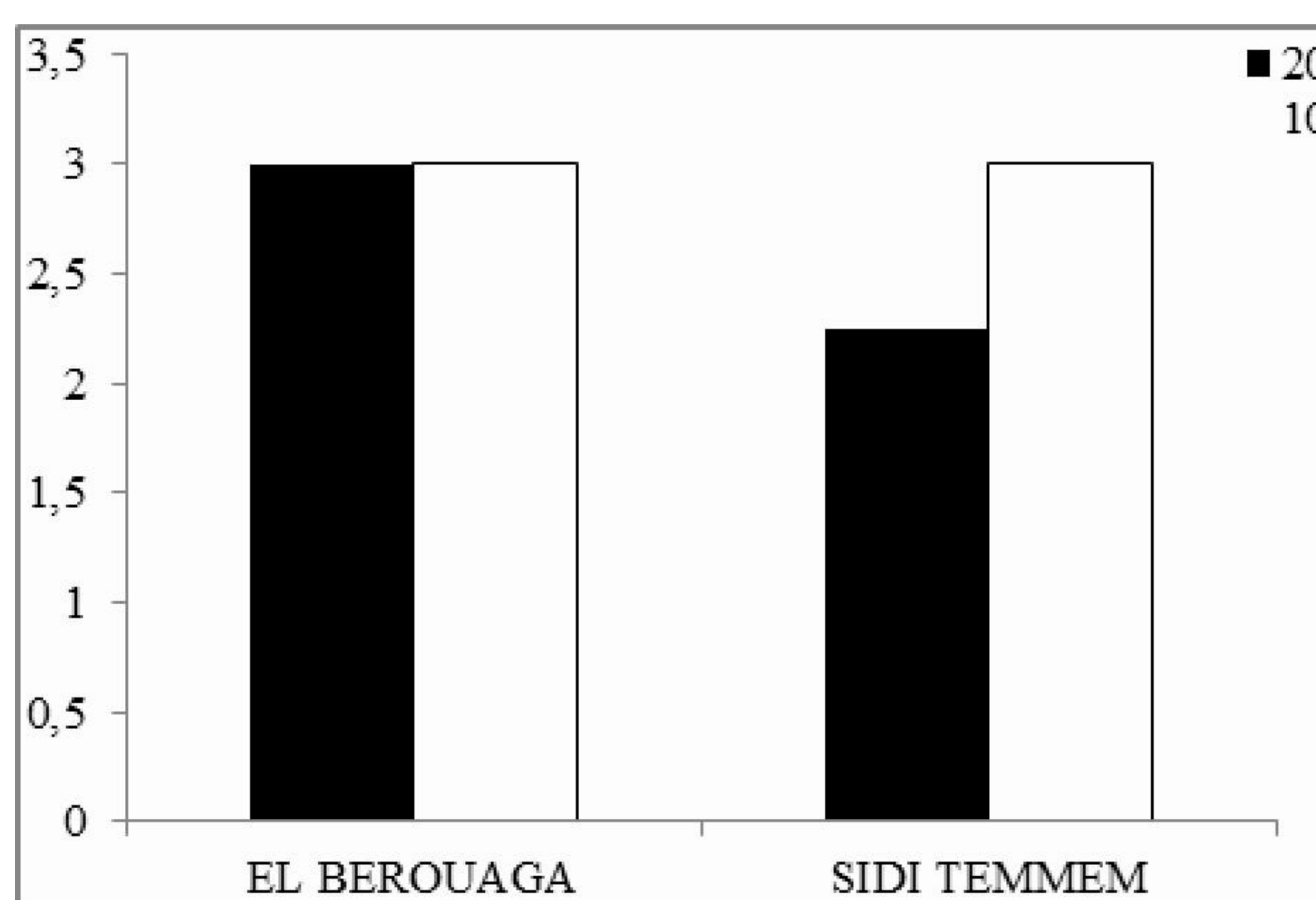
Les subéraies de haute montagne de Souk-Ahras et particulièrement dans les deux sites M'Ghassel et Kef M'kasser, ont une glandée régulière et la plus par des arbres ont une production abondante (classe 3), dans lesquels on note un indice d'abondance de la glandée égale à 3 durant les deux années d'étude. Par contre à Gliàa en 2010, on observe une alternance de glandées abondantes (classe 3) et de glandées moyennes (classe 2), qui s'améliore la saison suivante à une glandée opulente. Cela traduit l'accroissement de l'indice d'abondance de la glandée de 2 à 3. (Figure 38.B)

Le même constat est observé dans les subéraies de l'Edough. A El Berouaga, tous les arbres sont féconds et présentent une bonne production de la glandée, l'indice de la glandée est égale à 3 pour les deux années d'étude. A Sidi Temmem elle est de 2,25 en 2010, qui augmente la saison suivante à 3, ce qui traduit une bonne glandée. (Figure 38.C).



(A)

(B)



(C)

**Figure.38.** Evolution de l'indice d'abondance de la glandée (A): El Kala. (B): Souk-Ahras. (C): Edough

### 3.3.2 Caractéristiques morphométriques des glands

#### 3.3.2.1 Subéraies d'El Kala

Selon les résultats de mensuration des glands récoltés à El Mellah en 2010, la longueur moyenne est de  $2,93 \pm 0,57$ cm (1,6cm à 4,2cm), avec une variance de 0,32, ceci montre que la longueur des glands est homogène. Le diamètre moyen de ces glands est  $1,48 \pm 0,24$ cm (0,9cm à 2,2cm), la variance estimée est de 0,06, ce qui révèle l'homogénéité du diamètre des glands. Le poids moyen des glands récoltés est égale à  $4,12 \pm 2,26$ g (0,64g à 13,76g), la variance est égale à 5,12, ce qui montre ainsi l'hétérogénéité du poids de l'échantillon.

En 2011, on remarque que les glands récoltés ont la même taille que les glands récoltés la saison d'avant. La longueur moyenne de ces glands est  $2,40 \pm 0,24$ cm



et leur diamètre moyen est  $1,32 \pm 0,04$  cm. D'autre part, on observe une diminution dans le poids des glands où on note  $2,34 \pm 2,26$  g. (Tableau.39).

**Tableau.39:** Biométrie des glands d'El Mellah

| <i>Echantillon</i>   | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|----------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                      | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <i>Longueur (cm)</i> | 2,93           | 2,40        | 0,32            | 0,24        | 0,57              | 0,49        | 1,6-4,2        | 1,4-3,8     |
| <i>Largeur (cm)</i>  | 1,48           | 1,32        | 0,06            | 0,04        | 0,24              | 0,21        | 0,9-2,2        | 0,9-1,9     |
| <i>Poids (g)</i>     | 4,12           | 2,34        | 5,12            | 1,72        | 2,26              | 1,31        | 0,64-13,76     | 0,53-7,65   |

Pour les glands récoltés à Brabtia, ils ont une longueur moyenne de  $3,09 \pm 0,6$  cm (de 1,3 cm à 4,2 cm) avec une variance de 0,37, ceci explique l'homogénéité de la longueur des glands. Le diamètre moyen de ces glands est  $1,73 \pm 0,35$  cm (de 1,2 cm à 3,9 cm) avec une variance de 0,12, ce qui explique que le diamètre est homogène. Les glands étudiés ont un poids moyen de  $6,07 \pm 3,06$  g (de 0,68 g à 13,11 g), la variance est de 9,38 ce qui montre l'hétérogénéité du poids de l'échantillon.

Le même résultat est enregistré en 2011, la taille et le poids des glands sont pratiquement analogue de ceux récoltés en 2010. La longueur moyenne est  $3,15 \pm 0,6$  cm, la largeur moyenne est  $1,66 \pm 0,24$  cm et le poids moyen est de 5,44 g. (Tableau. 40)

**Tableau.40:** Biométrie des glands de Brabtia

|                      | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|----------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                      | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <i>Longueur (cm)</i> | 3,09           | 3,15        | 0,37            | 0,36        | 0,60              | 0,60        | 1,3-4,2        | 1,6-4,4     |
| <i>Largeur (cm)</i>  | 1,73           | 1,66        | 0,12            | 0,06        | 0,35              | 0,24        | 1,2-3,9        | 1,1-2,4     |
| <i>Poids (g)</i>     | 6,07           | 5,44        | 9,38            | 5,90        | 3,06              | 2,43        | 0,68-13,11     | 0,58-11,36  |

A Sanaoubari, les glands récoltés en 2010, révèlent une longueur moyenne de  $2,85 \pm 0,61$  cm (1,2 cm à 4,6 cm). La variance présente une valeur de 0,37. La longueur de notre échantillon est homogène. Le diamètre moyen de ces glands est de  $1,678 \pm 0,39$  cm (1,2 cm à 4,2 cm), on a obtenu une variance de 0,15, ce qui montre que le diamètre de ces glands est homogène. Les glands récoltés ont un poids moyen de  $4,923 \pm 1,937$  g (1,65 g à 10,22 g),



la variance calculée est de 3,75. L'échantillon montre une variabilité importante du poids (hétérogénéité du poids). (Tableau.41).

**Tableau.41 : Biométrie des glands de Sanaoubari**

|                      | <i>Moyenne</i> | <i>Variance</i> | <i>Ecart-type</i> | <i>Etendue</i> |
|----------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|
| <b>Longueur (cm)</b> | 2,85           | 0,37            | 0,61              | 1,2-4,6        |
| <b>Largeur (cm)</b>  | 1,67           | 0,15            | 0,39              | 1,2-4,2        |
| <b>Poids (g)</b>     | 4,92           | 3,75            | 1,93              | 1,65-10,22     |

### 3.3.2.2 Subéraie de Souk-Ahras

A M'Ghassel, les glands récoltés en 2010 ont une longueur moyenne de  $2,73 \pm 0,36$ cm (de 1,9cm à 3,6cm), la variance présente une valeur de 0,36, la longueur des glands semble homogène. Le diamètre moyen de ces glands est de  $1,59 \pm 0,30$ cm (1,2cm à 3,4cm), avec variance d'une valeur de 0,09, Selon ces données le diamètre de l'échantillon est homogène. Le poids moyen des glands récoltés est de  $4,16 \pm 1,47$ g (0,8g à 7,6g), ainsi on note une variance de 2,17.

En 2011, on constate que les glands ont la même taille et le même poids que ceux récoltés la saison d'avant, avec une longueur moyenne de  $3,04 \pm 0,39$ cm, un diamètre moyen de  $1,50 \pm 0,21$ cm et un poids moyen de  $4,72 \pm 1,56$ g. (Tableau.42).

**Tableau.42 : Biométrie des glands du site M'Ghassel.**

| <i>Echantillon</i>   | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|----------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                      | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <b>Longueur (cm)</b> | 2,73           | 3,04        | 0,13            | 0,15        | 0,36              | 0,39        | 1,9 – 3,6      | 2-4         |
| <b>Largeur (cm)</b>  | 1,59           | 1,50        | 0,09            | 0,04        | 0,3               | 0,21        | 1,2 – 3,4      | 0,9-2,4     |
| <b>Poids (g)</b>     | 4,16           | 4,72        | 2,17            | 2,45        | 1,47              | 1,56        | 0,8 – 7,8      | 0,5-9       |

Les glands récoltés au site Kef M'kasser en 2010 ont une longueur moyenne de  $2,85 \pm 0,47$ cm (1,7cm à 3,7cm). La variance de cette longueur est de 0,22, ce qui montre que la longueur de l'échantillon est homogène. Le diamètre moyen présente une valeur de  $1,45 \pm 0,18$ cm (1cm à 2,1cm), avec une variance de 0,03. Selon les données le diamètre est homogène. Les glands récoltés ont un poids moyen de  $4,02 \pm 1,57$ g (0,72g à 7,55g), la variance est de 2,48. L'échantillon présente une variabilité importante.



Le même résultat est enregistré en 2011, les glands récoltés ont la même longueur et largeur que ceux récoltés en 2010, la longueur moyenne est de  $2,77 \pm 0,41$  cm et le diamètre moyen est de  $1,47 \pm 0,27$  cm. Par contre, on note une diminution du poids, la moyenne est de  $3,84 \pm 1,29$  g. (Tableau.43).

**Tableau.43** : Biométrie des glands du site Kef M’Kasser

| <i>Echantillon</i>          | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|-----------------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                             | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <b><i>Longueur (cm)</i></b> | 2,85           | 2,77        | 0,22            | 0,17        | 0,47              | 0,41        | 1,7-3,7        | 1,7-3,8     |
| <b><i>Largeur (cm)</i></b>  | 1,45           | 1,47        | 0,03            | 0,08        | 0,18              | 0,27        | 1-2,1          | 1-1,9       |
| <b><i>Poids (g)</i></b>     | 4,02           | 3,84        | 2,48            | 0,9         | 1,57              | 1,29        | 0,72-7,55      | 1,3-7,4     |

Pour le site Gliàa, les glands récoltés en 2010 ont une longueur moyenne de  $2,68 \pm 0,61$  cm (1,4 cm à 4,3 cm). La variance est de 0,37, ce qui montre que la longueur est homogène. Le diamètre de ces glands, présente une moyenne de  $1,52 \pm 0,23$  cm (1 cm à 2,4 cm), la variance est de 0,05, donc le diamètre de cet échantillon est homogène. Le poids moyen de l'échantillon est de  $3,8 \pm 2,13$  g (0,5 g à 9,88 g). La variance est de 4,57, ce qui traduit l'hétérogénéité du poids des glands.

En 2011, on constate que la taille des glands est analogue à celle de la saison précédente (longueur  $2,96 \pm 0,50$  cm ; diamètre  $1,53 \pm 0,30$  cm). D'autre part, on note l'augmentation du poids des glands de cette saison à  $4,48 \pm 1,80$  g. (Tableau.44).

**Tableau.44** : Biométrie des glands du site Gliàa

|                             | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|-----------------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                             | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <b><i>Longueur (cm)</i></b> | 2,68           | 2,96        | 0,37            | 0,25        | 0,61              | 0,50        | 1,4-4,3        | 1,9-4,5     |
| <b><i>Largeur (cm)</i></b>  | 1,52           | 1,53        | 0,05            | 0,09        | 0,23              | 0,30        | 1-2,4          | 1-2,5       |
| <b><i>Poids (g)</i></b>     | 3,8            | 4,48        | 4,57            | 3,26        | 2,13              | 1,80        | 0,5-9,88       | 1,3-10,1    |

### 3.3.2.3 Subéraies de Séraïdi

A El Berouaga, les glands récoltés en 2010 ont une longueur moyenne de  $2,99 \pm 0,45$  cm avec une variance de 0,2 cela explique l'homogénéité de la longueur des glands. La largeur des glands étudiés est de  $1,65 \pm 0,03$  cm et la variance est de 0,03 donc notre échantillon est homogène. Leurs poids moyen est de  $5,48 \pm 3,98$  g et une variance de 3,25,



ce qui montre l'hétérogénéité du poids des glands. La saison suivante, les glands récoltés ont la même longueur et largeur de ceux récoltés en 2010, (2,79cm ; 1,48cm) mais on enregistre la diminution du poids de ces glands à 3,98g. (Tableau.45).

**Tableau.45 : Biométrie des glands du site El Berouaga**

|                             | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|-----------------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                             | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <b><i>Longueur (cm)</i></b> | 2,99           | 2,79        | 0,20            | 0,23        | 0,45              | 0,48        | 1,9-4,1        | 1,7-3,9     |
| <b><i>Largeur (cm)</i></b>  | 1,65           | 1,48        | 0,03            | 0,03        | 0,18              | 0,18        | 1,6-2,1        | 1,1-2       |
| <b><i>Poids (g)</i></b>     | 5,48           | 3,98        | 3,25            | 2,48        | 1,80              | 1,57        | 5,45-10,38     | 0,93-8,47   |

Les résultats montrent que la longueur des glands récoltés à Sidi Temmem en 2010 est de  $3,07 \pm 0,49$ cm (1,9cm à 4,1cm) et une variance de 0,24 ce qui indique l'homogénéité de l'échantillon. Leurs diamètre moyen est de  $1,60 \pm 0,14$ cm (1,6cm à 2,1cm) avec une variance de 0,02 (les glands sont homogènes). Le poids moyen de l'échantillon est de  $5,07 \pm 1,44$ cm (5,08g à 8,39g) avec une variance de 2,96 cela explique l'hétérogénéité des glands. En 2010, on constate que les glands de ce site ont la même taille, on note une longueur de  $2,76 \pm 0,58$ cm et un diamètre de  $1,43 \pm 0,19$ cm. Par contre on note une diminution du poids à  $4,01 \pm 1,72$ g. (Tableau.46).

**Tableau.46 : Biométrie des glands du site Sidi Temmem.**

|                             | <i>Moyenne</i> |             | <i>Variance</i> |             | <i>Ecart-type</i> |             | <i>Etendue</i> |             |
|-----------------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-------------|
|                             | <i>2010</i>    | <i>2011</i> | <i>2010</i>     | <i>2011</i> | <i>2010</i>       | <i>2011</i> | <i>2010</i>    | <i>2011</i> |
| <b><i>Longueur (cm)</i></b> | 3,07           | 2,76        | 0,24            | 0,34        | 0,49              | 0,58        | 1,9-4          | 1,6-4,8     |
| <b><i>Largeur (cm)</i></b>  | 1,60           | 1,43        | 0,02            | 0,03        | 0,14              | 0,19        | 1,6-2          | 1-1,9       |
| <b><i>Poids (g)</i></b>     | 5,07           | 4,01        | 2,08            | 2,96        | 1,44              | 1,72        | 5,08-8,39      | 0,83-8,65   |

Les mensurations de la longueur et de la largeur semblent stables dans tous les cas de figure, que ce soit pendant les années d'étude ou entre les différentes stations de la forêt. Dans les forêts proches du littoral, ces mensurations ne présentent aucune différence significative à El Kala (Longueur  $F=1,75$  et  $p=0,13$  ; Largeur  $F= 2,22$  et  $p= 0,0001$ ) et Séraïdi (Longueur  $F=2,53$  et  $p=0,056$  ; Largeur  $F=1,76$  et  $p=0,05$ ).



Les glands des subéraies de haute montagne (Souk-Ahras), présentent une variabilité remarquable au niveau des mensurations (Longueur  $F=7,85$  et  $p=0,0001$ ) (Largeur  $F=5,59$  et  $p=0,0001$ ). Il semble que cela soit lié aux caractéristiques génétiques des sujets étudiés.

Par contre de grandes variations sont enregistrées au niveau du poids des glands récoltés à El Kala ( $F=24,81$  et  $p=0,0001$ ) et à Souk-Ahras ( $F=7,88$  et  $p=0,0001$ ), et aucune différence à Séraïdi ( $F=1,76$  et  $p=0,154$ ).

Les glands récoltés dans les subéraies de haute montagne à Souk-Ahras semblent évoluer d'une autre manière puisque toutes les mensurations sont significativement différentes.

### **3.3.3 Etat sanitaire des glands**

#### **3.3.3.1 Subéraies d'El Kala**

L'étude des glands fait ressortir que les glands peuvent être sains et ne présentant aucune altération, ils peuvent être aussi attaqués par des larves d'insectes à l'intérieur de l'amande (infestés), enfin ils peuvent aussi présenter des traces de pourriture dû à une attaque de champignons (glands pourris).

Les glands récoltés dans la forêt de Brabtia en 2010, sont endommagés à 40%, les insectes sont responsables de la moitié de l'infestation, l'autre moitié présente une attaque fongique (glands pourris). En 2011, l'infestation des glands se présente beaucoup plus par une attaque fongique (33%).

A El Mellah, le même constat est observé pour les glands récoltés en 2010, le taux d'infesté est de 40%, les insectes sont responsables de plus de 22% de l'infestation totale, le reste est représenté par une attaque fongique (gland pourris). En 2011, l'infestation est plus importante elle représente plus de 80% de la récolte, les champignons sont responsables de 50% de l'attaque et l'atteinte entomologique représente plus de 30%.

A Sanaoubari en 2010, on note 47% de glands endommagés. Les glands attaqués par les carpophages et les glands pourris présentent pratiquement le même taux (24%,23%). (Figure. 39).

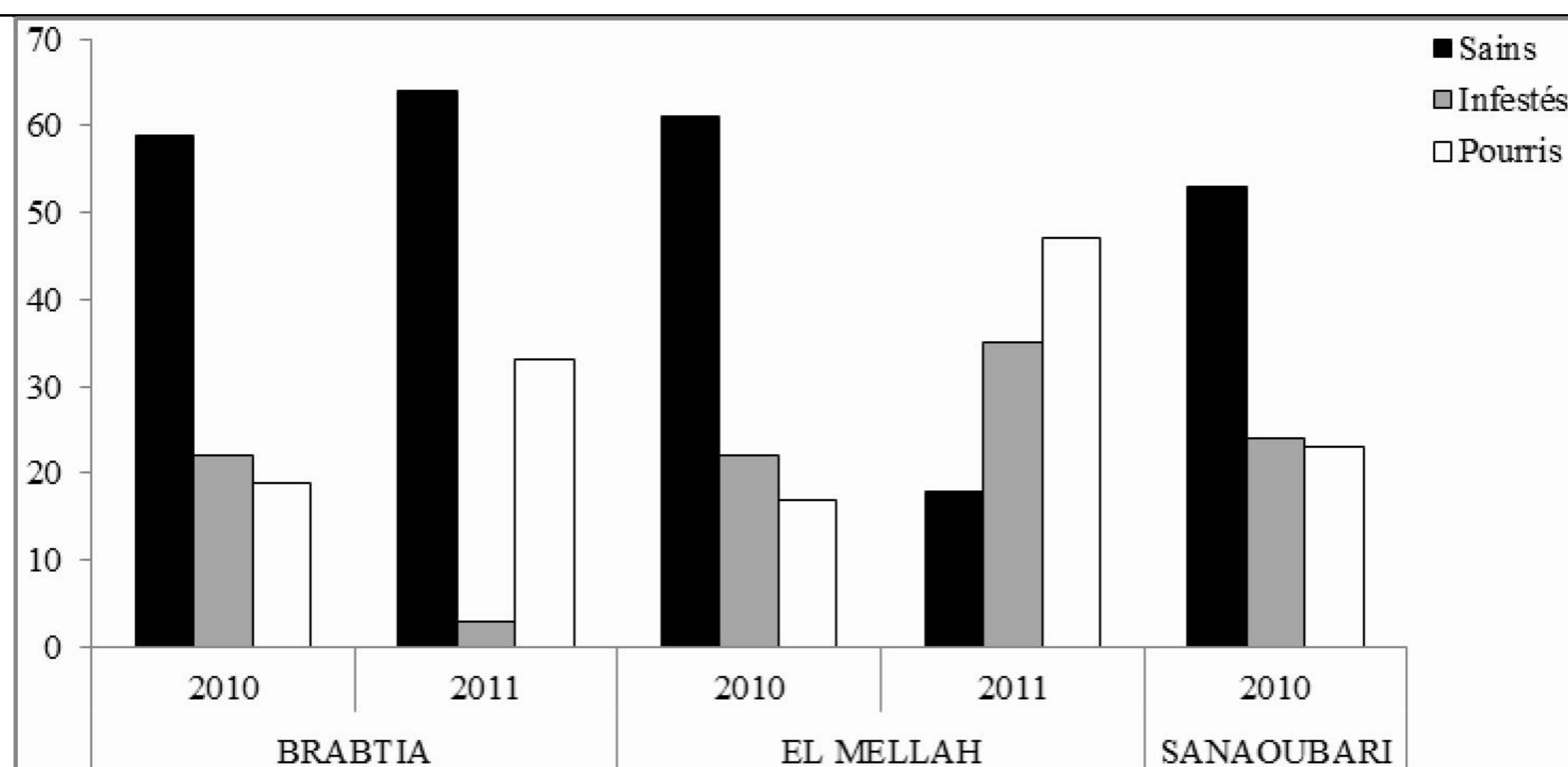


**Figure.39.** Distribution des catégories des glands

### 3.3.3.2 Subéraie de Souk-Ahras

Les résultats obtenus en 2010 à M'Ghassel, dévoilent que le taux de glands sains est de 68%. Les champignons affectent 23% des glands récoltés, alors que l'infestation ne dépasse pas les 9%. En 2011 le taux de glands sains présente une augmentation avec un taux de 75% et on enregistre également une augmentation des glands infestés. Par contre on note une diminution de l'attaque fongique à 11%.

Contrairement à M'Ghassel, à Kef M'kasser, 59% de gland sont sains en 2010 les glands attaquées par les Carpophages sont plus abondant avec un taux avoisinant les 37%, et seulement 4% de l'échantillon et pourris. La saison d'après, l'atteinte des glands diminue à 19% dont 14% présentent des attaques d'insectes et le reste une attaque de champignons (4%).

En 2010, à Gliàa, presque la moitié des glands sont endommagés, et représenté essentiellement par l'attaque des Carpophages avec un taux de 37%, l'attaque fongique est à 12%. Le même constat est enregistré en 2011, dans lequel on note 36% de glands infestés et 12% de glands pourris. (Figure.40).

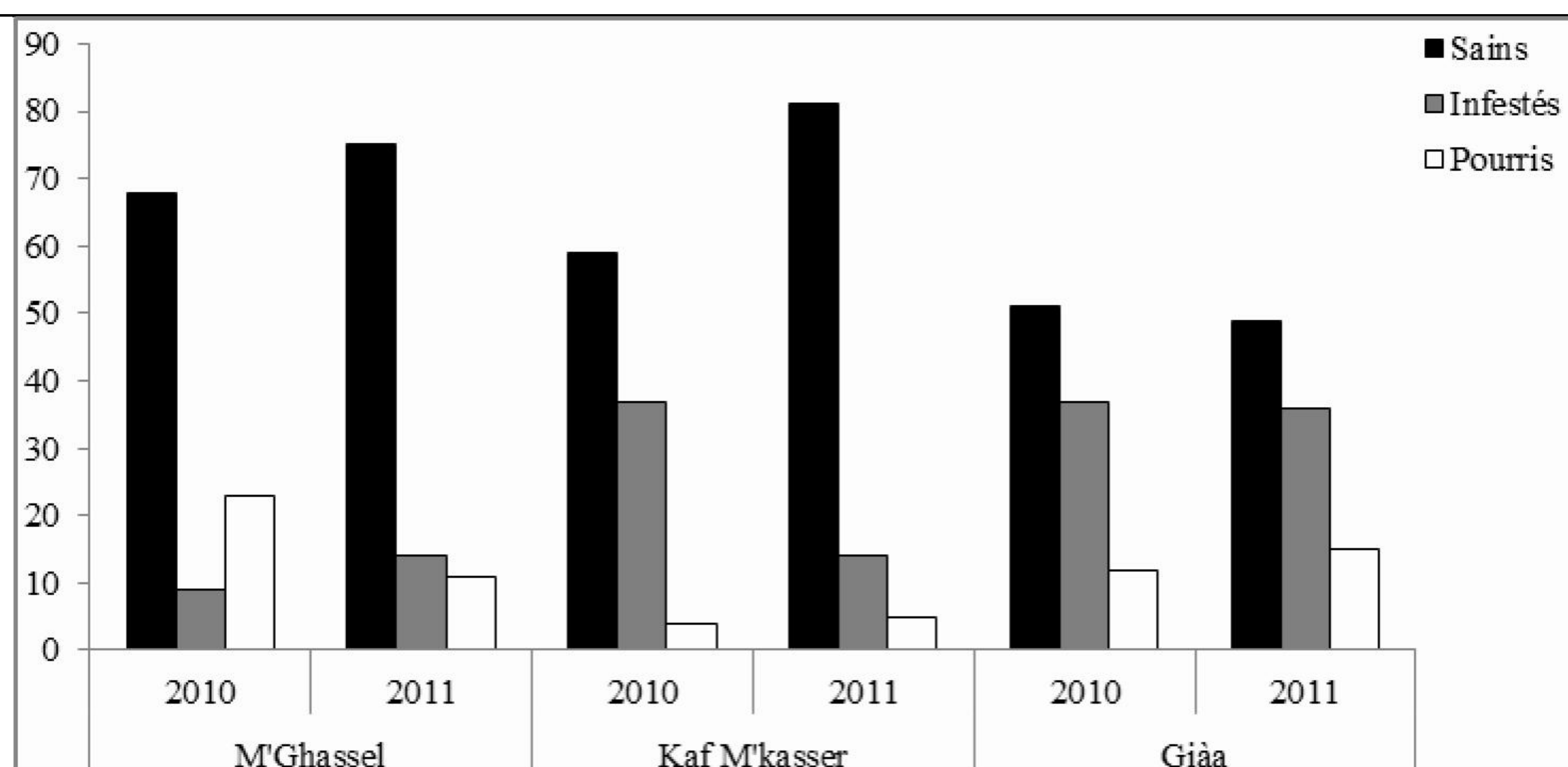


**Figure.40.** Distribution des catégories des glands

### 3.3.3.3 Subéraie de Séraïdi

Les résultats d'infestation obtenus en 2010 à Sidi Temmem montrent que le taux de glands sains est 58% qui augmentent la saison suivante pour atteindre 61%. L'infestation par les insectes est plus abondante avec un taux avoisinant les 34% en 2010, ce pourcentage diminue à 18% en 2011. En fin 8% des glands sont pourris en 2010, ce taux augmente à 21% en 2011.

Les résultats de l'infestation de 2010 pour le site El Berouaga montrent que le taux de glands sains est 55%. Ce taux augmente en 2011 pour atteindre 66%. L'infestation par des insectes est plus abondante pendant les deux années d'étude avec un même taux avoisinant les 32%. Le taux des glands pourris en 2010 est de l'ordre de 13%, tandis que 02% seulement des glands sont pourris l'année suivante. (Figure.41).

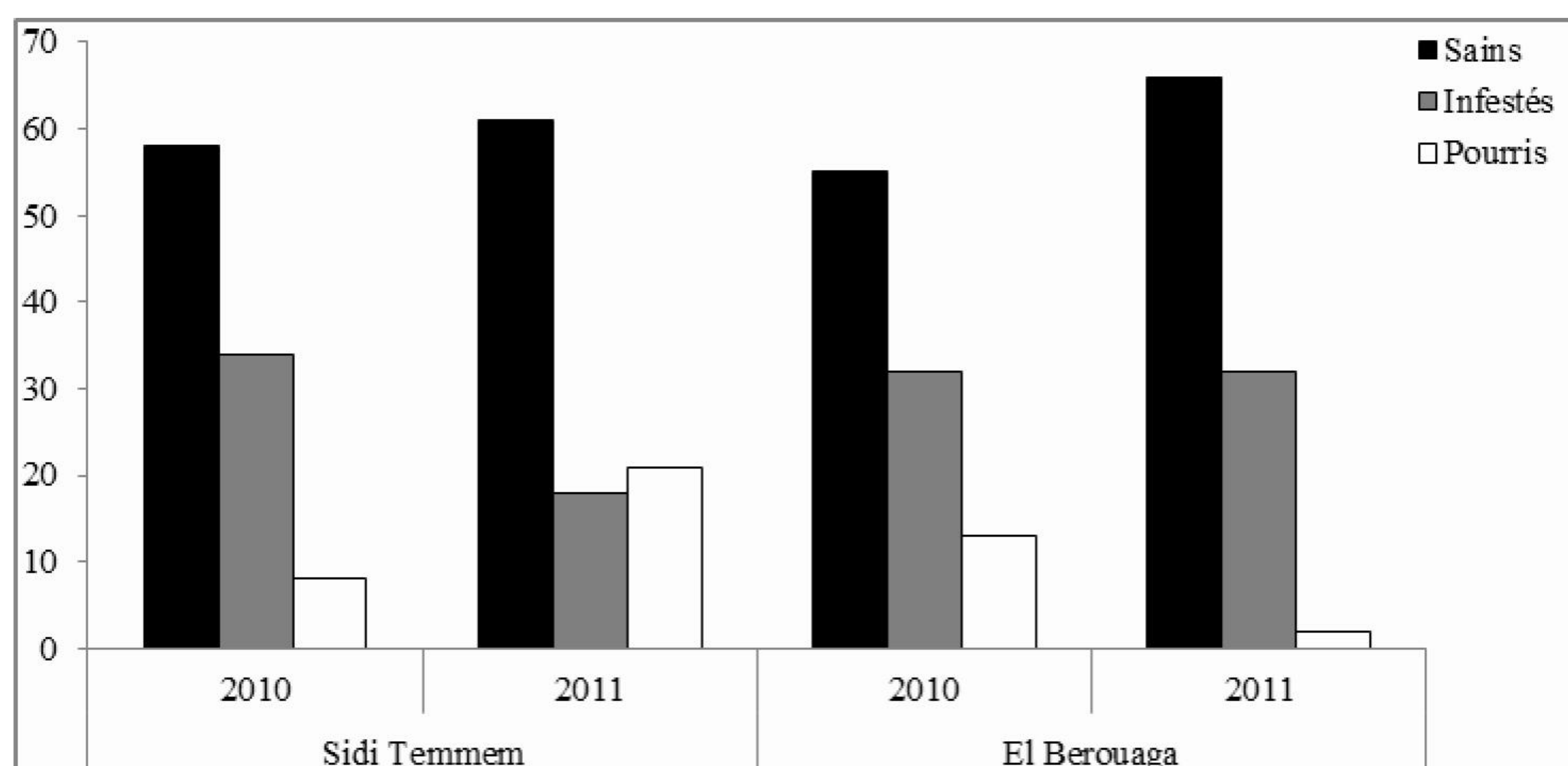


**Figure.41.** Distribution des catégories des glands



**Photo.19.** Glands sains



**Photo.20.** Glands infestés



**Photo.21.** Glands pourris



### 3.3.4 Etude de l'infestation des glands

#### 3.3.4.1 Subéraies d'El Kala

Les glands récoltés dans nos sites d'étude sont attaqués par un nombre de ravageurs qui varie d'un site à un autre. Ces attaques sont représentées par la présence de larves ou par des trous de sortie d'insectes.

A Brabtia, en 2010, la plupart des glands infestés (79%) sont attaquées par les larves de Lépidoptères, 52,5% des glands sont attaquées par les larves de *Cydia fagiglandana*, 26,25% sont attaquées par les larves de *Cydia splendana* et 7,5% sont attaquées par *Pammen faciana*. On enregistre aussi des taux d'attaque des larves de *Curculio sp* (13,75%).

A El Mellah, c'est incontestablement les larves de *Curculio sp* les plus abondants en 2010, puisqu'on enregistre leur présence sur 70% des glands, ce taux diminue la saison suivante et ne dépasse pas 30%. Les larves de *Cydia fagiglandana* représentent 10% de l'infestation des insectes en 2010, une saison après ce taux augmente pour arriver à 30%. Les Larves de *Cydia splendana*, passent de 15% à plus de 30% de l'infestation en deux saisons.

Nous avons enregistré dans les glands étudiés à Sanaoubari, 34,5% de larves de *Cydia fagiglandana*, 31,15% de larves de *Cydia splendana*, 27,85% de larves de *Curculio sp* et 6,5% de larves *Pammen faciana*. (Figure.42).

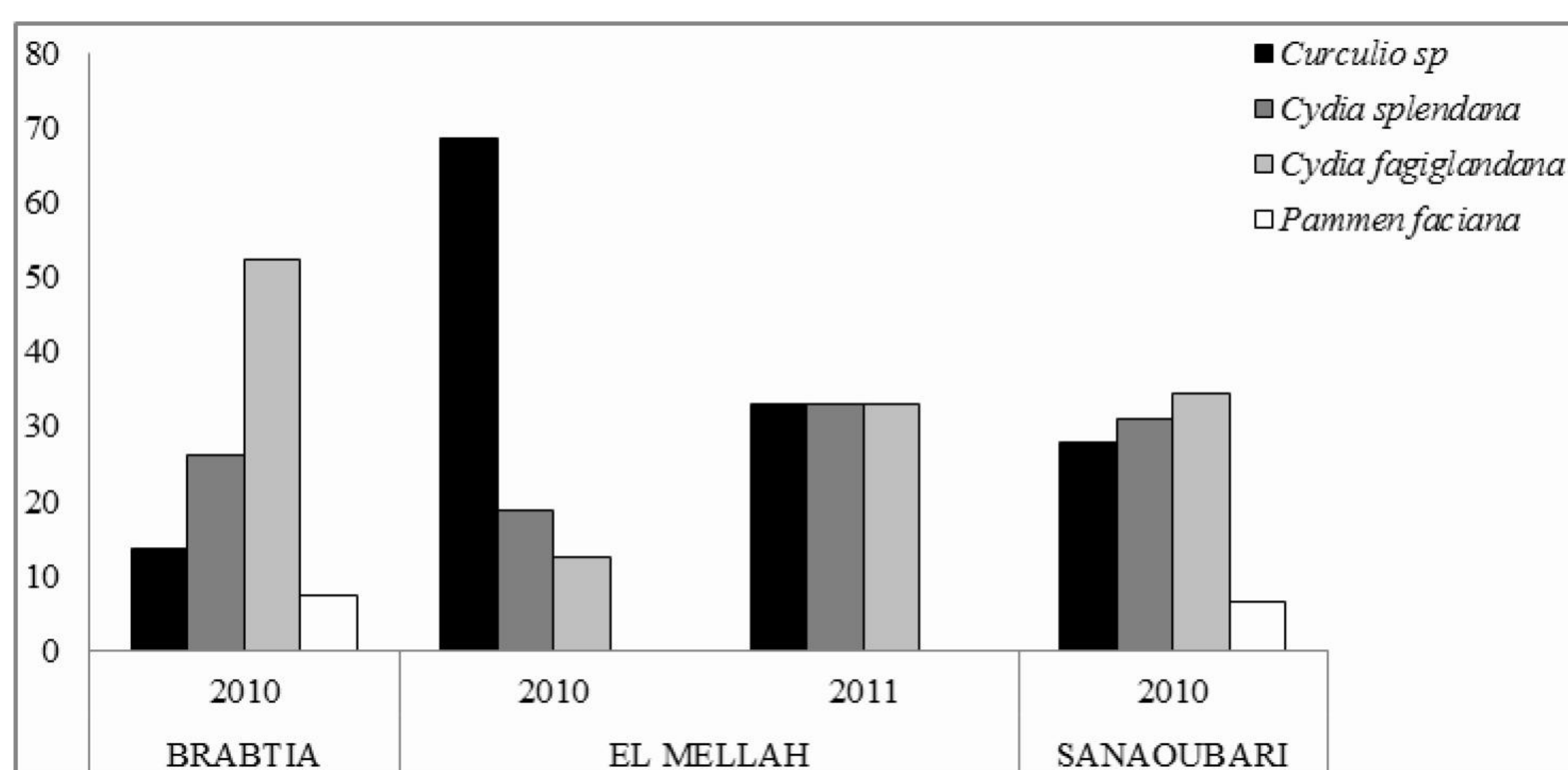


**Figure.42.** Taux d'infestation par espèce.



### 3.3.4.2 Subéraie de Souk-Ahras

Sur les glands infestés récoltés dans chaque site, les attaques les plus fréquents sont celles de *Cydia splendana*, en 2010, elle attaque 79,68% de Gliàa, 70,63% des glands de Kef M'kasser et 60,37% des glands récoltés à M'Ghassel. En 2011, l'espèce reste la plus fréquente, elle est présente sur 52,3% des glands récoltés à M'Ghassel, 64,3% des glands de Kef M'kasser et 77,3% de ceux de Gliàa.

Les larves de *Curculio sp*, en 2010 sont présents avec un taux presque équivalent à M'Ghassel ainsi qu'à Kef M'kasser et varie de 24,52% à 25,39%. A Gliàa, elles touchent 13,28% de la totalité de l'infestation, en 2011 les taux diminuent seulement à Kef M'kasser avec 15,1% et augmentent à M'Ghassel avec 42,8% et à Gliàa avec 16%.

L'attaque de *Cydia fagiglandana* est très rare dans les trois sites, en 2010 on enregistre 5,46% comme valeur maximale de cette attaque dans le site de Gliàa. En 2011 on enregistre une augmentation de l'attaque de la larve à Kef M'kasser avec 20,5%, à Gliàa avec 6,6% et 4,7% à M'Ghassel. (Figure.43).

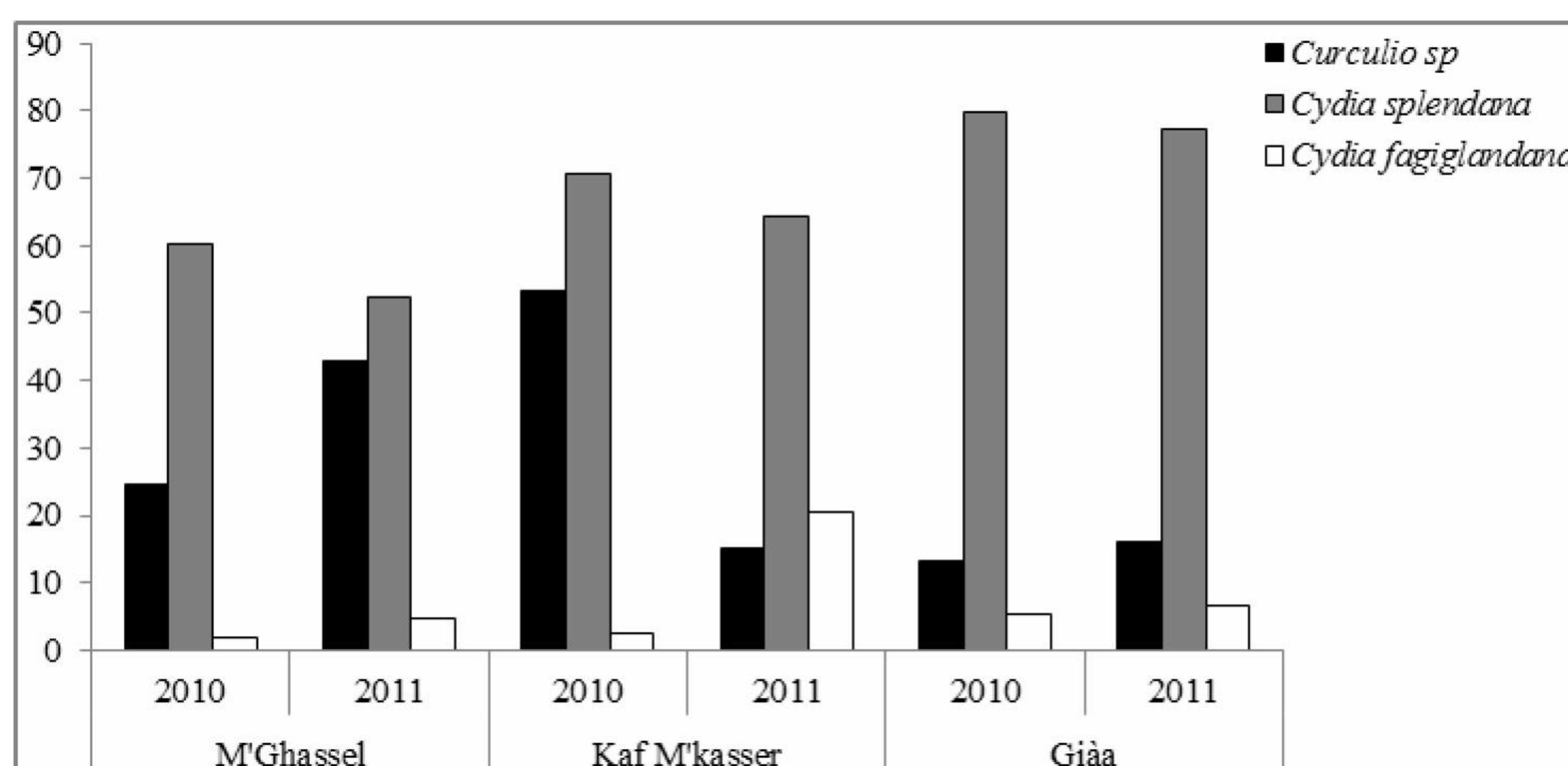


**Figure.43.** Taux d'attaques des glands par les insectes

### 3.3.4.3 Subéraies de Séraïdi

En 2010 nous avons enregistré au niveau du site Sidi Temmem des glands attaqués par des larves d'insectes, cette attaque est représentée par 53,06% de larves de *Cydia splendana*, 34,69% de larves de *Curculio sp*, 10,2% de larves de *Cydia fagiglandana* et seulement 2,04% de larves de *Pammen faciana*. La saison suivante, le même résultat est enregistré, les larves de *Cydia splendana* attaquent le plus les glands, ils représentent un taux de 55,33%. Par contre, on note une légère augmentation de l'attaque des larves de *Curculio sp* à 39,4%



et une diminution de l'attaque de *Cydia fagiglandana* à 0,97%. Enregistre aussi presque le même taux d'attaque des larves de *Pammen faciana* (3,88%).

Concernant El Berouaga, nous avons remarqué que l'attaque est représentée majoritairement par des larves de *Curculio sp* avec un taux de 58,25%. Les larves de *Cydia splendana* présente 33%, larves de *Cydia fagiglandana* avec 7,76% et 0,97% de larves *Pammen faciana*. En 2011, les attaques les plus fréquentes sont celles de *Cydia Splendana* et elles représentent 58,47% des glands récoltés. Les larves de *Curculio sp* sont présentes avec un taux de 39,62%. L'attaque de *Cydia fagiglandana* est très rare dans le site, on a enregistré 1,88%. (Figure.44).

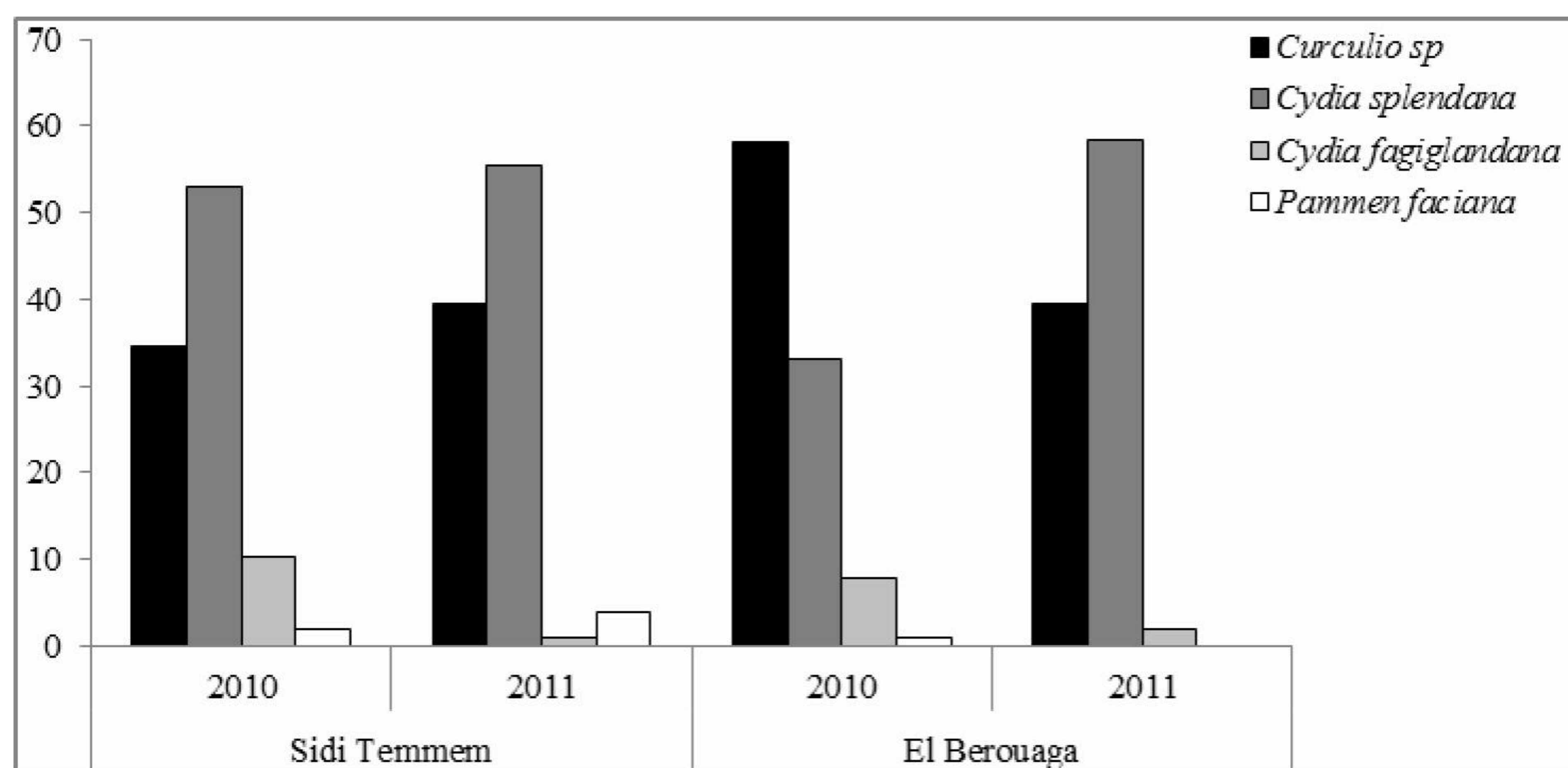


**Figure.44.** Taux d'attaques des glands par les insectes.



**Photo.22.** Larve de *Cydia splendana* (à gauche), adulte (à droite).

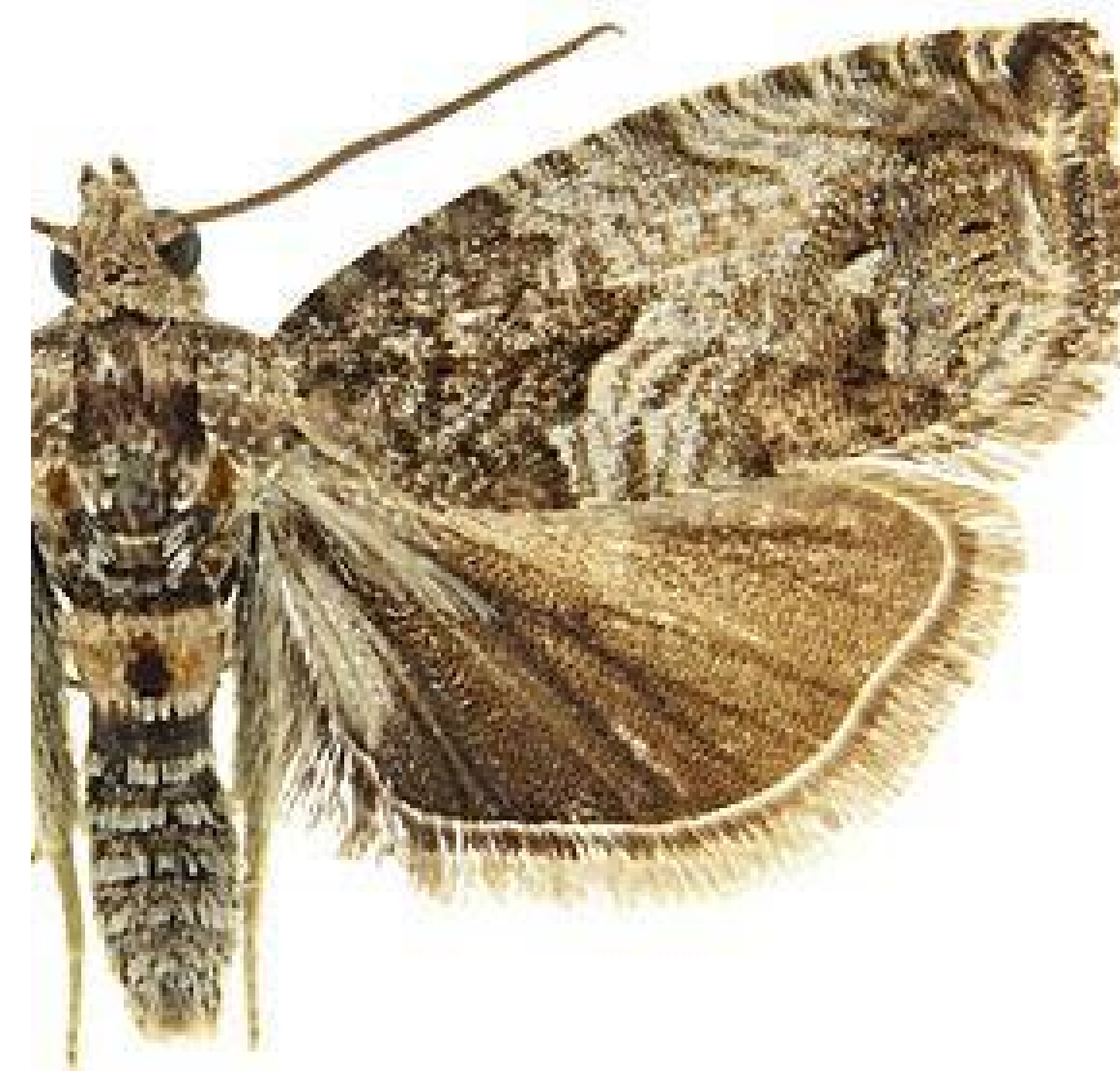


**Photo.23.** Larve de *Cydia fagiglandana* (à gauche), adulte (à droite).



**Photo.24.** Larve de *Curculio* sp    **Photo.25.** Larve de *Pammen faciana*

3.3.5 Traitement des glands

Larves vivantes

Après 3 jours on enregistre un nombre important de larves vivantes dans le lot témoin 03 *Curculio sp*, 02 *Cydia splendana* et 03 *Cydia fagiglandana*. Dans la dose 1 g/l, les glands traités ont donné que 02 larves de *Curculio sp*.

Après 7 jours, on dénombre dans les glands témoins, 05 larves de *Cydia fagiglandana*, 02 larves de *Cydia splendana* et 03 larves de *Curculio sp*. Les glands traités à 1g/l et deux larves de *Curculio sp*.

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

Larves mortes

Après 3 jours de traitement, les glands témoins ont donné une seul larve morte de *Curculio sp*, les glands traités à 1g/l ont donné une larve de *Curculio sp* et une larve de *Cydia splendana*.

Après 7 jours de traitement on enregistre dans le lot des glands témoins une larve morte de *Cydia fagiglandana*, dans le lot traité à 1g/l on enregistre 5 larves de *Cydia fagiglandana*.

Après 10 jours aucune larve morte n’a été trouvée dans tous les lots. (Tableau. 47).

Tableau.47 : Nombre des larves mortes et vivantes pendant la période de traitement.

|                |         | Larves vivantes                                                                  | Larves mortes                                |
|----------------|---------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Après 3 jours  | Témoins | 3 <i>Curculio sp</i><br>2 <i>Cydia splendana</i><br>3 <i>Cydia fagiglandana</i>  | 01 <i>Curculio sp</i>                        |
|                | 1g/L    | 2 <i>Curculio sp</i>                                                             | <i>Cydia splendana</i><br><i>Curculio sp</i> |
| Après 7 jours  | Témoins | 2 <i>Cydia splendana</i><br>5 <i>Cydia fagiglandana</i><br>03 <i>Curculio sp</i> | <i>Cydia fagiglandana</i>                    |
|                | 1g/L    | 02 <i>Curculio sp</i>                                                            | 5 <i>Cydia fagiglandana</i>                  |
| Après 10 jours | Témoins | /                                                                                | /                                            |
|                | 1g/L    | /                                                                                | /                                            |



### 3.3.6 Effet du Spinosad sur la germination des glands traités

Dès la première semaine de germination des glands, le taux enregistré atteint 40% dans le lot témoin, les glands traités germent à 70%. Au bout de la deuxième semaine les deux lots atteignent déjà un taux de 90%. Ces taux de germination varient très peu pendant les deux dernières semaines de l'expérimentation. (Figure. 45).

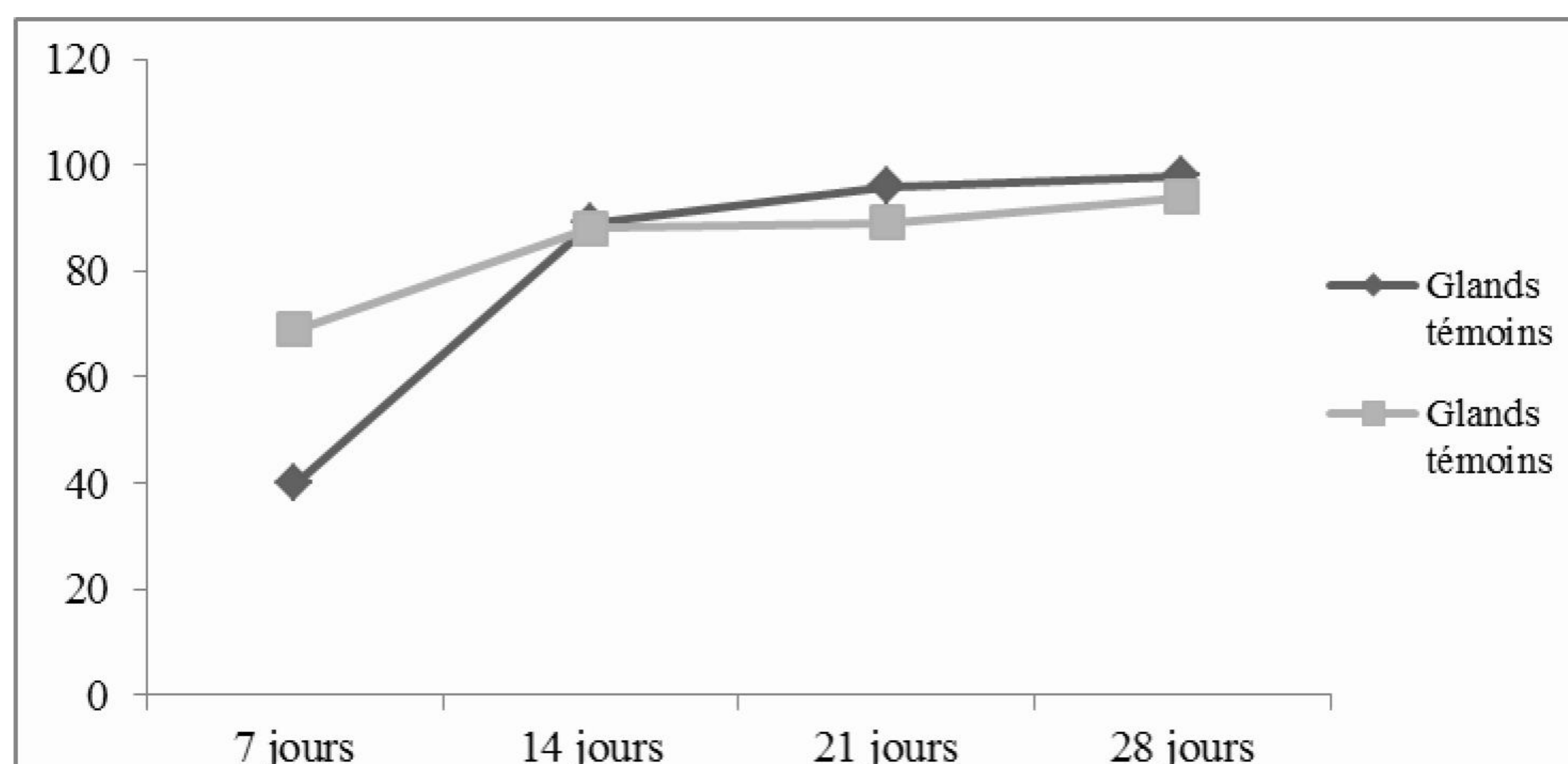


**Figure.45.** Taux de germination des glands.

### 3.3.7 Le développement et la croissance des plantules issues des glands

#### *Croissance des tiges*

Les glands entament leur croissance dès la première semaine, on note alors une longueur moyenne des tiges de  $4,42 \pm 2,13$  cm pour les glands témoins et une longueur moyenne de  $2,06 \pm 0,81$  cm pour les glands traités. Les glands montrent un rythme de croissance plus ou moins rapide pour arriver à une longueur moyenne de  $19,9 \pm 4,04$  cm pour les tiges issues des glands témoins et une longueur moyenne de  $20,46 \pm 5,97$  cm pour les tiges issues des glands traités à la fin de la période de développement. (14<sup>ème</sup> semaine). (Figure. 46)

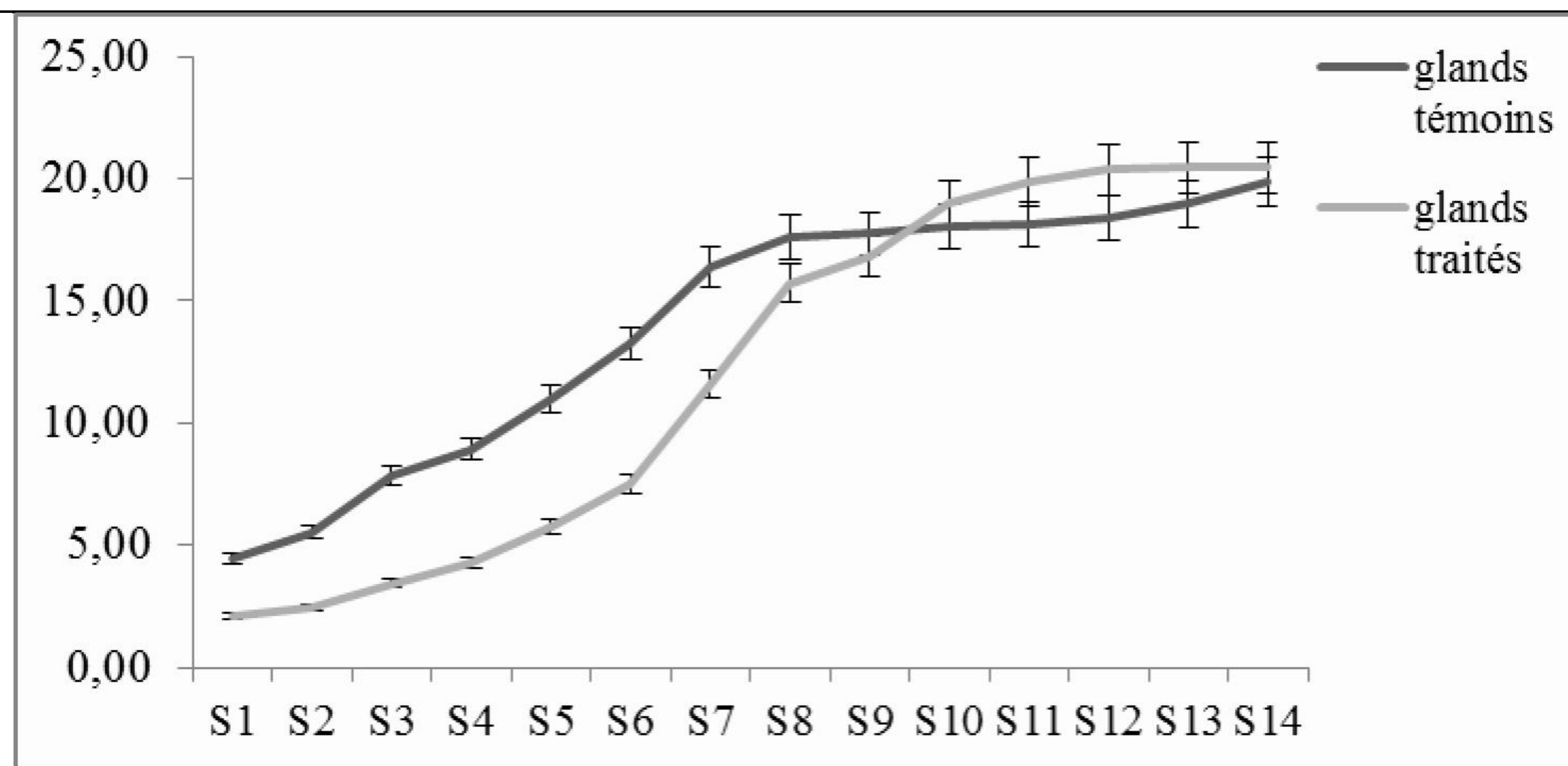


**Figure.46.** Evolution de la hauteur moyenne des tiges des plantules (S : semaine).

### *Evolution du nombre des feuilles*

La feuillaison des plantules issues des glands commence dès la première semaine. Les feuilles produites par les semis à la fin du test (14<sup>ème</sup> semaine) sont en moyenne de  $13 \pm 2$  feuilles, donc il n'y a pas une différence entre les plantules issues des glands témoins et celles issues des glands traités. (Figure. 47).

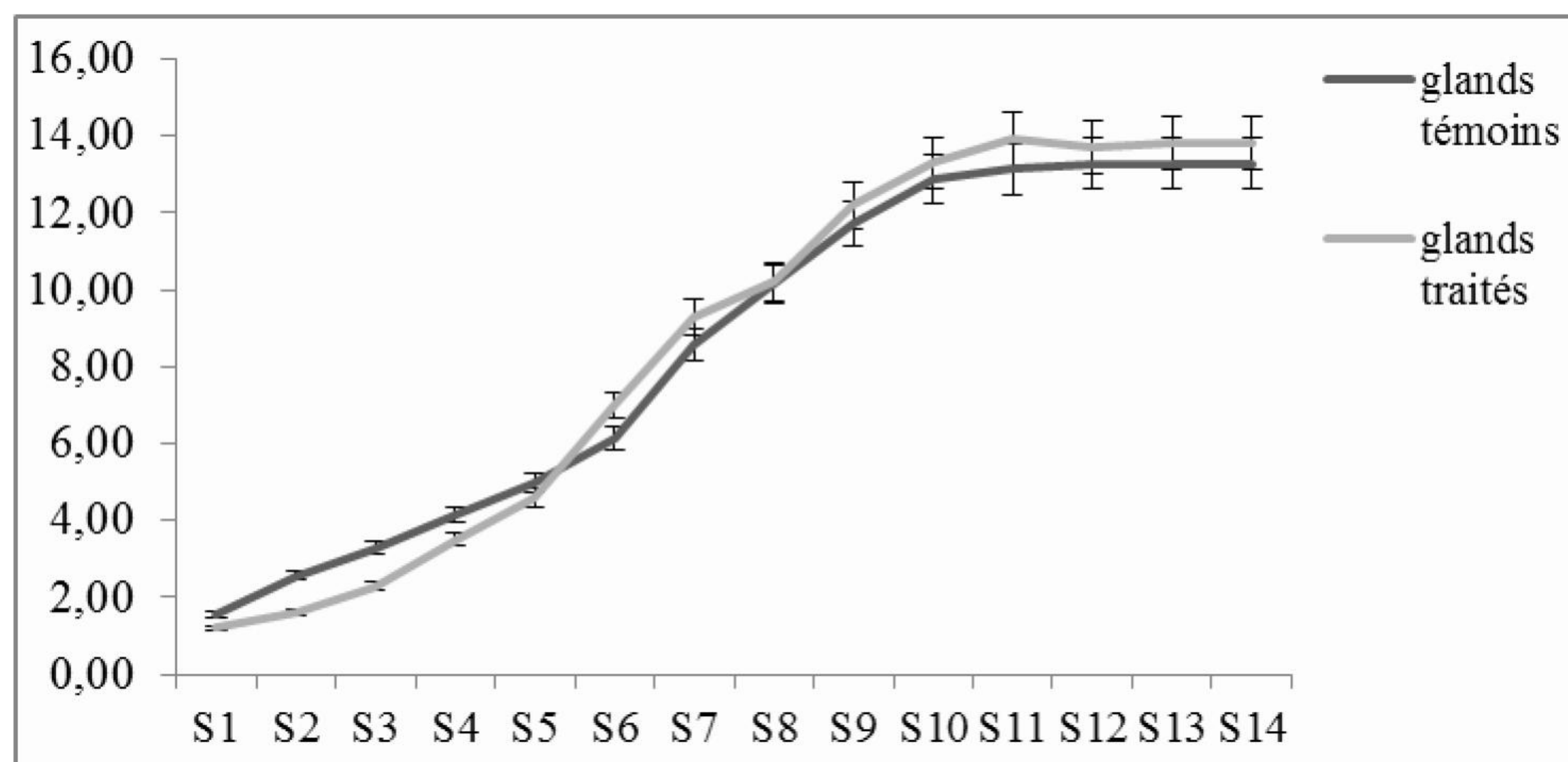


**Figure.47.** Evolution du nombre de feuilles des plantules. (S : semaine).

### *Longueur de la plus grande feuille*

La longueur des feuilles des plantules témoins augmente tout au long des 8 premières semaines et atteint une moyenne de  $4,16 \pm 0,31$  cm, on note en suite une stabilisation à une longueur moyenne de  $4,66 \pm 0,42$  cm la 14<sup>ème</sup> semaine. On ce qui concerne les feuilles des plantules traités, dès la 8<sup>ème</sup> semaine on atteint déjà une longueur moyenne de  $4,79 \pm 0,94$  cm. (Figure. 48).

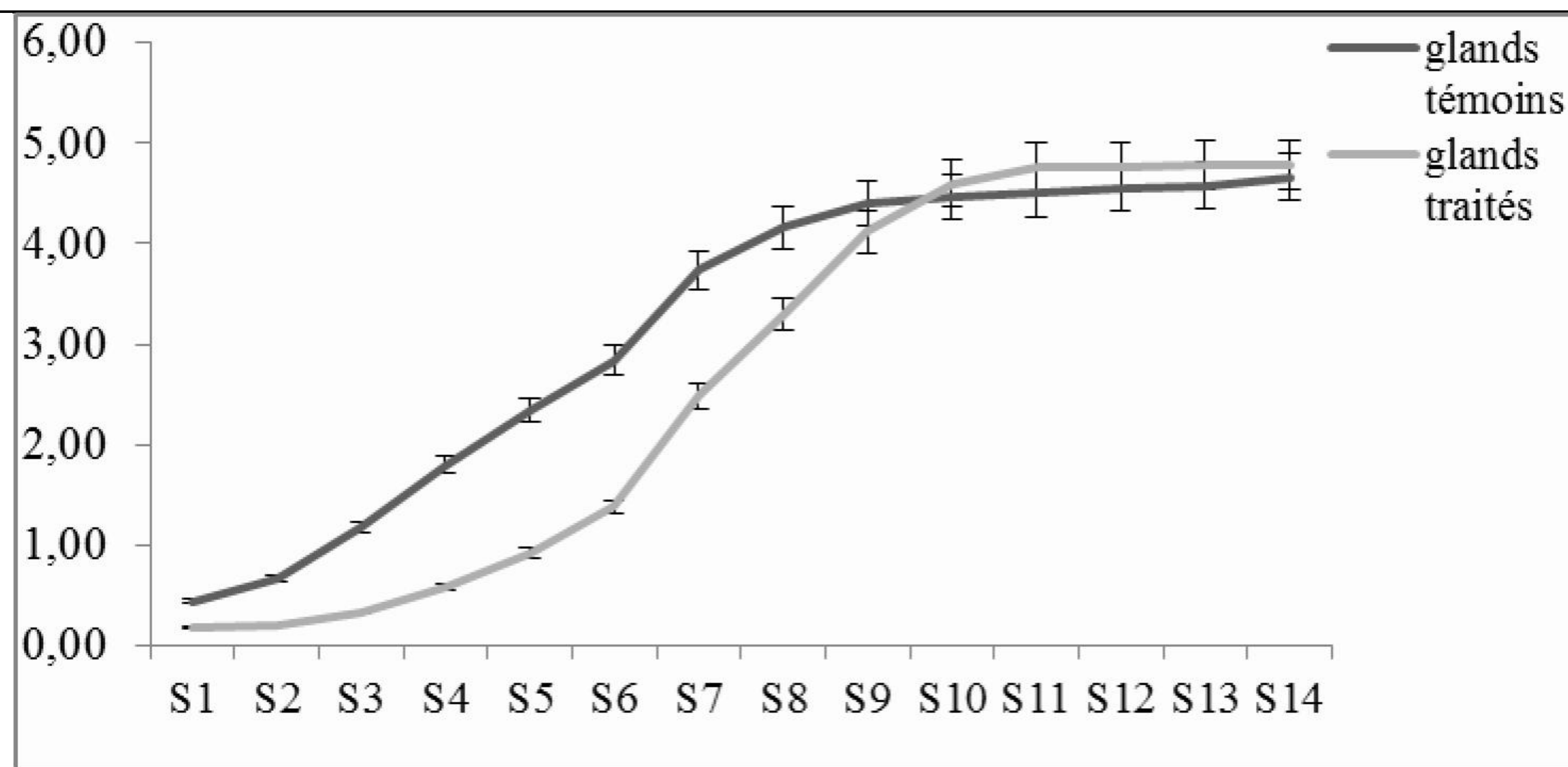


**Figure.48.** Taille de la plus grande feuille des plantules issues des glands témoins et traités.



### 3.4 Inventaire de la faune entomologique du chêne-liège

Dans les subéraies, comme tout autre écosystème forestier, vit une entomofaune diversifiée tant sur le plan systématique, sur le plan régime alimentaire et importance économique. Son action négative sur les arbres en particulier passe inévitablement par son inventaire et le mode de son régime alimentaire.

Cet inventaire, purement indicatif, ne donne qu'une première liste bien incomplète de l'entomofaune des subéraies du Parc National d'El Kala, qui est certainement d'une grande richesse, et ce en raison de la courte durée d'étude.

#### 3.4.1 Répartition des espèces recensées selon leur Ordre systématique

Les insectes inventoriés totalisent pour l'instant une liste de 110 espèces. Ces derniers sont répartis entre 10 ordres systématiques.

La figure ci-dessous, met en évidence l'importance des différents ordres. Les plus représentatifs sont les Coléoptères en premier avec 22 familles soit un taux de 53,65%, ensuite vient en deuxième position l'ordre des Lépidoptères avec 6 familles ce qui représente un taux de 14,63%. Le troisième rang est occupé par les Hémiptères avec 3 familles soit un pourcentage de 7,31%. Le reste de l'entomofaune est reparti entre 7 ordres contenant entre 2 familles comme dans le cas des Hyménoptères et des Dictyoptères et une famille en l'occurrence les Diptères, Hétéroptères, Odonates, Orthoptères et les Isoptères. (Figure. 49).

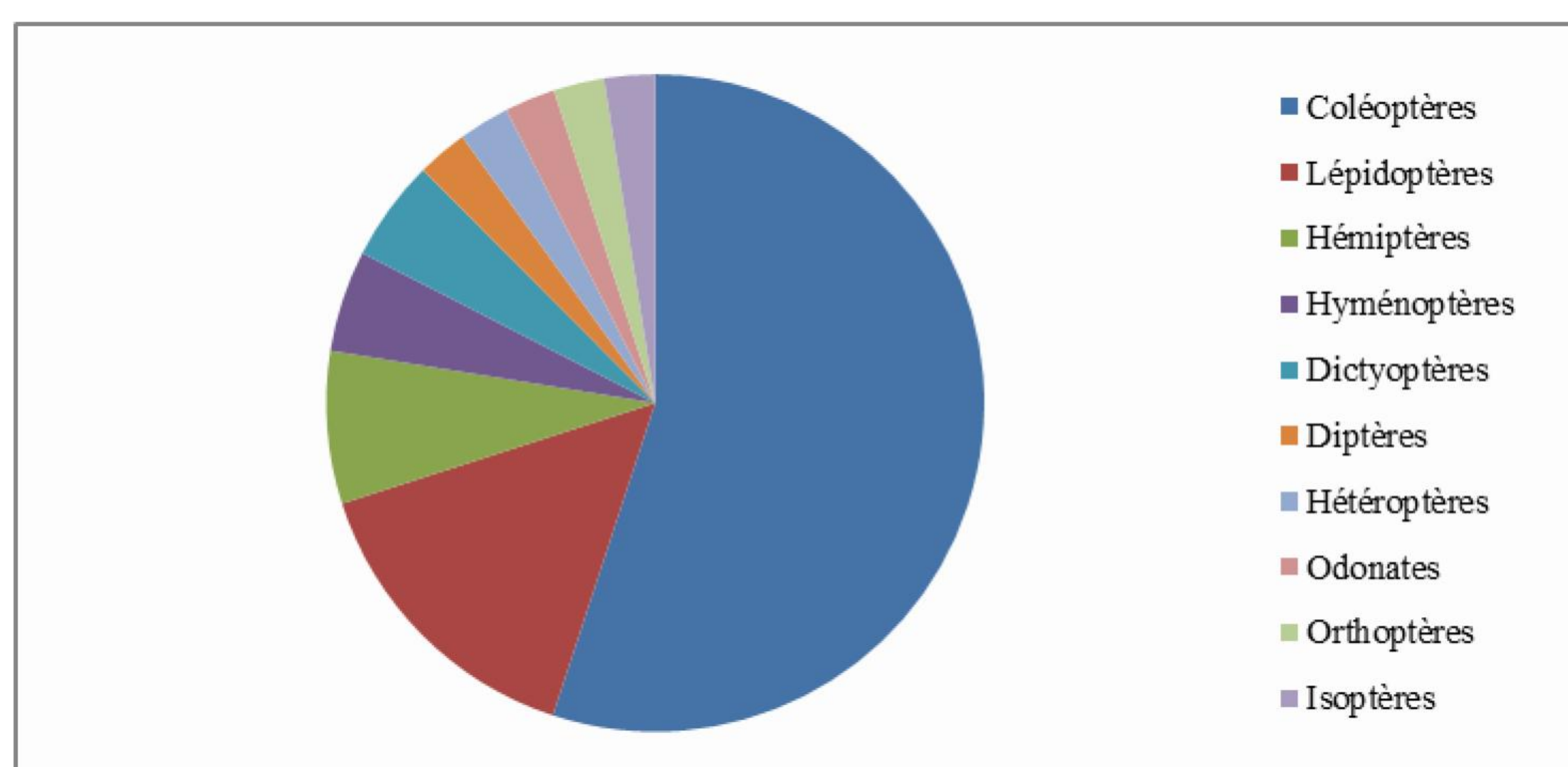


**Figure.49.** Répartition des insectes capturés par ordre systématique.



---

### 3.4.2 Ordre des Coléoptères

L'ordre des Coléoptères est le plus représenté dans notre inventaire avec 68 espèces. Celles-ci sont réparties entre 10 familles.

On remarque que la famille des Scarabidae est la plus riche avec 15 espèces. En second rang, on trouve la famille des Tenebrionidae avec 9 espèces. La troisième position, avec 8 espèces est occupée par la famille des Chrysomelidae. Les Cetonidae et les Curculionidae viennent en quatrième rang avec 5 espèces chacune. On note la présence des Cantharidae et des Lucanidae avec 3 espèces et la présence des Oedemeridae, des Coccinellidae et des Cerambycidae avec 2 espèces. Les familles restantes (Aphodiidae, Elateridae, Histeridae, Meloidae, Buprestidae, Staphylinidae, Geotrupidae, Cleridae, Ptinidae et Dytiscidae) comptent chacune 1 espèce. (Tableau. 48).

#### **Scarabeidae**

Les Scarabeidae ont une morphologie très homogène. Ceci est valable pour les adultes comme pour les larves. Les espèces appartenant à cette famille ont un régime très varié (Balachowsky, 1962). Les larves (vers blancs) de plusieurs Scarabeidae se développent dans le bois pourri de vieux Chênes blessés, voire morts, dans les souches, ainsi que dans le terreau qui se forme dans leur creux (Villemant & Faraval, 1991).

Les Scarabeidae inventoriés sont regroupés en 12 genres dont le genre *Protaetia* qui compte 3 espèces (*P.morio*, *P. oblonga* et *P. opaca*) et le genre *Onthophagus* qui compte 2 espèces à savoir *Onthophagus amyntas* et *Onthophagus sp.* Les autres genres sont représentés par une seule espèce (*Anoxia villosa*, *Aphodius erraticus*, *Bubas bubalus*, *Euoniticellus fulvus*, *Gymnopleurus geoffroyi*, *Oryctes nasicornis*, *Oxythyrea funesta*, *Scarbaeus sacer*, *Sisyphus schaefferi* et *Tropinota hirta*).

#### **Carabidae**

La famille des Carabidae comptent près de 25.000 espèces décrites et répandues sur tout le globe. Ces insectes sont de couleur noire ou brune, quelques fois métallique. Les espèces faisant partie de ce groupe vivent principalement au niveau du sol et sont très reconnaissables par leur couleur et leur forme caractéristique (Auber, 1971). Le corselet est plus large que la tête et les antennes sont filiformes.



Nous avons dénombré 10 espèces de différents genres *Siagona sp*, *Diachromus germanus*, *Cymindis melanocephala*, *Synuchus vivalis*, *Bembidion lampros*, *Aptinus alpinus*, *Carabus sp*, *Cicindela flexuosa*, *Nebria andalusia* et *Pterostichus oblongopunctatus*.

### ***Tenebrionidae***

Les espèces d'insectes appartenant à ce groupe ont un régime alimentaire saprophage, ce sont des rongeurs de débris organiques, aussi bien à l'état adulte qu'à l'état larvaire. Certains groupes sont des prédateurs de farine d'autres sont corticoles (Benabbas, 1997). Nous avons recensé 9 espèces, *Scaurus striatus*, *Philan gibbus*, *Asida sp*, *Eledara agricola*, *Lagria atripes*, *Pimelia bipunctata*, *Biophanes sp*, *Machlasida sp* et *Opatrum sp*.

### ***Chrysomelidae***

La grande famille des chrysomèles ou Chrysomelidae rassemble environ 37 000 espèces herbivores réparties dans le monde entier. Presque chaque espèce est oligophage et se nourrit donc exclusivement sur des plantes appartenant à la même famille, voire au même genre (Jolivet, 1995). Elles sont souvent brillamment colorées (l'étymologie grecque du mot chrysomèle signifie coléoptère doré) et ce caractère distinctif est un signal d'avertissement de leur toxicité (Pasteels, 1988). On rencontre durant notre étude 8 espèces, *Chrysolia sp*, *Lachnais tristigma*, *Oulema melanopus*, *Dicladispa testacea*, *Plagiolera versicolor*, *Labidostomis taxicornis*, *melasoma populi* et un grand nombre de l'espèce *Luperus nigripes*.

### ***Curculionidae***

La famille des Curculionidae constitue numériquement l'une des familles les plus importantes de l'ordre des Coléoptères. Plus de 60.000 espèces ont été décrites (Balachowsky, 1963). Les insectes adultes mesurent de 1,5 à 20 mm de long et ont la tête prolongée par un rostre muni de pièces buccales puissantes. Les antennes ont une forme caractéristique, coudée à angle droit, avec un premier article, le scape, très long. Les larves sont blanchâtres, apodes et de forme généralement incurvée. Cinq espèces identifiées dans nos sites d'étude, deux d'entre elles appartiennent au même genre *Brachysomus* (*B.echimatus* et *B.muricatus*) et les autres sont *Mecinus janthinus*, *Donus salivae* et *Rhabdorrhynchus cynoglossi*.

### ***Cantharidae***

Ce sont des coléoptères vivement appréciés par les jardiniers comme agents de lutte biologique contre un certain nombre d'insectes ravageurs. Les larves ont tendance à être brun



foncé ou gris, mince et ressemblant à un ver avec une apparence ridée prononcée en raison de la segmentation. Elles consomment des œufs de sauterelles, les pucerons, les chenilles et autres insectes à corps mou dont la plupart sont des parasites. Les adultes sont des prédateurs particulièrement importants de pucerons. Ils complètent leur alimentation avec du nectar et du pollen et sont peut-être des pollinisateurs mineurs. On a récolté trois espèces : *Rhagoxycha lignosa*, *Cantharis lateralis* et *Malthodes rubricollis*.

### ***Lucanidae***

Les Lucanides sont des mangeurs de bois plus au moins décomposé. Leurs larves sont des vers blancs qui diffèrent de ceux des Scarabeidae par divers caractères dont certains peuvent être considérés comme des adaptations à la vie dans le bois (Villemant et faraval, 1991), nous avons récoltés et identifiés trois espèces : *Sinodendron cylindricum*, *Dorcus parallelipedus* et *Dorcus musimon*.

### ***Coccinellidae***

La famille des *Coccinellidae* a été établie par Pierre André Latreille (1762-1833), en 1807. La plupart des coccinelles sont de petite taille, de 0,1 mm à 1,5 cm. De forme arrondie, et aux pattes courtes, elles sont marquées de taches, ou de points noirs. Elles présentent des couleurs diverses, aux motifs variés, et parfois, sont recouvertes d'une couche de petits poils. Les espèces sont souvent nommées d'après le nombre de leurs points. Sous les élytres se trouvent les ailes, d'un noir transparent, presque deux fois plus longues. Le coléoptère ne peut les ramener à lui, que plissées en longueur et pliées en travers, il lui faut quelques secondes pour les déployer. L'espèce la plus connue est celle qu'on a récoltée, *Coccinella septempunctata*, est rouge et possède sept points noirs sur les élytres. On a récolté également l'espèce *Adalia deceptata*.

### ***Geotrupidae***

Ces insectes observés tantôt seuls, tantôt en groupes de plus d'une dizaine d'individus, jouent un rôle majeur dans le recyclage des excréments, et pour certaines espèces des cadavres d'invertébrés, y compris d'individus de leur propre espèce. On les voit parfois boire la sève d'arbres coupés, ou mourir par dizaines dans un fond de cannette de bière abandonnée en forêt; Ils rassemblent des excréments dans des galeries souterraines, qui serviront de nourriture à leurs larves. Ce faisant, ils contribuent au microdrainage et à l'aération des sols,

mais surtout à leur enrichissement. Nous avons récolté une seule espèce de cette famille : *Trypocopris vernalis*.

Tableau. 48 : Répartition des insectes de l’ordre des Coléoptères.

| Famille       | Genre et espèce                      | Famille       | Genre et espèce                  |
|---------------|--------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Scarabidae    | <i>Tropinota hirta</i>               | Meloidae      | <i>Mylabris variabilis</i>       |
|               | <i>Aphodius erraticus</i>            | Elatridae     | <i>Ampedus nigerrimus</i>        |
|               | <i>Oxythyrea funesta</i>             | Cerambycidae  | <i>Ergates faber</i>             |
|               | <i>Protaetia morio</i>               |               | <i>Aegomorphus clavipes</i>      |
|               | <i>Protaetia oblonga</i>             | Cleridae      | <i>En cours d’identification</i> |
|               | <i>Protaetia opaca</i>               | Coccinellidae | <i>Coccinella septempunctata</i> |
|               | <i>Oryctes nasicornis</i>            |               | <i>Adalia decempunctata</i>      |
|               | <i>Scarbaeus sacer</i>               | Chrysomelidae | <i>Chrysomela populi</i>         |
|               | <i>Gymnopleurus geoffroyi</i>        |               | <i>Lachnais tristigma</i>        |
|               | <i>Sisyphus schaefferi</i>           |               | <i>Luperus nigripes</i>          |
|               | <i>Anoxia villosa</i>                |               | <i>Dicladispa testacea</i>       |
|               | <i>Bubas bubalus</i>                 |               | <i>Plagivolera versicolor</i>    |
|               | <i>Onthophagus amyntas</i>           |               | <i>Labidostomis taxicornis</i>   |
|               | <i>Onthophagus sp</i>                |               | <i>Melasoma populi</i>           |
|               | <i>Euoniticellus fulvus</i>          |               | <i>Oulema melanopus</i>          |
| Geotrupidae   | <i>Trypocopris vernalis</i>          | Staphylinidae | <i>Ocypus sp</i>                 |
| Lucanidae     | <i>Dorcus parallelipipedus</i>       | Histeridae    | <i>Hister sp</i>                 |
|               | <i>Dorcus musimon</i>                | Cantharidae   | <i>Rhagonycha lignosa</i>        |
|               | <i>Sinodendron cylindricum</i>       |               | <i>Cantharis lateralis</i>       |
| Carabidae     | <i>Nebria andalusia</i>              |               | <i>Malthodes rubricollis</i>     |
|               | <i>Carabus sp</i>                    | Oedemeridae   | <i>Oedemera femorata</i>         |
|               | <i>Siagona sp</i>                    |               | <i>Oedemera lurida</i>           |
|               | <i>Diachromus germanus</i>           | Buprestidae   | <i>Capnodis tenebrionis</i>      |
|               | <i>Cymindis melanocephala</i>        | Aphodiidae    | <i>En cours d’identification</i> |
|               | <i>Synuchus vivalis</i>              | Ptinidae      | <i>En cours d’identification</i> |
|               | <i>Bembidion lampros</i>             | Tenebrionidae | <i>Opatrum sp</i>                |
|               | <i>Aptinus alpinus</i>               |               | <i>Scaurus striatus</i>          |
|               | <i>Cicindela flexuosa</i>            |               | <i>Philan gibbus</i>             |
|               | <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> |               | <i>Asida sp</i>                  |
| Curculionidae | <i>Brachycerus muricatus</i>         |               | <i>Eledona Agricola</i>          |
|               | <i>Brachysomus echimatus</i>         |               | <i>Lagria atripes</i>            |
|               | <i>Donus saliva</i>                  |               | <i>Machlasida sp</i>             |
|               | <i>Mecinus janthinus</i>             |               | <i>Pimelia bipunctata</i>        |
|               | <i>Rhabdorrhynchus cynoglossi</i>    |               | <i>Biophanes sp</i>              |



## Carabidae



**Photo. 26.** *Carabus sp*



**Photo. 27.** *Nebria andalusia*

## Scarabidae



**Photo. 28.** *Tropinota hirta*



**Photo.29.** *Aphodius erraticus*



**Photo. 30.** *Sisyphus schaefferi*



**Photo. 31.** *Anoxia villosa*



**Photo. 32.** *Oryctes nasicornis*



***Curculionidae***



**Photo. 33.** *Brachycerus muricatus*

***Tenebrionidae***

**Photo. 34.** *Opatrum sp*

***Histeridae***



**Photo. 35.** *Hister sp*

***Chrysomelidae***



**Photo. 36.** *Chrysolia sp*

***Coccinellidae***



**Photo. 37.** *Coccinella septempunctata*

***Staphylinidae***



**Photo. 38.** *Ocypus ophtalmicus*

***Geotrupidae***



**Photo. 39.** *Trypocopris vernalis*

3.4.3 Ordre des Lépidoptères

Les espèces appartenant à l’ordre des Lépidoptères sont réparties entre 6 familles. La famille des Geométridae est la plus représentée avec 5 espèces à savoir *Biston Betularis*, *Orgyia antiqua* *Arctia caja*, *Zygaena filipendulae* et *Yponomeuta sp.* La famille des Tortricidae occupe la seconde position avec 3 espèces qui sont *Tortrix viridana*, *Cydia fagiglandana* et *Cydia triangulella*. La famille des Pieridae, des Lycaenidae et des Nymphalidae sont présentes avec deux espèces chacune. En fin vient la famille des Hesperiidae avec une seule espèce. (Tableau. 49).

Tortricidae

Les Tortricidae forment une famille qui regroupe des microlépidoptères (en général moins d'un cm) dont les chenilles sont phytophages. Leur nom vient du fait que nombre de leurs chenilles ont l'habitude d'enrouler ou de tordre, à l'aide de fils de soie, les feuilles des plantes dont elles se nourrissent. Nombre d'entre elles sont considérées comme ravageurs des cultures (Diakonoff, 1971).

Tableau.49 : Répartition des insectes de l’ordre des Lépidoptères

| Famille     | Genre et espèce             | Famille     | Genre et espèce              |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------------------------|
| Tortricidae | <i>Tortrix viridana</i>     | Pieridae    | <i>Pieris rapae</i>          |
|             | <i>Cydia fagiglandana</i>   |             | <i>Anthocharis belia</i>     |
|             | <i>Cydia triangulella</i>   | Lycaenidae  | <i>Polymmatous icarnus</i>   |
| Geométridae | <i>Biston Betularis</i>     |             | <i>Leptotes pinthous</i>     |
|             | <i>Orgiya antiqua</i>       | Nymphalidae | <i>Cynthia cardui</i>        |
|             | <i>Arcia caja</i>           |             | <i>Coenonympha pamphilus</i> |
|             | <i>Zygaena filipendulae</i> | Hesperiidae | <i>Gegenes pumilio</i>       |
|             | <i>Yponomeuta sp</i>        |             |                              |

3.4.4 Ordre des Hémiptères

L’ordre des Hémiptères comporte trois familles à savoir les Pentatomidae qui comptent trois espèces (*Piezodorus litturatus*, *Nezara viridula* et *Dryocoris vernalis*), les Rhopalidae et les Miridae comprenant chacune une espèce, qui sont respectivement *Corizus hyocyami* et *Dichrooscytus rufipennis*. (Tableau. 50).

**Tableau.50 :** Répartition des insectes de l’ordre des Hémiptères

| Famille      | Genre et espèce                 |
|--------------|---------------------------------|
| Pentatomidae | <i>Piezodorus litturatus</i>    |
|              | <i>Nezara viridula</i>          |
|              | <i>Dryocoris vernalis</i>       |
| Rhopalidae   | <i>Corizus hyocyami</i>         |
| Miridae      | <i>Dichrooscytus rufipennis</i> |

3.4.5 Ordre des Dictyoptères

On a inventorié deux familles de l’ordre des Dictyoptères. La famille des Blattellidae qui compte une espèce (*Loboptera decipiens*) et la famille des Ectobiidae qui compte également une espèce (*Ectobius pallidus*). (Tableau. 51).

**Tableau.51 :** Répartition des insectes de l’ordre des Dictyoptères

| Famille      | Genre et espèce            |
|--------------|----------------------------|
| Blattellidae | <i>Loboptera decipiens</i> |
| Ectobiidae   | <i>Ectobius pallidus</i>   |

3.4.5 Ordre des Hyménoptères

L’ordre des Hyménoptères comporte deux familles à savoir les Ichneumonidae et les Formicidae présentés chacune avec une espèce (*Pimpla hypochondriaca* et *Crematogaster scutellaris*). (Tableau. 52).

**Tableau.52 :** Répartition des insectes de l’ordre des Hyménoptères

| Famille       | Genre et espèce                  |
|---------------|----------------------------------|
| Ichneumonidae | <i>Pimpla hypochondriaca</i>     |
| Formicidae    | <i>Crematogaster scutellaris</i> |

3.4.6 Ordre des Diptères

On a recensé une seule famille de l’ordre des Diptères. Il y a lieu de noter que certaines espèces sont en cours de détermination. On s’est intéressé beaucoup plus à la famille

des Culicidae vue la présence de marécages et de lacs dans la région d’étude. On a pu identifier 14 espèces. Ces espèces sont regroupées en 5 genres dont le genre *Culex* qui est le plus présent avec 6 espèces (*Cx.pipiens*, *Cx.torrentium*, *Cx.theileri*, *Cx.martini*, *Cx.impudicus*, *Cx.hortensis*). (Tableau. 53).

**Tableau.53 :** Répartition des insectes de l’ordre des Diptères

| Famille   | Genre et espèce                |
|-----------|--------------------------------|
| Culicidae | <i>Aedes vexans</i>            |
|           | <i>Aedes vittatus</i>          |
|           | <i>Anophèles claviger</i>      |
|           | <i>Anophèles macculipennis</i> |
|           | <i>Anophèles labbranchiae</i>  |
|           | <i>Culiseta annulata</i>       |
|           | <i>Culiseta morsitans</i>      |
|           | <i>Culex pipiens</i>           |
|           | <i>Culex torrentium</i>        |
|           | <i>Culex theileri</i>          |
|           | <i>Culex martini</i>           |
|           | <i>Culex impudicus</i>         |
|           | <i>Culex hortensis</i>         |
|           | <i>Uranotaenia unguiculata</i> |

**3.4.7 Ordres des Orthoptère, Isoptères, Odonates et Hétéroptères**

Les ordres, tels les Orthoptères, les Isoptères, les Odonates et le Hétéroptères sont peu représentatifs. Ils sont représentés chacun par une seule famille, qui sont respectivement Gryllidae, Rhinothermitidae, Aeshnidae et Miridae. (Tableau. 54).

**Tableau. 54 :** Répartition des insectes des ordres des Orthoptère, Isoptères, Odonates et Hétéroptères

| Ordre        | Famille          | Genre et espèce                   |
|--------------|------------------|-----------------------------------|
| Orthoptères  | Gryllidae        | <i>Mellanogryllus desertus</i>    |
| Isoptères    | Rhinothermitidae | <i>Retculitermes lucifugus</i>    |
| Odonates     | Aeshnidae        | <i>Anax imperator</i>             |
| Hétéroptères | Miridae          | <i>Blepharidopterus angulatus</i> |



### 3.4.8 Analyse écologique du peuplement d'insectes récoltés

La richesse spécifique enregistrée est de 110 espèces inventoriées, ce qui indique la biodiversité de la région. L'indice de Shannon calculé est de 2,56 cette valeur importante de la diversité révèle la richesse et la complexité du peuplement étudié, traduisant ainsi, la complexité des facteurs écologiques caractérisant les habitats de la région.

La valeur de l'indice d'Équitabilité calculé est de 0,54, et tend vers 0 ce qui indiquent un certain manque d'équilibre entre les effectifs des populations. (Tableau. 55).

**Tableau. 55 :** Valeurs des indices écologiques calculés

|                | <b>Richesse<br/>Spécifique</b> | <b>Indice de Shannon<br/>(H)</b> | <b>Indice de Shannon théorique<br/>(H max)</b> | <b>Équitabilité<br/>(E)</b> |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>El Kala</b> | 110                            | 2,56                             | 4,70                                           | 0,54                        |

### 3.4.9 Organisation trophique

La classe des insectes fournit des exemples de régimes alimentaires très variés. Certains sont des phytophages, prédateurs ou bien des coprophages et d'autres sont des décomposeurs et saproxyliques. Le tableau ci-dessus représente la répartition des différentes espèces inventoriées selon leur régime alimentaire.

Tableau. 56 : Liste des insectes phytophage.

| Ordre       | Famille       | Genre et espèce                  | Ordre        | Famille       | Genre et espèce                   |
|-------------|---------------|----------------------------------|--------------|---------------|-----------------------------------|
| Coléoptères | Scarabidae    | <i>Tropinota hirta</i>           | Hyménoptères | Ichnenmonidae | <i>Pimpla hypochondriaca</i>      |
|             |               | <i>Oxythyrea funesta</i>         |              | Formicidae    | <i>Crematogaster scutellaris</i>  |
|             |               | <i>Protaetia morio</i>           |              | Miridae       | <i>Blepharidopterus angulatus</i> |
|             |               | <i>Protaetia oblonga</i>         | Hétéroptères | Pentatomidae  | <i>Piezodorus litturatus</i>      |
|             |               | <i>Protaetia opaca</i>           |              |               | <i>Nezara viridula</i>            |
|             |               | <i>Anoxia villosa</i>            |              |               | <i>Dryocoris vernalis</i>         |
|             | Lucanidae     | <i>Sinodendron cylindricum</i>   | Hémiptères   | Rhopalidae    | <i>Corizus hyocyami</i>           |
|             | Curculionidae | <i>Brachycerus muricatus</i>     |              | Miridae       | <i>Dichrooscytus rufipennis</i>   |
|             |               | <i>Brachysomus echimatus</i>     | Lépidoptères | Tortricidae   | <i>Tortrix viridana</i>           |
|             |               | <i>Donus salivae</i>             |              |               | <i>Cydia fagiglandana</i>         |
|             |               | <i>Mecinus janthinus</i>         |              |               | <i>Cydia triangulella</i>         |
|             |               | <i>Rhabdorrynchus cynoglossi</i> |              | Geométridae   | <i>Biston Betularis</i>           |
|             | Meloidae      | <i>Mylabris variabilis</i>       |              |               | <i>Orgiya antiqua</i>             |
|             | Chrysomelidae | <i>Chrysomela populi</i>         |              |               | <i>Arcia caja</i>                 |
|             |               | <i>Lachnais tristigma</i>        |              |               | <i>Zygaena filipendulae</i>       |
|             |               | <i>Luperus nigripes</i>          |              |               | <i>Yponomeuta sp.</i>             |
|             |               | <i>Dicladispa testacea</i>       |              | Pieridae      | <i>Pieris rapae</i>               |
|             |               | <i>Plagivolera versicolor</i>    |              |               | <i>Anthocharis belia</i>          |
|             |               | <i>Labidostomis taxicornis</i>   |              | Lycaenidae    | <i>Polymmatus icarnus</i>         |
|             |               | <i>Melasoma populi</i>           |              |               | <i>Leptotes pinthous</i>          |
|             |               | <i>Oulema melanopus</i>          |              | Nymphalidae   | <i>Cynthia cardui</i>             |
|             | Oedemeridae   | <i>Oedemera femorata</i>         |              |               | <i>Coenonympha pamphilus</i>      |
|             |               | <i>Oedemera lurida</i>           |              | Hesperiidae   | <i>Gegenes pumilio</i>            |
|             | Buprestidae   | <i>Capnodis tenebrionis</i>      | Dictyoptères | Blattellidae  | <i>Loboptera decipiens</i>        |
|             | Tenebrionidae | <i>Scaurus striatus</i>          |              | Ectobiidae    | <i>Ectobius pallidus</i>          |
|             |               | <i>Philan gibbus</i>             |              |               |                                   |
|             |               | <i>Biophanes sp</i>              |              |               |                                   |

Tableau.57 : Liste des insectes prédateurs

| Ordre       | Famille       | Genre et espèce                      |
|-------------|---------------|--------------------------------------|
| Coléoptères | Carabidae     | <i>Nebria andalusia</i>              |
|             |               | <i>Carabus sp</i>                    |
|             |               | <i>Siagona sp</i>                    |
|             |               | <i>Diachromus germanus</i>           |
|             |               | <i>Cymindis melanocephala</i>        |
|             |               | <i>Synuchus vivalis</i>              |
|             |               | <i>Bembidion lampros</i>             |
|             |               | <i>Aptinus alpinus</i>               |
|             |               | <i>Cicindela flexuosa</i>            |
|             |               | <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> |
|             | Elatridae     | <i>Ampedus nigerrimus</i>            |
|             | Coccinellidae | <i>Coccinella septempunctata</i>     |
|             |               | <i>Adalia decempunctata</i>          |
|             | Staphylinidae | <i>Ocypus ophtalmicus</i>            |
|             | Histeridae    | <i>Hister biguttatus</i>             |
|             | Cantharidae   | <i>Rhagonycha lignosa</i>            |
|             |               | <i>Cantharis lateralis</i>           |
|             |               | <i>Malthodes rubricollis</i>         |
|             | Tenebrionidae | <i>Asida sp</i>                      |
| Odonates    | Aeshnidae     | <i>Anax imperator</i>                |

Tableau.58 : Liste des insectes Coprophage

| Ordre       | Famille     | Genre et espèce               |
|-------------|-------------|-------------------------------|
| Coléoptères | Scarabidae  | <i>Aphodius erraticus</i>     |
|             |             | <i>Scarbaeus sacer</i>        |
|             |             | <i>Gymnopleurus geoffroyi</i> |
|             |             | <i>Sisyphus schaefferi</i>    |
|             |             | <i>Bubas bubalus</i>          |
|             |             | <i>Onthophagus amyntas</i>    |
|             |             | <i>Onthophagus sp</i>         |
|             |             | <i>Euoniticellus fulvus</i>   |
|             | Geotrupidae | <i>Trypocopris vernalis</i>   |



**Tableau.59 :** Liste des insectes Saproxyliques

| Ordre       | Famille          | Genre et espèce                 |
|-------------|------------------|---------------------------------|
| Coléoptères | Scarabidae       | <i>Oryctes nasicornis</i>       |
|             | Lucanidae        | <i>Dorcus parallelipedus</i>    |
|             |                  | <i>Dorcus musimon</i>           |
|             | Cerambycidae     | <i>Ergates faber</i>            |
|             |                  | <i>Aegomorphus clavipes</i>     |
| Isoptères   | Rhinothermitidae | <i>Reticulitermes lucifugus</i> |

**Tableau.60 :** Liste des insectes décomposeurs

| Ordre       | Famille       | Genre et espèce           |
|-------------|---------------|---------------------------|
| Coléoptères | Tenebrionidae | <i>Opatrum sp</i>         |
|             |               | <i>Eledona Agricola</i>   |
|             |               | <i>Lagria atripes</i>     |
|             |               | <i>Machlasida sp</i>      |
|             |               | <i>Pimelia bipunctata</i> |

A travers les différentes espèces d'insectes capturées dans la région d'étude, et en fonction de leur régime alimentaire, nous avons noté cinq groupes. Le groupe des phytophages est le plus important, représenté par un taux de 56,52%. Il est à signaler que la grande partie de cette faune est déprédatrice, et peut porter préjudice aux différentes cultures, y compris le chêne-liège. Le plus grand nombre de défoliateurs appartient à l'ordre des Lépidoptères, on compte aussi un nombre appartenant à l'ordre des Coléoptères et plus précisément à la famille des Chrysomelidae.

Les prédateurs qui sont très utiles surtout pour d'éventuelles contributions en lutte biologique occupent la deuxième position avec un taux de 21,73%, La plupart de ces prédateurs sont des Carabidés. Ils sont suivis par les Coprophage avec 9,78%, qui sont en générales des Scarabéidés. On note la présence d'insectes Saproxylique à la forme larvaire avec un taux de 6,52% qui appartiennent à différentes familles dont les Scarabidae, Cerambicidae et Lucanidae. Tandis que les 5,43% restants sont des Détritux végétaux et appartient à la famille des Tenebrionidae.

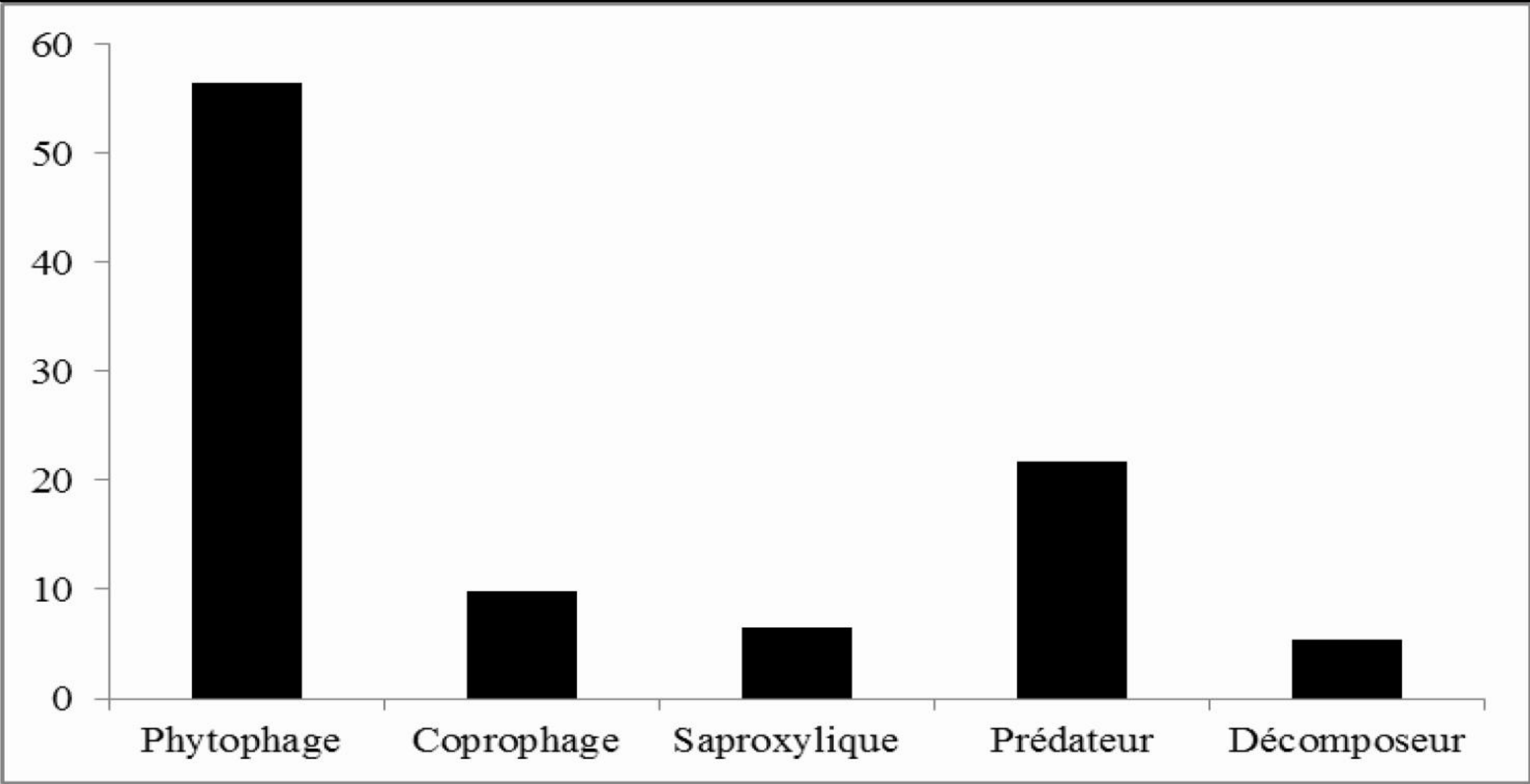


**Figure.50.** Répartition des espèces suivant leur régime alimentaire Répartition des espèces suivant leur régime alimentaire

3.5 Inventaire de la faune gallicole du chêne-liège

On a recensé un total de sept espèces de galles dans nos trois subéraies d’étude. On a récolté un nombre de six espèces dans les subéraies d’El Kala (*Andricus grossulariae*, *Neuroterus minutulus*, *Neuroterus saltans*, *Synophrus politus*, *Synophrus olivieri*, et *Dryomyia lichtensteini*) et Séraïdi (*Neuroterus minutulus*, *Neuroterus saltans*, *Synophrus politus*, *Synophrus olivieri*, *Callirhytis glandium* et *Dryomyia lichtensteini*). Quant à la subéraie de Souk-Ahras, seulement cinq espèces y ont été récoltés (*Andricus grossulariae*, *Neuroterus minutulus*, *Neuroterus saltans*, *Callirhytis glandium* et *Dryomyia lichtensteini*). (Tableau. 61).

**Tableau. 61 :** Localisation des espèces de galles récoltées dans les régions d’étude  
(+ présence ; - absence)

|                               | Subéraie<br>El Kala | Subéraie<br>Souk-<br>Ahras | Subéraie<br>Séraïdi |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| <i>Andricus grossulariae</i>  | +                   | +                          | -                   |
| <i>Neuroterus minutulus</i>   | +                   | +                          | +                   |
| <i>Neuroterus saltans</i>     | +                   | +                          | +                   |
| <i>Synophrus politus</i>      | +                   | -                          | +                   |
| <i>Synophrus olivieri</i>     | +                   | -                          | +                   |
| <i>Callirhytis glandium</i>   | -                   | +                          | +                   |
| <i>Dryomyia lichtensteini</i> | +                   | +                          | +                   |

La plus part des espèces (six espèces) de galles inventoriés appartiennent à l’ordre des Hyménoptères et la famille des Cynipidae. Quatre d’entre elles sont de la tribu des Cynipini,



*Andricus grossulariae* qui se développe sur les chatons, *Neuroterus minutulus* et *Neuroterus saliens* qui se développent sur les feuilles et *Callirhytis glandium* qui se développe dans les glands. La tribu des Synergini enveloppe deux espèces de galles, *Synophrus politus* et *Synophrus olivieri* qui se développent tous les deux sur les rameaux.

La galle restante *Dryomyia lichtensteini* est un insecte gallicole, de l'ordre des Diptères et de la famille des Cecidomyidae. Cet insecte se développe sur les feuilles. (Tableau. 62).

**Tableau.62 :** Inventaire des espèces d'insectes inducteurs des galles

| Ordre       | Famille      | Tribu     | Espèces                       | Organe attaqué |
|-------------|--------------|-----------|-------------------------------|----------------|
| Hyménoptère | Cynipidae    | Cynipini  | <i>Andricus grossulariae</i>  | Chatons        |
|             |              |           | <i>Neuroterus minutulus</i>   | Feuilles       |
|             |              |           | <i>Neuroterus saliens</i>     | Feuilles       |
|             |              |           | <i>Callirhytis glandium</i>   | Glands         |
|             |              | Synergini | <i>Synophrus politus</i>      | Rameaux        |
|             |              |           | <i>Synophrus olivieri</i>     | Rameaux        |
| Diptère     | Cecidomyidae | /         | <i>Dryomyia lichtensteini</i> | Feuilles       |

### ***Andricus grossulariae***

La forme sexuée de cette espèce induit des galles piriformes, de teinte rouge et mesurent environ 6 à 8mm. Elles sont groupées en bouquets sur l'axe du chaton mâle du *Quercus suber* et apparaissent au mois de juin dans le massif forestier. Chaque bouquet compte 15 à 35 galles soit 25 galles en moyenne (n=20). Cette espèce a été mentionnée en Algérie par Houard, (1912).

### ***Neuroterus minutulus***

Les galles *Neuroterus minutulus* se rencontrent au niveau de la partie inférieure des feuilles. Cette espèce gallicole est connue dans très peu de pays de l'Europe centrale toujours sur *Q. cerris*. La collecte sur *Q. suber* représente un changement d'hôte, bien que les deux espèces de *Quercus* sont de la même section, elles sont très différentes l'une de l'autre (Pujade-Villar *et al.*, 2012).

### ***Neuroterus saliens***

Ces galles présentent un cycle hétérogonique, au cours duquel les galles de la génération sexuée se forment dans les jeunes bourgeons et sont collées à des glands déformés et celles de la génération asexuée dans les feuilles du chêne-liège.



---

***Callirhytis glandium***

Espèce au cycle hétérogonique, forme des galles de la génération sexuée dans les glands du chêne liège et chêne vert, et les galles de la génération agamique dans les bourgeons du chêne zeen.

***Synophrus politus***

Les galles de *Synophrus politus* se rencontrent avec une abondance relative. Elles sont ligneuses très dures, de forme subsphérique et mesurant environ 6 à 20 mm de diamètre. Leur surface est granuleuse et de même couleur que les rameaux. Cette espèce est un inquiline qui a été mentionnée depuis longtemps en Algérie par Dalla Torre & Kieffer, (1910) puis par Houard (1912-1914).

***Synophrus olivieri***

*Synophrus olivieri* sont irrégulièrement arrondies ligneuses et dures, sur les rameaux du chêne liège seulement. Elles sont de couleur de l'écorce du rameau et mesure 20 à 30 mm de diamètre. Sa surface est glabre et couverte de petites aspérités. Cette espèce a été mentionnée pour l'Algérie par Dalla Torre & Kieffer, (1910).

***Dryomyia lichtensteini***

Ces des galles en forme de petites bourses ovoïdes, sur la face inférieure des feuilles du chêne-liège. Ces cécidies mesurent de 2 à 3,5mm de longueur et 1,5 à 2mm de profondeur. Le nombre de cécidies est variable. Une feuille de 2,5cm sur 3,5 cm peut comporter jusqu'à 100 cécidies. Une même feuille peut contenir 15 et très rarement moins (Skuhrava & al., 2006).



**Photo. 40.** *Synophrus olivieri*



**Photo. 41.** *Synophrus politus*



**Photo. 42.** *Neuroterus saliens*



**Photo. 43.** *Neuroterus minutulus*



**Photo. 44.** *Callirhytis glandium*



**Photo. 45.** *Andricus grossulariae*



**Photo. 46.** *Dryomyia lichtensteini*



## 4. Discussion

Le chêne-liège, *Quercus suber* L, constitue une composante de base d'un écosystème propre à la région méditerranéenne mettant l'accent sur les aspects suivants, économique (production du liège pour les besoins de l'industrie des bouchons et d'autres produits en liège), environnemental (abris pour une biodiversité élevée dont certaines espèces sont endémiques à la région), social (source de revenu à la population rurale contribuant à lutter contre sa pauvreté comme l'élevage) et l'emploi forestier (récolte du liège, beaucoup d'autres travaux sylvicoles et autres cueillettes). Malgré tous ces enjeux, la subéraie s'est heurtée ces dernières années à un sérieux problème sanitaire qui menace sa survie, dans toute son aire naturelle (Sechi *et al.*, 2002).

Il s'agit du phénomène de dépérissement qui est apparu dans la région depuis le début du XXème siècle (Natividade, 1950). Il a été signalé, en effet, au Portugal (Sousa, 1995), en Italie (Marras *et al.*, 1995 ; Francheschini *et al.*, 1999), en Espagne (Garolera, 1988), en France (Nageleisen & Hett, 1989 ; Mirault, 1996), au Maroc (Yousfi, 1995 ; Harrachi, 1996 ; Bakry & Abourouh, 1996), en Tunisie (Benjamaa & Hasnaoui, 1996) et en Algérie (Messaoudene, 2000 ; Bouhraoua *et al.*, 2002 ; Adjami, 2009). Pendant cette époque, le « *déclin* » a affecté également d'autres espèces de chênes notamment en Europe (Bonneau & Landmann, 1988), aux Etats-Unis d'Amérique (Svihra & Kelly, 2004) et au Japon (Ohya & Kinuura, 2001 ; Kinuura & Kobayashi, 2006). Les facteurs explicatifs de ce phénomène sont complexes et souvent hiérarchisés en trois catégories : prédisposants, déclenchants et aggravants (Amandier, 2006). L'intensité relative de chacun de ces facteurs est variable d'un pays à l'autre et d'une zone à l'autre au sein d'un même pays.

L'étude d'un dépérissement forestier passe inévitablement par une analyse des différents paramètres de l'écosystème qui peut influencer sur la vitalité des arbres : contexte climatique, contexte stationnel, contexte sylvicole et facteurs biotiques. Cette analyse permet de mettre en évidence un cortège de facteurs actifs dans le processus du dépérissement. Dans ce contexte, les premières constatations visibles de ce phénomène environnemental se distinguent par l'apparition de deux symptômes macroscopiques particuliers qui sont la défoliation et le jaunissement du feuillage (Landmann *et al.*, 1987).



En région méditerranéenne, les premiers constats en rapport avec les subéraies datent des années 1960, mais le phénomène est apparu plus nettement dans les années 1980/1990 et semble s'accélérer depuis les années 2000 (Sousa *et al.*, 2007).

En Algérie le peuplement de chêne-liège présente des signes de dépérissement inquiétants, les symptômes de dépérissement se manifestent par des altérations de couleur et de forme qui progressent visiblement et qui en même temps dépendent étroitement des modifications invisibles du métabolisme, mais partout détectables (Hartman *et al.*, 1991). A des stades plus avancés le dépérissement menace l'existence même de l'arbre lorsque la dégradation atteint la totalité de ses tissus et de ses organes (Abdendi, 2007). C'est sur terrain que l'observation exacte des symptômes apparaît sur les parties aériennes et joue un rôle capital et bien souvent décisif.

Etant donné que la manifestation extérieure de l'affaiblissement de l'arbre réside plus dans la perte de ses feuilles que dans la décoloration du feuillage (Bonneau et Landmann, 1998), on a calculé l'indice de dépérissement d'après les classes de la défoliation, et selon les résultats obtenus durant les quatre années d'études (2008, 2009, 2010 et 2011) dans les subéraies du Parc national d'El Kala, on remarque qu'il y a une nette progression de l'indice de dépérissement qui passe d'un début de dépérissement à un dépérissement assez grave, où l'évolution semble aller vers une détérioration caractérisée par une défoliation massive. On enregistre aussi des cas de mortalité d'arbre. Lors de notre récente étude sur le peuplement de chêne liège dans la forêt de l'Edough, région de Séraïdi durant les deux années 2010 et 2011, le calcul de l'indice de dépérissement a révélé que les subéraies sont au début de dépérissement. Par contre, l'observation effectuée sur les subéraies de Ouled Bechih, région de Souk-Ahras durant les mêmes saisons (2010, 2011) et après le calcul de l'indice de dépérissement, on note un état sanitaire satisfaisant.

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



Le processus de dégradation sanitaire des arbres et des forêts se caractérise extérieurement par un certain nombre d'anomalies repérables à vue sur le terrain (défoliation et décoloration notamment). Il a été avancé pour la première fois par Falck (1924 in Delatour, 1983) puis repris plus tard par de nombreux autres auteurs (Chararas, 1980 ; Lohéle, 1988 in Sousa, 1996).

La défoliation est considérée par beaucoup d'auteurs (Landmann, 1988) comme un facteur anormal, qui se produit au cours de la vie d'un arbre à la suite de certains événements, et dont il faudrait décrire les symptômes avant d'en rechercher les causes.

Les subéraies de Séraïdi présente une légère défoliation, le feuillage des peuplements a conservé globalement une coloration d'un vert foncé lustré. Par contre, au niveau des subéraies de Ouled Bechih, on note une amélioration de la défoliation et le feuillage ne présente pas de décoloration. Dans les subéraies d'El Kala, la défoliation est accompagnée d'une forte décoloration. Cette aggravation de la défoliation intervenue en quelques années s'explique en partie par les conditions estivales très défavorables. Par ailleurs, l'apparition d'une décoloration ne s'accompagne jamais d'un déficit foliaire plus marqué sauf lorsqu'il s'agit d'un dessèchement complet de l'arbre qui ne débourre plus (Bouhraoua, 2003). La feuillaison intervient chaque année pour la majorité des arbres. Ceux-ci reconstituent leur feuillage pratiquement à chaque printemps mais avec une densité variable selon les conditions du milieu. Un petit nombre d'arbres localisés dans les subéraies d'El Kala, sont cependant incapables de renouveler leurs feuilles faute de débourrement.

Parmi les symptômes de dégradation sanitaire des arbres on note entre autre une élongation réduite des pousses qui donnent des feuilles chétives (Bouhraoua & Villement, 2005). L'étude réalisée sur la surface foliaire des feuilles des trois régions d'étude, montre qu'il n'y a pas une relation entre la progression de la défoliation et la surface foliaire.

Après des décennies de constations, plusieurs auteurs se rejoignent aujourd'hui sur un seul concept pour expliquer la complexité du phénomène. Les évaluations partielles qui prennent en considération un seul facteur associé à la perte de vigueur ne sont plus d'actualité.

De nombreux auteurs reconnaissent aujourd'hui la complexité du processus de détérioration de l'état sanitaire des arbres de chêne-liège notamment, s'accordent sur l'existence non pas d'un facteur précis mais d'une séquence d'événements défavorables.



Plusieurs facteurs sont susceptibles de causer les symptômes et les dégâts qu'on observe sur nos arbres échantillons. Il est admis généralement que le dépérissement des arbres forestiers résulte d'une détérioration générale et graduelle des différents types de tissus (Houston, 1992) causée par l'interaction de stress biotiques et abiotiques et qui fait intervenir plusieurs facteurs mis en cause pour expliquer le phénomène de dépérissement.

Les dépérissements sont définis comme des phénomènes causés par un ensemble de facteurs interagissant et se succédant de façon particulière, et qui entraînent une détérioration générale (portant notamment sur l'aspect et la croissance) et graduelle, se terminant par la mort de l'arbre selon trois échelons successifs, les facteurs prédisposants, les facteurs déclenchants et les facteurs aggravants (Sinclair, 1964 et 1967 ; Houston, 1967 ; Manion, 1981 ; Sousa & Atay-kadiri, 2005).

**Les facteurs prédisposant :** Ce sont des facteurs qui exercent leur action de façon permanente pendant une bonne partie de la vie de l'arbre, durant laquelle sa sensibilité envers l'action d'autres facteurs s'accroît (Maugard, 1992). Ces facteurs opèrent d'une manière continue sans interruption pendant de longues périodes et qui entraînent l'affaiblissement graduel des arbres sans pour autant provoquer l'apparition de symptômes. Parmi les principaux facteurs prédisposant, nous citerons les facteurs édaphiques, climatiques et sylvicoles (Maugard, 1992 ; Sousa *et al.*, 2005).

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

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

Les facteurs climatiques sont des facteurs écologiques le plus souvent impliqués à travers le monde dans la déstabilisation des écosystèmes forestiers et le déclenchement des phénomènes de dégradation de leur état sanitaire (Bouhraoua, 2003). Ce phénomène entraîne des changements de la couverture et de la structure végétale. C'est pourquoi les projections actuelles prévoient une probable réduction ou déplacement de l'aire naturelle des chênes (DGRF, 2006).



Les causes du dépérissement du chêne-liège sont multiples et interactives. Elles sont très mal connues. Cette question a fait l'objet de divers projets de recherche ponctuels et de court terme, qui n'ont pas produit les résultats escomptés en matière de connaissance des causes de mortalité anormale. Comparativement aux glaciations et aux périodes xérothermiques intermédiaires, l'activité humaine a introduit des facteurs absolument nouveaux, le bétail, qui dans les dernières décennies a atteint des charges énormes par hectare, l'agriculture intercalaire ; les machines agricoles affectant significativement le sol et toute la végétation du sous-bois ; le changement brutal de l'occupation du sol ; la détérioration, quelquefois très forte, de la flore et de la faune naturelles ; les perturbations au niveau de la rhizosphère, peu connues à ce jour (Gil & Varela, 2008).

La résistance remarquée du chêne-liège à la sécheresse semble fragilisée par d'autres facteurs tels que les conditions sylvicoles défavorables (Letreuch-Belarouci *et al.*, 2010).

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

Les arbres soumis à telles conditions sont rabougris et sont plus souvent attaqués par des insectes et des champignons. Ceux-ci sont à l'origine de défoliations souvent totales qui conduisent à de graves déséquilibres physiologiques (Nageleisen, 19994 ; Sechi *et al.*, 2002).

Le surpâturage, entraîne une diminution de la régénération naturelle, un compactage du terrain et une réduction de sa perméabilité. De plus la disparition de la strate arbustive favorise une augmentation de l'ensoleillement au niveau du sol (Ruiu, 2005). L'impact de l'homme et de son troupeau, leurs traces étant perceptibles partout à travers la forêt (Benabdeli, 1996).

L'activité du pâturage est importante dans nos trois régions d'étude. Elle peut avoir un impact négatif, surtout quand la charge de bétail est excessive. La régénération naturelle dans les trois régions d'étude est absente. Au niveau de la région d'étude aucun travail sylvicole n'a été entrepris. L'absence totale de certains travaux sylvicoles indispensables au chêne-liège a contribué largement à la prédisposition des peuplements à l'action des facteurs déclenchants (Bouhraoua, 2003).



La forte densité des peuplements accroît souvent la concurrence des arbres pour l'eau et les éléments minéraux et le soleil, elle intervient aussi sur l'architecture des houppiers. Cette concurrence conduit à l'affaiblissement progressif des arbres et finissent souvent par disparaître à la suite des périodes de sécheresse. La concurrence dans nos subéraies d'étude est nulle puisque le chêne-liège est dominant. Par contre, on enregistre un sous-bois très dense au niveau des subéraies d'El Kala, qui intervient d'une manière plus ou moins marquée sur la santé des arbres. Contrairement aux subéraies de Souk-Ahras et Séraïdi, ils sont dépourvus de sous-bois ou l'intensité du dépérissement diminue fortement.

**Les facteurs déclenchants:** souvent relatés dans la description de l'altération sanitaire du chêne-liège correspondent assez nettement aux régions où se conjuguent des précipitations annuelles faibles, des températures estivales fortes, une réserve utile en eau du sol limitée. En effet, le fonctionnement physiologique de l'arbre est fréquemment perturbé par les épisodes secs de longue durée qui entraînent le dépérissement et finalement la mort de l'arbre. Cette vulnérabilité réduit la capacité de défense des arbres et crée ainsi des conditions favorables à l'action des facteurs d'accélération (tels que les attaques de certaines espèces de champignons et d'insectes) (Sousa & Atay-Kadiri, 2005 ; Rachedi, 2008). Parmi les facteurs biotiques on cite la sécheresse ou le stress hydrique qui fragilise les peuplements forestiers, il se manifeste, soit par un changement de la distribution de l'eau au cours des saisons pour une même quantité de précipitation annuelle, soit par une diminution du volume annuel de celui-ci.

Dans la région d'El Kala, depuis 1913, les précipitations diminuent régulièrement, les moyennes mensuelles sont passées de 910mm par an entre 1913 et 1935 (Seltzer, 1946 in Boumezbeur, 1993), à 768,3 mm entre 1950 et 1988 (Chalabi, 1990), la pluviométrie moyenne annuelle n'a été que de 672,4 mm, pour la période comprise entre 1986-2000. Par contre on enregistre une augmentation de la moyenne des précipitations pendant la période entre 2002 et 2011 à 810,1 mm. Durant la même période (2002-2011), la pluviométrie enregistrée à Souk-Ahras est de 831,39 mm et rejoint 978,93 mm dans la région de Séraïdi.

Selon Bouhraoua (2003), les pluviométries annuelles fortement déficitaires qui ont été enregistrées dans le passé parfois sur de longues périodes sont à l'origine de l'actuelle perte de vigueur des arbres. La cause première de l'affaiblissement des peuplements de M'Sila (subéraie Oranaise de littoral) semble être liée à la succession de cycles d'années sèches, notamment à partir des années 60. Au Maroc, les sécheresses qui se sont produites à partir des années 1975 ont causées l'échec de nombreux périmètres de reboisement et la mortalité d'un grand nombre d'arbres plantés et même de ceux des forêts naturelles.



On considère que le déficit pluviométrique n'a d'incidence significative sur la croissance et l'état de vigueur des arbres que lorsqu'il survient au cours de leur saison végétative. La période pendant laquelle le chêne-liège est particulièrement sensible à ce déficit est comprise entre le mois de mars et mai voire juin qui coïncide avec la feuillaison, l'élongation des feuilles, la floraison et la fructification (Delatour, 1983).

En général le chêne-liège résiste assez bien à la sécheresse, mais lorsque les conditions stationnelle et sylvicoles sont défavorables (exposition à des vents excessifs et à un fort ensoleillement, terrains superficiels et peu perméables, peuplement serrés, sol appauvri par les activités agricoles, élimination totale du sous-bois, pâturage excessif), il est plus facilement exposé à un stress hydrique. Les arbres soumis à de telles conditions sont rabougris et sont le plus souvent attaqués par des insectes et des champignons. Ceux-ci sont à l'origine de défoliations souvent totales qui conduisent à de graves déséquilibres physiologiques (Sechi *et al.*, 2002).

Selon certains auteurs, le déficit pluviométrique chronique favorise le stress hydrique et collabore au déficit hydrique de façon à nuire au processus physiologique de l'arbre. Il en résulte une perte considérable par transpiration dépassant l'absorption de l'eau par les racines et une diminution du taux de photosynthèse et une augmentation de l'activité respiratoire. Cette réduction de la photosynthèse peut causer une diminution de la croissance des racines et une atrophie (Bonneau, 1985). Globalement, ce déséquilibre est provoqué par un blocage de transmission de l'eau du sol vers les racines, suite à une perturbation du mouvement de l'eau dans le sol causé par le tassement du sol. Il peut être aussi causé par un sol de faible capacité de rétention en eau suite à une faible profondeur ou résultant d'un processus d'érosion (Abdendi, 2003 ; Martinez-Vilalta *et al.*, 2003).

La grande "arme" des espèces forestières pour faire face aux changements climatiques sont l'adaptation et la diversité génétique. Les arbres forestiers sont, tout au long de leur vie, «prisonniers» de l'endroit où ils sont nés. Contrairement aux animaux qui se déplacent et aux plantes à courte durée de vie qui ont une abondante production de semences. Survivre signifie s'adapter, garder dans sa «mémoire» génétique les mécanismes nécessaires pour répondre aux changements, soit par des mécanismes physiologiques, soit par la capacité de migration (Varela, 2008).

Les mécanismes mis en place par les arbres forestiers pour s'adapter aux perturbations climatiques sont mal connus et certainement très complexes. Mais à la base des réactions physiologiques, il y a nécessairement des mécanismes génétiques. Si le dépérissement est dû



aux changements climatiques, il faut promouvoir une sylviculture spécifique pour faire face à ces conditions : promouvoir l'économie de l'eau disponible, promouvoir les symbioses, surtout au niveau de la flore et faune du sol. Il faut faire un aménagement prudent du sous-bois, installation de prairies, fertilisations, correction de pH...etc (Varela, 2008).

Pour promouvoir l'adaptation et la diversité de l'espèce, il est essentiel que la reforestation soit faite grâce la régénération naturelle ou par l'usage de provenances locales ou adaptées à la station (EUFORGEN, 1996).

Les incendies répétés sont considérés comme un facteur déclenchant, il s'agit bien d'un facteur de dépérissement important qui provoque l'affaiblissement physiologique de l'arbre, dont les plus graves ont coïncidés avec les années de sécheresse où le stress hydrique était particulièrement fort. Au niveau européen, les grands incendies de l'été 2003 ont affectés au Portugal, en Espagne, en Italie et en France plus de 865 000 ha, dont 7% (soit 59 000 ha) de subéraie (Peyre, 2004). En Tunisie le risque d'incendie est lié aux conditions climatiques qui est habituellement plus grand durant les mois de Mai à Octobre (Benjamâa & Abdel Moula, 2004).

La disparition de la strate arbustive du chêne-liège suite aux incendies répétés favorise une augmentation de l'ensoleillement au niveau du sol et conduit à leur dégradation ; par la suite accélère le phénomène de l'érosion et par conséquent la disparition de la fertilité du sol qui est liée essentiellement à la matière organique et à l'activité biologique du sol (Bouazza & Mahboubi, 2000). Ce schéma crée une atmosphère sèche défavorable au chêne-liège. Les arbres touchés directement par le feu perdent irréversiblement leur feuillage, les rescapés le régénèrent par la chute de la masse foliaire (Nageleisen, 1996).

Concernant les facteurs biotiques, ils interviennent d'une manière directe sur l'apparition des symptômes de dépérissement. Les facteurs biotiques associés au déclin du chêne-liège sont essentiellement les insectes ravageurs (Chadigan, 1990 ; Villemant & Fraval, 1991 ; hamdaoui, 1994 ; Bakry & Abourouh, 1995).

Dans la région méditerranéenne, les insectes phytophage primaires représentés par les défoliateurs sont les plus souvent évoqué dans la littérature (El Antry, 1994 : Luciano et Prota, 1995). Ils sont très impliqués dans le processus affaiblissement et de réduction de la croissance des arbres, mais sans pour autant causé la mort (Ferreira, 1989).

Les chenilles de *Lymantria dispar* qui occasionnent des dégâts considérable qui conduisent à la défoliation complète de l'arbre, *L. dispar* supprime la glandée et réduit la



croissance de l'arbre (Villemant & Fraval, 2002), et de la tordeuse verte *Tortrix viridana* qui provoque une réduction de la surface foliaire (déséquilibre physiologique) mais également par la destruction des bourgeons, ce qui entraîne une carence de la régénération suite à l'attaque. Tandis que les défoliations suivies de la mort des branches sont dues à divers coléoptères, parmi lesquels *Cerambyx cerdomirbecki* responsable de 60% de la mortalité des branches.

Toutefois, les chenilles de *L.dispar* ont provoqué des défoliations partielles très limitées dans le temps (1896) à M'Sila et n'ayant aucune incidence sur l'état actuel d'affaiblissement des peuplements (Bouhraoua, 2003).

Un autre facteur biotique c'est la flore lichénologique, dont les organes atteints ont souvent perdu leurs feuilles ce qui donne à la cime une certaine transparence. Les arbres affaiblis ou dépérissants appartiennent en général aux classes de défoliation 2 ou 3 (Bouhraoua, 2003).

Dans les subéraie d'El Kala, Souk-Ahras et Séraïdi, la flore lichénologique est omniprésente puisqu'elle recouvre presque tous les arbres. Elle est fréquemment observée et se développe en abondance, recouvrant par fois plus ou moins ou complètement les troncs et surtout les branches et les rameaux. Elle est fréquemment observée à M'Sila, (Oran) mais absente dans les subéraies de Hafir et Zariéffet (Tlemcen) (Bouhraoua, 2003).

**Les facteurs aggravants :** Ces facteurs agissent sur les arbres affaiblis, les empêchant de retrouver leur vitalité initiale (résilience) et précipitant ainsi leur mort. Un stress hydrique prolongé dû à plusieurs années de sécheresse qui suivent l'évènement déclenchant peut aggraver l'état sanitaire de l'arbre (Rachedi, 2008).

Les facteurs d'accélération sont en générale liés à la présence des insectes xylophages et xylomycétophages, champignons pathogènes de faiblesse et de blessures (Griffin *et al.*, 1992 ; Cherubini *et al.*, 2002).

Par contre, le dépérissement semble très liés à la présence de divers coléoptères xylophages, leurs installation dans les arbres du chêne-liège peut soit affaiblir davantage l'arbre soit accélérer sa mort. Le plus remarquable est *Platypus cylindrus* qui s'attaque au tronc démasclé (Housson, 1955 ; Balachowsky, 1963 ; CTBA, 2000), l'activité de ce xylophage est très importante au Portugal (Sousa, 1996), au Maroc (El Antry, 1994). En Algérie, les premiers dégâts importants ont été observés à l'Ouest de l'Algérie, qui est considéré comme le premier responsable de la mort d'une cinquantaine d'arbres constaté



entre 1999 et 2002, et même avant (Bouhraoua, 2003) et causant la mort directe de 7% des cas dans un jeune peuplement de M'Sila (Belhoucine, 2008). Il semble que ce xylophage n'a pas une activité majeure dans les subéraies de l'Est Algérien et de la Tunisie (Benjamâa *et al.*, 2007). D'autres xylophages comme *Lichenophanes numidia*, *Acmaeodera deggener*, *Stromatium fulvum*, et *Leptura oblongomaculata*, agissent plus sur l'altération de l'écorce donc du liège que sur la santé des arbres.

A l'Est de l'Algérie au niveau des trois régions d'étude, on enregistre une forte présence d'insectes xylophages qui atteint presque tous les arbres dont les trous sont de dimension variable. En 2006 dans les subéraies d'El Kala, la mort de quelques arbres (8% de l'effectif) est liée aux xylophages associés au niveau du tronc à un champignon, non identifié (Adjami, 2009).

Il demeure cependant quasiment impossible d'identifier des situations de déclin dues uniquement aux agents biotiques, car la plupart des cas correspondant à des modèles phytosanitaires complexes. De plus, il est clairement établi qu'un seul agent biotique ne peut être responsable du dépérissement du chêne liège. Au Portugal, par exemple les attaques de défoliateurs tels que *Lymantria dispar* (L.), *Euproctis chrysorrhoea* L. et *Tortrix viridana* L., qui étaient très importantes au cours de la période 1940-1960, ont été graduellement remplacées par celles de coléoptères *Platypus cylindrus* F. et *Coroebus undatus* (F) (Sousa, 2005). La présence d'un abondant cortège de xylophage secondaires a un impact négatif non seulement sur la qualité du liège dont elles favorisent la déhiscence mais aussi sur la santé des arbres (Bouhraoua & Villement, 2005)

La majorité des arbres échantillons des trois régions étudiés présentent un liège de bonne qualité, mais cette dernière devient médiocre d'une année à l'autre sur quelques sujets des subéraies d'El Kala, ainsi la déhiscence du liège est en nette progression.

A El Kala, la moitié des arbres sont crevassés à des degrés variables, par contre à Souk-Ahras et Séraïdi, les arbres sont moins crevassés. Les arbres qui présentent des crevasses constituent des abris favorables à de différents insectes, qui pondent leurs œufs dans le liège et les larves se développent dans la petite couche vivante qui se trouve juste sous l'écorce, là où circule la sève et où se fabrique le liège, comme pour *Lymantria dispar* (pontes, chenilles âgées et chrysalides) (Villemant & Fraval, 1993). Si l'arbre est crevassé et qu'il a toujours des feuilles vertes, cela signifie que la sève circule toujours dans son tronc. La sève circule sous l'écorce, dans la partie vivante de l'arbre. L'intérieur du tronc est en fait



du bois mort : il est une sorte de squelette qui permet à l'arbre de tenir debout. Les arbres creux sont très fragiles, ils ne résistent pas longtemps aux tempêtes, Beaucoup d'oiseaux vivent à l'intérieur de ces arbres creux. A l'ouest Algérien (M'Sila) 21% des arbres possèdent un tronc crevassé.

Le Charbon de la mère «*Hypoxylon mediterraneum*» est le seul champignon d'altération signalé en Algérie à un niveau épidémique (Abbas *et al.*, 1988). On signale aussi les attaques de *Armillaria sp*, *Phytophthora cambivora* (Petri) Buism., *P. cinnamoni* Rands, *Endothielagyroza* Sacc., *Botriosphaeria stevensii* Shoemaker- f. anomophe *Diplodia mutila* Fr. apud. Mont., *Corineum nodomium* (Tul.) Griff. & Maube et *Ophiostoma spp*. Ainsi les pathogènes de faiblesses qui affectent les arbres affaiblis à dépérissants ont souvent une incidence moins manifeste sur la vitalité des arbres car ils interviennent généralement en phase ultime de dégradation. Leur affection se termine toujours par la mort partielle au totale de l'arbre (Bouhraoua, 2003).

Ces agents sont principalement représentés par *Hypoxylon mediterraneum*, ce champignon a été signalé à la forêt dominale de Beni Salah (commune de Bouchagouf) dont il a entraîné le dépérissement de plus de 12000 sujets, dont les symptômes commence par un jaunissement de quelques feuilles, qui s'étend au rameau, à la branche et enfin l'ensemble du houppier et ce dans un laps de temps très court (01 à 02 semaines), sur les branches et le tronc des arbres ainsi dépéris on peut observer l'éclatement de l'écorce sous la poussée de chancre noir qui prolifère entre l'écorce et le bois ; d'où la première conclusion que la maladie est d'origine cryptogamique (DGF, 2002).

Dans nos sites d'étude l'apparition de l'*Hypoxylon mediterraneum* est visible à travers la présence des suintements noirâtres qui sont à l'origine de ce champignon, l'écoulement de cet exsudat est fluctuant durant les années d'étude, il touche plus de 50% des arbres des subéraies d'El Kala et Séraïdi. A Souk-Ahras, les suintements noirâtres sont relativement faibles. Sur les troncs et même les branches, des écoulements de diverses origines peuvent également apparaître. Leurs présences est plus fréquentes à El Kala où ils s'écoulent en faible quantité. Les écoulements abondants sont rares, en montagne par contre (Souk-Ahras et Séraïdi), ils sont observés seulement sur quelques sujets. La croûte charbonneuse d'origine fongique est moyenne au niveau des arbres de Souk-Ahras et Séraïdi et touche la moitié des arbres d'El Kala.



A l'ouest Algérien (Nesmouth) l'*Hypoxylon mediterraneum* est omniprésent sur une grande proportion d'arbres morts (environ 70 %) ou dépérissants. A M'Sila, certains cas de mortalité (10% de l'effectif) de branches sont directement attribués à ce champignon (Bouhraoua, 2003)

L'action de l'homme, essentiellement la façon dont il pratique ces travaux d'exploitation du liège est très importante. Dans les trois subéraies d'étudiées, la circonférence des arbres écorcés est dans les normes, elle est de 80- 270 cm de circonférence à El Kala et l'exploitation du liège a été faite de 1 à 3 récoltes. A Souk-Ahras la circonférence est de 50-400 cm avec une récolte de 1- 4 et pour les subéraies de Séraïdi, l'écorçage a été fait six fois pour une circonférence qui varie de 80- 260cm. Dans l'Ouest le liège a été levé de façon désordonnée et sans respect des normes, plus de 70-100 cm de circonférence ont été excessivement exploités et le nombre de récoltes a largement dépassé les normes recommandées. La hauteur d'écorçage ne doit pas dépasser 2,5 m (Boudy, 1950). Le coefficient d'écorçage est rarement appliqué et plus de 60% des arbres dans les subéraies de l'ouest ont été excessivement exploités ( $CD > 2,0$ ).

Selon Ruiiu (2005) les chaînes de production les plus atteints par le dépérissement ont des coefficients de démasclage plus élevés. Pour les 3 sites d'étude la hauteur d'écorçage ne dépasse pas les normes recommandées, à El Kala elle ne dépasse pas 2,4m, Séraïdi 3 m et Souk-Ahras 7,5 m et selon le coefficient d'écorçage calculé pour chaque site nous considérons que les consignes de la récolte sont respectées. Le démasclage (ou le déliègeage) mal réalisé, peut compromettre le développement ultérieurement de l'arbre.

En l'occurrence, l'exploitation anarchique du liège par la mauvaise estimation du coefficient de démasclage implique des hauteurs d'écorçage excessives et des surfaces découvertes importantes dépassant la tolérance de la transpiration de ces jeunes arbres en période estivale (Dehane, 2012). La récolte du liège est un stress pour l'arbre, qui peut occasionner des blessures plus au moins importantes et quelques fois irréversibles, ainsi l'ouverture créée par la hache est une entrée possible pour divers agents (Cantat & Piazzetta, 2005).



En Algérie, l'exploitation du liège se fait actuellement de façon désordonnée, par morceaux ou planches et exclusivement dans les endroits accessibles et le long des pistes (Zine, 1992). L'homme est à l'origine de dégâts sur les troncs surtout à Séraïdi et El Kala et à un degré moindre à Souk-Ahras, cette action correspond essentiellement à des déliègeage illicites. Le taux des arbres qui présentent des blessures de démasclage augmente tout au long des années dans les subéraies étudiées. Les taux les plus élevés sont observés dans les sites d'El Kala et Souk-Ahras où plus de la moitié des arbres sont atteints. Or, un nombre d'arbres inférieur à la moitié est touché dans les sites de Séraïdi.

Les évaluations partielles qui prennent en considération un seul facteur associé au dépérissement ne sont pas susceptibles d'expliquer toute la complexité du phénomène. Par conséquent, la stratégie la plus valable est de considérer que le déclin du chêne-liège est un processus graduel faisant intervenir plusieurs facteurs, de façon séquentielle ou simultanée. Cette situation peut provoquer des perturbations dans l'équilibre dynamique de l'écosystème forestier qui induisent l'apparition de situations à risque (Sousa, 2005).

Dans la nature, les phytophages ont généralement le choix entre une grande variété de plantes qui seront, ou non, consommées. Les espèces spécialistes, ou oligophages, ne consommeront qu'un petit nombre de plantes alors que les insectes généralistes, ou polyphages, consommeront de nombreuses espèces de plantes appartenant à des familles différentes.

Le chêne-liège héberge une faune très diversifiée, dont les insectes phyllophages. Ceux-ci exploitent les feuilles de différentes façons, en les découpant, en les décapants, en les perforant pour exploiter les liquides intracellulaires et la sève, en creusant entre les deux épidermes, en provoquant la formation des galles, etc. Cependant la plupart d'entre eux exploitent le feuillage jeune, issu du débourrement de printemps qui refouille l'arbre dénudé pendant l'hiver (chêne rouvre d'Europe *Quercus sessiliflora* ou *Q. petraea*), mais aussi chênes tauzin et zéen *Q. pyrenaica* Willd. Et *Q. mirbeckii* Dur. D'Afrique du Nord) ou assure un renouvellement progressif du feuillage (chêne-liège et chêne vert *Q. rotundifolia* Lam.).

Parmi ces consommateurs, le Bombyx disparate *Porthetria dispar* est sans conteste le plus actif. (Villemant & Fraval, 1993). Des dégâts localisés du Bombyx disparate ont également été observés dans les subéraies à l'est d'El-Kala, dans la station d'El-Ghorra en 1991 (Ouakid, 1991).



D'autres consommateurs du feuillage du chêne-liège, la tordeuse verte (*Tortrix viridana*) qui doit son nom à la couleur vert tendre de ses ailes antérieurs. C'est l'un des principaux défoliateurs des espèces du genre *Quercus* dans la région paléarctique (Du Merle, 1999).

L'étude réalisée sur les feuilles, montre un état sanitaire inquiétant, puisque environ 80% des feuilles du chêne-liège sont endommagées. Ces dernières sont soit attaquées par des insectes phytophages, soit des nécroses, soit insectes gallicoles. On trouve aussi des feuilles qui prennent à la fois plusieurs aspects.

A El Kala, les dégâts foliaires sont dus aussi bien aux insectes qu'aux nécroses, alors que les dommages causés aux feuilles à Souk-Ahras et Séraïdi sont essentiellement entomologiques.

En effet de nombreux insectes phytophages décapent la face inférieure des feuilles, notamment les adultes de quelques charançons et de jeunes stades larvaires de chenilles. Des insectes mineurs tracent également sur les feuilles des galeries linéaires ou sinueuses au début qui s'étendent ensuite en véritables plages, de taille variable mais qui couvrent parfois plus de la moitié de la feuille. En revanche, les découpages du bord de la feuille ou les perforations du limbe sont provoqués par des chenilles âgées de divers Lépidoptères et des adultes de Chrysomelidae et de Curculionidae (Bouhraoua, 2003).

Dans nos subéraies, l'activité nutritive des insectes phytophages s'est traduite le plus souvent par des attaques en décapages et en perforations en même temps, avec des dimensions variables dans la plupart des feuilles récoltées sont moyennement endommagées.

Les mycoses provoquent le plus souvent des altérations du limbe sous forme de nécroses et taches, de forme, de couleur et de taille variables. Elles sont généralement causées par un ensemble de champignons non identifiés.

La majorité des futaies de chêne-liège d'Algérie sont des peuplements ayant plus de 100 ans, et leur reconstitution devient impérative (Zeraïa, 1981). Déjà en 1950, Boudy constatait que cette essence se régénère mal, car les jeunes semis ne peuvent supporter la saison sèche plus de deux à trois ans et sont généralement détruits par les vents chauds de l'été.



Les glands de chêne-liège jouent un rôle capital dans la régénération de cette essence, qui dépend fortement de la régularité et l'abondance des glandées, mais aussi de la taille (haute valeur énergétique) et de l'état phytosanitaire des glands. (Suzka *et al.*, 1994 ; Merouani *et al.*, 2001). A El Kala, la répartition des glands de la forêt est hétérogène, certains arbres présentent une bonne glandée alors que d'autres ont une faible glandée. Les subéraies de haute montagne de Souk-Ahras et de Séraïdi, ont une glandée régulière et la plupart des arbres ont une production abondante. Dans les subéraies de l'ouest de l'Algérie, les glandées abondantes sont très rarement observées (Bouhraoua, 2003), au Maroc dans la forêt de Mamora, la glandée n'est pas régulière, elle a lieu tous les 2 à 5 ans, en Mamora nord-occidentale peu d'arbres produisent des glands, ils le font irrégulièrement (Fraval, 1991).

Pour de nombreuses espèces forestières, il existe une relation directe entre l'état morphologique des semences (taille/poids) et leur capacité germinative (Chaussat & Deunff, 1975). Les mensurations des glands récoltés à El Kala, Séraïdi et Souk-Ahras montrent qu'il n'y a pas de variabilité remarquable entre les glands, il s'agit d'un échantillon homogène, la longueur et la largeur restent stables durant les saisons d'étude, par contre, on enregistre de fortes variations concernant le poids. Dans les subéraies de l'Ouest Algérien, les résultats des mesures des glands montrent qu'ils sont de tailles très variables, leur longueur par exemple varie entre 1,35 à 1,69cm (Bouhraoua, 2003).

A l'ouest Algérien la majorité des insectes évoluant à l'intérieur des glands sont des Lépidoptères représentés par la famille des Tortricidae *Eudonia angustea* et *Euzophera sp.*, qui semblent nouvelles pour la faune d'Algérie, des coléoptères cléthrophages représentés par une seule espèce indéterminée du genre *Balaninus*, on signale aussi un autre papillon, *Pyrallis farinalis* (la pyrale de la farine) (Bouhraoua, 2003), ainsi que les Diptères, Cecidomyidae et Scianidae, qui sont très abondants, ces insectes sont des mycéthophages, ils se nourrissant de divers champignons qui se développent sur les glands (Villement & Fraval, 1991).

Cependant les insectes évoluant à l'intérieur des glands des forêts du Nord-Est Algérien dans la région d'El-Kala sont des Lépidoptères de la famille des Tortricidae (*Cydia fagiglandana* et *Cydia splendana*), et un Coléoptère de la famille des Curculionidae *Curculio sp.*, ce dernier est un important ravageur des glands de *Quercus* (Adjami, 2009).

L'attaque des Carpophages perturbe et diminue la régularité et l'abondance de la glandée, ce qui a une incidence directe sur la capacité germinative est par conséquent sur la régénération naturelle de l'essence. Une partie des glands étudiés présentent une attaque



fungique (gland pourris). La pourriture des glands est due probablement au parasite le plus dommageable, le champignon *Ciboriaba tschiana* (Zopi.) Buchwald qui provoque une pourriture noire (Morelet, 1974, in Delatour & Morelet, 1979).

Les résultats de l'infestation des glands, fait ressortir l'augmentation du taux d'attaque des Carpophages durant les années d'étude. En 1996, 30% des 270 glands collectés dans la subéraie d'El-Kala étaient attaqués par *Cydia sp* (Demnati, 1997). En 1998, 300 glands ont été récoltés dans la yeuseraie de Ras- El- Oued dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, leurs taux d'infestation par *Cydia fagiglandana* avoisinant les 20% (Derbal, 2000), dans la forêt de Tamentout, à l'Ouest de l'Algérie les glands de chêne-liège sont surtout attaqués par *Cydia splendana* (Benmechri, 1994) par contre, dans la forêt de Hafir-Zarif et dans le Nord-Ouest Algérien, les glands attaqués par les Coléoptères sont nettement dominants sur ceux attaqués par les Lépidoptères (Bouchaour-Djabeur *et al.*, 2011).

L'étude de l'infestation des glands dans l'Est Algérien, indique que les glands récoltés dans les subéraies d'El Kala endurent des attaques de *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* et d'un Coléoptère *Curculio sp*. En revanche, les subéraies de Souk-Ahras et Séraïdi subissent majoritairement des attaques de *Cydia splendana* et *Curculio sp*. On signale aussi la présence du Lépidoptère *Pammen faciana* dans quelques glands des subéraies d'El Kala et Séraïdi.

Comme pour la plus part des essences feuillues, le chêne-liège se régénère par deux méthodes, l'une naturelle (semis et rejets de souches) et l'autre artificielle.

La plus première méthode est très défaillante en Afrique de Nord, particulièrement en Algérie, vu l'irrégularité des fructifications et le surpâturage et par endroit une forte densité de pieds (Nsibi *et al.*, 2006). Une année de bonne glandée peut être suivie par une ou plusieurs années de mauvaise production de glands.

En outre, cet état est aggravé d'une part par la qualité de la glandée (glands de petites tailles, de faibles pouvoir germinatif) et d'autre part par la présence de piqûres due aux attaques d'insectes (Bouhraoua, 2003 ; Chouial, 2004).

La pérennité naturelle de l'essence peut être aussi par rejets de souches. Cette méthode de régénération s'applique avec prudence aux peuplements ayant des souches de plus de 80 ans (CEMAGREF, 1983). C'est à cet âge que la vigueur de l'arbre commence à diminuer.

Malheureusement cette méthode est peu utilisée en Algérie en raison du manque d'information sur ses possibilités de production (Belabbes, 1996).



Sur les terrains plats, la régénération dite assistée se fait soit par la technique de plantation ou soit par la technique de semis directe. Sur les terrains de faible et moyenne pentes, la méthode dite en bandes alternées est préconisée (Roula 2010).

En Algérie, le problème majeur auquel les pépiniéristes sont confrontés demeure l'enroulement des racines latérales et la forte croissance du pivot qui provoque le problème de chignon lorsqu'il atteint le fond du sachet, avant même l'apparition de la tigelle dans les pépinières au sol (Letreuch-Belarouci, 1991). Selon Hachechena (1995), les plants de chêne-liège en conteneurs résistent mieux à la transplantation en forêt (avec un taux de réussite qui varie de 60 à 100%) que les plants à racines nues (avec un taux qui varie entre 0 et 20%).

La régénération naturelle du chêne-liège, dans la Numidie orientale, reste très aléatoire, c'est pourquoi le recours à la régénération artificielle est la seule solution pour protéger cette essence en voie de disparition dans cette région (Bennadja *et al.*, 2007).

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

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

Selon Bouchaour-Djabeur *et al.*, (2011), les dégâts cotylédonaire affectent la sensibilité des glands et des semis résultants et peuvent très bien être le facteur principal d'une mortalité ultérieure.

Pour lutter contre les insectes ravageurs et dans le but de préserver les glands du chêne-liège, des travaux ont montré l'efficacité de deux doses de Spinosad : 1g/l et les résultats montrent que la dose a un effet insecticide significatif sur les larves de *Cydia fagiglandana*.

L'effet toxique du Spinosad a été évalué sur plusieurs espèces d'insectes comme certains parasites d'abeilles (Penagos *et al.*, 2005) ou certaines chenilles de Lépidoptères comme *L. dispar* (Touati, 2010). Ce composé est également de plus en plus utilisé pour lutter



contre les diptères tel que les mouches de *Drosophila melanogaster* (Bourbia, 2012) et les larves de moustiques comme *Anopheles stephensis*, *Anopheles multicolor*, *Aedes aegypti* et *Culex pipiens* (Bahgat *et al.*, 2007; Romi *et al.*, 2006 ; Mrabeti, 2010). Ce bio pesticide provoque aussi la mortalité des insectes plus résistants tels que les blattes (Habbachi, 2013).

Au cours de ce travail, nous avons montré que le Spinosad n’a aucun effet sur le pouvoir germinative des glands de chêne-liège, puisque la majorité des glands traités germent normalement.

La qualité d'un plant est la résultante de nombreuses caractéristiques morphologiques et physiologiques qui contrôlent leurs possibilités de développement et de croissance (Aussenac *et al.*, 1988). Mais d'après Mattsson (1997), il n'existe pas encore de critères de détermination de la qualité des plants permettant de prévoir leurs performances après transplantation.

La croissance de la tige des jeunes plants de chêne-liège est rythmique, elle est caractérisée par une alternance de périodes d'allongement et des périodes de repos. Ce caractère est déjà connu pour la plupart des espèces des climats tempérés (Lavarenne *et al.*, 1971 ; Pezet *et al.*, 1988) incluant les chênes (Alatou, 1990 ; Bamola *et al.*, 1990 ; Bamola *et al.*, 1993).

Nous avons montré que lors du développement des glands traités, la hauteur de la tige, le nombre de feuille et sa taille restent dans les normes citées par Lamhamdi (1997). Le nombre de feuilles constitue un bon indice de production de biomasse par ailleurs tributaire d'une bonne alimentation en eau et en sels minéraux.

Du point de vue morphologique, le diamètre du collet du plant en pépinière semble être un bon paramètre de prédiction de sa survie et de sa croissance alors que Lamhamdi (1997) affirme qu'un bon plant forestier devrait atteindre un objectif de 20 à 25 cm de haut et un diamètre de 3 à 4 cm.

Les insectes comme tous les êtres vivants participent à l'équilibre des écosystèmes. Ils existent environ deux millions d'espèces qui sont actuellement décrites, ce qui représente 90% de toutes les espèces animales connues (Hoffmann, 2007). Ces animaux de taille et de forme variables, occupent toutes les niches écologiques.

Les travaux d'inventaire sur les insectes des chênes sont peu nombreux dans notre pays et se limitent à notre connaissance et à celles des auteurs suivants : Ghanem (1992) ;



Benmechri (1994) ; Attal- Bedreddine (1995) ; Demnati (1997) ; Derbal (2000) et Bouhraoua (2003).

Au cours de la période d'étude de l'année 2010, dans les subéraies d'El Kala nous avons dénombré 110 espèces et quelques-unes encore non identifiées. Ces chiffres sont relativement importants si on les compare à ceux d'autres inventaires effectués en Algérie. Parmi ces inventaires, nous trouvons celui de Ghanem (1992) où il a recensé 52 espèces seulement dans la forêt de Larbatache (près d'Alger), de Benmechri (1994) avec 76 espèces récoltés à Tamentout (Petite Kabylie), celui de Demnati (1997) qui a recensé 101 espèces dans deux subéraies : Brabtia et El-Ghorra du Parc National d'El-Kala et enfin de Bouhraoua (2003), où il a recensé 150 espèces dans quatre forêts de l'ouest algérien. Sur les autres chênes, existe un peuplement entomologique de même importance spécifique. Il est de l'ordre de 97 espèces sur chêne zeen, 102 espèces sur chêne afares (Benmechri, 1994) et 110 espèces sur chêne vert (Attal-Bedreddine, 1995). Ailleurs, la faune entomologique du chêne-liège paraît beaucoup plus riche : on compte à titre d'exemple dans les Maures (France) jusqu'à 116 espèces frondicoles uniquement (Biogot & Kabakibi, 1987) et au Maroc plus de 150 espèces (Villemant & Fraval, 1993).

Notre travail sur l'inventaire nous permet de connaître et reconnaître les insectes dépréciateurs des subéraies. Les espèces recensées sont réparties essentiellement entre dix ordres importants à savoir les Coléoptères, Lépidoptères, les Hémiptères. Le reste de l'entomofaune est reparti entre Hyménoptères, Dictyoptères, Diptères, Hétéroptères, Odonates, Orthoptères et les Isoptères.

L'ordre des Coléoptères compte le plus grand nombre d'espèces suivi par celui des Hyménoptères et des Diptère (Lumaret, 2010). Dans notre région, l'ordre le plus important reste celui des Coléoptères avec 68 espèces.

En forêt, la pression exercée par les insectes affecte souvent la reproduction, la croissance et la survie des plantes. Elle a ainsi une influence sur de nombreux processus écologiques comme la productivité primaire, la dynamique des communautés végétales, ainsi les défoliations peuvent modifier la composition spécifique des massifs forestiers en réduisant l'importance relative de certains arbres (Chatenet, 2000).

Les régimes alimentaires des insectes sont d'une extrême diversité, selon (Beaumont & Cassier, 1983) il n'y a pas de spécialisation trophique absolue dans la nature, Par ailleurs, il est important de signaler la possibilité dans certains groupes



d'observer le passage d'un régime alimentaire à l'autre; ainsi certains prédateurs peuvent devenir phytophages.

Selon Schvester (1985) tout insecte phytophage est potentiellement ravageur. Toutefois dans la frondaison peuvent également s'y trouver des espèces prédatrices que d'espèces simplement attirées par la floraison ou seulement venues chercher refuge dans le feuillage. Dans les subéraies d'El Kala, il y a dominance des phytophages sur les prédateurs, tout en sachant que parmi les phytophages se rencontrent également des espèces inféodées aux plantes du sous-bois dont la composition floristique détermine pour une large part la diversité du peuplement frondicole des chênaies (Bigot *et al.*, 1983 ; Bigot & Kabakibi, 1987 ; Mahari, 1992 ; Arahou, 2008). Les Coléoptères phytophages sont représentés principalement par les Chrysomélidés, les Scarabeidae et les Curculionidés avec respectivement 8, 6 et 5 espèces. Selon la littérature, ce sont les groupes les mieux représentés aussi bien au niveau des subéraies que des chênaies vertes (Bigot & Kabakibi, 1989 ; Villemant & Fraval, 1991 ; Benmechri, 1994 ; Sayah, 2003).

A ce groupe se joignent les Lépidoptères dont la majorité est également phytophage. On cite essentiellement la présence de *Tortrix viridana* (Tortricidae). Cette dernière fréquente aussi bien le chêne-liège que d'autres chênes (Villemant & Fraval, 1991 ; Benmechri, 1994 ; Arahou, 2008). *Tortrix viridana* peut être à l'origine de défoliations importantes, mais cela n'a jusqu'à présent jamais eu lieu dans la forêt d'El Kala.

La présence de bétail dans le milieu forestier favorise le maintien d'une faune particulière inféodée aux bouses, crottins, etc. En facilitant l'enfouissement et le recyclage des matières fécales, les animaux coprophages contribuent de façon importante à l'amélioration des sols des milieux pâturés (Aouinty, 1990).

De fait de leur évolution rapide, ces micro-milieux sont colonisés par des espèces très mobiles qui circulent très rapidement à terre comme en vol. Elles sont attirées vers les excréments par les produits de décomposition des protéines (Matthey *et al.*, 1984), chaque espèce recherchant des types de fèces particuliers (Paulian & barbaud, 1982).

Les bouses sont d'abord colonisées par les Coprophages sensu stricto qui se nourrissent de matières fécales. Ils sont suivis quelques heures après par les Coléoptères Scarabaeidae et Aphodiidae (Villemant & Fraval, 1991). Les premiers Scarabaeidae qui exploitent les bouses appartiennent aux genres *Bubas*, *Copris*, *Onitis* et *Onthophagus* (Villemant & Fraval, 1991), en effet les subéraies d'El Kala sont caractérisés par la présence de bétail, leurs bouses sont



colonisés par les espèces suivantes : *Copris hispanus*, *Onthophagus amyntas* et *Onthophagus* sp. Nous avons aussi récoltés des individus de la famille des Geotrupidae, les espèces de cette famille recherchent les crottins de chevaux et les crottes de moutons, plus sec que les bouses (Auber, 1976).

Les Bousiers *Scarabaeussacer* L. et *S. laticollis* L., très commun en Mamora, ont un vol lourd et bruyant, ils sont diurnes. Ils façonnent de grosses boules de matière stercorale qu'ils peuvent enterrer sur place pour s'en nourrir ou rouler devant eux en s'aidant de leurs pattes postérieures jusqu'à un endroit propice où ils l'enfouissent. Ces gros bousiers se déplacent souvent entourés d'un nuage de petites mouches, des individus de *Scarabaeus sacer* ont été récoltés en grand nombre dans la subéraie d'El Kala puisque c'est un lieu de pâturage.

Le bois est produit lentement, tout au long de la vie de l'arbre. A sa mort, ses caractéristiques évoluent sous l'influence de champignons et d'animaux, dont beaucoup d'Insectes, dits Saproxylophages, spécialistes du bois décomposés. Dans l'écosystème, il représente une source alimentaire au rythme de disponibilité très différent de celui des feuilles, aux caractéristiques physiques et chimiques particulières. Les animaux (et les champignons) qui le consomment sont les agents indispensables du recyclage de cette matière organique qui garantissent la pérennité de la forêt.

Le chêne-liège est victime de plusieurs espèces d'Insectes xylophages. Certains capables d'attaquer l'arbre sur pied encore vivant, sont dit primaires ; inféodés à l'arbre souffrant, on les qualifie de secondaires (Villemant & Fraval, 1991).

Les larves « vers blancs » de plusieurs Scarabeidae se développent dans le bois pourri de vieux chênes blessés, voir morts, dans les souches, ainsi que dans le terreau qui se forme dans leur creux. Ces vers blancs qui ne semblent pas rechercher d'essences particulières sont aussi capables de se développer dans le sol, aux dépens des feuilles mortes et des racines des jeunes arbres. En Algérie, la larve abonde dans le terreau des vieux troncs et dans le bois décomposé des feuillus (Villemant & Fraval, 1991), et c'est ce qu'on avait constatés lors de nos captures où on a récoltés plusieurs larves de Scarabeidae dans le bois pourri de chêne-liège, dans les troncs morts ainsi que dans le sol.

*Oryctes nasicornis* est un ennemi redouté des pépinières et des semis de Chêne-liège, capable de causer des mortalités importantes pendant les premières années (Villemant & Fraval, 1991). Les larves de plusieurs genres (*Oryctes*, *Potosia*) pratiquent la symbiontrophagie. La partie postérieure de leur tube digestif (proctodeum) est une chambre de



fermentation où des bactéries assurent la dégradation de la cellulose (Charras, 1979). *Oryctes nasicornis* ronge les racines de différents arbres (Olivier, Chêne vert). L'espèce s'attaque aussi aux racines du chêne-liège en Espagne (Montaya Olivier, 1980), durant notre inventaire les adultes d'*Oryctes nasicornis* ont été capturés à l'aide de pots Barber entre Avril et juin.

Les Cétoines se rencontrent parfois en grand nombre dans les troncs pourris, sous les écorces décollés, dans les cavités remplies de terreau et du frass d'autres insectes xylophages, comme dans les déjections d'*Oryctes nasicornis*. Les adultes sont floricoles (Villemant & Fraval, 1991), deux espèces ont été récoltées entre Mai et Juin avec des pièges barber et la récolte à vue : *Protaetia morio* et *Oxythyrea funesta*.

La larve de la petite biche, *Dorcus parallelipedus* vit dans le bois mort attaqué par les champignons ; comme les Scarabaeidae, elle pratique la symbiontrophagie (Charras, 1979). Les adultes, peu fréquents, sont vus sur le tronc des chênes liège au printemps (Villemant & Fraval, 1991), dans les subéraies d'El-Kala, des adultes de *Dorcus parallelipedus* ont été récoltés sur les troncs de chêne-liège, ainsi qu'avec des piège barber pendant quatre mois : Avril, Mai, Juin et Juillet. En Europe, la ponte a lieu en mai.

Une autre espèce vivant dans le bois mort et dégradé de chêne-liège dans les subéraies d'El-Kala, c'est l'espèce *Reticulitermes lucifigus* de l'ordre des Isoptères vivant dans des colonies de milliers d'individus, cet ordre est représenté dans les forêts de l'Ouest Algérien par le genre *Kaloterme* sp. (Bouhraoua, 2003).

Deux espèces sont présentes en Europe : *Kaloterme* (Kalotermitidae) et *Reticulitermes* (Rhinotermitidae). Les termites du genre *Kaloterme* sont des termites dits de bois sec; Ils sont endémiques du pourtour méditerranéen, et ne sont représentés que par une seule espèce, *K. flavicollis*.

Le liège, matériau durable s'il en est, ne résiste pas à la mandibule de certains insectes qui y creusent des galeries, non pas en général pour s'en nourrir, mais pour y trouver logement, abri temporaire ou terrain de chasse, c'est le cas de la fourmi du liège *Crematogaster scutellaris*, cette fourmi est présente dans la plupart des subéraies d'Europe méditerranéenne et d'Afrique du Nord. Au Maroc elle provoque la perte de 50% du rendement qualitatif du liège destiné à la bouchonnerie (Villemant & Fraval, 2002), Cette espèce est présente sur les arbres de chêne-liège dans les subéraies de l'est Algérien, elle est aussi présente dans les forêts de l'Ouest Algérien (Bouhraoua, 2003).



Aux fourmis s'ajoutent les insectes xylophages qui creusent le liège ou le bois des arbres pour se nourrir et effectuer leur nymphose, par des trous d'entrée et des trous de sortie, ces insectes causent des dégâts importants par leurs galeries larvaires qui traversent les faisceaux libéraux-ligneux et entravent ainsi la circulation de la sève, certains de ces insectes ont une durée de vie larvaire à l'intérieur de ces galeries qui dure 2 à 3 ans c'est le cas du grand capricorne (*Cérambyx cerdo*) (El Antry, 1999).

Une galle ou cécidie est une formation végétative, provenant d'une excroissance anormale de la plante. Elle est définie aussi comme un fruit issu de l'action conjuguée de deux organismes bien distincts, ou de deux patrimoines génétiques indépendants entrant localement en interaction intime (Mani, 1964 ; Dajoz, 1980 ; Giuntoli, 1985 ; Pujade-Villar, 1986 ; Meyer, 1987 ; Shorthouse & Rohftitsch, 1992 ; Dauphin, 1994 ; Buss, 2003).

L'appellation «galle», se réfère aux formations produites par un organisme parasite, tels que les virus, bactéries, champignons, nématodes, acariens ou insectes (Mani, 1964 ; Meyer, 1987). De plus, c'est la plante qui doit initier la croissance végétative en réaction à l'attaque du parasite. Cette croissance varie selon la physiologie nutritionnelle ou le mode d'action utilisé par le parasite pour exploiter son hôte (Mani, 1964 ; Meyer, 1987). Toute fois, c'est l'organisme parasite qui contrôle le développement de la galle et s'il meurt avant la maturation de celle-ci, sa croissance sera arrêtée (Folliot, 1964 ; Stone & Schönrogge, 2003).

Les galles se rencontrent sur de très nombreux végétaux (Dajoz, 1980). Près de 50% des galles connues dans l'hémisphère nord sont sur des arbres de la famille des Fagaceae, et en particulier sur des *Quercus* et *Fagus* (Dajoz, 1980). Tous les organes peuvent être atteints, mais avec des fréquences variables (Dajoz, 1980).

Les galles (Hymenoptera : Cynipidae) comptent 1 360 espèces décrites d'insectes gallicoles ou inquilins (formant ou occupant des galles) dans le monde (Ronquist, 1994; Liljeblad & Ronquist, 1998). La plupart des espèces (près de 1 000) attaquent les chênes (Fagacées : *Quercus* sp.) (Burks, 1979; Melika & Abrahamson, 2002).

La fidélité des Cynipini aux chênes montre combien ces agents sont monophages. En Afrique du Nord, 86 % des Cynipidae se développent sur le genre *Quercus* (Houard, 1912 ; Bonnemaïson, 1962 ; Askew, 1984) et chaque agent ne se développe généralement que sur une espèce de chêne ou sur quelques espèces apparentées (Krombein *et al.*, 1979 ; Abrahamson & Weis, 1987). Les Cynipidés du chêne sont connus par leurs remarquables



diversités structurelles des galles qu'ils provoquent (Askew, 1961 ; Askew, 1984 ; Dreger-Jauffret & Shorthouse, 1992 ; Shorthouse & Rohfritsch, 1992 ; Melika *et al.*, 2000).

Nous avons recensé quelques espèces de galles évoluant sur le chêne-liège de l'est Algérien 7 espèces au total. Nombreuses espèces produisent leurs galles sur les feuilles des chênes, la forme asexuée des deux galles *Neuroterus minutulus* et *Neuroterus saltans* qu'on a trouvé dans les forêts de chêne-liège d'El Kala et Souk-Ahras. Nous avons dénombré des galles au niveau des chatons dans les forêts de Souk-Ahras et El Kala, la forme sexuée d'*Andricus grossulariae* sur chêne-liège. Sur les glands du chêne-liège se développe la forme sexuée de *Callirhytis glandium*, on a reconnu cette forme dans les forêts de Souk-Ahras et Séraïdi.

Les galles de *Neuroterus* sont surtout abondantes sur les jeunes arbres en bordure du peuplement, on peut trouver les galles de plusieurs espèces sur la même feuille (Dajoz, 1999). Récemment, Pujade-Villar & Benjamaa (2010) ont cité *Neuroterus minutulus* en Tunisie sur *Q. suber*, cette espèce gallicole est connue dans quelques pays de l'Europe centrale toujours sur *Q. cerris*, la collecte sur *Q. suber* représente un changement d'hôte, bien que les deux espèces de *Quercus* sont de la même section, elles sont très différentes l'une de l'autre (Pujade-Villar *et al.*, 2012). Cette galle se rencontre au niveau de la partie inférieure des feuilles. *Neuroterus saliens* a été signalé sur *Q. suber* en Algérie (Marchal, 1897) et en Tunisie (Pujade-Villar *et al.*, 2010b), elle présente un cycle hétérogonique au cours duquel les galles de la génération sexuée se forment dans les jeunes bourgeons et sont collées à des glands déformés et celles de la génération asexuée dans les feuilles du chêne-liège. *Neuroterus quercusbaccarum*, les galles de cette espèce se rencontrent sur la face inférieure des feuilles du *Quercus faginea*. Cette espèce a été mentionnée en Algérie par Houard (1912). En cas d'infestation sévère, chaque feuille selon ses dimensions, peut contenir plusieurs dizaines voire centaines de galles.

*Andricus grossulariae* a été mentionnée en Algérie par Houard (1912), c'est une espèce hétéroecique formant des galles de la génération sexuée sur les chatons du chêne-liège, et celles de la forme asexuée dans les bourgeons de chêne zeen (Pujade-Villar *et al.*, 2011).

La galle *Callirhytis glandium* est une espèce dangereuse à *Q. suber* et *Q. faginea*. Cette galle a deux générations: l'une sexuelle, elle est observée sur les glands de *Q. suber* et cause leur perte ou une baisse de la production et l'autre asexuée est observée sur les jeunes branches de *Q. faginea* et cause leur mort car les chambres larvaires sont nombreuses.



Le genre *Synophrus* appartient à la tribu Synergini, dont les représentants ont perdu la capacité d'induire leurs propres galles mais quelques-unes ont la faculté d'induire le développement de tissus de la plante nutritive dans les galles d'autres cynipidés. Cette espèce est considéré comme gallicole grâce à sa faculté à modifier la galle originale (Pujade-Villar *et al.*, 2011). Nous avons récolté deux espèces de *Synophrus* dans nos sites d'études : *Synophrus politus* et *Synophrus olivieri*

Au niveau du genre *Synophrus*, qui a été récemment étudié (Pénzes *et al.*, 2009), *S. olivieri* est la seule espèce qui a une galle multiloculaire. Cette multilocularité doit être causée par la ponte des femelles du *Synophrus*, qui déposent plusieurs œufs dans la même galle hôte (Atkinson *et al.*, 2002).

La galle de *S. olivieri* qui est placé à l'intérieur des tiges de *Q. suber* est la conséquence de l'inquilinisme avec la forme asexuée de *Plagiotrochus amenti*, et probablement, les galles latérales de *S. olivieri* sont le résultat de l'attaque de plusieurs galles d'*Andricus burgundus*. Le résultat final est l'obtention d'une galle uniloculaire pour *S. politus* et une galle pluriloculaire pour *S. olivieri* (Pujade-Villar, 2010).

L'étude génétique des adultes obtenus de galles uniloculaires similaires des galles de *S. politus*, faite récemment par Pénzes *et al.*, (2009), a montré qu'il existe plusieurs espèces capables de produire des galles uniloculaires dans *Synophrus*. Ceci nous permet d'avancer que les *S. politus* de la péninsule Ibérique, connus sous le nom *S. politus* et récoltés sur *Q. suber*, correspondent vraisemblablement à une espèce différente récemment décrite (Pénzes *et al.*, 2009): *S. hispanicus*. Il est également, fort probable qu'au nord de l'Afrique, où l'hôte est aussi *Q. suber*, les formes appelées par les auteurs antérieurs comme «*politus*» devraient être appelées «*hispanicus*».

Les frondicoles gallicoles sont surtout des Hyménoptères Cynipidae. Par contre les Diptères gallicoles rencontrés sont représentés par la famille des Cécidomyidae qui dans notre inventaire ne comporte qu'une seule espèce *Dryomyia lichtensteini* et malgré le nombre élevé de feuilles attaquées, cela ne semble pas influencer sur l'aspect général des forêts. C'est une espèce qui a été citée dans presque toutes les forêts algériennes dont l'entomofaune a été étudiée.

L'impact des dommages occasionnés par les insectes galligènes aux plantes est variable et difficile à quantifier. Cependant, dans la majorité des cas, les dégâts ne sont pas d'une grande importance (Mani, 1964). Bien que l'insecte galligène est en compétition directe



avec les organes ou les tissus de sa plante hôte, ceci fournit souvent de l'énergie nécessaire pour la formation de la galle, l'alimentation et le développement complet de son occupant (Bagatto *et al.*, 1996 ; Stone & Schönrogge, 2003). Cette plante arrive à compenser ce manque d'énergie par l'augmentation de sa photosynthèse (Bagatto *et al.*, 1996). L'insecte détourne et consomme les nutriments et les produits photosynthétiques des cellules ou du phloème de la plante-hôte (Bagatto *et al.*, 1996 ; Stone & Schönrogge, 2003).

Les galles peuvent également entraîner un effet de dépérissement précoce des organes de la plante-hôte. A titre d'exemple, les feuilles ou les aiguilles infectées tombent prématurément (West & Shorthouse, 1982 ; Williams & Whitham, 1986 ; Bagatto *et al.*, 1996), les fruits avortent (Stone & Schönrogge, 2003) et les semences deviennent stériles (West *et al.*, 1996 ; AAC, 2004). Lorsque les fleurs sont attaquées, la production de graines est réduite ce qui entraîne des pertes de rendement chez les plantes cultivées (West *et al.*, 1996 ; Stone & Schönrogge, 2003 ; AAC, 2004).



---

## 5. Conclusion

Le chêne-liège est l'une des espèces les plus importantes de la forêt méditerranéenne et le liège est un des rares produits forestiers qui présente un bilan industriel et commercial positif dans les peuplements denses. Dans les peuplements de faible densité, on peut trouver d'autres formes de valorisation : pâturage, champignons, parfois même quelques formes d'agriculture, de tourisme rural, etc. qui créent un véritable système agro-sylvo-pastoral.

Le chêne-liège apporte une contribution incontournable à la lutte contre les processus d'abandon rural. Cependant, les peuplements de chêne-liège présentent un taux de mortalité anormal et préoccupant, qui s'est aggravé surtout depuis les années 1990 ; c'est le dépérissement.

Les causes du dépérissement du chêne-liège sont multiples et interactives. Elles sont très mal connues. Ce phénomène touche la subéraie algérienne. Dans l'Ouest Algérien un constat alarmant a été établi depuis 2003, la situation à l'Est du pays est méconnue.

En Algérie, les principales subéraies s'étendent d'une manière assez continue le long de la zone littorale. L'étude sur l'état sanitaire des subéraies que nous avons abordée pour la première fois à l'Est de l'Algérie, nous a permis avant tout de jeter un regard sur la situation actuelle, tant forestière qu'économique, de quelques peuplements de chêne-liège existant dans cette région.

Les trois subéraies retenues pour l'étude à savoir, El Kala, Souk-Ahras et Séraïdi ne sortent pas grandement de ce contexte. Le réseau de surveillance installé dans la région, nous a fourni beaucoup d'informations élémentaires et intéressantes sur le fonctionnement de ce type d'écosystème forestier. Les résultats des séries de notation de l'état des arbres, réalisée durant les années d'étude, nous ont permis de tirer de nombreuses conclusions qui restent toutefois relativement partielles tant à cause de problèmes méthodologiques d'appréciation de l'état sanitaire des arbres que des difficultés rencontrées pour analyser la complexité des résultats eux même.

L'appréciation de l'état sanitaire du peuplement a été faite à travers l'examen du houppier, du tronc, des branches, des feuilles, des rameaux et des fruits (glands). La vigueur des arbres a été appréciée par le biais de la décoloration et la défoliation qui permet de calculer l'indice de dépérissement (ID) exprimant d'une façon directe l'état général du peuplement.



L'examen des troncs des arbres des trois forêts étudiées indique une présence importante d'insectes xylophages et de la flore lichénologique. Des suintements noirâtres, des croutes charbonneuses, des crevasses et des déhiscences du liège sont également observées.

Le calcul de l'indice de dépérissement (ID) montre un bon état sanitaire en général au niveau des subéraies d'Ouled Bechih à Souk-Ahras et celle de l'Edough à Annaba. Par contre on note un dépérissement assez grave pour les subéraies d'El Kala.

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

Nous avons déterminé les différents paramètres biométriques des glands issus des subéraies tels que la longueur, le diamètre et le poids. Nous avons montré que les glands attaqués par le cortège des carpophages ont une longueur et un diamètre et un poids inférieurs aux glands sains. Les glands sont fortement attaqués par les Lépidoptères *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* et le Coléoptère *Curculio sp.*

Dans les subéraies d'El Kala, nous avons recensés 110 espèces d'insectes appartenant à 10 ordres : l'ordre des Coléoptères est composé de 22 familles, l'ordre des Lépidoptères avec 6 familles, les Hémiptères avec 3 familles. Le reste de l'entomofaune est reparti entre 7 ordres contenant entre 2 familles comme dans le cas des Hyménoptères et des Dictyoptères et une famille en l'occurrence les Diptères, Hétéroptères, Odonates, Orthoptères et les Isoptères. La richesse spécifique la plus élevée est enregistré chez les Coléoptères (68 espèces).

Nous avons également mis en évidence 7 espèces de galles. Nombreuses espèces produisent leurs galles sur les feuilles des chênes, la forme asexuée des deux galles *Neuroterus minutulus* et *Neuroterus saltans* qu'on a trouvé dans les forêts de chêne-liège d'El Kala et Souk-Ahras. Nous avons dénombré des galles au niveau des chatons dans les forêts de Souk-Ahras et El Kala, la forme sexuée d'*Andricus grossulariae* sur chêne-liège. Sur les glands du chêne-liège ce développe la forme sexuée de *Callirhytis glandium*, on a discerné cette forme dans les forêts de Souk-Ahras et Séraïdi.

Pour lutte contre les insectes Carpophages et dans le but de préserver les glands du chêne-liège, nous avons testé l'effet de deux doses de Spinosad : 1g/l. Nous avons montré que le traitement agit sur la mortalité des carpophages, et que le taux de germination est le même pour les glands traités et témoins.



---

Malheureusement, un tel réseau de suivi de l'état sanitaire des subéraies ne devient un outil performant qu'à moyen terme, comme on a pu le constater par exemple dans le cas du réseau français RENECOFOR (Ulrich, 1992). Une période de suivi, estimé à au moins une décennie, semble nécessaire pour déceler un éventuel dysfonctionnement temporaire ou durable de l'écosystème et pour déterminer des causes réelles de ce dysfonctionnement.

Dans la lutte contre la détérioration des peuplements de chêne-liège, il nous faut une recherche approfondie et multidisciplinaire pour comprendre les causes complexes du phénomène. Si l'on persiste dans des recherches ponctuelles, on ne pourra pas identifier de façon satisfaisante les facteurs du dépérissement.

Les mesures à prendre pour faire face à ces dépérissements sont de deux ordres : sylviculture spécifique pour faire face à ces conditions : promouvoir l'économie de l'eau disponible, promouvoir les symbioses, surtout au niveau de la flore et faune du sol. Il faut faire un aménagement prudent du sous-bois: installation de prairies, fertilisations, correction de pH.

Pour promouvoir l'adaptation et la diversité de l'espèce, il est essentiel que la reforestation soit faite grâce la régénération naturelle ou par l'usage de provenances locales ou adaptées à la station.



## 6. Références bibliographiques

- A.A.C, 2004:** Agriculture et Agroalimentaire Canada, Prévisions relatives à la cécidomyie du blé dans l'ouest canadien en 1999.
- Abbas M., Aici M., 1988:** Rapport de la mission effectuée dans les wilayas d'Oran, de Relizane, Tiaret et de Chlef du 29 mai au 04 juin 1988. *Inst. Nat. Rech. For.*, Alger, 8p.
- Abdenbi Z.E.A., 2003:** Le dépérissement des forêts au Maroc : Analyse des causes et stratégie de lutte. *Science et Changements Planétaires/Sécheresse*, vol.14, n°4, 209-218.
- Abrahamson W.G. & Weis A.E., 1987:** Nutritional ecology of arthropod gall makers. In: Slansky F., Rodriquez J.G (eds). Nutritional ecology of insects, mites, spiders and related invertebrates. *New York, NY: John Wiley & Sons, Inc*: 235–258.
- Adjami Y., 2009:** Etat sanitaire des subéraies du Nord-Est Algérien. Etudes des facteurs de dépérissements du chêne-liège (*Quercus suber* L.). Essai insecticides contre les insectes du gland. Thèse de Magister, Univ. d'Annaba, Algérie. 150 p.
- Aime S., 1976:** Contribution à l'étude écologique du chêne-liège. Etude de quelque limite. Thèse Doctorat de spécialité, Univ. NICE, France, 180 p.
- Alatou D., 1990:** Recherche sur le déterminisme de la Croissance rythmique du chêne : *Quercus pedunculata* Ehrh - *Quercus mirbeckii* Durieu - *Quercus suber* L. – Etude morphologique, biochimique et écophysiological, *Thèse Doctorat D'Etat*, Université Blaise Pascal, Clermont II, France et Univ. Constantine, Algérie. 210p.
- Alleg O., 1986:** Etude du Cerf de Barbarie- *Vervus elephatus* (Benett, 1833) dans le parc national d'El-Kala. Thèse. Ing. INA. Alger. 75p.
- Amandier L., 2002:** La subéraies : biodiversité et paysage. (En ligne). Vivexpo biennale Du liège et de la forêt méditerranéenne. Colloque biodiversité et paysage, 21 Mai 2002, Vivès (Perpignon). [www.vivexpo.org](http://www.vivexpo.org). (Consulté le 03/02/2008).
- 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 action à entreprendre. Evora, Portugal, 3p.



- Anonyme., 1914a:** L'œuvre du reboisement en Algérie (1851-1910). *Bull. Stat. Rech. Forest. N. afr.*, 1(2), 30 déc. 1914: 35-70.
- Anonyme., 1914b:** La sécheresse de 1913 et les forêts algériennes. *Bull. Stat. Rech. Forest. N. afr.*, 1(2) : 54-65.
- Aouinty B., 1990:** Ecologie des Coléoptères coprophages de 2 régions de la Méséta occidentale marocaine (Mohammedia et Ben Slimane). Dynamique et phénologie des populations. Intervention des coprophages fouisseurs dans la fertilisation du sol. Mém. D.E.S., Fac. Sci. Rabat, 144p.
- Arahou M., 2008:** Catalogue de l'entomofaune du chêne vert du Moyen Atlas. Maroc. Document de l'Inst. Sci. Rabat. N° : 22.
- Arambourg C., 1952:** La succession des faunes mammalogiques en Afrique du Nord au cours du Tairtiaire et du Quaternaire. *C. R. som. Des séances de la Soc.* 241-243, 46-56. AFSE, QUAT, MAM.
- Aronson J., Pereira J.S. & Puasas J.G., 2009:** Cork Oak Woodhland on the edge. Islandpress. Washington. Covelo. London. 350p.
- Askew R. R., 1961:** On the biology of the inhabitants of oak galls of (Cynipidae Hymenoptera) in Britain. *Trans. Soc. Br. Entomol.* 14: 237-268.
- Askew R. R., 1984:** The biology of gall wasps. In: Ananthrakrishnan, T.N., ed. Biology of galling insects. *New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co:* 223-271.
- Atkinson R.J., Mcvea G.A.T. & Stone G.N., 2002:** Use of population genetic data to infer oviposition behaviour: species-specific patterns in four oak gallwasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Proceedings of the Royal Society of London. Series B*, 269: 383-390.
- Attal-Badreddine A., 1995:** Contribution à l'étude des insectes du chêne-vert, *Quercus ilex* L., dans le Parc national de chréa. Thèse de Magister, Inst. Nat; Agro., El-Harrach, 97p.
- Auber L., 1976:** Atlas des Coléoptères de France, Belgique, Suisse. Atlas Entomol., Boubé, Paris, T1, 261 p., T2, 272p.



- Aussenac G., Guehl J.M., Kaushal P., Granier A. & Grieu P., 1988:** Critères physiologiques pour l'évaluation de la qualité des plants forestiers avant plantation", *Rev. For. Fr*, n°spécial, 131-149.
- Azema J.P.H., 2004:** Moulins du cuir et de la peau : moulins à tan et à chamoiser en France, XIIe. Edi. Métiers techniques et artisans (France), 216p.
- Bagatto G., Paquette L.C. & Shorthouse J.D., 1996:** Influence of galls of *Phanacis taraxi* on carbon partitioning within common dandelion *Taraxacumofficinale*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 79: 111-117.
- Bagnouls F. & Gaussen H., 1953:** Saison sèche et indice xérothermique. Doct. Cart. Prod. Vég. Ser. Gen II, 1, art. VIII, Toulouse, 47 p. 1 carte.
- Bahgat I.M., EL-Kady G.A., Temerak S.A., Lysaandrou M., 2007:** The natural bioinsecticide spinosad and its toxicity to combat some mosquito species in Ismailia Governorate, Egypt. *World J. of Agricultural Sciences*, 3 (4): 396-400.
- Bakry M. & Abourouh M., 1995:** Dépérissement du chêne-liège au Maroc : Etats des connaissances et perspectives. *IOBC/wprs Bull.* 18 (6) : 50-56.
- Bakry M. & Abourouh M., 1996a:** Nouvelles données sur le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L.) au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, 29: 24. 39.
- Balachowsky A.S., 1963:** Entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, 1 (2). Masson et Cie, Paris, 627p.
- Bamola P., Alatou D., Lacointe, A. & Lavarenne S., 1990:** Etude biologique da la croissance rythmique du chêne pédonculé (*Quercus robur* L.). Effet de l'ablation des feuilles, *Ann. Sic. For*, 21 : 619-631.
- Bamola P., Alatou D., Parmentier C. & Vallon C., 1993:** Approche du déterminisme du rythme de croissance endogène des jeunes chênes pédonculés par modulation de l'intensité lumineuse. *Ann. Sci. For.* 50 : 257-272.
- Battistini E., 1938:** Les forêts de chêne-liège de l'Algérie. Imp. Victor Heintz, Alger, 197p.
- Becker M., 1987:** Bilan de santé actuel et rétrospectif du Sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologiques. *Ann. Sci. For.*, 44 : 379-402.
- Belabbes D., 1996:** Le chêne-liège. La forêt Algérienne n) 1, février, mars : 26-30.



- Belahbib N., Ouassou O., Dahmani J. & Douira A., 2005:** Contribution à l'étude de l'introggression génétique entre *Quercus suber* et *Q. rotundifolia* (Lamk) Trabut au Maroc par l'utilisation des marqueurs microsatellites. Bulletin de l'Indtitut Scientifique, Rabat, *Section Sciences de la vie*, n°26, 27, 31-34.
- Belhoucine L., 2008:** Etude bioécologique du *platypus cylindrus* (Col, Platipodidae) dans la subéraie de M'Sila (Oran). Etude particulière des champignons qui lui associés. Thèse. Magister. Dept. Forest. Fac. Sci., Univ. Tlemcen, 80p.
- Benjamâa M.H & Hasnaoui, B., 1996:** Le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L) en Tunisie.- Ann. Rech For. Maroc, numéro spécial : 1-10.
- Benjamâa M. & Abdel Moula K., 2004:** Les feux de forêts dans la subéraie tunisienne. Vivexpo : «*Le chêne-liège face au feu*». 1-11.
- Benjamâa M. L., Sousa E., M'Nara S. & Selmi H., 2007:** Détermination des attaques et la bio-écologie de *platypus cylindrus* F. (Col., Platypodidae) dans les subéraies tunisiennes et portugaises (sous press).
- Benmechri S., 1994:** Etude bioécologique des insectes phyllophages et des mangeurs des glands de trois chênaies : subéraie, afareçaie et zeenaie de la forêt de Tammentout. Thèse Magister, Univ. Annaba, 95p.
- Bennadja S., De Belair G., Chefrou A., 2007:** Essais de régénération artificielle par semis de la subéraie de Numidie orientale. *Forêt méditerranéenne*, 28 : 15-26.
- Bensalama M., 1999:** Analyse pollinique des sédiments tourbeux, Bourdim (al 12m), Gavaat El ouez (45m) du complexe humide d'El-Kala N-E Algérie IV symposium international de polynologie Africaine- Sousse Tunisie : 15-30 Avril 1999.
- Benyacoub S., 1993:** Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de le région d'El-Kala (Nord- Est Algérien).thèse de Bourgogne, Dijon.
- Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R., 1998:** Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF (Global Environment Facility)- Banque Mondiale. 220 p. + 28 cartes. Disponible au Parc National d'El Kala.



- Benyacoub S. & Chabi Y., 2000:** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. Composition, statut de répartition. Synthèse n : 7 Juin 2000. Revue des sciences et technologie, Univ. Annaba.
- Bigot L., Bonin G. & Roux M., 1983:** Variation spatio-temporelles entre la communauté des Coléoptères et Psocoptères frondicoles et la végétation dans le massif de la Sainte Baume (Provence). Ecol. Médit. IX, 3-4, 173-191.
- Bigot, L. & Kabakibi, M., 1987 :** Evolution spatio-temporale de la composition et de la structure du peuplement frondicole sur chêne-liège dans le massif des Maures (Var). Bull. Ecol. 16 (3), 157-168.
- Bigot, L. & Kabakibi, M., 1988:** Evolution spatio-temporale de la composition et de la structure de la communauté frondicole des Arthropodes du chêne vert dans le massif des Maures(Var).Bull. Ecol. 20 (2). 163- 171.
- Blondel J., 1975:** L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode d'échantillonnage fréquentiels progressifs (E.F.P). Rev. Ecol. Terre et vie, 29 (4) :533-589.
- Boavida L.C. & Varela M.C., 1999:** Sexual reproduction in the cork oak (*Quercus suber* L.). I. the programic phase; Sexual plant Reproduction 11: 347-353.
- Bohbot H., Aronson J. & Fontaine C., 2005:** Approximate cork oak (*Quercus suber*) distribution. Carried out in the context of the EU funded CREOAK programme: QLRT2001-01594. CEF/CNRS, Montpellier.
- Bonneau M. & Guy L., 1985:** Le dépérissement des forêts. La Forêt Privée 166, pp. 21-33.
- Bonneau M. & Landmann G., 1988:** Dépérissement des forêts en Europe. La recherche, 205 (19). Décembre 1988 1542-1556.
- Bonnemaison L., 1962:** Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts Ed. Sep, Paris, 2: 497p.
- Bonnier G., 1990:** La grande flore. Belin, Paris, 1401 p + Pls.
- Bouazza M. & Mahboubi A., 2000:** Les incendies dans la région de Tlemcen en Oranie (Algérie). La feuille et l'aiguille (Forêt Méditerranéenne). 38 :1-2.



- Bouchabou S, 2009:** Evaluation et caractérisation de la litière forestière en fonction des groupements (chêne-liège et chêne zeen) de la région de Ouled Bechih (Souk-Ahras) Mémoire de mastère en monitoring des milieux naturels et gestion durable des ressources. Université d'Annaba.
- Bouchaour-Djabeur S., Benabdeli K., Bejamaa M.L., 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.
- Boudy P., 1950:** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et tritement des essences. Larose, Paris, 172-180.
- Boudy P., 1952 :** Guide du forestier en Afrique du Nord. Paris. Maison rustique, 509 p.
- Boudy P, 1955:** Economie forestière nord-africaine. Tome 4 : Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris, 483p.
- Bouhraoua R. T., 2003:** Situation sanitaire de quelque subéraies de l'ouest algérienne: Etude particulière des problèmes posés par les insectes. Thèse Doct. Forest. Départ. Forêt. Univ. Tlemcen : 290p.
- Bouhraoua R. T., Villement C., Khelil M.A. & Bouchaour S., 2002:** Situation sanitaire de quelque subéraies de l'ouest algérien : Impact des xylophages. *IOBC/wprs Bull.* 25(5): 85-92.
- Bouhraoua R.T. & Villement C., 2005:** Mécanisme généraux de l'altération sanitaire des peuplements de chêne-liège de l'Algérie nord- occidentale.- *IOBC/wprs Bull.* 28 (8) : 1- 7.
- Bourbia S., 2012:** Étude de la souche sauvage de *Drosophila melanogaster* agent de la pourriture grise des fruits. Identification et Comportement sexuel. *Thèse de Magistère*, Université d'Annaba, Algérie.
- Bret B. L., Larson L., Schoonover J., Sparks T.C., Thompson G.D., 1997:** Biological properties of Spinosad. *Down to Earth*, 52: 6-13.
- Brhunes I., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P, 1999:** Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement, I.R.D., édition.



- Burks B.D., 1979:** Superfamily Cynipoidea. Pages 1045–1107 in K. V. Krombein, P.D. Hurd, D. R. Smith, and B.D. Burks, editors. Catalog of Hymenoptera in North America north of Mexico. Volume 1. Symphyta and Apocrita. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Buss E.A., 2003:** Insect galls ENY. 331. Départ. Entomol. Nemoto. Univ. Florida, USA : 3p.
- Camus A., 1935:** *Les chênes*. Encycl. Econ. Sylviculture, 4, Paul Le chevalier, Paris.
- Camus A., 1938:** Les chênes : monographie du genre *Quercus*. Paul Lechevalier, Paris, Tome I, section Cerris et Mesobalanus, 686p.
- Cantat R. & Piazzetta R., 2005:** La levée de liège. Institut méditerranéen de liège.
- Carrion J.S., Parra I., Navarro C. & Munuera M., 2000:** The past distribution and ecology of the cork oak (*Quercus suber*) in the iberian Peninsula. A pollen-analytical approach. Diversity and distribution 6 : 29-44.
- CEMAGREF, 1983:** Régénération artificielle des chênes, note technique n° 50. 4p.
- Chadigan M., 1990:** Etude des facteurs du dépérissement du chêne-liège associés à l'installation des xylophages en forêt de la Mamora. Men. D.E.S Ecologie animale, Faculté des sciences, Rabat. 120p.
- Chalabi B., 1990:** Contribution à l'étude des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune, cas du lac tonga, Parc national d'El-Kala. Thèse de Magister. I.N.A. El-Harrach.
- Chararas C., 1980:** Etude écophysiological des scolytidae parasites des conifères. I : les Scolytidas spécifiques de *Cedrus atlantica*.- Ann. Rech. Forest. Maroc, 20 : 207-266.
- Charlemagne A., 1894:** Chêne-liège. Notices sur les forêts domaniales de l'Algérie. Edit. Giralt. 39p.
- Chatenet G., 2000:** Coléoptères Phytophage d'Europe, NAP. Edition, Vity-sur-Seine, 479p.
- Chaussat R., Le Deunff Y., 1975:** La germination des semences, *Gauthier-Villars*, Paris.
- Cherubini P., Fontana G., Rigling D., Dobbertin M., Brang P. & Innes J.L., 2002:** Treelife history prior to death: two fungal root pathogens affect treering growth differently. Journal of Ecology 90: 839-850.



**Chollet F., 1997:** La régénération naturelle du Hêtre. ONF. Bulletin technique n°32.

**Chouial A., Roula B., Chouial M., 2004:** Recherche sur l'amélioration des techniques d'élevage et de production des plants en pépinière hors –sol : Essai comparatif de la croissance des plants de chêne-liège (*Quercus suber L*) élevés en pépinière hors-sol dans différents subérais de culture a base des aérateurs granulés de liège et grignon d'olive. Rapport interne, INRF, 10p.

**Chouial A., 2004:** La culture du chêne-liège (*Quercus suber L.*) en pépinière hors-sol. Bull. Rech. For. Algérie, 7p.

**Cisneros J., Perez J.A., Penagos D.I., Ruiz J.V., Goulson D., Caballero P., Cave R. D., Williams T., 2002:** Formulation of a Nucleopolyhedrovirus with Boric Acid for control of *Spodotere frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). In Maize. Biological control, 23: 87-95.

**Cleveland C.B., Mayes M.A., Cryer S.A., 200-84.1:** An ecological risk assessment for Spinosad use on cotton. Pest. Manag. Sci, 58 : 70

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

**Come P., 1975:** Acquisition de l'aptitude à germer « la germination des semences>> INRA. Ganthier- villars, Pari 75 –70.

**Copping L.G. & Menn J.J., 2000:** Biopesticides. A review of their action, applications and efficacy. Pest. Manag. Sci, 56 : 651-676.

**Croizeau D., Roguet M., 1976:** Faculté de reprise de glands prélevés en forêt après germination, *Rev. For. Fr.* XXVIII (4) : 275–279.

**C.T.B.A., 2000:** Insectes et champignons du bois. 2<sup>ème</sup> édition, Paris, 116p

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

**D.G.F., 2003:** Station des produits forestiers. Min Agri., Alger, 1p.

**D.G.F., 2007:** Station des produits forestiers. Min Agri., Alger, 1p.

**D.G.F., 2008:** Liège et ouvrage liège. Exportations chpaitre pays. 3p.



- D.G.F., 2009:** Statistiques des produits forestiers. Min. Agri., Alger, 1p.
- D.S.F., 1991b:** Le dépérissement du chêne-liège (*Quercus suber* L). Information Santé Forêts, 7, Janvier 1991, 3p.
- D.G.R.F., 2006:** Vitalité des peuplements de chênes- liège et chênes verts: Situation actuelle, état des connaissances et actions à entreprendre. Actes du colloque en Portugal «*Association international forets Méditerranéennes*». 6p.
- D’Hubert E., 1902:** Le bois. Le liège. Ed. Librairie J-B. Baillière et fils, 88-91.
- Daget PH., 1977:** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de caractérisation *Végétatio*. 34 (1): 1-20.
- Dajoz R., 1980:** Ecologie des insectes forestiers. Ecologie fondamentale et appliquée. Ed. Gauthier-Villard, Paris, 489p.
- Dajoz R., 1998:** Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestier. Ed. Technique & Documentation, Paris, 594p.
- Dauphin P., 1994:** Les galles ou cécidies. *Insectes*. Ed. OPIE. Paris, 94, 3ème trimestre : 19-23.
- DE Belair G., 1990:** Structure, fonctionnement et perspectives de gestions de quatre écosystèmes lacustre et marécageux (El-Kala, Est Algérien) Thèse doc. Univ. Montpellier, 193p.
- 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 Zariéffet (w. Tlemcen). Thèse. Doct. Deot. Forest. Fac. Sci. Univ. Tlemcen, 293p.
- Delatour C. & Morelet M., 1979:** La pourriture noire des glands. *Rech. Forest. Française*, 31(2) : 101-104.
- Delatour C., 1983:** Le dépérissement des chênes en Europe. *R. F. F.*, 35(4) :255-281.
- Demnati F., 1997:** Contribution à l’étude de l’entomofaune du chêne-liège dans la région d’El Kala. Thèse Magister, Inst. Agro., El Harrach, 70p.



- Derbal R., 2000:** Contribution à l'étude des insectes des glands les yeuseraies de la région de Ras-El-Oued (Bordj Bou Arréridj). Min. Ing. Nat. Agro., El-Arrach. 64p.
- Dessain G., 1992:** Historique de l'utilisation de liège. Actes de Colloque (les subéraies méditerranéennes), Vives 1992 : 10-21.
- Djeffel A., 2005:** Etude agro pédologique de la wilaya de Souk-Ahras.
- Djinit S., 1977:** Etude des facteurs limitant la régénération naturelle par semis de *Quercus suber* L dans la forêt domaniale de Guerouch. Mém. D'ing., INA. Alger, 80p.
- Djouadi H. & Khorief N., 2000:** Diagnostic et reconstitution de la réserve biologique (Djebel Ouahch) dans la région de Constantine. Mémoire d'Ingénieur d'état en Ecologie : option gestion des ressources forestières (Systèmes forestiers). Université Mentouri, Constantine, 144p.
- Dreger-Jauffret F. & Shorthouse J.D., 1992:** Diversity of gall-inducing insects and their galls. In: Shorthouse J.D. & Rohfritsch O., eds. Biology of insects inducing galls. New York, NY: Oxford University Press: 8-33.
- Du Merle P., 1980:** Utilisation de pièges sexuels dans une étude de la tordeuse verte du chêne, *Tortirix viridana* L., en montagne Méditerranéenne. Colloques de l'INRA sur les phéromones sexuelles et les médiateurs chimiques chez les insectes : utilisation en lutte intégrée, Colmar : 125-129.
- Dziri H., 2003:** Les chiroptères de la région d'El-Kala : Biologie des peuplements et sélection de l'habitat. Mémoire Magister. Univ Annaba. 91p.
- El Antry S., 1994:** Le Grand Capricorne du chêne liège. – In: Ravageurs et maladies des forêts au Maroc, eds El Hassani, Graf, Harrachi, Messaoudi, Mzibri and Stiki, *D.P.V.C.T.R.F*: 119-121p.
- El Antry S., 1999:** biologie et dégâts de *Cerambyx cerdo mirbrcki* Lucas (Coléoptères, Cerambycidae) en subéraie de la Mamora (Maroc). Protection intégrée des forêts de chênes, *IOBC wprs Bull.*, 22(3) : 59-64.



- EL Antry-Tazi S., Abourouh M., Sousa E.M.R., Atay-Kadiri Z., 2008:** L'insecte *Platypus cylindrus* Fabr. (Coléoptère, Platypodidae) dans les suberaies Marocaines. *Annales de la recherche forestière au Maroc* .vol. 39 : 234-237
- EL Hassani M. & Dahmani J., 1996:** Effet de certaines contraintes édaphiques sur la régénération artificielle du chêne-liège (*Quercus suber* L). *Ann .Reh. For.* Maroc. T(29) :151- 159.
- Emberge L., 1936:** Remarque critique sous les étages de végétation dans les montagnes marocaines. *Bull. Soc. Bot. Suisse*.
- Emberger L., 1930:** La Végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. Bot.*, 43 :641-641.
- Emberger L., 1955:** Une classification biogéographique des climats. *Nature. Monspl. Séries Bot* (7): 705-709
- EUFORGEN., 1996:** EUFORGEN cork oak network, IPIGI, Rom.
- F.O.S.A., 2007:** Document national de prospective (l'Algérie). 6p.
- Ferreira M. C., 1989:** *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera : Platipodidae) Plaga de quercus suber. *Boletin Sanidade Vegetal Plagas* 4 : 301-306.
- Fiscchesser & Dupuis Tate., 1996:** Le guide illustré de l'écologie .Edition de la Matinières. 319p.
- Folliot R., 1964:** Contribution à l'étude de la biologie des Cynipides gallicoles (Hymenopteres, Cynipoidea). *Annals. Des Sciences. Naturelles, Zoologie* (Paris), Series 12(5) :407-564.
- Foucard J.C., 1994:** Filière pépinière de la production à la plantation. *Edit. Tec.Doc.*, Paris, 417p.
- Francheschini A., Corda P., Maddau., Sechi C. & Ruiiu P.A., 1999:** Manifestations du dépérissement du chêne-liège en Sardaigne (Italie). *IOBC wprs Bull.*, 22 : 1-3.
- Fraval A., 1991:** Contribution à la connaissance des rythmes de floraison du chêne-liège en forêt de Mamora. *Ann. Rech. For.* Maroc, 25 : 102-118.



- Frochot H. & Levy G., 1986:** Facteurs du milieu et optimisation de la croissance initiale en plantation de feuillus. *Rev. For. Fr.* XXXVIII-3 : 301-306.
- G.G.A., 1927:** Instruction sur les travaux d'exploitation dans les forêts de chêne-liège. Imp. V<sup>ve</sup> D. Braham, Constantine, 98p.
- Garolera E., 1988:** Problèmes et perspectives de la production du liège en Catalogne espagnole. *For. Médit.* 10(1), juillet 1988 : 160-161.
- Ghanem A., 1992:** Contribution à l'étude de l'entomofaune du chêne-liège (*Quercus suber L.*) dans la région de Larbatache (Boumerdes). Thèse Ing., Ins. Nat. Agro., El Harache, 43p.
- Giuntoli N.M., 1985:** Wasp galls on oak leaves. The anatomy of an ecology relationship. Thèse (M.A). Univ. San Jose, California, USA: 58p.
- Goumand B. & Rousse A., 1988:** Transformation et consommation de liège en France. *For. Médit.* 10(1), juillet 1988 : 172-176.
- Goumand B. & Peyre S., 1992:** Le liège dans les Pyrénées Orientales. Acte du colloque « les Subéraies méditerranéennes, Vives 1992 : 40-45.
- Griffin D. H., Manion P.D. & Kruger B.M., 1992:** mechanisms of diseases predipositio by environmental stress. Proceedings of an International Congress (Recent Adnances in Study on Oak Decline. Selva di Fasano (Brindisi) Italy :123-138.
- Habbachi W., 2013:** Etude des Blattellidae (Dictyoptera) : Essais Toxicologiques, Synergie et Résistance aux Insecticides et aux Biopesticides. These de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- Hachechena S., 1995:** Contribution à l'étude des techniques de renouvellement de *Quercus suber* dans la forêt domaniale de Bainem. Thèse. Ing. Ins. Nat. Agri., El harrach. Alger. 70p.
- Hamdaoui M., 1994:** Les défoliateurs. Le Bombyx disparte.- In : Ravageurs et maladies des forêts au Maroc, eds. El Hassani, Graf, Hamdaoui, Harrachi, Messaoudi, Médenine, 42p.



- Hamra-Kroua S., 2005:** Les Collemboles (Hexapoda, Arthropoda) du Nord-Est algérien Taxonomie, biogéographie et écologie. Thèse de doctorat d'état des sciences naturelles, Université Mentouri, Constantine. 266p.
- Harrachi K., 1996:** Effects intégrés de certains facteurs intervenant dans la dégradation de la subéraie de Mamora. Résumés des communications. Colloque national sur le dépérissement des forêts au Maroc. Rabat.
- Hartman G., Nienhaus F., Butin H., 1991:** Les symptômes de dépérissement des arbres forestiers: 9- 10.
- Himmi O., Dakk M., Trari B., Elagbani M.E., 1995:** Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologique et écologique. Travaux de l'institut scientifique (N44).Rabat(Maroc).
- Hoffmann., 2007:** Importance des insectes dans les écosystèmes.
- Houard C., 1912:** Les Zoocécidies du nord de l'Afrique. *Annales de la Societé Entomologique de France*, 81: 1-235.
- Houard C., 1914:** Note sur les galles des végétaux ligneux du Nord de l'Afrique. *Bull. Stat. Rech. Forest. Nord de l'Afrique*, 1: 30-33.
- Housson R., 1955:** Sur la biologie du Coléoptère xylophage «*Platypus cylindrus* Fabr.».  
*Ann. Univ. Sarav.- Scienta*, 4 : 348- 355.
- Houston D.R., 1967:** Dieback and decline of northeastern hardwoods. *Trees*, vol. 28: 12-14.
- Khanfouci M.S., 2005:** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le massif du Belezma. Thèse de Magister. Université El Hadj Lakhdar de Batna, 244p.
- Khelifi H., 1987:** Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne-liège dans le Nord-Est algérien. Thèse de Magister. Univ. Sci. Technol. H. Boumédiène. Alger, 151p.
- Kinuura H. & Kobayashi M., 2006:** Death of *Quercus crispula* by inoculation with adult *Platipus quercivorus* (Coléoptera : Platypodidae). *Appl. Entomol. Zool.* 41: 123-128.



- Krombein K.V., Hurd P.D., Smith D.R. & Burks B.D., 1979:** Catalog of Hymenoptera of America North of Mexico. Vol. 1. Symphata and Aprocita (parasitica). Washington: Smithsonian Institution Press. 1198p.
- Lamey N., 1893:** Chêne-liège : sa structure et son exploitation. Levraut et Cie, Nancy : 168-209.
- Lamhamdi M.S., 1997:** Evaluation des composts de substrats et de la qualité des plantes : *Pinus pinea*, *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens* et *Quercus suber*, élevés en conteneurs. *PROJET BIRD* N°3601. DGF.
- Landmann G., Bonneau M., Adraian M., 1987:** Le dépérissement du sapin pectiné et de l'épicéa commun dans le massif vosgien est-il en relation avec l'état nutritionnel des peuplements ? *Revue Forestière Française* XXXIX-1 : 5-11.
- Landmann G., 1988:** Le dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique à longue distance : Les réseaux d'observation et le programme interministeriel de forpa. La santé des forêts(France) en 1988, Min. Agri. For. (DERF), Paris;13-51.
- Landmann G., 1994:** Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers *Revue Forestière Française* XXXIX-1 : 5-11.
- Lavarenne S., Chapagnat P & Bamola P., 1971:** Croissance rythmique de quelques végétaux ligneux des régions tempérées cultivés en chambres climatisées à température élevée et constante et sous divers photopériodes. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 118: 131-162.
- Lepoutre B., 1965:** Régénération artificielle du chêne liège et équilibre climatique de la subéraie en forêt de Mamora. *Ann. Rech. For*, Maroc 9 :1-86.
- Letreuch-Belarouci N., 1991:** Les reboisements en Algérie et leur perspective d'avenir. OPU, Alger, Vol. 1, 294p.
- Letreuch-Belarouci A., Letreuch-Belarouci N., Medjahd B. & Benabdeli K., 2010:** Etude de la structure des peuplements de chêne-liège dans le massif Hafir-Zariffet (Nord-Ouest de l'Algérie), *IOBC wprs Bull*, vol ; 57: 42-48.
- Liljeblad J. & Ronquist F., 1998:** Phylogenetic analysis of the higher-level gall wasp relationships. *Syst. Entomol.* 23:229–252.



- Lopes F., 1996:** O sobreiro e a cortiça. - *Revista Florestal* 9: 2.
- Luciano P. & Prota R., 1995:** Insect pests in Sardinia cork oak forests. *IOBC/ wprs Bull.* 18: 1-7.
- Lumaret J.P., 2010:** Pastoralismes et Entomofaune. Association Française de Pastoralisme. Centre d'Ecologie Fonctionnelle et Evolution. 13p.
- Macarthur R., 1994:** Cork Oaks and Cork: A new zeland Perspective. The grove Picton. New Zeland, The Coek Oaks and Cork: a New Zealand Blenheim Print. Sans pagination.
- Mahari S., 1992:** Etude synécologique des niveaux de peuplements arthropodiens de l'écosystème chêne-liège dans les suberaies de la Mamora et de Benslimane (Maroc).Thèse. Doc. Univ. Sc. Aix. Marseille. 259p.
- Maire R., 1926:** Note phytogéographiques de l'Algérie et de la Tunisie avec carte/ Alger.
- Maire R., 1961:** Flore de l'Afrique du Nord. Vol. 7. Paul Lechevalier, Paris, 329p.
- Mani M.S., 1964:** Ecology of plant galls. Monographiae biologicae. vol.XII. éditeurs W.W. Weisbach et P. Van Oye. The Hague. 434p.
- Manion P.D., 1981:** Tree disease concepts. Englewood Cliffs (N. J.) : Prentice Hall. 324p.
- Marc M., 1916:** Notes sur les forêts de l'Algérie. Typographie, Adolphe Jourdan, 331p.
- Marchal P., 1897:** Notes entomologiques sur une excursion en Algérie et en Tunisie. *Mémoires de la Société zoologique de France*, 10: 5-25.
- Marion J., 1955:** La régénération naturelle du chêne-liège en Mamora. Ann. Rech. For. Maroc. Rapport annuel : 25-57.
- Marras F., Franceschini A. & Maddau L., 1995:** Les principales maladies du chêne-liège (*Quercus suber* L.) en Sardaigne (Italie). *IOBC/wprs Bull.* 18(6): 8-13.
- Martinez-Vilalta J., Magirion M., Ogaya R., Sauret M., Serrano L., Penuelas J. & Pinol J., 2003:** Sap flow of three co-occurring Maditerranean woody species under varying atmospheric and soil water conditions, *Tree Physiol.* 22: 747-758.
- Mathey A., 1908:** Traité d'exploitation commerciale des bois. Ed. Lucien laveur, 729p.



- Mathey W., Della Santa A., Wannenmacher C., 1984:** Manuel pratique d'écologie. Payot, Lausanne, 264p.
- Mattson W. J. & Haak R.A., 1987:** The role of drought in Outbreaks of plant-eating insects. Drought's physiological effects on plants can predict its influence on insect populations. *BioScience.*, 37 (2) : 110-118.
- Maugard F., 1992:** L'action des pathogènes d'équilibres sur les jeunes peuplements en état de faiblesse. La Santé des Forêts (France) en 1992, Min. Agri. Pêche (DERF), Paris : 43-44.
- Maziliak P., 1982:** Physiologie végétale croissance et développement. Vol. Ed. Herman. 461p.
- Melika G., Csoka GY & Pujade-Villar J., 2000:** Chek-list of oak gall wasps of Hungary, with some taxonomic notes (Hyménoptera: Cynipidae: Cynipinae: Cynipini). *Annales Historico-Naturales Musei Nationalis Hungarici*, 92: 265-296.
- Melika G., Abrahamson W.G., 2002:** Review of the world genera of oak cynipid wasps (Hymenoptera: Cynipidae: Cynipini). Pages 150–190 in G.Melika and C.Thuróczy, editors. Parasitic wasps: evolution, systematics, biodiversity and biological control. Agroinform, Budapest.
- Merouani H., 1996:** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du chêne liège (*Quercus suber L.*) Maturité et germination des glands, thèse Magistère. Ecophysiologie.
- Merouani H., Branco C., Almeida M.H., João S., Pireira J.S, 2001:** Comportement physiologique des glands de chêne-liège (*Quercus suber L*) durant leur conservation et variabilité inter-individus producteurs. *Ann. For. Sci.* 58 (2001) 143–153. INRA, EDP Sciences.
- Merouani H., Trubat R., Lourenço M.J., Sampaio T., Santos M.L., Cortina J., Perira J.S. & Almeida M.H., 2005:** Le développement de champignons, un facteur limitant la conservation à long terme des glands de chêne-liège (*Quercus suber L.*) . *IOBC/Bull.* 28(8): 129-136.
- Mertz F.P. & Yao R. C., 1990:** *Actinomadura fibrosa* sp.nov. isolated from soil. *Int. J. Syst. Bacteriol*, 40 (1): 28-33.



- Messali S., 2003:** Le liège : histoire, transformation et utilisation. Alger : Ed. Jijel Liège Etanchéité. . 7 p. (brochure).
- Messaoudene M., 2000:** Réflexion sur la structure des peuplements de chêne-liège (*Quercus suber* L) en Algérie. La forêt algérienne, 3: 5-9.
- Meyer J., 1987:** Plant galls and gall inducers. Éditeur Gebrüder Borntraeger. Berlin. 291p.
- Mirault J., 1996:** Etat de santé des forêts méditerranéennes françaises : cas du chêne-liège, du pin d'Alep et du cèdre de l'Atlas. Résumés des communications. Colloque sur le dépérissement des Forêts au Maroc. Rabat.
- Molinas M.L., 1991:** the stomata of the Cork oak, *Quercus suber* – An ultrastructural approach. Nordic journal of botany, 11: 205-212.
- Montaya Olivier J.M., 1980:** Los Acornodales (*Quercus suber* L.). Inst.nac. Investigaciones Agr., Publ. Extension Agr., Madrid, 1955p.
- Mrabeti B., 2010:** Contribution à l'étude des Moustiques (les Culicidae) dans une région présaharienne (région de Biskra), essais de lutte". *Thèse de Magister*, Université de Biskra, Algérie.
- Mugnossa G., Scarascia Oswald H., Piussi P. & Radaglou K., 2000:** Forests of the Mediterranean region: Gaps in Knowledge and research needs. *For. Ecol. Manag.* 132: 97-109.
- Nageleisen L.M. & Hett, P., 1989:** Les problèmes entomologique, pathologiques et physiologiques: Les feuillus. La Santé des Forêts (France) en 1989, Min. Arri. Pêche (DERF), Paris : 14-16.
- Nageleisen L. M., 1996:** Suivi des écosystèmes forestiers et évaluation des contraintes environnementales : Les résultats 1996 du réseau européen de suivi des dommages forestiers. Les cahiers de DSF, 1-1997 (La santé des Forêts), (France) en 1996, Min. Agri. Pêche (DREF), Paris : 49-56.
- Natividade J. V., 1950:** Subericultura. D. Gral dos Servo Florestais e Aquícolas. 387p.
- Natividade J.V, 1956:** Subericulture. ED Française de l'ouvrage Portugais subériculture E.N.E.F. (Nancy), 303p.



- Nsibi R., Souayha N., Khouia L.M. & Bouzid S., 2006:** la regeneration naturelle par semis de la subéraie de Tabarka- ain Draham fac aux facteurs écologiques et anthropiques. *Geo-Eco-Trop* 30(1): 35-48.
- Ohya E & Kinuura H., 2001:** Close range sound communications of the oak Platipodid beetle *Platypus quercivorus* (Murayama) Coleoptera : Platypodidae). *Applied Entomology and Zoology* 36: 317-321.
- Organic Materials Review Institute., 2002:** Spinosad. Available from [http://www.ormi.org/spinosad\\_final.pdf](http://www.ormi.org/spinosad_final.pdf).
- Ouakid M.L., 1991:** Etude d'un ravageur des forêts: *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae). Bio-écologie dans la forêt de la Gourrah. Action des facteurs écologiques et activité du Thuricide HP et du Dimilin. Thèse de Magister, Université d'Annaba, Algérie, 87p.
- Oulmouhoub S. & Laboudi B., 1999:** Etude synchronique et diachronique d'une subéraie incendiée dans la région d'El-Kala. Thèse. Ing. Agro. INA. Alger. 86 p + annexes.
- Paulian R. & Baraud J., 1982:** Faune des Coléoptères de France. *II* : Lucanoidae et Scaraboeidae. *Encycl. Entomol.*, 43, Paul Lechevalier, Paris, 477p.
- Penagos D.I., Cisneros J., Hernandez O., Williams T., 2005:** Lethal and sublethal effects of the naturally derived insecticide spinosad on parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biocontrol Sci. Technol*, 15: 81–95.
- Pénzes Z., Melika G., Bozsóki Z., Bihari P., Mikó I., Tavakoli M., Pujade-Villar J., Fehér B., Fülöp D., Szabó K., Bozsó M., Sipos B., Somogyi K. & K. Stone K., 2009:** Systematic re-appraisal of the gall-usurping wasp genus *Synophrus* Hartig, 1843 (Hymenoptera: Cynipidae: Synergini). *Systematic Entomology*, 34(4): 688-711
- Pereira H., 2007:** Cork: Biology, Production and Uses. Elsevier. Ed. Oxford. UK. 329p.
- Pervillé G., 2003:** Atlas de la guerre d'Algérie de la conquête à l'indépendance. Atlas Mémoires. Librairie Ravy. 63p.
- Peyerimhoff P., 1941:** Carte forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Imp. Bacconier Frères, Alger, 70p + Pls.
- Peyre R., 2004:** Le chêne-liège des Pyrénées-Orientales face au feu. 1-6.



- Pezet Y. & Si-Mohamed C., 1988:** Croissance, morphogénèse et dynamique de l'état physiologique des bourgeons de jeunes plants de châtaigner (*Castaneasativa Miller*) en conditions naturelles et contrôlées". *Ann. Sc. For.*, 45(1) : 17-32.
- Piazzetta R., 2005:** La levée du liège, Guide technique et de vulgarisation. Institut Méditerranéen du liège. 23p.
- Pujade-Villar J., 1986:** Elscecidisi la cecidologia ».A : les zoocécidies de les plantes de Catalunya. Antoni Vilarrubia. *Ed. Eumo. Col. L'entom. Vol .9:* 27-39.
- Pujade-Villar J., 2010:** Rôle de *Quercus cerris* sur la biodiversité des Cynipidae (Hymenoptera) gallicoles des chênes européens: influence des refuges glaciaires sur les cynipides et leur expansion post-glaciaire. Proceeeding of the Vth IOBC meeting, Intergrated Protection in Oak forests, *IOBC/WPRS Bulletin*, 57: 9-17.
- Pujade-Villar j. & Benjamaa M.L., 2010:** First record of *Neuroterus minutulus* galls on *Quercus suber* and first record from Tunisia (Hymenoptera, Cynipidae). *Nouv. Revue Ent. (N.S.)*, 327-332.
- Pujade-Villar J., Grami M., Ben-Mlik Z., Mnara S. & Ben-Jamâa M.L. 2010b:** Les Cynipidae des chênes (Hymenoptera) trouvées dans la chaine montagneuse de Khmir (Tunisie) et mise à jour de la connaissance des Cynipidés tunisiens. *Boln. Asoc. esp. Ent.: in press*.
- Pujade-Villar J., Mata-Casanova N., Benjamâa M.L., Grami M., Ouakid M.L., Adjami Y., Ghanem R., Bouhraoua R., Boukreris F., Benia F., Messaoudene M., Haddar L., 2012:** Les cynipidés gallicoles des chênes d'Afrique du Nord: espèces curieuses et espèces potentiellement dangereuses (Hymenoptera: Cynipidae) *IOBC/wprs Bulletin* Vol. 76 : 225-232.
- Quezel P., Bonin G. & Loisel R., 1990:** Recent plant invasions in the circum-mediterranean region: 1-60 in: Di Castri, F., Hansen, A. l. & Debussche M. (eds.). *Biological invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. -Dordrecht.
- Quezel P. & Santa S., 1962:** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Taom 1. CNRS, Paris, 565p.
- Quezel P., 2000:** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117p.



- Rachedi S., 2008:** Contribution à l'étude des mécanismes écologiques impliqués dans le dépérissement du Sapin pectiné (*Abies alba*. Miller) et caractérisation sanitaire au Mont Ventoux. Mémoire de Master 2. Agro Paris Tech. Ecole Nationale du Génie Rural et Ecosystème forestier (ENGREF) Centre de Montpellier. 59p.
- Romi R., Proietti S., Di Luca M., Cristofaro M., 2006:** Laboratory evaluation of the bio insecticide Spinosad for mosquito control". *Journal of American Mosquito Control Association*, 22: 93-96.
- Ronquist F., 1994:** Evolution of parasitism among closely-related species: phylogenetic relationships and the origin of inquilism in gall wasps (Hymenoptera, Cynipidae). *Evolution* 48:241–266.
- Roula B., 2010:** Etude de la qualité du liège de reproduction dans les subéraies de Jijel. *Ecol Nat. Sup. Agro. Algérie*. 79p.
- Ruiu P.A., 2005:** Création d'un réseau de surveillance du dépérissement des subéraies en Sardaigne et analyse des premiers résultats. *IOBC/ Bull.* 28(8): 45-51
- Saccardy L., 1937:** Notes sur le chêne-liège en Algérie. Bulletin de station de recherches forestières (du Nord de l'Afrique), tome 2 fascicule n°3. Ed. Service des forêts, 273-363.
- Salgado V.L., 1997:** The modes of action of Spinosad and other insect control products. *Down to Earth*, 52: 35-43.
- Salgado, V.L., 1998:** Studies on the mode of action of spinosad : insect symptoms and physiological correlates. *Pestic. Biochem. Physiol*, 60 : 91-112.
- Salgado V.L., Sheets JJ., Watson G.B., Schmidt A.L., 1998:** Studies on the mode of action of spinosad : the internal effective concentration and the concentrarion dependence of neural excitation. *Pest. Biochem. Physiol*, 60: 103-110.
- Sampaio A, 1988:** Le liège (production, mise en valeur, transformation et commercialisation), *Forêt Méditerranéenne*, Tome X, n°1, pp. 156-190.
- Santiago E.A., & Moreno Dominguez M.J., 2005:** Guia de buenas practicas medioambientales para las empresas forestales y corcheras. Universidad-Empresa Medioambiental. 143p.



- Santos Pereira J., Burgalho M.N. & Caldeira M.C., 2008:** From the cork oak to cork. A sustainable system. APCOR (Portugal). 44p.
- Sauvage C., 1961:** Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérif, Bot., 21, 454p.
- Sayah T., 2003:** Bio-Ecologie de l'entomofaune du chêne vert (*Quercus ilex*) dans les yeuseraies de Bordj Ghedir (Bordj Bou Arréridj).Thèse.Mag.Univ. Const.101p+ Ann.
- Schvester D., 1985:** Regards sur la santé de nos forêts. Les Insectes et la forêt française.R.F.F.37 : 5p.
- Sechi C., Angelo Ruiiu P., Franceschni A., Corda P., 2002:** Nouvelles recherches sur l'extension des phénomènes de dépérissement dans les subéraies de Sardaigne. Integrated Protection in Oak Forests *IOBC/ wprs Bull.* 25(5) : 5-12.
- Seigue A., 1985:** La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes, Techniques agricoles et productions méditerranéennes, Ed. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T., Paris, 69-82, 302-305.
- Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hervy J. P., Rhaïem A. & Brunhes J., 2001:** The mosquitoes of Europe: an identification and training programme. CD-Rom. IRD Ed., Montpellier.
- Shorthouse J. & Rohfritsch O., 1992:** Biology of insect-induced galls. Oxford: Oxford University Press. 285p.
- Silva J.S. & Carty F.X., 2006:** Forest fires in cork oak (*Quercus suber L.*) Stands in Portugal. *International Journal of Environmental Studies.* Vol. 63 (3): 235-257.
- Sinclair W.A., 1964:** Comparisons of recent declines of white ash, oak, and sugar maple in northeastern woodlands Cornell Plant, vol. 20: 62-67.
- Sinclair W. A., 1967:** Decline of hardwoods : possible causes. International Shade Tree Conference Proceedings, 42: 17-32.
- Skuhrava M., Skuhrava V., Blasco-Zumeta J. & Pujade-Villar J., 2006:** Gall midges (Diptera :Cecidomyiidae) of Iberian Peninsula 2. Zoogeographical analysis of the gall midge fauna.*Buln.Asoc.Esp.Ent.*30 (1-2):93-159.



- Sousa E.M.R., 1995:** Les principaux ravageurs du chêne-liège au Portugal. Leurs relations avec le déclin des peuplements. *IOBC/ wprs Bull.* 18 : 18-23.
- Sousa E.M.R., Debouzie D & Pereira H., 1995:** Le rôle de l'insecte *Platypus cylindrus* F. (Coleoptera, Platypodidae) dans le processus de dépérissement des peuplements du chêne-liège au Portugal, *IOBC wprs Bull.* 18(6): 24-37.
- Sousa E.M.R., 1996:** Contribution à l'étude de la biologie de population de *Platypus cylindrus* (Coleoptera, Platypodidae) dans les peuplements de chêne-liège au Portugal. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard, Lyon, 163p.
- Sousa E.M.R., Sousa Santos M.N., Varela M.C. & Henriques J., 2007:** perda de vigor dos montados de sobro e azinho : analise da situação e perspectivas. 5(Documento síntese). 91p.
- Sousa E.M.R. & Atay Kadiri Z., 2005:** Le déclenchement des perturbations physiologiques des peuplements de chêne-liège: une synthèse des relations agent/hôte. *IOBC/ wprs Bull.* 28(8): 9-16.
- Stone G.N. & Schönrogge K., 2003:** The adaptive significance of insect gall morphology.
- Suszka B., Muller C. & Bonnet- Masimbert M., 1994:** Graine des feuillus forestiers : de la récolte au semis". *INRA Editions*, Paris.
- Svihra P. & Kelly M., 2004:** Importance of oak ambrosia beetles in predisposing oak live trees to wood decay. *Journal of arboriculture* 30(6): November 2004.371-375.
- Thompson G. & Hutchins S., 1999:** Spinosad. *Pestic Outlook*, 10: 78-81.
- Thompson G. D., Dutton R., Spaek T.C., 2000:** Spinosad- A Case Study: An Exemple from a natural products discovery programme. *Pest Menage Sci*, 56: 696-702.
- Tlili N., 2003:** Etude synchronique de la dynamique post-incendie dans les subéraies de plaine du parc national d'El-Kala (Wilaya d'El Tarf). Mémoire Ing. Agro. Univ d'El Tarf. 53P+annexes.
- Touati L., 2010:** Etude d'un défoliateur majeur du chêne liège : *Lymantria dispar* (Lepidoptera ; Lymantriidae). Bioécologie dans les milieux naturels. Essais de lutte par les IGRs. *Thèse de Magistère*, Université d'Annaba, Algérie.



- Trabut L., 1925:** Flore du Nord de l'Afrique. Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique. La typo-litho et Jules-Carbonel Réunies, Alger, 355p.
- Vale R., Chambel R.M., Matos A., Moura S., Pereira C. & Almeida M.H., 1999:** Técnicas de produção de plantas de sobreiro em viveiro : efeito do contentor e do substrato; in: Recopilacion de trabajos Congreso sobre Forestacion en las dehesas, Mérida.
- Valette A., 1992:** La subéraie maghrébine. Acte du Colloque « Les subéraie méditerranéennes », Vives : 90-97.
- Gil L. & Varela M.C., 2008:** EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservaion and use for cork oak (*Quercus suber*). Bioversty International, Rome, Italya. 6p.
- Veillon S., 1998:** Guide technique de subériculture dans les Pyénées- orientales. Typologie de peuplement et étude préliminaire. FIF-ENGREF, Institut méditerranéen du liège, Compagnie Bas-Rhône-Languedoc ; 1998.
- Villemant C., Fraval A., 1991:** La faune du chêne-liège-Actes édition, Rabat : 336p.
- Villemant C. & Fraval A., 1993:** La faune entomologique du chêne-liège de la Mamora (Maroc). *Ecol. Medit.*, 19 (3/4) 1993 : 89-98.
- Villemant C. & Fraval A., 2002:** les gradations de *Lymantria dispar* en Europe et en Afrique du Nord. *IOBC/ Bull.* 22(3): 71-79.
- West R.J. & Shorthouse J.D., 1982:** Morphology of the balsam fir needle gall induced by the midge *Paradiplosis tumifex* (Diptera : Cecidomyiidae). *Canadian Journal of Botany* 60: 131-140.
- West S.A., Herre E.A., Windsor D.M. & Green P.R.S., 1996:** The ecology and evolution of the new world non-pollinating fig wasp communities. *Journal of Biogeography* 23: 447- 458.
- Williams A.G. & Whitham T.G., 1986:** Premature leaf abscission: an induced plant defense against gall aphid. *Ecology* 67: 1619-1627.
- Yessad S.A., 2001:** Le chêne-liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentale. Edit.MRW, 123p.



- 
- Yousfi M., 1995:** les contraintes exercées sur 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 subéro-ligneuse dans les forêts de chênes liège de provenance cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse Doc. Es. Sci., Aix- Marseille, 367p.
- Zerrouki R., 1995:** Contribution à l'étude socio-économique d'un système forestier : cas du chêne liège (*Quercus suber*) dans la wilaya de Tizi Ouzou (forêt de Beni Ghobri). Thèse Ing. Agr. INA d'Alger. 116p.
- Zine M., 1992:** Situation et perspectives d'avenir du liège en Algérie. Actes du colloque (Les subéraies méditerranéennes), Vives : 98-107.

## Résumé

Les formations de chêne-liège (*Quercus suber*) en Algérie occupent une superficie entre 429 000 ha et 480 000 ha, les plus vastes massifs sont localisés à l'est du pays, région qui renferme à elle seule près de 4/5 de la subéraie algérienne. Cependant, durant la dernière décennie, des dépérissements de plus en plus accentués ont été observés par endroits. La recherche des causes et des conséquences de ces phénomènes demeure capitale.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre étude basée sur l'évaluation de la situation sanitaire des peuplements de chêne-liège dans les subéraies de l'extrême Est algérien représentées par les forêts du parc national d'El Kala (PNEK), la forêt domaniale d'Ouled Bechih à Souk-Ahras et les subéraies de l'Edough à Annaba.

L'appréciation de l'état sanitaire du peuplement a été faite à travers l'examen du houppier, du tronc, des branches, des feuilles, des rameaux et des fruits (glands). La vigueur des arbres a été appréciée par le biais de la décoloration et la défoliation qui permet de calculer l'indice de dépérissement (ID) exprimant d'une façon directe l'état général du peuplement.

L'examen des troncs des arbres des trois forêts étudiées indique une présence importante d'insectes xylophages et de la flore lichénologique. Des suintements noirâtres, des croutes charbonneuses, des crevasses et des déhiscences du liège sont également observées.

Le calcul de l'indice de dépérissement (ID) montre un bon état sanitaire en général au niveau des subéraies d'Ouled Bechih à Souk-Ahras et celle de l'Edough à Annaba. Par contre on note un dépérissement assez grave pour les subéraies d'El Kala.

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

Nous avons déterminé les différents paramètres biométriques des glands issus des subéraies tels que la longueur, le diamètre et le poids. Nous avons montré que les glands attaqués par le cortège des carpophages ont une longueur et un diamètre et un poids inférieurs aux glands sains. Les glands sont fortement attaqués par les Lépidoptères *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* et le Coléoptère *Curculio sp.*

Pour lutte contre les insectes Carpophages et dans le but de préserver les glands du chêne-liège, nous avons testé l'effet de deux doses de Spinosad : 1g/l. Nous avons montré que le traitement agit sur la mortalité des carpophages, et que le taux de germination est le même pour les glands traités et témoins.

Dans les subéraies d'El Kala, nous avons recensés 110 espèces d'insectes appartenant à 10 ordres : l'ordre des Coléoptères est composé de 22 familles, l'ordre des Lépidoptères avec 6 familles, les Hémiptères avec 3 familles. Le reste de l'entomofaune est reparti entre 7 ordres contenant entre 2 familles comme dans le cas des Hyménoptères et des Dictyoptères et une famille en l'occurrence les Diptères, Hétéroptères, Odonates, Orthoptères et les Isoptères. La richesse spécifique la plus élevée est enregistré chez les Coléoptères (68 espèces).

Nous avons également mis en évidence 7 espèces de galles. Nombreuses espèces produisent leurs galles sur les feuilles des chênes, la forme asexuée des deux galles *Neuroterus minutulus* et *Neuroterus saltans* qu'on a trouvé dans les forêts de chêne-liège d'El Kala et Souk-Ahras. Nous avons dénombré des galles au niveau des chatons dans les forêts de Souk-Ahras et El Kala, la forme sexuée d'*Andricus grossulariae* sur chêne-liège. Sur les glands du chêne-liège ce développe la forme sexuée de *Callirhytis glandium*, on a discerné cette forme dans les forêts de Souk-Ahras et Séraïdi.

**Mots clés :** Subéraie, dépérissement, El-Kala. Carpophages, germination, coléoptères.

## Summary

The forming of cork oak (*Quercus suber*) in Algeria occupy a surface between 429 000 and 480 00 ha, the vastest massifs are localized in the eastern part of the country, the region which contains in itself about 4/5 of the Algerian cork oak forests. However, during the last decade, more and more stressed decays were observed by places. The search for the causes and for the consequences of these phenomena is very essential.

Our study is based on the evaluation of the sanitary state of the populating's of cork oak of Eastern Algerian represented by the forests of the national park of El Kala ( PNEK), the national forest of Ouled Bechih in Souk-Ahras and those of Edough in Annaba.

The assessing of the sanitary state of the population was made through the exam of the trunk, the branches, the leaves, the twigs and the acorns. The strength of the trees was measured by means of the discoloration and defoliation which allows the calculating of the decay indication expressing in a direct way the general state of the population.

The exam of the trunks of the trees of three studied forests indicates an important presence of xylophagous insects and the flora lichénologique. Blackish seepage, sooty croutes, cracks and dehiscence of the cork are also observed.

The calculation of the decay indication shows, in general, a good sanitary state in Ouled Bechih in Souk-Ahras and that of Edough in Annaba. On the other hand we note a rather grave decay in El Kala.

The exam of leaves indicates a strong action of phyllophages insect mainly attacking the leaves by cleaning them. The attack of insects, the necrosis as well as the galls are mainly observed on the small leaves.

We determined the various biometric parameters of acorns stemming from cork oak forest such as the length, the diameter and the weight. We showed that acorns attacked by the procession of carpophages are of the same length and diameter and a weight lower than the healthy acorns. Acorns are strongly attacked by Lepidoptera *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* and the Beetle *Curculio* sp.

To fight against carpophages insects in order to preserve the cork oak acorns, we tested the effect of two doses of Spinosad: 1g / l. We have shown that treatment affects carpophages mortality, and the germination rate is the same for treated and controlled acorns.

In the cork forests of El Kala, we identified 110 species of insects belonging to 10 orders: the order Coleoptera consists of 22 families, the order Lepidoptera with 6 families, Hemiptera with 3 families. The rest of the insect fauna is divided into 7 orders containing 2 families as in the case of Hymenoptera and Dictyoptera and a family in the case of Diptera, Heteroptera, Odonata, Orthoptera and Isoptera. The highest species richness recorded is in Coleoptera (68 species).

We also identified 7 species of galls. Many species produce galls on oak leaves, asexual form of two galls *Neuroterus minutulus* and *Neuroterus saltans* were found in the cork oak forests of El Kala and Souk Ahras. We counted galls on kittens in the forests of Souk-Ahras and El Kala, the *Andricus grossulariae* sexual form of cork oak. On acorns of cork oak that develops sexual form of *Callirhytis glandium* was discerned that form in the forests of Souk-Ahras and Seraidi.

**Key words:** cork oak forest, fading, El-Kala. Carpophagus, germination, Colioptera.

## ملخص

تحتل غابات البلوط الفليني في الجزائر مساحة ما بين 429000 هكتار و 480000 هكتار. و الاغلبية متركزة بشرق الجزائري و التي نحتل لوحدها 4/5 من غابات الجزائر. لكن في العشرية الاخيرة تم ملاحظة عوامل السقم بتزايد مستمر حسب المناطق. البحت عن الاسباب و العواقب اصبح من الاولويات.

على هذا الاساس تهدف دراستنا الا تحديد الوضع الصحي لغابات اقصى الشرق الجزائري و المتمثلة في غابات القالة غابات ولاد بشيخ بسوق اهراس و غابات ايدوغ بعنابة.

تم تحديد الوضع الصحي للغابات عن طريق دراسة جذوع الاشجار الاغصان الاوراق و الفاكهة (البلوط). و تم تحديد نظارة الاشجار عن طريق عاملين اساسيين يتمثلان في عامل تساقط الاوراق و عامل تلون الوراق بواسطة هذين العاملين يمكن حساب عامل السقم (ID) الذي يحدد بدقة الحالة الصحية العامة للغابة.

يبين حساب عامل السقم (ID) ان الوضع الصحي حسن في غابات ولاد بشيخ ب سوق هراس و غابات الادوغ بعنابة. في حين نلاحظ سقم شبه خطير للغابات القالة.

و قد بينت دراسة جذوع الاشجار في الثلاث غابات وجود حشرات اكلات الخشب و الخز و قد لاحظنا ايضا تدفق سوائل سوداء قشور فحمية و ثقب في جذوع الاشجار.

تبين دراسة الاوراق هجوم من طرف كم هائل من الحشرات.

قد قمنا بتعيين مختلف القياسات البيو مترية الطول العرض الوزن للبلوط المأخوذة من الثلاث غابات. و قد بينا ان البلوط المهاجمة من طرف الحشرات لديهم طول و عرض و وزن اقل من البلوط السليم. ويبدو ان فاكهة البلوط مهاجمة من طرف حشرات *Cydia splendana*, *Cydia fagiglandana* *Curculio sp*.

بهدف مكافحة الحشرات اكلات البلوط تم استعمال جرعة من سائل Spinosad 1 غ/ل. تبين ان الجرعة المستعملة تقتل هذه الحشرات. انتاش البلوط المعالج كانت كبيرة.

في غابات البلوط الفليني للقالة قمنا بإحصاء 110 جنس من الحشرات تنتمي الى 10 اصناف: صنف Coleoptera ب 22 عائلة صنف Lepidoptera ب 6 عائلات Hemiptera 3 عائلات. باقي الحشرات منقسمة بين 7 درجات تحتوي مابين عائلتين مثل Hymenoptera و Dictyoptera و عائلة واحدة Diptera, Heteroptera, Odonata, Orthoptera و Isoptera.

قمنا كذلك بتوضيح 7 اجناس من اورام النباتات. الكثير من الاجناس تنتج اورام على اوراق اشجار البلوط مثل *Neuroterus minutulus* و *Neuroterus saltans* التي وجدناها في غابات القالة و سوق اهراس. و قد احصينا اورام على مستوى الازهار في غابات سوق اهراس و القالة *Andricus grossulariae*. عاى مستوى فاكهة البلوط تنمو *Callirhytis glandium* و التي وجدناها في غابات سوق اهراس و سرايدي.

**كلمات المفتاح :** غابات البلوط الفليني، السقم، القالة، الحشرات اكلات البلوط، انتاش، Coleoptera.