

N° d'ordre...

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
Département des Sciences de l'Environnement

# ***THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES***

***Présentée par***

*M<sup>lle</sup> OVICI Houria*

*Spécialité : Sciences de l'environnement  
Option : Biodiversité végétale et valorisation*

## *Intitulé*

*Analyse et évaluation de la phytodiversité du mont de Tessala  
(wilaya de Sidi Bel Abbès, Algérie occidentale)*

*Soutenue le .....*

*Devant l'honorable jury composé de :*

<i>Président</i>	Dr. Bendimered Fatima Zohra	MCA. Université Djillali Liabès S.B.A
<i>Examineurs:</i>	Pr. Merzouk Abdessamad	Professeur. Université de Tlemcen.
	Pr. Houhamdi Moussa	Professeur. Université de Guelma
	Dr. Amara Mohamed	MCA. Centre universitaire de Témouchent
<i>Promoteur :</i>	Pr. MEHDADI Zoheir	Professeur. Université Djillali Liabès S.B.A

***Année universitaire 2018 - 2019***

# REMERCIEMENTS

En préambule à cette thèse, je remercie Dieu le tout puissant qui nous a aidés à faire ce travail. Nous souhaiterions adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de cette thèse.

Nous tenons à remercier sincèrement Monsieur Mehdadi Zoheir, professeur à la faculté des sciences de la nature et de la vie (université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbès) et directeur de cette thèse, qui s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de cette thèse, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Nous remercions vivement Madame Bendimered Fatima Zohra, maître de conférences à la faculté des sciences de la nature et de la vie (université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbès), de l'honneur qu'elle nous fait d'avoir acceptée de présider ce jury.

Nous remercions également Monsieur Merzouk Abdessamad, professeur à la faculté des sciences de la nature, de la vie et de l'univers (université Aboubekr Belkaid, Tlemcen), d'avoir accepté de participer à ce jury en tant qu'examineur.

Notre gratitude va également à Monsieur Houhamdi Moussa, professeur à l'université de Guelma, d'avoir accepté de participer à ce jury en tant qu'examineur.

Nous remercions également Monsieur Amara Mohamed, maître de conférences au centre universitaire de Témouchent, d'avoir accepté de participer à ce jury en tant qu'examineur.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les directeurs de notre laboratoire de recherche (Biodiversité végétale : conservation et valorisation, université Djillali Liabes, Sidi Bel Abbès) qui se sont succédés, et qui ont mis à notre disposition les moyens nécessaires pour mener à bien les travaux de cette thèse.

Nous tenons à remercier Pr Benyahia Mohammed, doyen de notre faculté ainsi que le chef de département des sciences de l'environnement, Dr Bouzidi Mohamed Ali, pour leurs aides et encouragements durant notre parcours d'apprentissage et de recherche.

Un grand merci à Monsieur Benbrahim Fouzi (Vice-recteur de l'université de Ghardaïa et surtout à Messieurs Bensamaoun Youcef (Chef de département, université de Ghardaïa), Bouneb Choayb, Guergueb El Yamine (maîtres conférences à l'université Ghardaïa) et Elbouhissi Mayssara (Inspecteur en chef des forêts « chef circonscription des forêts de Merine SBA ») pour leurs aides précieuses lors de la réalisation de ce travail. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et mes remerciements.

Nous tenons à remercier nos amies et collègues d'étude Zineb, Safaa, Kheira, Jihene, Ismahen, Salima, Soumia et Linda qui nous ont aidé dans notre chemin de recherche et qui nous ont motivé durant la préparation de ce modeste travail.

Enfin, Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

*HOUMIA*

## DEDICACES

*Nous remercions Dieu, le tout puissant, qui nous a permis de mener à bien ce projet de fin d'études.*

---

*Aucun mot ne pourra exprimer ce que je dois à ma famille ; chers parents, sœurs et frères pour leur dévouement et leurs soutiens durant toutes ces années.  
A notre père qui nous a inculqué une bonne éducation et nous a inspiré le chemin de la dignité et la voie de la sagesse.*

*A notre mère, (ربي یرحمها) et qui a éclairé notre chemin et qui nous a encouragé et soutenu tout au long des études en veillant à notre avenir.*

*A nos familles : Ouici, Belkébiche, Eladjine, Neddeh.*

---

*A nos collègues : pour leur soutien durant les pénibles moments de notre labeur,  
A toute la promotion de Biodiversité et écologie végétale 2012- 2018.  
A toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*HOUMIA*

## Résumé

Notre travail consiste à inventorier la phytodiversité des versants sud et nord du mont de Tessala (Algérie occidentale) selon un gradient altitudinal. À cet effet, nous avons choisi quatorze (14) stations, à l'intérieur de chacune d'elles des analyses physico-chimiques du sol prélevé au niveau de l'horizon de surface et des relevés floristiques ont été réalisés.

Pour les deux versants, les analyses physico-chimiques du sol montrent que la majorité des sols sont à structure grumeleuse à polyédrique et à texture sableuse à équilibrée. L'humidité atteste une diversité dans les échantillons de sols. Le pH est globalement légèrement alcalin avec une différence très peu significative entre les différents échantillons analysés. Les taux de matière organique sont très variables. Les valeurs de la conductivité électrique indiquent des sols non salés dans l'ensemble des stations échantillonnées. Les taux du calcaire total et actif présents dans les échantillons de sol restent très hétérogènes.

L'inventaire floristique effectué sur l'ensemble des stations a permis d'établir une liste floristique composée de 103 espèces appartenant à 38 familles botaniques pour le versant sud et 101 espèces distribuées sur 39 familles botaniques pour le versant nord. Sur les deux versants, ces familles botaniques sont représentées notamment, par les Asteracées, les Poacées, les Lamiacées et les Brasicassées.

Le spectre biologique de ces espèces révèle la dominance des hémicryptophytes et des thérophytes ; sur le plan morphologique, la végétation de nos stations permet de distinguer des formations arborescentes, arbustives, buissonnantes et herbacées. Du point de vue biogéographique, les éléments méditerranéen et Eurasiatique sont prédominants, les autres éléments étant faiblement représentés. Pour le traitement numérique de la diversité floristique des stations explorées, nous sommes basés sur la fréquence d'apparition des espèces, les indices de diversité de Shannon, d'équitabilité, de similarité de Sorensen et de perturbation.

Le calcul de la fréquence d'apparition des espèces inventoriées a fait ressortir pour le versant sud des espèces très rares (42,72%) et des espèces rares (17,47%). Pour le versant nord, cet indice révèle un taux de 1,99% et 5,95% respectivement pour les espèces très rares et espèces rares. L'indice de perturbation est de l'ordre de 55,78 % pour toute la zone étudiée (versant sud et Nord). Néanmoins, le versant nord est moins perturbé (42,57%) par rapport au versant sud (46,60%). L'évaluation de l'indice de perturbation montre une forte pression anthropozoogène que subissent ces formations floristiques.

Le traitement des données pédologiques et floristiques par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification hiérarchique ascendante (CHA) a fait ressortir l'existence de trois groupes de stations homogènes dans le versant sud et deux groupes de stations dans le versant nord. Les stations situées en altitude, sont moins dégradées, plus diversifiées et où dominent notamment les phanérophytes. Les stations situées en basse altitude, sont peu diversifiées et où la dégradation du couvert végétal est très perceptible, se traduisant par l'installation des hémicryptophytes et des thérophytes.

**Mots clé** : Mont de Tessala ; phytodiversité ; sol ; gradient altitudinal, indices de diversité ; indice de perturbation, AFC, CHA.



## Abstract

Our work is to inventory the phytodiversity of the south and north slopes of Mount Tessala (Western Algeria) according to an altitudinal gradient. For this purpose, we chose fourteen (14) stations, within each of them pedological analyzes and floristic surveys were carried out. From the edaphic point of view, after a physico-chemical analysis of the horizons taken from the plant stands. We have identified and classified the different soils according to the vegetation. However, most soils in the study area are characterized by a lumpy, polyhedral structure and a sandy, balanced texture. Moisture testifies diversity in soil samples. The pH is slightly alkaline with a very insignificant difference between the different samples analyzed. The levels of organic matter are very variable. Electrical conductivity results indicate unsalted soils in all sampled stations. The total and active limestone levels present in the soil samples remain very heterogeneous.

The inventory carried out on all the stations made it possible to establish a floristic list composed by 103 species belonging to 38 botanical families for the southern slope and 101 species distributed on 39 botanical families for the North slope. These botanical families are represented in particular by Asteraceae, Poaceae, Lamiaceae and Brasicassee.

The biological spectrum of these species reveals the dominance of the hemicryptophyts and the therophyts, and on the physiognomic plane, the vegetation of our stations makes it possible to distinguish arborescent, shrubby, bushy and herbaceous formations. From a biogeographic point of view, the Mediterranean and Eurasian elements predominate. The calculation of the frequency of occurrence of inventoried species revealed for the southern slope very rare species (42.72%) and rare species (17.47%). For the northern slope, this index reveals a rate of 1.99% and 5.95% respectively for the very rare species and rare species. To estimate the diversity of the stations explored, we evaluated several indices of diversity (frequency, Shannon and equitability, Sorensen and perturbation).

The pedological and floristic data are the subject of factorial correspondence analysis (CFA) and an ascending hierarchical classification (AMP). Through the results obtained for the Shannon index, an important diversity characterizes the stations S3, S5, S4, S2, S13, S8, S12, and S10 contrary to the stations S1, S6, S7, S14, S9 and S11. where diversity and low. At the end of the analysis of the equitability index we noted a low value for the station S3, S5, S4, S14, S9 and S11 and a high value of the index of equitability for the stations S1, S6, S7, S2, S8, S13, S12 and S10. The processing of data obtained by the AFC and the HCA revealed the existence of three groups of stations on the southern slope and two groups of stations on the northern slope. The stations located at altitude, are less degraded, more diversified and where dominate in particular phanerophyts. The other low-lying sites are not very diversified and vegetation cover degradation is very noticeable, resulting in the installation of hemicryptophyts and therophyts. The disturbance index is in the order of (55.78%) for the entire studied area (southern and northern slopes). Nevertheless, the northern slope is less disturbed with a rate of (42.57%) compared to the southern slope (46.60%). The evaluation of the perturbation index shows a strong anthropozoogenic pressure that these floristic formations undergo.

**Key words:** Mount Tessala, floristic inventory; phytodiversity; altitude, diversity indices; perturbation index, AFC, CHA.

## ملخص

يتمثل عملنا في جرد التنوع النباتي للمنحدرات الشمالية و الجنوبية لجبل تسالة - غرب الجزائر- وفقا للتدرج في الارتفاع. لهذا اخترنا 14 محطة و أجرينا تحليلا للتربة ومسحا للنباتات المحصاة .

بعد التحاليل الفيزيائية والكيميائية لأفاق التربة المقتناة للغطاء النباتي المدروس. حددنا وصنفنا نوعية التربة وفقا لهذا الأخير. ومن هنا نميز أن غالبية التربة في المنطقة المدروسة لها هيكل متكتل ومتعدد السطوح ونسيج رملي متوازن. إن الرطوبة تختلف من محطة لأخرى. فيما يخص الرقم الهيدروجيني معتدل نوعا ما مع اختلاف طفيف بين مختلف العينات ونسب المواد العضوية تختلف من منطقة إلى أخرى. تشير نتائج الموصلية الكهربائية إلى أن تربة المحطات المدروسة غير مالحة. وتبقى الجير الكلي والنشط الموجود في عينات التربة غير متجانسا.

إن الجرد الذي أجريناه سابقا على مجموعة المحطات مكننا من إنشاء قائمة نباتات تتكون من 103 نوع موزع على 39 عائلة نباتية للمنحدر الجنوبي و101 نوع موزع على 38 عائلة نباتية للمنحدر الشمالي. العائلات السائدة منها النجيلية (Poacées) الشفوية (Lamiacées) و الكرنبية (Brassicassées).

واستنتجنا أيضا أن الطيف البيولوجي السائد لهذه النباتات هو Therophytes و Hémicryptophytes.

أما على مستوى الفيزيونيومي نلاحظ أن نباتات منطقتنا تتميز بوجود عدة طبقات منها شجرية منها شجيرات الكثيفة والعشبية.

من وجهة نظر التوسع البيو جغرافي نلاحظ أن العناصر المتوسطة والأوراسية سائدة.

لتقدير اختلاف المحطات قمنا بتقييم العديد من المؤشرات -التردد-شانون -والتكافؤ -سورنزن- ومؤشر الاضطرابات. وكذلك المعطيات البيداغوجية والنباتية هي موضوعنا باستعمال تحليل عامل الانسجام (AFC) وتصنيف التسلسل الهرمي (CHA).

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها لمؤشر شانون، هناك تنوع نباتي مهم يميز المحطات 3 و5 و4 و2 و13 و8 و12 و10 على عكس المحطات 11 و9 و14 و7 و6 و1 حيث أن التنوع النباتي ضئيل.

لقد كشفت معالجة المعطيات المأخوذة من عن ثلاث مجموعات من المحطات في المنحدر الجنوبي ومجموعتين في المنحدر AFC - CHA الشمالي. إن المحطات الموجودة في أعلى ارتفاع اقل تدهورا وأكثر تنوعا مع وجود الأشجار الكثيفة. أما المحطات المنخفضة فهي غير متنوعة وغطائها النباتي متدهور للغاية. مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة Hémicryptophytes و Therophytes.

ان حساب مؤشر تردد الظهور للنباتات المحصاة للمنحدر الجنوبي -كشفت ظهور أنواع جد نادره 42.72 بالمائة وأنواع نادره 17.47 بالمائة. أما في المنحدر الشمالي كشف هذا المؤشر عن نسبة 1.99 بالمائة و5.95 بالمائة على التوالي لأنواع نادرة جدا وأنواع نادرة للنباتات.

مؤشر الاضطرابات في حدود 55.78 بالمائة لكامل المنطقة المدروسة -المنحدر الجنوبي والشمالي.

إن تقييم مؤشر الاضطراب يبين قوة المنحدر الشمالي اقل اضطرابا بنسبة 42.57 بالمائة مقارنة بالمنحدر الجنوبي 46.60 بالمائة. الضغط الكبير من طرف الإنسان والحيوانات على الغطاء النباتي المدروس.

**كلمات المفتاح:** جبل تسالة - جرد النباتات - التنوع النباتي - الارتفاع - مؤشرات التنوع - مؤشر الاضطراب - AFC, CHA

## *Listes des figures*

<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 01</b> : Localisation de la zone de Tessala	<b>29</b>
<b>Figure 02</b> : Carte d'occupation des sols des monts du Tessala	<b>29</b>
<b>Figure 03</b> : Carte de géologie des monts de Tessala, Algérie occidentale	<b>30</b>
<b>Figure 04</b> : Carte de réseaux hydrographiques des monts de Tessala, Algérie occidentale	<b>32</b>
<b>Figure 05</b> : Les expositions en 3D des monts du Tessala	<b>33</b>
<b>Figure 06</b> : Diagramme ombrothermique de la station de Tessala de la période (1980-2013)	<b>36</b>
<b>Figure 07</b> : Climagramme pluviothermique d'Emberger	<b>38</b>
<b>Figure 08</b> : Abaque pour l'indice d'aridité de De Martonne	<b>39</b>
<b>Figure 09</b> : Localisation des stations de la zone d'étude	<b>41</b>
<b>Figure 10</b> : Échelle de désignation de la salinité du sol en fonction de la Conductivité	<b>45</b>
<b>Figure 11</b> : Taux d'humidité du sol des stations étudiées	<b>52</b>
<b>Figure 12</b> : Variations du pH des sols étudiés	<b>53</b>
<b>Figure 13</b> : Variations de la conductivité électrique des sols étudiés	<b>53</b>
<b>Figure 14</b> : Variation de la teneur en matière organique en %	<b>54</b>
<b>Figure 15</b> : Variation du taux de calcaire des sols étudiés en %	<b>55</b>
<b>Figure 16</b> : Spectre global de la diversité taxonomique	<b>61</b>
<b>Figure 17</b> : Spectre biologique global	<b>63</b>
<b>Figure 18</b> : Distribution des types morphologiques	<b>64</b>
<b>Figure 19</b> : Répartition des types phytogéographique	<b>67</b>
<b>Figure 20</b> : Dendrogramme de Similarité entre les stations	<b>72</b>
<b>Figure 21</b> : Dendrogramme de la CHA des relevés effectués	<b>73</b>
<b>Figure 22</b> : Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances	<b>76</b>
<b>Figure 23</b> : Spectre global de la diversité taxonomique	<b>81</b>
<b>Figure 24</b> : Spectre biologique global	<b>82</b>
<b>Figure 25</b> : Distribution des types morphologiques	<b>85</b>
<b>Figure 26</b> : Répartition des types biogéographiques	<b>87</b>
<b>Figure 27</b> : Dendrogramme de Similarité entre les stations	<b>91</b>
<b>Figure 28</b> : Dendrogramme de la CHA des relevés effectués	<b>93</b>
<b>Figure 29</b> : Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances	<b>94</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Titres</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau 01:</b> La diversité des écosystèmes et facteurs de dégradation	<b>12</b>
<b>Tableau 02 :</b> Classes de pentes et importance en hectare	<b>35</b>
<b>Tableau 03:</b> Paramètres climatiques de la station d'étude durant la période 1980-2013	<b>36</b>
<b>Tableau 04:</b> Répartition des moyennes saisonnière des paramètres climatiques	<b>36</b>
<b>Tableau 05:</b> Description des stations	<b>40</b>
<b>Tableau 06:</b> Echelle de détermination de la teneur en matière organique	<b>41</b>
<b>Tableau 07 :</b> Composition granulométrique et structure des sols des stations étudiées	<b>51</b>
<b>Tableau 08 :</b> Les espèces recensées par station du versant sud	<b>57</b>
<b>Tableau 09 :</b> Répartition des espèces par famille	<b>60</b>
<b>Tableau 10 :</b> Répartition des espèces par type biologique en %	<b>62</b>
<b>Tableau 11:</b> Distribution des types morphologiques	<b>64</b>
<b>Tableau12 :</b> Phytogéographie des espèces recensées	<b>66</b>
<b>Tableau 13 :</b> Fréquences des espèces recensées	<b>68</b>
<b>Tableau 14 :</b> Indices de diversité spécifique et d'équitabilité des différentes stations	<b>70</b>
<b>Tableau 15 :</b> Coefficients de similitude entre les différentes stations	<b>71</b>
<b>Tableau 16 :</b> Les espèces recensées par station du versant Nord	<b>77</b>
<b>Tableau 17 :</b> Répartition des espèces par famille	<b>80</b>
<b>Tableau 18 :</b> Répartition des espèces par type biologique en %	<b>82</b>
<b>Tableau 19:</b> Distribution des types morphologiques	<b>84</b>
<b>Tableau 20 :</b> Biogéographie des espèces recensées	<b>86</b>
<b>Tableau 21 :</b> Fréquence des espèces recensées	<b>88</b>
<b>Tableau 22 :</b> Indices de diversité spécifique et d'équitabilité des différentes stations	<b>90</b>
<b>Tableau 23 :</b> Coefficients de similitude entre les différentes stations	<b>91</b>
<b>Tableau 24 :</b> Inventaire floristique des versants sud et nord (espèces communes et différentielles)	<b>98</b>

## *Liste des abréviations*

- AFC** : Analyse factorielle des correspondances.
- ANRH** : Agence nationale des ressources hydriques.
- BNEDER** : Bureau national d'étude pour le développement rural.
- CDB** : Convention sur la diversité biologique.
- CHA** : Classification hiérarchique ascendante.
- DPAT** : Direction de la planification et de l'aménagement du territoire.
- DSA** : Directions des services agricoles.
- MREE** : Ministère des Ressources en Eau et de l'Environnement.
- O.N.M** : Office nationale de météorologie.

Les forêts méditerranéennes possèdent une valeur patrimoniale très élevée. Elles constituent des réserves importantes de diversité génétique, spécifique et fonctionnelle qu'il convient de conserver au mieux dans l'optique d'une gestion durable de ce patrimoine biologique et ses ressources potentielles (Quézel et Médail, 2003).

Appartenant à la forêt méditerranéenne, la forêt algérienne avec sa diversité biologique, présente un élément essentiel de l'équilibre écologique, climatique et socio-économique de différentes régions du pays. Sa situation actuelle se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne (IKermoud, 2000). En effet, la persistance des facteurs destructifs tels que les incendies, le surpâturage et les défrichements, ne fait qu'accentuer le processus de dégradation du système forestier en place et la perte de sa diversité biologique (Ferchichi et al., 2003 ; Madoui et al., 2006 ; Nedjraoui et Bedrani, 2008 ; Mahyou et al., 2010 ; Saidi et al., 2016).

Les études de la flore méditerranéenne et celle de l'Oranie ont été abordées par plusieurs auteurs comme Quézel (1964), Guinochet (1980), Alcaraz (1982), Hadjadj Aoul (1995) et Benabdellah et al., (2010). Dans notre étude, nous nous sommes intéressés au mont de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbès, Algérie occidentale) qui dispose d'une flore riche et variée qui a fait l'objet de nombreux travaux se rapportant à diverses thématiques de recherche. Parmi les travaux les plus importants et les plus récents, nous citons ceux relatifs :

- aux inventaires des plantes médicinales (Baraka, 2008) ;
- à l'autoécologie de certains taxons comme *Urginea pancracion* (Bouzidi et al., 2009), *Marrubium vulgare* (Bouterfas et al., 2013), *Teucrium polium* (Fertout et al., 2016), *Ruta chalepensis* et *Ruta montana* (Bennaoum et Benhassaini, 2017) et de *Aristolochia baetica* (Hakmi et al., 2018) ;
- à l'impact anthropozoogène et aux incendies sur la dynamique de la végétation (Cherifi et al., 2011, 2017 ; Saidi et al., 2016) ;
- au comportement germinatif des graines de certaines lamiacées et ce, dans le cadre de la conservation *ex-situ* (Dadach et Mehdadi, 2016, 2018) ;
- à la valorisation biochimique de certaines espèces par l'évaluation de l'activité biologique de leurs extraits phénoliques (Bessam et al., 2016 sur *Sylibum marianum*, Bouterfas et al., 2016, 2018 sur *Marrubium vulgare*, Djennane et Mahroug, 2018 sur *Lobularia maritima*).

Comme pour la plupart des forêts algériennes, le cortège floristique du mont de Tessala est aujourd'hui sous la menace de plusieurs facteurs comme les conditions climatiques contraignantes (sécheresse prolongée), le surpâturage, les incendies, le défrichement, l'exploitation abusive des espèces, notamment celles à caractère médicinale, dont l'action conjuguée fait que le couvert végétal est en dégradation (Cherifi *et al.*, 2011, 2017). Face à cette problématique, il est devenu indispensable de mettre en œuvre des moyens de conservation et de protection de ce patrimoine végétal. Ceci ne peut se faire qu'avec une meilleure connaissance de la composition floristique des écosystèmes forestiers. C'est dans cette perspective que nous proposons, dans ce présent travail, d'analyser la phytodiversité des versants nord et sud du mont de Tessala par des inventaires floristiques réalisés selon un gradient altitudinal. Les résultats qui seront obtenus permettront de compléter les inventaires déjà établis sur notre site d'étude pour une meilleure connaissance de la composition et de la distribution de notre patrimoine floristique dans la perspective de sa conservation et sa valorisation.

Ce travail est scindé en deux parties :

La première partie est une synthèse bibliographique, dans laquelle sont traités les chapitres suivants :

- *généralités sur les écosystèmes méditerranéens,*
- *généralités sur la biodiversité végétale,*
- *les principaux outils statistiques en écologie.*

La deuxième partie se rapporte à l'étude expérimentale dans laquelle sont développés les chapitres suivants :

- *présentation de la zone d'étude*
- *méthodologie d'étude adoptée,*
- *résultats obtenus et discussion.*

Ce travail est terminé par une conclusion et des recommandations pour une meilleure gestion de l'écosystème forestier du mont de Tessala, notamment pour la conservation de sa biodiversité.

## 1. Présentation

Un écosystème est un ensemble dynamique d'organismes vivants qui interagissent entre eux et avec leur milieu.

La caractéristique première de l'écosystème méditerranéen est climatique. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps (Walter, 1979).

L'ensemble des écosystèmes méditerranéens définis sur la base des grandes zonations climatiques de la biosphère, forment un des grands biomes ou zonobiome.

Par rapport aux autres zones climatiques, la zone méditerranéenne est probablement la plus limitée dans l'espace. Elle l'est également dans le temps puisque ce climat est apparu au Pléistocène (Axelrod, 1973). Un changement climatique global qui supprimerait les influences génératrices du climat méditerranéen, pourrait faire disparaître ce dernier et son existence aura été un court moment à l'échelle géologique (Aidoud, 1983).

Les formations végétales ont évolué dans des milieux marqués par l'hétérogénéité géologique et oro-topographique mais surtout par une longue et profonde pression humaine.

L'homme a, depuis environ 7000 ans, marqué par son empreinte tous les écosystèmes méditerranéens. Devenant agriculteur, il s'est sédentarisé et ses activités et l'usage qu'il a fait de la nature ont abouti à la destruction presque totale de la végétation originelle. Tout ce qu'il y a actuellement de nature sauvage, ne correspond en fait qu'à des mosaïques successionales de dégradation (Goussanem, 2000).

Dans cet ensemble très diversifié, nous retiendrons les systèmes les moins artificialisés, qui peuvent être considérés comme des stades d'équilibre plus ou moins stables (Whittaker & Levin, 1977).

La distinction des différents écosystèmes méditerranéens se base sur l'architecture d'ensemble : la physionomie déterminée par les végétaux dominants. Ces derniers restent les meilleurs bio-indicateurs car ils représentent les espèces qui structurent activement le système. Les principaux écosystèmes sont subdivisés selon la taille de ces végétaux, partant des forêts dites sclérophylles aux steppes en passant par les matorrals. La hauteur et la structure des formations végétales constituent la première manifestation des conditions de milieu et d'usage. L'homme intervient par la transformation de la répartition spatiale de ces trois types d'écosystème en favorisant les phénomènes de steppisation et de désertification (Goussanem, 2000).



## 2. Caractéristiques majeures des forêts méditerranéennes

La végétation est le résultat de l'intégration des facteurs floristiques, climatiques, géologiques, historiques, géographiques et édaphiques (Loisel, 1978). Le bassin méditerranéen présente un grand intérêt pour toute étude scientifique, vu sa grande richesse floristique, liée à l'hétérogénéité des facteurs historiques, paléoclimatiques, géologiques et écologiques.

L'histoire de la forêt méditerranéenne est actuellement assez bien connue et les phytogéographes sont tout à fait capables de définir, sur le pourtour méditerranéen, l'extension potentielle des essences majeures (Quézel *et al.*, 1991). L'un des caractères majeurs des forêts méditerranéennes, vis-à-vis des forêts européennes, réside dans leur richesse en espèces arborescentes, constitutives ou associées.

Le bilan effectué par Quézel *et al.* (1999) et Barbero *et al.* (2001) a abouti à une richesse en ligneux péri-méditerranéens égale à 247 taxons, soit deux fois plus d'espèces par rapport aux estimations de Latham et Ricklefs (1993) qui indiquent 124 espèces d'arbres au sein des forêts tempérées d'Europe et de la Méditerranée (Quézel *et al.*, 2003).

Le caractère particulier des forêts méditerranéennes est en rapport d'une part avec leur grande hétérogénéité biogéographique, historique, climatique et physiologique et d'autre part avec leur instabilité et leur vulnérabilité liées à la fois à l'environnement et à l'activité humaine.

Les forêts méditerranéennes se sont réduites en superficie et se sont appauvries en biomasse et en biodiversité. Il y a une trentaine d'années, les terres forestières de la région étaient estimées à 85 millions d'hectares, avec 20 millions d'hectares couverts effectivement de forêt. L'évaluation FAO sur les ressources forestières fixe à 81 millions d'hectares pour les superficies forestières. Le taux annuel de déforestation en 1981 jusqu'au 1990 en Afrique du Nord et au Proche-Orient a été de l'ordre de 114000 hectares (FAO, 1994), soit 1,1 %, alors qu'il ne dépasse guère 0,8 % dans les pays tropicaux (M'Hirit, 1999).

La région circum-méditerranéenne apparaît donc sur le plan mondial comme un centre majeur de différenciation des espèces végétales (Quézel *et al.*, 1995). L'un des premiers soucis des géobotanistes et de connaître la diversité floristique et la répartition des espèces et des unités supérieures du point de vue biogéographique (Quézel, 1978-1985 ; Quézel *et al.*, 1980). Malgré sa richesse floristique globale remarquable, la région circum-méditerranéenne présente une hétérogénéité considérable tant au niveau du nombre des espèces

méditerranéennes que celui des endémiques, en fonction des zones géographiques qui la constituent (Quézel *et al.*, 1995).

Di Castri (1981) et Quézel (1989) montrent que l'intense action anthropique (déboisement, incendie, pâturage, culture et délits variés) entraîne une diminution des surfaces forestières, chiffrée entre 1 et 3 % par an (Quézel *et al.*, 1990), formées surtout par des espèces pré-forestières, chamaephytiques et nano-phanérophytiques, ce qui explique la disparition de certaines forêts d'arbres sempervirents de la région méditerranéenne et leur remplacement par des milieux assez ouverts qui occupent la quasi-totalité de la forêt.

Les modifications climatiques possibles dans le cadre du phénomène des changements globaux ne devraient pas, à priori, entraîner des raréfactions voire des disparitions notables chez les phanérophytes méditerranéennes. Les espèces les plus menacées sont beaucoup plus sensibles à l'effet des impacts humains que sous les changements climatiques.

Les régions méditerranéennes d'Europe et d'Afrique du Nord sont particulièrement concernées par les changements climatiques : à long terme, elles prédisent une évolution plus rapide et plus importante du tapis végétal que dans d'autres parties du monde (Hesselbjerg-Christiansen *et al.*, 2007). D'autre part, les changements attendus vont dans le sens d'une réduction de la disponibilité en eau durant la saison de végétation (Vennetier *et al.*, 2010).

L'ensemble des forêts soumises au bioclimat méditerranéen est subdivisé en plusieurs ensembles bioclimatiques en fonction de la valeur des précipitations annuelles, du coefficient pluviothermique d'Emberger (1930 à 1955) et la durée de la sécheresse estivale (Daget, 1977) qui représente un phénomène régulier (stress climatique) mais variable, selon ces types bioclimatiques et les étages de végétation (Quézel, 1974-1981).

En conséquence, on distingue dans les montagnes méditerranéennes une succession d'étages de végétation définis pour les types climatiques dont les limites varient avec la latitude et qui sont dénommés infra-méditerranéen, thermo-méditerranéen, euméditerranéen, supra-méditerranéen, montagnard-méditerranéen et oro-méditerranéen (Quézel, 1976).

La dégradation de la forêt méditerranéenne a fait et continue de faire l'objet d'intérêt de plusieurs auteurs, nous citons : Tomaselli (1976), Nahal (1984), Benabid (1985), Le Houerou (1988), Marchand *et al.* (1990), FAO (1993), M'Hirit et Maghnonj (1994), Skouri (1994), (Cherifi *et al.*, 2011, Saidi *et al.*, 2016).

## 2.1. En Afrique du Nord

La flore de l'Afrique Occidentale méditerranéenne est relativement bien connue (Maire, 1926). Les endémiques Nord-Africaines représentent environ 125 espèces. D'un point de vue synthétique, un premier bilan établi par Quézel en 1978, a montré la présence, en dehors des portions Sahariennes, 916 genres, 4034 espèces dont 1038 endémiques (Medail et Quézel, 1997).

Koenigueur (1974) laisse supposer la coexistence de paysages forestiers savanes sans grande affinité. Les rares macro-restes se rattachant au Pléistocène en Afrique du Nord continental appartiennent à peu près exclusivement à des taxons xérophiles : *Tamarix*, *Acacia*, *Olea*...

Quézel (2000) souligne que l'Afrique du nord qui ne constitue qu'une partie du monde méditerranéen (environ 15 %) ne possède pas, actuellement, de bilan précis relatif au nombre des espèces végétales existantes de 5000 à 5300.

Medail et *al.* (1997) ont toutefois recensé environ 3800 espèces au Maroc méditerranéen, 3150 en Algérie méditerranéenne et 1600 en Tunisie méditerranéenne ; le nombre approximatif des endémiques étant respectivement de 900, 320 et 39.

Les formations forestières nord-africaines peuvent prendre l'aspect de belles futaies régulières quand elles sont en bon état. Elles se présentent souvent, hélas, sous l'aspect de broussailles, de maquis et garrigue qui en dérivent par dégradation.

Actuellement, dans de nombreuses régions en Afrique du nord, les prélèvements volontaires s'opèrent dans des matorrals forestiers par dessouchage et une végétation arbustive nouvelle s'installe.

Ce processus de remplacement de matorrals primaires en matorrals secondaires déjà envisagé aboutit ultérieurement à une dématorralisation totale qui est particulièrement évidente dans le Maghreb semi-aride où elle conduit une extension des formations de pelouses annuelles (Bouazza *et al.* 2000).

Les perturbations sont nombreuses et correspondent à deux niveaux de plus en plus sévères allant de la matorralisation jusqu'à la désertification et désertisation passant par la steppisation et la thérophytisation (Barbero *et al.*, 1990 ; Bouazza *et al.*, 2010).

## 2.2. En Algérie

L'Algérie comme tous les pays méditerranéens est concernée et menacée par la régression des ressources pastorales et forestières (Bestaoui, 2001). Dans ce contexte, plusieurs travaux ont été réalisés comme ceux de Cosson (1853), Flahaut (1906), Tradescant (1960) in Alcaraz (1976), Battandier et Trabut (1888-1889).

La flore algérienne a peu évolué après la séparation de l'Afrique et de l'Europe, mais sa situation reste sans doute moins dramatique que les autres pays de l'Afrique, car ces forêts couvrent environ 3,7 millions d'hectares en 1999 dont 6,5 % se situent au Nord et 36,5 % occupent quelques massifs des hautes plaines (Quézel et Santa, 1962-1963).

En 1962, Quézel et Santa ont estimé la flore algérienne à 3139 espèces dont 700 sont endémiques. Les arbres les plus spectaculaires du Sahara est le Cyprès de Duprez (*Cupressus dupreziana*) qu'on trouve en particulier dans la vallée de Tamrirt et le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) dont il reste quelques éléments au Hoggar. Il faut noter également l'Arganier dans la région de Tindouf et l'Olivier de Laperrine (*Olea laperrini*) fréquent au Tassili.

Intéressantes et multiples sont les exploitations botaniques sur l'Oranie ; les premières sont celles de Cosson (1853) puis Trabut (1887) et Flahaut (1906) suivies de celles de Maire (1926) et Boudy (1950). Les études géobotaniques du Tell oranais ont commencé avec Alcaraz (1969, 1982 et 1991), Zeraïa (1981), Dahmani (1989), Bouazza (1991 et 1995) et Benabadji (1991 et 1995).

Les trois grandes voies de recherche menées dans l'étude des écosystèmes méditerranéens correspondent aux trois dimensions fondamentales de la théorie générale des systèmes : structure, fonctionnement et évolution. La phytoécologie et la phytosociologie tentent d'expliquer, par l'assemblage d'espèces en relation avec certains facteurs du milieu, l'établissement, la composition et l'agencement des groupements végétaux méditerranéens.

L'étude du fonctionnement permet de comprendre les relations des organismes entre eux et des organismes avec le milieu pour les fonctions principales. Enfin, l'approche évolutionniste est basée sur l'identification, pour les éléments dominants de l'écosystème, des principales stratégies d'évolution et des principales forces guidant ces stratégies (Aidoud, 2000).

### 3. Etages de végétation

Le concept d'étage bioclimatique est une notion botanique qui a été créée pour associer la répartition des êtres vivants à des schémas climatiques mondiaux liés à la géographie et l'altitude.

L'étage est défini de manière assez empirique par une association de végétation (et de faune associée) et une situation géographique (un fond de vallon, versant, etc.). Dans la pratique, on définit les limites d'un étage donné par une plage de valeur des variables climatiques moyennes (température, précipitation, etc.) et on y associe une végétation type, l'ensemble constituant alors l'étage bioclimatique (Quézel, 2000).

#### 3.1. Le thermo-méditerranéen

L'étage bioclimatique est nommé «thermo-méditerranéen » lorsqu'on constate l'alternance de deux saisons contrastées très marquées (hiver frais et très pluvieux pendant 4 à 5 mois et été chaud et très sec pendant plus de 6 mois). C'est le cas du Maghreb, du Proche-Orient et de la Grèce.

Il s'étend en moyenne entre 0 – 500-600 m, plus au sud il peut s'élever à plus de 1000 m, notamment sur l'Aurès.

Les structures dominantes sont constituées sur calcaire surtout par *Olea europaea*, *Ceratonia siliqua*, *Chamaerops humilis* ; on y trouve aussi des formations à *Pistacia lentiscus*, *Calycotome spinosa* et les formes dégradées apparaissent avec *Asphodelus fistulosus*, *Euphorbia spinosa*.

#### 3.2. Le méso-méditerranéen

L'étage bioclimatique est nommé «méso-méditerranéen» lorsque l'alternance des saisons se fait par l'intermédiaire du printemps et de l'automne, qui peuvent être alors plus pluvieux que l'hiver et qui donne un caractère méditerranéen moins accusé. Les rivages nord de la Méditerranée appartiennent à cette catégorie, au moins pour l'Espagne, la France et l'Italie.

Il s'étend entre 400 - 600 m, hiver plus doux, plus humide, été moins chaud. Les forêts de l'étage méso-méditerranéen sont essentiellement constituées par les sclérophylles (*Chêne pubescens*).

### 3.3. Supra-méditerranéen

Lorsque le froid hivernal est la règle et à plus forte raison si l'été est plus tempéré, on bascule dans l'étage «supra- méditerranéen» qui fait souvent transition en altitude ou en latitude avec les étages non méditerranéens (de haute montagne ou de l'Europe médiane) (Guy Aubert, 1999).

Il s'étend en moyenne entre 1200-1300 et 1500-1600 m en moyenne ; sur les principaux massifs montagneux, les grandes structures de la végétation restent proches au moins physiologiquement de celles de l'étage méso-méditerranéen.

Quelques essences caducifoliées sont présentes dans ce type de végétation, notamment *Crataegus monogyna*, *Viburnum lanana*, localement abondant sur les chaînes méridionales. En bioclimat humide, les formations caducifoliées de type supra-méditerranéen sont bien développées dans les Kabylies (Ozenda, 1974).

A cet étage, les conifères sont peu fréquents comme *Pinus halepensis*, *Quercus pubescens*, *Q. petrae*, *Pinus sylvestris* (Quezel, 2000).

### 3.4. Montagnard

Il est essentiellement caractérisé par les conifères montagnards : *Cedrus atlantica*, *Abies maroccana*, *A. numidica*, *Juniperus thurifera* subsp. *africana* voire *Pinus nigra* subsp. *mauritanica*. Il se localise entre 1600-1800 m et 2300-2500 m, en fonction des situations. *Quercus rotundifolia* n'est toutefois pas absent et tend de plus en plus à s'étendre, notamment en versant sud et sur les substrats dégradés (Quezel, 2000).

### 3.5. Oroméditerranéen et étage du subalpin

Au-dessus de 2200-2500 m, l'étage oroméditerranéen atlasique est essentiellement constitué par des formations à xérophytes épineux en coussinets, dominées par *Alyssum spinosum*, *Bupleurum spinosum*, *Erinacea pungens*, *Cytisus balansae*, *Vella mairei* et *Asragalus* spp. Toutefois, *Juniperus thurifera* subsp. *Africana* forme assez souvent, sur le Haut Atlas oriental en particulier, une ceinture claire de végétation forte malmenée par l'homme. Il est localement associé au Cèdre mais aussi à *Lonicera arborea*, *Buxus balearica* et *B. sempervirens*. Sur le Haut Atlas Central et Occidental, c'est *Quercus rotundifolia* qui joue ce rôle, sans doute en raison d'une forte océanité du climat. Cette ceinture arborée peut atteindre 2600-2800 m d'altitude (Quezel, 1957).

## **4. Les forêts algériennes**

### **4.1. Présentation générale**

En Algérie, la forêt revêt un caractère particulièrement important car elle constitue un élément essentiel de l'équilibre écologique et socio-économique des régions rurales en particulier et du pays en général. Nulle part ailleurs, la forêt n'apparaît aussi nécessaire à la protection contre l'érosion, la désertification, à l'amélioration des activités agricoles et pastorales et à la protection de l'environnement. Actuellement le couvert forestier global en Algérie est de 4,1 millions d'hectares, soit un taux de boisement de 16,4 % pour le Nord de l'Algérie et de 1,7 % seulement si les régions sahariennes sont également prises en considération. Néanmoins, seuls 1,3 millions d'hectares représentent la vraie forêt naturelle. A l'instar des pays du pourtour méditerranéen, l'Algérie assiste à une dégradation intense de son patrimoine forestier (Ferka Zazou, 2006).

Cette situation a poussé plusieurs chercheurs internationaux et nationaux de conduire des études ayant toutes porté sur la répartition, l'écologie des formations forestières, le climat, les sols, la biodiversité, leurs caractéristiques phytosociologiques, leur sylviculture, les reboisements et les aménagements, ont été pleinement explorées et ont donné naissance à des centaines de travaux et de publications. Nous citerons à titre d'exemple les travaux de Cosson, 1853 ; Boudy, 1955 ; Quezel & Santa, 1962 ; Benabdeli, 1983, 1996, 1998 ; Quezel & Barbero, 1989 ; Aime, 1991 ; Letreuch, 1991, 1995 ; Khelifi & *al.* 1994 ; Dahmani, 1997).

### **4.2. Caractéristiques majeures des forêts algériennes**

Les grands traits de la forêt algérienne peuvent se résumer comme suit :

- forêt essentiellement de lumière, irrégulière avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ;
- forêt souvent ouverte, formée d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange ;
- forêt avec présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant l'accessibilité et favorisant la propagation des feux ;
- productivité moyenne annuelle très faible ;
- utilisation de toutes les formations forestières comme terrains de parcours avec toutes les conséquences (Goussanem, 2000).

### 4.3. État actuel de la forêt algérienne

La superficie forestière actuelle est estimée entre 3,2 millions d'hectares et 4 millions d'hectares selon les sources (Morsli, 2007). Seuls 1,3 millions hectares représentent la vraie forêt naturelle, le reste étant constitué par des formes de dégradation, maquis, garrigues et des reboisements

#### \*Quelles sont les menaces ?

Cette diversité biologique est aujourd'hui sérieusement menacée par :

- la perte ou la modification des habitats,
- surexploitation,
- pollution,
- l'introduction d'espèces étrangères dans un milieu naturel,
- les incendies constituent actuellement l'une des causes les plus importantes de la destruction de la forêt Algérienne. On est passé d'une perte de 8.000 à 25.000 hectares par an (près de 30.000 ha en 02 jours en 2007),
- les 75 % de forêts disparues ont entraîné une érosion génétique spécifique voisine de 30 %. La perte est de près de 1300 espèces végétales (FAO, 1993).

#### a. Érosion génétique

Une bonne partie de nos ressources génétiques est menacée d'extinction à terme comme c'est le cas pour le Cyprés du Tassili, le sapin de Numidie, le pin noir du Djurdjura et certains acacias sahariens.

#### b. Désertification

La désertification est le résultat des effets conjugués des modifications climatiques et des activités humaines.

Durant les dernières années, la désertification a été aggravée par une succession d'années sèches qui ont fortement altéré la régénération de la végétation sur les terres de parcours (FAO 1996).

#### c. Les menaces à l'échelle régionale

L'Algérie comme tous les autres pays du Maghreb (Maroc, Tunisie, Mauritanie et la Libye) est sensible aux changements climatiques. La sécheresse persistante de ces vingt dernières années (1987 – 2007) a favorisé le déséquilibre des écosystèmes sensibles (Morsli, 2007).



Le tableau suivant (tab. 1) résume les différents facteurs de dégradation des écosystèmes.

**Tableau 1:** La diversité des écosystèmes et facteurs de dégradation (Moulis, 2001).

Écosystèmes	Tendance générale en terme de biodiversité	Principaux facteurs de dégradation
Marin	/	Essentiellement par les pollutions (chimique, organique, bactériologique, déchets solides) et certaines méthodes de pêche).
Littoral	Diminution des stocks de poissons	Pollutions diverses (rejets industriels et urbains), constructions (urbanisation), pêche excessive, tourisme anarchique, dégradations diverses (enlèvements abusifs de sable), destructions de dunes
Forêts	Diminution	Incendies d'été, défrichements, absence d'une gestion sylvicole, problèmes phytosanitaires (maladies et parasites), surpâturage, érosion, chasse et braconnage, déforestation.
Zones steppiques	Diminution	Facteurs physiques (sécheresse, érosion éolienne et hydrique, phénomène de salinisation), facteurs anthropiques (démographie humaine, surpâturage, extension des superficies cultivées, destruction de la végétation ligneuse, chasse et braconnage)

Zones sahariennes	Diminution	Facteurs physiques (sécheresse extrême, durée d'insolation importante, vents violents et desséchants, érosion éolienne et hydrique, phénomène de salinisation), facteurs anthropiques (surpâturage, mise en valeur de périmètres agricoles, destruction et/ou surexploitation de ressources biologiques, pollutions dans les oasis, chasse et braconnage).
Zones humides	Diminution	Assèchement, drainage, pompage abusif, surpâturage, pollutions, chasse, braconnage.
Zones de montagnes	Une certaine stabilité	Érosion naturelle, constructions (urbanisation), surpâturage, chasse et braconnage, ouverture de voies de communications.

## 1. Définition

La biodiversité est synonyme de diversité biologique. Sous cette notion très globale, on entend la diversité que présente le monde vivant à tous les niveaux : la diversité écologique ou diversité des écosystèmes ; la diversité spécifique ou diversité interspécifique ; la diversité génétique (Chauvet & Louis Olivier, 1993).

La diversité biologique apparaît comme quelque chose d'omniprésent, de consubstantiel à la vie, mais aussi comme quelque chose de complexe, de dynamique. Elle s'enracine dans les systèmes moléculaires qui contrôlent l'activité et la multiplication des cellules et, par là les performances des organismes, notamment leur reproduction. À l'échelle des populations, au sein des espèces, elle se déploie dans la variabilité inter-individuelle, qui garantit les capacités d'adaptation et d'évolution des espèces. Ainsi se prolonge-t-elle naturellement, fruit d'une longue histoire évolutive, dans la profusion des espèces, pour s'exprimer enfin dans la structuration et la dynamique des systèmes écologiques complexes qui constituent la biosphère (Barbault, 1994).

L'étude de la diversité biologique concerne une large gamme de disciplines au sein des sciences biologiques, chacune ayant développé ses indices et méthodes statistiques. Ces mesures de diversité jouent un rôle central en écologie et en biologie de conservation même si la biodiversité ne peut pas être capturée entièrement par une seule valeur (Purvis et Hector, 2000).

Le concept de biodiversité, avec tous les enjeux et défis qu'il véhicule sur les plans scientifique, sociologique, économique et politique, est directement lié à la crise de l'environnement. Cette crise dont l'ampleur apparaît chaque jour plus sérieuse et menaçante pour l'avenir des sociétés, s'est peu à peu cristallisée dans le monde scientifique et politique ainsi qu'auprès du grand public au point de devenir aujourd'hui un problème majeur de société. Longtemps confinée dans la seule sphère des sciences de la nature, la biodiversité pénétra le champ des sciences de l'homme et de la société lors de la convention sur la diversité biologique (CDB) de la Conférence de Rio (1992) sur l'environnement et le développement, ce qui étendit considérablement son sens et explique qu'on lui a donné plus d'une centaine de définitions (Blondel, 2005).

## **2. Définition de la biodiversité**

Le terme de « biodiversité » apparaît pour la première fois dans la littérature écologique en 1988 pour désigner la diversité biologique, la diversité du vivant (Afayolle, 2008). La biodiversité se définit comme la variabilité du vivant sous toutes ses formes d'organisation : génétique, taxonomique, écosystémique et fonctionnelle ; elle est mesurée à une échelle donnée, allant du microhabitat à la biosphère (Barbault, 1995 ; Delong, 1996 ; Gaston et Spicer, 2004).

Selon la convention sur la diversité biologique (Rio de Janeiro, 1992) : « la diversité biologique est la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ».

## **3. Les niveaux d'organisation**

La biodiversité intègre donc plusieurs niveaux d'organisations : la diversité infra spécifique, la diversité spécifique et la diversité écosystémique (Barbault, 1997).

### **3.1. La diversité infraspécifique (ou diversité au sein des espèces)**

Elle s'exprime au niveau de la variabilité qui s'exerce au niveau du patrimoine génétique au sein d'une espèce ou d'une population. La variabilité génétique permet aux espèces de s'adapter aux variations des conditions environnementales. Cette diversité génétique est très menacée.

### **3.2. La diversité spécifique**

Elle correspond à la diversité des espèces présentes sur terre. Cela s'exprime par le nombre d'espèces vivantes, la position des espèces dans la classification du vivant et la répartition en nombre d'espèces par unités de surface et les effectifs de chaque espèce.

### **3.3. La diversité éco-systémique**

Elle est la diversité des habitats ou des écosystèmes présents. Les écosystèmes sont des ensembles d'organismes vivants qui forment une unité fonctionnelle par leurs interactions (déserts, forêts, océans...). La diversité écosystémique caractérise la variabilité des

écosystèmes, leur dispersion sur la planète et leurs relations structurelles et fonctionnelles. Les espèces qui les peuplent remplissent des rôles fonctionnels.

#### **4. Estimation globale des différentes espèces présentes sur terre**

Il n'est pas possible de répondre à cette question puisque la majorité des espèces sont encore méconnues. Un certain nombre d'entre elles s'éteindront avant que l'on puisse les découvrir.

Actuellement, plus de 1 560 000 espèces sont connues sur terre. De nombreuses estimations ont été réalisées pour essayer de déterminer le nombre d'espèces sur terre, mais le nombre réel d'espèces est très difficile à estimer comme en témoigne les chiffres avancés : ils varient de 5 millions à plus de 110 millions d'espèces ! On parle la plupart du temps d'une fourchette entre 5,5 millions et 20 millions d'espèces (Larrere & Larrere, 2009).

#### **5. Biodiversité et diversité des écosystèmes Algériens**

L'Algérie se caractérise par une grande diversité physiionomique constituée des éléments naturels suivants : une zone littorale (véritable façade maritime) sur plus de 1200 Km, une zone côtière riche en plaines, des zones montagneuses de l'Atlas Tellien, des hautes plaines steppiques, des montagnes de l'Atlas saharien, de grandes formations sableuses (dunes et ergs), de grands plateaux sahariens, des massifs montagneux au cœur du Sahara central (Ahaggar et Tassili N'Ajjer) (Morsli, 2007).

A ces ensembles géographiques naturels correspondent des divisions biogéographiques bien délimitées, des bioclimats variés (de l'humide au désertique) et une abondante végétation méditerranéenne et saharienne qui se distribue du Nord au Sud selon les étages bioclimatiques.

##### **5.1. La diversité floristique et faunistique**

De part sa situation géographique, l'Algérie chevauche entre deux empires floraux : l'Holarctis et le Paleotropis. Cette position lui confère une flore très diversifiée par des espèces appartenant à différents éléments géographiques (Aidoud, 1984).

La flore algérienne compte :

- 3.139 espèces naturelles.
- 5.128 espèces exotiques introduites

## 5.2. La rareté et l'endémisme

Il existe en Algérie, 1286 espèces végétales (soit 40,53 %) qui sont rares à très rares, ce qui témoigne de l'urgence des actions de conservation.

Le taux d'endémisme en Algérie est de 12.6 %. Parmi les espèces endémiques :

- 37 espèces endémiques Algéro-marocaines,
- 72 espèces, 08 sous-espèces et 03 variétés endémiques Algéro-tunisiennes,
- 17 espèces, 02 sous-espèces et 01 variété endémique Algéro-libyennes,
- 226 espèces menacées d'extinction, bénéficient d'une protection légale (décret n° 93-285 du 23 novembre 1993).

On compte plus de 70 espèces d'arbres dont certains sont endémiques et locaux comme le cyprès du Tassili, le sapin de Numidie et le Pin noir (Morsli, 2007).

## 5.3. L'état de biodiversité en Algérie

Selon diverses études, la biodiversité algérienne globale (naturelle et agricole) compte environ 16000 espèces et taxons confondus (MREE, 2016):

### a) La flore :

\* **3139** espèces de spermaphytes décrites totalisant **5402** taxons en tenant compte des sous-espèces, de variétés et autres taxons sub-spécifiques ;

\* **67** espèces végétales parasites (10 autres seraient inconnues) ;

\* Environ **1000** espèces présentent des vertus médicinales (60 autres espèces seraient encore inconnues) ;

\* **1670** espèces (soit 53,20% de la richesse totale algérienne) sont relativement peu abondantes et se présentent comme suit : **314 espèces** assez rares (AR), **590 espèces** rares (R), **730 espèces** très rares (RR) et **35 espèces** rarissimes (RRR) ;

\* **Près de 700** espèces sont endémiques ;

\* **226** espèces sont menacées d'extinction et bénéficient d'une protection légale (décret n° 12-03 du 4 janvier 2012).

\* **850** espèces ont été recensées dont, environ, **150 espèces** sont menacées.

\* **713** espèces de phytoplancton, des algues marines et des macrophytes, ont été recensées. - Pour les champignons, plus de **150 espèces** sont connues.

**b) la faune :**

La population faunistique connue **totalise 4 963 taxons** dont un millier de vertébrés. Cette dernière catégorie est représentée notamment par les classes suivantes : les poissons (300), les reptiles (70), les oiseaux (378) et les mammifères (108). L'Algérie compte près 150 taxons de micro-organismes et de nouveaux micro-organismes sont identifiés dans le cadre de recherches en cours. Dans l'ensemble, tous les écosystèmes sont menacés par des pressions diverses et le niveau de dégradation est globalement préoccupant.

<b>Ecosystèmes</b>	<b>Menaces persistantes</b>
Ecosystème marin	Pollutions terrestres et surpêche
Ecosystème du littoral	Mitige, dégradation des habitats naturels
Ecosystème forestier	Incendies et déforestation
Ecosystème montagnard	Erosion hydrique, transformation sociale et usage des territoires
Ecosystème agricole	Usage des pesticides et intrants chimiques
Ecosystème steppique	Surpâturage et pratiques agricoles inadéquates
Ecosystème saharien	Anthropisation des espaces notamment les lits d'oueds
Ecosystème aquatique d'eau douce	Pollutions domestiques et industrielles et zones humides

**6. Rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes**

Chaque espèce a sa place dans l'écosystème et va jouer un rôle dans le maintien des écosystèmes.

**6.1. Rôle socio-économique de la biodiversité**

Bien que l'on n'ait pas encore d'idée très précise de la valeur socio-économique de la biodiversité, son rôle est incontestable. Un grand nombre de personnes bénéficient actuellement des services qu'elle offre. Sa préservation permettra ainsi le maintien de cette économie.

En 1992, Leveque & Glachant ont décrit plusieurs valeurs de la biodiversité ; la valeur d'usage peut être divisée en trois sous catégories :

### **6.1.1. La valeur de consommation**

Elle suppose une consommation directe des ressources sans transformation. C'est le cas notamment de la cueillette, de la chasse et de la pêche.

### **6.1.2. La valeur productive**

Les ressources génétiques sont utilisées dans des cycles productifs. On peut citer par exemple les médicaments à base de plantes ou l'exploitation forestière pour le bois.

### **6.1.3. La valeur récréative**

La biodiversité est exploitée pour les loisirs sans prélèvement pour la consommation, c'est le cas des promenades dans la nature.

### **6.1.4. La valeur écologique**

Elle est le rôle des organismes dans le bon fonctionnement de l'écosystème et dans la pérennité de la biosphère.

### **6.1.5. La valeur d'option**

Elle est la possibilité d'exploiter différemment dans le futur les ressources génétiques. La valeur d'existence est liée à la satisfaction et au bien être que procure la biodiversité.

On peut citer également dans cette catégorie le rôle joué par la biodiversité d'un point de vue agronomique. L'homme a cherché au cours de l'évolution à sélectionner les espèces animales et végétales particulières qui possèdent un haut rendement afin de maximiser la production et par conséquent la rentabilité. Mais ce choix n'est pas sans danger, car cela entraîne une uniformité génétique et par conséquent une plus grande vulnérabilité aux épidémies et maladies.

## **6.2. Rôle alimentaire de la biodiversité**

L'homme a sélectionné depuis le début de l'agriculture, il y a 10000 ans, les variétés végétales et les races animales les mieux adaptées à ses besoins, assurant ainsi 90 % de son alimentation avec 14 espèces domestiques et seules quatre espèces - blé, maïs, riz, pomme de terre - couvrent la moitié de ses besoins énergétiques tirés des végétaux. En parallèle, beaucoup de races et de variétés rustiques disparaissent. Sur quelque 6300 races domestiques recensées, 1350 sont menacées d'extinctions voire déjà éteintes.

Cependant, le capital génétique de la biodiversité contribue pour moitié à l'augmentation annuelle des récoltes céréalières. Il est un élément clé de la capacité des



écosystèmes à répondre aux changements climatiques, aux maladies, aux ravageurs des cultures et à diversifier les espèces domestiques actuelles (Barbault, 1997).

Depuis toujours les organismes vivants favorisent la régénération, la décomposition et l'aération naturelle des sols. Les insectes pollinisateurs nous assurent fruits et légumes. La richesse de la biodiversité est également copiée pour améliorer les pratiques agricoles (Chauvet Et Olivier, 1993).

### **6.3. Rôle pharmaceutique de la biodiversité**

La biodiversité joue également un rôle dans l'industrie pharmaceutique et par conséquent la santé humaine. En effet, certaines molécules fournies par les espèces végétales ou animales sont utilisées pour la fabrication des médicaments. On estime que près de la moitié des médicaments utilisés (40 %) sont issus d'une matière active naturelle extraite du vivant (dans les deux tiers des cas d'une plante).

Les organismes vivants élaborent des molécules dotées de propriétés remarquables. Au Maroc, parmi les 4500 espèces de plantes présentes, 600 sont utilisées dans la médecine traditionnelle et 75 sont menacées du fait de la surexploitation des ressources.

Nous pourrions citer par exemple le rôle du Thym qui fournit le thymol utilisé comme antifongique, la Menthe qui fournit le menthol utilisé comme vasodilatateur, la Colchique fournissant la colchicine utilisée comme agent anti tumoral ou encore l'If qui fournit le taxol utilisé dans le traitement de certains cancers.

Toutes ces espèces sont pour l'instant courantes et exploitées de manière plus ou moins intensive, mais il est important de veiller à ne pas effectuer une surexploitation qui pourrait entraîner leur raréfaction et par conséquent des conséquences non négligeables sur la santé humaine (Gunderson & Holling, 2002).

## **7. Mesures de conservation de biodiversité**

Quatre grands types de mesures sont mis en place pour préserver la biodiversité :

### **7.1. Les aires protégées**

Par le souci de la conservation et la protection du patrimoine naturel mondial, l'Unesco a initié la convention pour la protection du patrimoine mondial et des réserves naturelles. L'Algérie a ratifié avec plusieurs conventions parmi elles Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale et par des décrets permettant la création de sites Ramsar, un site du patrimoine mondiale (Tassili), six réserves de la biosphère (Tassili, El kala, Djurjura, Chréa, Taza et Gouraya) et 42 site Ramsar (Oglet Ed Daira...).

Les aires protégées comprennent :

### **7.2. Les réserves naturelles intégrales**

Elles constituent des aires protégées destinées principalement à la recherche, dans lesquelles aucune intervention humaine n'est permise, hormis celle de mise en place de dispositifs expérimentaux sur le terrain, dont l'impact induit doit être le plus faible possible.

### **7.3. Les parcs nationaux**

Aires protégées gérées principalement pour la conservation des écosystèmes et de leurs biodiversités, qui bénéficient d'une protection absolue des biotopes dans leur partie centrale et dans lesquels tout prélèvement dans les biocénoses afférentes est interdit. En revanche, leur statut leur confère aussi un rôle en tant qu'espaces de loisirs. Ils présentent ipso facto une vocation pour le tourisme.

#### **7.3.1. A l'échelle mondiale**

Le premier parc national au monde est créé en 1872 aux Etats-Unis (Yellowstone). Plus tardivement encore, en Europe, les premiers parcs naturels seront créés par la Suède (1909) et la Suisse (1915). C'est presque un siècle après la création du premier parc national que le premier parc national français de la Vanoise fut ouvert en 1963. Les parcs zoologiques ont évolué dans leur mission et contribuent maintenant à la conservation d'espèces.

#### **7.3.2. A l'échelle nationale**

En Algérie, l'idée de créer des parcs nationaux a commencé à germer dès les années 70 et c'est en 1972 que le premier parc national du Tassili a vu le jour, créé sur l'initiative du ministère de la culture, suivi par la création de 10 parcs nationaux (El kala, Djurjura, Chrea, Taza, Gouraya, Thniet Elhad, Belezma, Ahaggar, Tlemcen et Djbel Aissa).

#### **a. Les monuments naturels**

Aires protégées de statut voisin de celui des parcs nationaux, mais de surface moindre, ils sont principalement destinés à la conservation de caractères biologiques et/ou géologiques spécifiques, mais auxquelles sont souvent associés des sites d'importance historique ou culturelle.

#### **b. Les aires de gestion des habitats et des espèces**

Aires protégées gérées principalement pour la conservation d'habitats ou de certains composants de la biocénose. En outre, dans ce type de réserve, il doit être mis en place une gestion des interventions concernant les ressources naturelles biologiques dont l'exploitation est autorisée.

**c. Les paysages terrestres protégés**

Aires destinées à la récréation et qui n'accordent de façon très générale qu'un faible degré de protection aux habitats et aux biocénoses. L'exploitation de la totalité des types de ressources naturelles qu'ils renferment y est usuellement autorisée, à l'exception des mines à ciel ouvert. Seuls les aménagements industriels et l'urbanisation y sont interdits et la construction est soumise à des normes ayant pour objet de maintenir l'aspect traditionnel de l'habitat.

**d. Les aires de ressources naturelles gérées**

Aire protégées qui ne protègent ni la flore ni la faune, mais sont principalement conçues pour une utilisation durable des ressources naturelles biologiques en évitant leurs surexploitations au travers de quotas de prélèvements par exemple.

**e. Élaboration de réglementations et d'interdiction**

Les lacunes des listes rouges sur les plantes ont amené certains biologistes à concentrer les efforts de conservation à des échelles plus larges que sont les communautés, les peuplements et les écosystèmes en danger. Aussi, certains pays orientent leur législation vers la protection des milieux plus que celle des espèces et créent des lois interdisant et empêchant les populations riveraines de menacer la biodiversité.

**f. Sensibilisation des populations**

Il a fallu de nombreuses années d'information et de sensibilisation des habitants pour qu'ils perçoivent l'intérêt de la protection de biodiversité et soient partie prenante de sa mise en place. Clairement, seule l'information et la sensibilisation du public permettent d'assurer aux actions de conservation un succès durable.

**7.3.3. Conservation *ex situ*, *in situ* et réintroduction****7.3.3.1. La conservation *in situ***

Elle implique la protection des écosystèmes, assure la conservation de la diversité globale à l'échelle du gène, des populations, des espèces, des communautés et des processus écologiques. Elle nécessite l'établissement d'un réseau d'aires protégées représentatives de la diversité biologique qui reste difficile à mettre en œuvre face aux enjeux économiques de l'exploitation intensive des ressources naturelles (Ramade, 2008 ; Lévêque et Mounolou, 2008). Hors de ces zones protégées, la conservation *in situ* nécessite une gestion durable de

l'exploitation des ressources naturelles afin de réduire les pressions anthropogènes sur les populations naturelles. Par exemple, par l'adoption d'un guide de bonnes pratiques (études d'impacts sur la biodiversité, gestion écosystémique des milieux exploités...) ou par la mise en place de micro-réserves au sein des zones exploitées, de corridors biologiques dans le cas où l'habitat aurait été fragmenté, ou encore par la mise en culture des populations des espèces indigènes exploitées (Dajoz, 2008).

Cette conservation *in situ* doit chaque fois que possible être complétée par les mesures de la conservation *ex situ*.

### 7.3.3.2. La conservation *ex situ*

La conservation *ex situ* est établie dans les jardins botaniques et zoologiques par la mise en culture des espèces menacées d'extinction, par la création de banques de germoplasmes, de graines, de pollen, de plantules, de culture de tissus, de gènes... (Guerrant et *al.*, 2004 B). Néanmoins, elle reste une solution complémentaire à la conservation *in situ* ou pour une sauvegarde d'urgence (Guerrant et *al.*, 2004 a) des ressources génétiques des espèces (Cohen et *al.*, 1991 ; Maunder et Byers, 2005).

En effet, conserver la biodiversité, ce n'est pas seulement, la conserver en tant que telle et dans sa composition actuelle, mais c'est surtout conserver son potentiel d'évolution.

### 7.3.4. L'écologie de la restauration

C'est une nouvelle stratégie pour la conservation de la biodiversité (Jordan et *al.*, 1988 a ; Bradshaw, 1993 ; Clewell, 1993 ; Dobson et *al.*, 1997).

Auparavant, elle se distinguait de la biologie de la conservation puisqu'elle consistait uniquement à initier ou favoriser le rétablissement d'un écosystème dégradé ou détruit.

Actuellement, l'écologie de la restauration comprend aussi la réintroduction ou l'introduction d'espèces, la restauration des communautés végétales (Suding et *al.* 2008 ; Jordan b et *al.*, 1988). La restauration d'espèces en danger et d'habitats dégradés reste cependant un procédé extrêmement difficile. De nombreux projets de restauration ont échoué dans leur mise en œuvre (Gobster et Hull, 2000 ; Pfadenhauer, 2001).

## 1. La notion de diversité spécifique

### 1.1. Nombre d'espèces

Cette composante appréhende la biodiversité à partir de l'estimation du nombre d'espèces présentes dans une zone donnée.

Une mesure de cette composante communément employée en écologie, pour sa facilité d'approche, est la richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces récoltées. On distingue deux notions :

- la richesse spécifique numérique : correspond au nombre d'espèces pour un nombre donné d'individus.
- la densité spécifique : correspond au nombre d'espèces par unité d'échantillonnage (Gaertner, 2007).

### 1.2. Abondance des taxons

L'abondance des taxons nous renseigne sur le nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille sans tenir compte de la taille. Elle nous permet de calculer la densité relative des taxons et s'obtient par le rapport du nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille au nombre total des individus de ces taxons dans l'échantillonnage.

L'abondance s'exprime en pourcentage. Elle s'exprime de la manière suivante :

$$\text{Densité relative d'une espèce} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce} \times 100}{\text{Nombre d'individus total dans l'échantillon}}$$

$$\text{Densité relative d'une famille} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une famille} \times 100}{\text{Nombre d'individus dans l'échantillon}}$$

### 1.3. Diversité des taxons

La diversité des taxons est évaluée en fonction du nombre d'individus au sein d'une espèce ou d'une famille dans une communauté (Noël Walter, 2006).

Cet indice permet de mettre en évidence l'importance relative des grandes familles caractérisant la végétation étudiée. Il s'exprime par les formules ci-après :

$$\text{Indice de diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille} \times 100}{\text{Nombre total d'espèce dans l'échantillon}}$$

#### 1.4. Indices de Richesse Spécifique

La richesse spécifique est fortement influencée par l'effort d'échantillonnage. Il est possible de représenter graphiquement la variation de la richesse spécifique en fonction de l'effort d'échantillonnage grâce à une courbe d'accumulation. Cela permet d'estimer l'effort d'échantillonnage nécessaire pour obtenir une valeur de richesse spécifique assez représentative de la valeur effective.

Il est aussi possible de modéliser la diminution de la richesse spécifique lorsqu'on diminue l'effort d'échantillonnage grâce à une courbe de raréfaction. Divers indices sont utilisés pour mesurer la diversité spécifique.

##### ❖ Indice Shannon-Weaver

L'indice de diversité considéré ici est le plus couramment utilisé dans la littérature, il est basé sur la formule suivante :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2 (N_i / N)) \text{ (GRALL \& HILY, 2003).}$$

Ou

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i. \text{ (DAGET, 1976).}$$

$N_i$  : nombre d'individus d'une espèce donnée ;  $i$  allant de 1 à  $S$  (nombre total d'espèces).

$N$  : nombre total d'individus.

$p_i$  : l'abondance relative de l'espèce  $i$  dans l'échantillon ( $p_i = n_i/N$ ).

Cet indice peut varier de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement. Il est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations ou entre dates d'échantillonnage.

Les valeurs que prennent ces indices de diversité dépendent à la fois de la richesse spécifique  $S$  et de la répartition des effectifs entre les diverses espèces. Des peuplements à physionomie très différente peuvent ainsi avoir une même diversité. Aussi, convient-il de calculer, parallèlement aux indices de diversité  $H'$  ou  $I_s$ , l'équitabilité  $E$  ou  $E_s$ , rapport entre la diversité observée et la diversité théorique maximale qui correspondrait à une équirépartition des effectifs entre les espèces  $S$  présentes :

$$E_s = H' / \log_2 S \text{ ou } E_s = I_s - 1 / S - 1 \text{ (Daget, 1976)}$$

**H'**: indice de Shannon (indice de diversité).

**I<sub>s</sub>** : indice probabiliste de **SIMPSON**.

**E<sub>s</sub>** : équitabilité.

**S**: nombre total d'espèces (la richesse spécifique).

❖ **Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson**

❖ **Indice probabiliste de SIMPSON :  $I_s = 1 / \sum P_i^2$**

En désignant par N la somme des effectifs des S espèces constituant le peuplement (ou échantillon) considéré ; par n<sub>i</sub> l'effectif de la population de l'espèce i et par p<sub>i</sub> l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon (p<sub>i</sub> = n<sub>i</sub> / N) (Barbault, 1997).

Il varie de 1 (une seule espèce présente) à S (toutes les espèces présentes ont même abondance).

Cet indice a été proposé par Simpson en 1965. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce:

$$D = \sum N_i (N_i - 1) / N (N - 1)$$

**N<sub>i</sub>** : nombre d'individus de l'espèce donnée.

**N** : nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer l'indice de diversité de **Simpson**.

❖ **Indice de diversité de Hill**

Il s'agit d'une mesure de l'abondance proportionnelle, permettant d'associer les indices de Shannon-Weaver et de Simpson (Grall & Hily, 2003):

$$\text{Hill} = (1 / \lambda) / e^{H'}$$

**1/λ** : c'est l'inverse de l'indice de Simpson.

**e<sup>H'</sup>** : c'est l'exponentiel de l'indice de Shannon-Weaver.

L'indice de diversité de Hill permet d'obtenir une vue encore plus précise de la diversité observée. **1/λ** va permettre la mesure du nombre d'effectif d'individus très abondants.

**e<sup>H'</sup>** va en revanche permettre de mesurer le nombre d'effectif d'individus abondants mais surtout des espèces rares.

Plus l'indice de Hill s'approche de la valeur 1 et plus la diversité est faible. Afin de faciliter l'interprétation, il est alors possible d'utiliser l'indice de Hill où la diversité maximale sera représentée par la valeur 1, et la diversité minimale par la valeur 0.

#### ❖ **Indice de Margalef**

Il se base sur la relation linéaire entre le nombre d'espèces et le logarithme du nombre total d'individus.

$$DMg = (S-1) / \ln(N)$$

**DMg** : indice de diversité de Margalef

**S** : nombre d'espèces

**N** : nombre total d'individus

#### ❖ **Indice de Menhinick**

$$DMn = S / \sqrt{N}$$

**DMn** : indice de diversité de Menhinick.

**S** : nombre d'espèces.

**N** : nombre total d'individus.

Cet indice se base sur la relation linéaire entre le nombre d'espèces et la racine carré du nombre total d'individus. En comparaison avec l'indice de Margalef, cet indice peut révéler de plus petites variations de diversité entre les échantillons (Gaertner, 2007).

#### ❖ **Indice de Similarité de SORENSEN**

$$Is = \frac{2J}{A+b}$$

**J** : Nombre d'espèces communes entre les deux stations.

**A+b** : Nombre totale d'espèces entre les deux stations.

## 2. **Indice de perturbation**

L'indice de perturbation permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu. Il est estimé par la formule suivante (Loisel et Gamila, 1993):

$$IP = \frac{\text{Nombres des chaméphytes} + \text{Nombres des thérophytes} \times 100}{\text{Nombres total des espèces}}$$



## 1. Cadre géographique

La commune de Tessala fait partie d'un ensemble de communes montagneuses à cheval entre trois wilayas (Sidi Bel Abbés, Oran et Ain Témouchent). Elle couvre une superficie de 11.824 ha et regroupe une population estimée par la DPAT à 7222 habitants, soit une densité de 61 hab/km<sup>2</sup>, équivalente à la moyenne de la wilaya (62ha/km<sup>2</sup>) (Figure 1).

Tessala s'éloigne du chef-lieu de la wilaya d'environ 10 km et est traversée par l'axe routier RN°95 reliant Sidi Bel Abbés-Témouchent. Elle s'inscrit entre les coordonnées géographiques suivantes : X1= 35°17'20.34'', Y1= 0°51'54.67''

$$X2= 35°20'31.04'', Y2= 0°42'54.96''$$

Elle est délimitée :

- au Nord par la commune de Sidi Boumédiène et Oued Sebbah (wilaya Témouchent) ;
- à l'Ouest par la commune de Sehala ;
- à l'Est par la commune d'Ain Trid ;
- au Sud par la commune de Sidi Lahcen.

Les Monts de Tessala sont une des chaînes importantes de l'Atlas tellien d'Algérie au Sud et au Sud-ouest d'Oran. Allongés sur une centaine de kilomètres du sud-ouest vers le nord-est, ils se dressent au-dessus des collines d'Ain Temouchent et de la plaine de la Sebkhia d'Oran (la Mléta) au Nord, le cours du bas Isser et la plaine de Sidi-bel-Abbès au Sud. La commune de Tessala est constituée d'unités topographiques hétérogènes. Les côtes varient selon que l'on est en plaine, en piémont ou en montagne. L'altitude varie entre 500 et 1061 m imposant un relief relativement accidenté. Les monts de Tessala faisant partie de l'Atlas Tellien s'étirent du sud – ouest au nord – est sur 50 – 60 km (BECAGROM, 2008). La structure plissée ne semble guère révélée que par la direction d'ensemble du massif et celle des principales lignes de faîte (Pouquet, 1952).

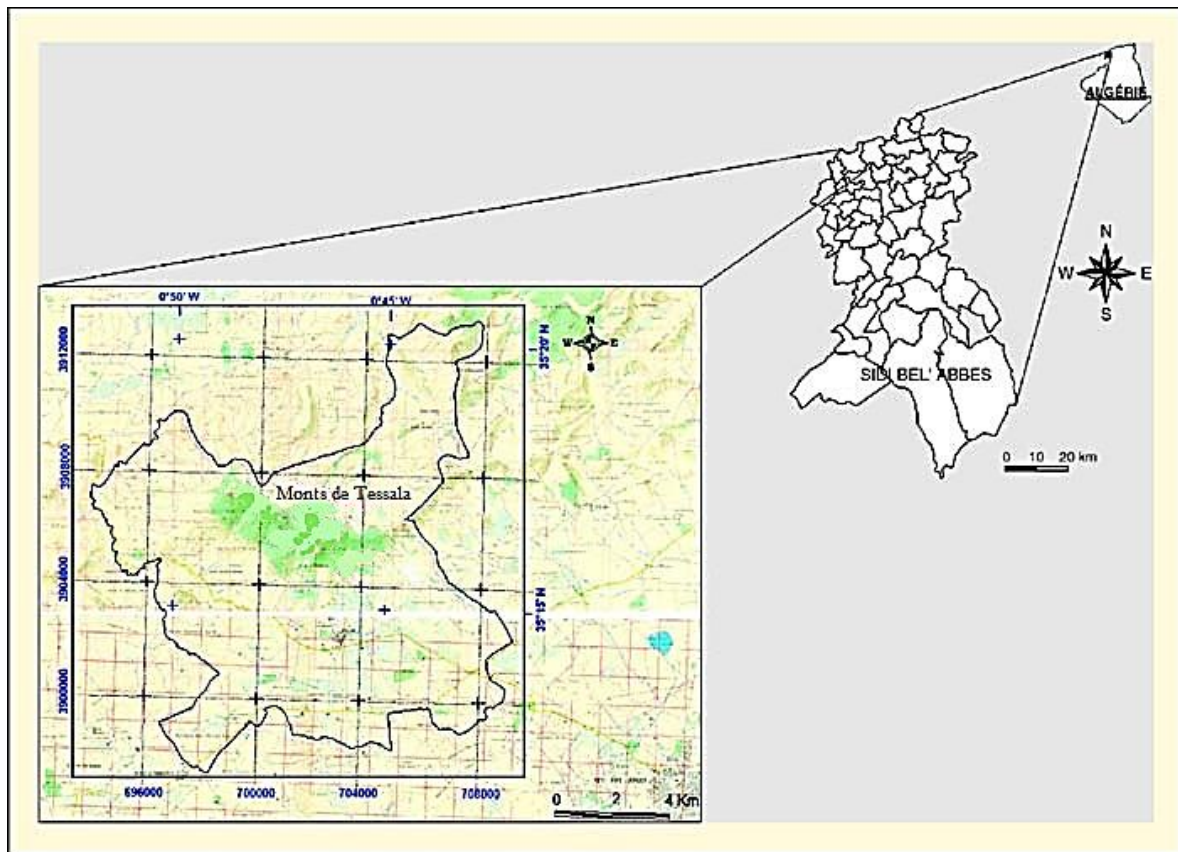


Figure 01 : Localisation de la zone de Tessala (Bachir Bouiadjra *et al.*, 2011).

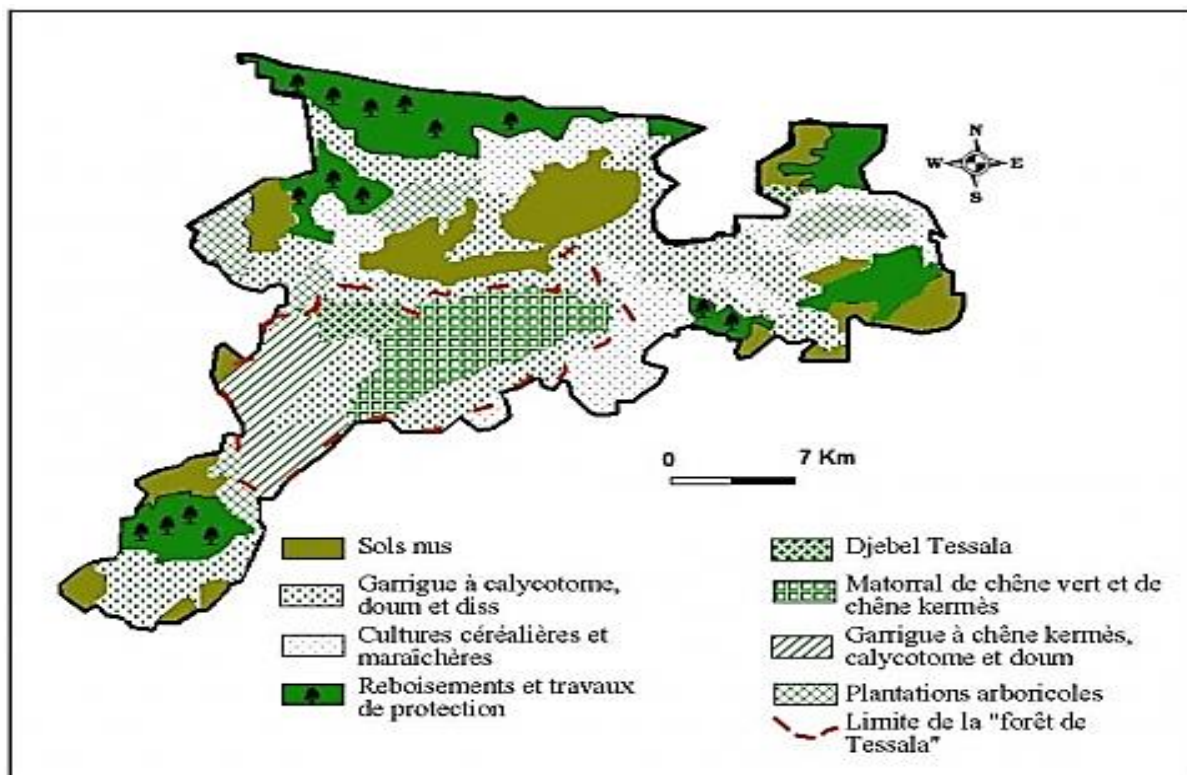


Figure 02 : Carte d'occupation des sols des monts du Tessala (Bachir Bouiadjra *et al.*, 2011).

## 2. Cadre Géologique

Dans la commune de Tessala, les formations géologiques prédominantes sont les marnes, les argiles et les grès tendres du Néogène sur les marnes et les calcaires marneux du Paléogène et du Crétacé. Ces formations sont diversifiées et chaque unité topographique est caractérisée par des formations d'âge et de structure différente (fig. 03).

- La zone montagneuse de Tessala fait partie du Tell oranais central caractérisée du point de vue géologique par des formations de nappes de charriages du complexe créto-oligocène décrit par Dallaoui (1952) et des formations à dominance calcaire.

- La zone de piémont rassemble des formations recouvertes généralement par des couches du quaternaire et des alluvions marno-argileuses et sablonneuses.

- La zone de plaine regroupe les formations géologiques généralement à dominance secondaire, mais n'affleurent presque pas puisqu'elles sont recouvertes par de fortes épaisseurs, de formations plio-quaternaires à dominance de calcaires et d'alluvions. Les formations quaternaires les plus anciennes sont encroûtées (Bouklikha, 2001).

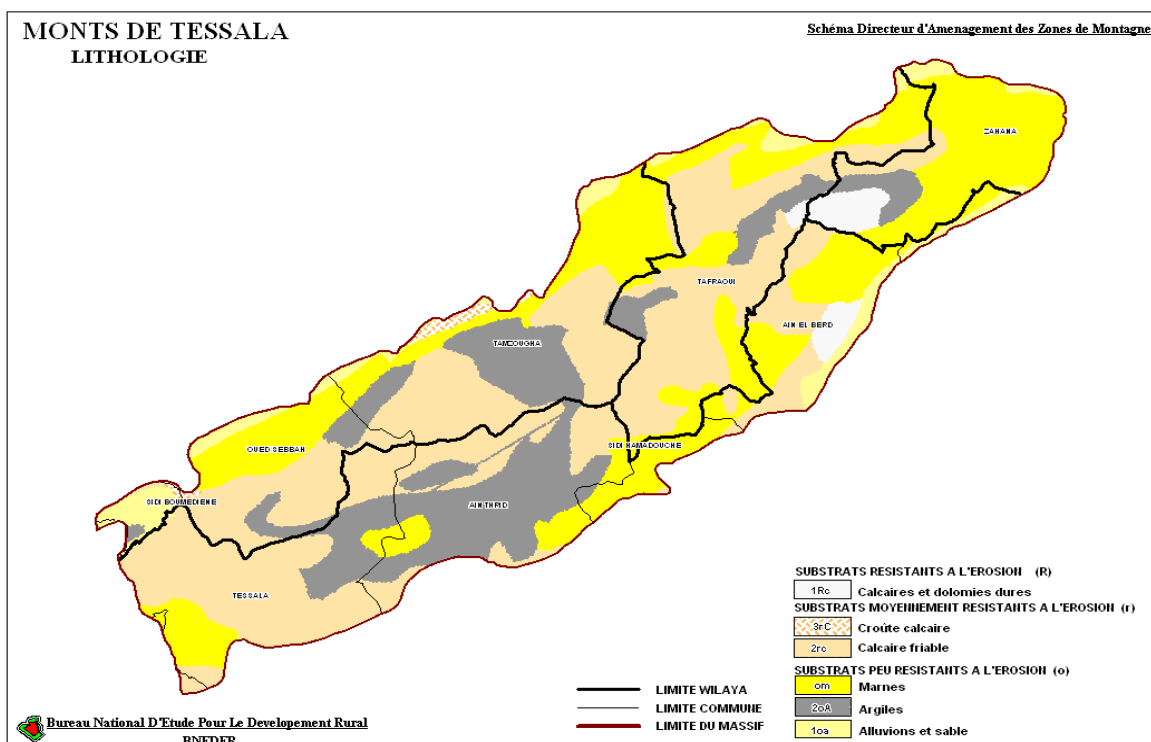


Figure 03 : Carte de géologie des monts de Tessala, Algérie occidentale (Bneder, 2007).

## **2.1. Hydrographie et ressources hydriques**

La région est constituée par quatre portions de bassins versants (fig. 04) :

- Le bassin versant côtier Oranais qui s'ouvre sur la mer, traverse la chaîne du Tessala suivant la pente générale du plateau avec Oued Berkeche et Oued El Kelakh.

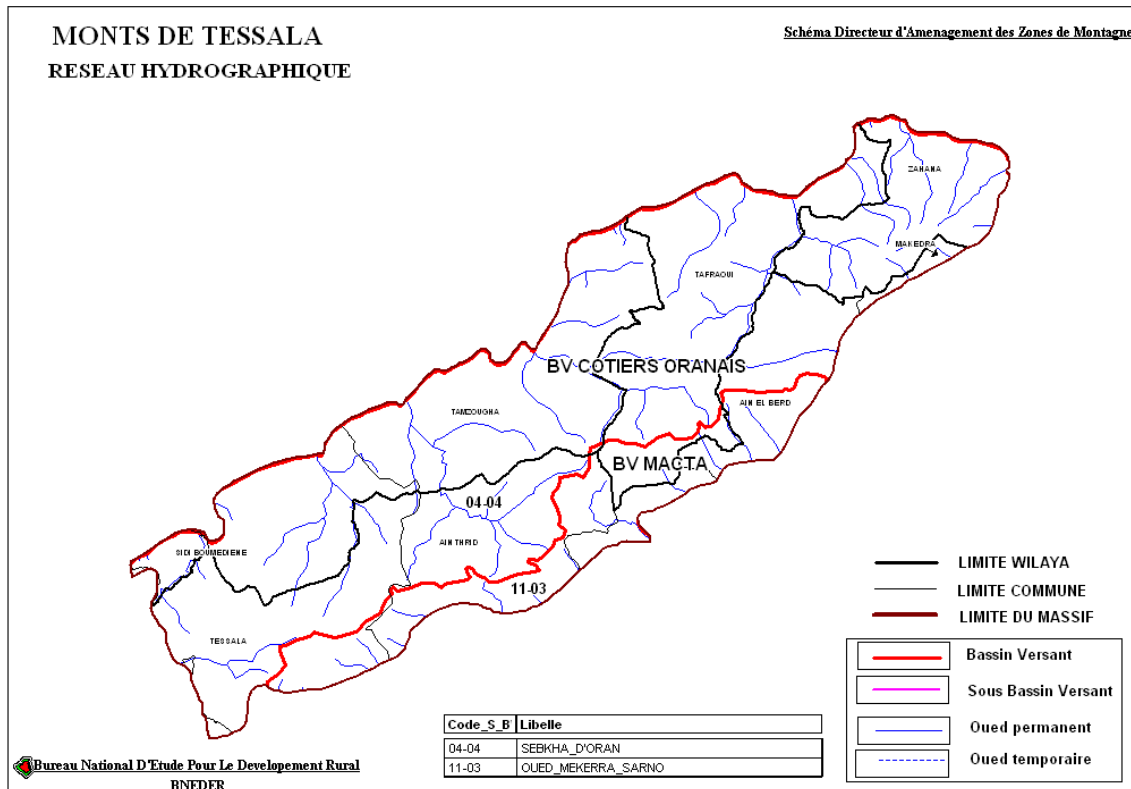
- Les autres oueds s'écoulent de Tessala constituant le sous bassin versant de la sebkha d'Oran.

- Au sud, la chaîne de Tessala forme une barrière continue sur toute la longueur délimitant ainsi le sous bassin versant de la Mekerra avec le sous bassin versant d'oued Sarno.

- Un autre sous bassin versant apparaît du côté de Sidi Daho. Parmi ces quatre bassins versants, il n'y a qu'un seul qui est traversé par un cours d'eau permanent de plus grande importance, qui est celui d'oued Sarno. Tous les autres oueds sont relativement peu persistants à cause d'un manque d'alimentation adéquat ou d'une infiltration intense.

L'écoulement des oueds prend naissance avec des débits de base de l'ordre de 01 et 02 fois au sommet des versants. Dans la zone de piémont, l'écoulement concentré se substitue à l'écoulement diffus ; ce qui explique la présence de ravins et de ravines. Cette modalité d'écoulement peut exposer les zones planes et à faibles pentes à des phénomènes d'inondations.

Les monts de Tessala demeurent pauvres en nappes souterraines. Sa topographie souterraine de cuvette d'alluvions continentales pliocènes et quaternaires favorise le piégeage des ressources aquifères qui permettent l'irrigation d'une grande partie du maraîchage de la plaine. Le relief et les formations géologiques des monts de Tessala ne révèlent pas de ressources importantes en dehors de quelques nappes artificielles très localisées.



**Figure 04 :** Carte de réseaux hydrographiques des monts de Tessala, Algérie occidentale (Bneder, 2007)

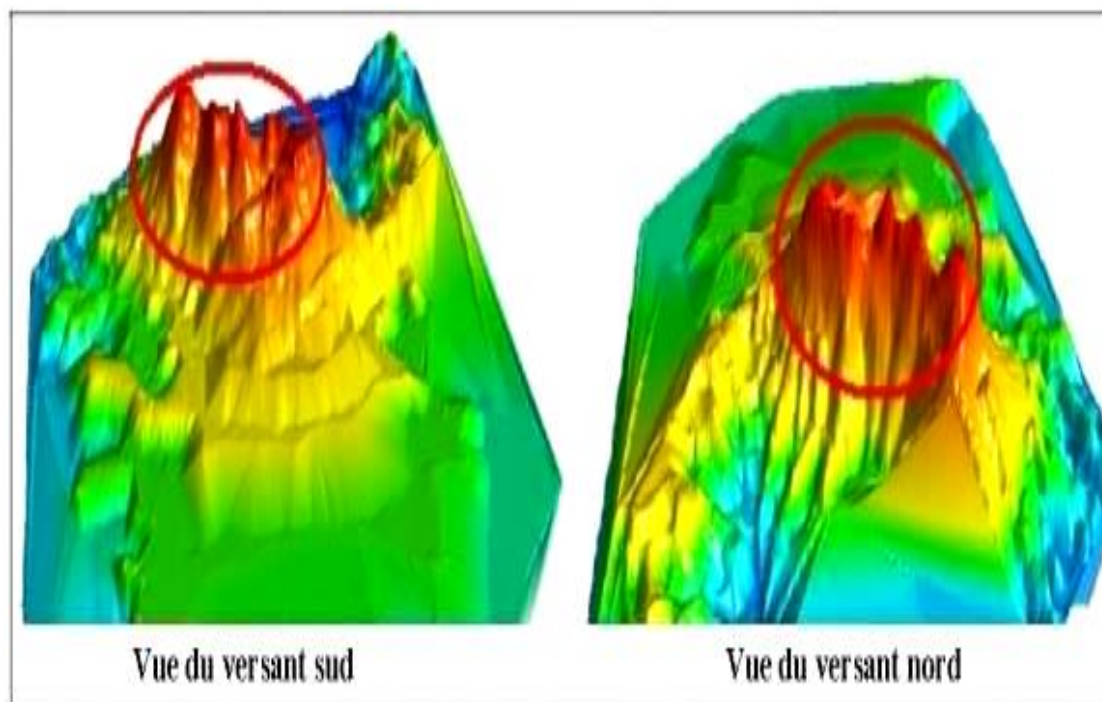
## 2.1. Géomorphologie

### ➤ *Altitude*

La commune de Tessala est constituée d'unités topographiques hétérogènes. Les côtes varient plus ou moins selon que l'on est en plaine 400 à 500 m d'altitude, aux piémonts 500 m d'altitude en moyenne, ou en montagne. Elles présentent des valeurs maximales au niveau des sommets de djebel Tessala (1061 m).

### ➤ *Exposition*

Conjuguée à une altitude importante du point de vue impact sur les précipitations et la brise marine, l'exposition a un effet sur les conditions écologiques de la commune de Tessala (fig. 05). Le versant sud souffre d'une sécheresse prolongée (dépassant les 6 mois) et de sols relativement dégradés où dominent les argiles. Le versant nord bénéficie de conditions climatiques et édaphiques plus clémentes, une brise marine avec ses effets adoucissants en été, une faible évaporation, des sols relativement équilibrés et une pluviométrie intéressante (D. S.A, 1991).



**Figure 05 :** Expositions en 3D des monts du Tessala (Chérifi, 2009)

➤ **Les pentes**

Quatre classes de pentes marquent le paysage des monts de Tessala (tab. 2):

- la classe de pente supérieure à 25 %, occupe 2920 ha et reste localisée dans une série de petits massifs dont les pentes sont très accentuées, c'est le cas du djebel Tessala.
- la classe 12 à 25 % occupe la plus forte superficie soit 48 % et impose toute une orographie et une approche en matière d'utilisation de cet espace.
- les classes des pentes 3 à 12 % occupent 19 % de la superficie totale, composées essentiellement d'une série de collines aux allures moutonnées et ondulées.
- la classe de pente 0-3 % n'est présente que sur 394 ha qui constituent la zone de contact entre la plaine de Sidi bel abbés, les collines et massif de Tessala



**Tableau 02** : Classes de pentes et importance en hectare (Bneder, 2007).

Classe de pente (%)	0-3	3-12	12-25	Plus de 25	Total
<b>Superficie (ha)</b>	1502	3543	6188	38275	9910
<b>Pourcentage (%)</b>	3,03	7,16	12,50	77,31	100

### 3. Caractéristiques climatiques

#### 3.1. Généralités

La caractéristique première de l'écosystème méditerranéen est climatique. Le climat méditerranéen est défini par un été sec et chaud et une période pluvieuse correspondant aux saisons relativement froides allant de l'automne au printemps (Aidoud, 2000).

D'après les services de l'ONM de la wilaya de Sidi Bel Abbes (2013), le climat de la région de Tessala est sec et froid en hiver où les températures minimales atteignent parfois -7,8°C (température record). La région est sous gelée le mois d'octobre, novembre, décembre, janvier et février. Les précipitations sont faibles et irrégulières, parfois des périodes pluvieuses telles que celles de 2008 où il a été enregistré 421,5 mm. Le climat est dur en été avec des températures atteignant 47°C en juillet et août. Les vents soufflent le plus souvent de direction Nord – ouest à Sud – ouest et à vitesse de 2 à 4 m/s mais atteignant parfois 120 à 150 km/h causant ainsi des dégâts non négligeables. Ces dernières années, il a été constaté un réchauffement où la température a augmenté de 2°C (réchauffement climatique constaté à travers la planète).

Compte tenu des données disponibles, nous analyserons les caractéristiques des principales variables climatiques (précipitations, températures) sur une période allant de 1980 jusqu'à 2013 (ONM, 2013). Ces données nous ont permis de bien définir l'étage climatique où se développent les peuplements végétaux et en particulier l'effet des facteurs climatiques sur la physiologie et la physiologie des espèces.

Les principaux paramètres climatiques de la station d'étude sont représentés sur les tableaux 03 et 04.

**Tableau 03:** Paramètres climatiques de la station d'étude (période 1980-2013).

	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>Jt</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>
T (°C)	9,49	10,13	12,55	14,21	17,29	23,05	25,71	26,57	23,003	18,85	13,39	10,19
TM (°C)	16,10	16,70	19,50	21,60	25,60	31,20	35,30	35,30	31	26,10	20	10,2
Tm (°C)	2,89	3,51	2,24	6,72	10,16	14,24	15,79	17,82	14,78	11,06	6,84	3,88
PP (mm)	34,52	45,60	41,21	37,16	28,86	10,81	6,23	8,38	21,20	30,83	54,80	44,33
H (%)	75,55	75,12	70,38	68,26	63,86	54,63	49,89	51,52	62,69	68,47	73,55	76,55

T : Température moyenne mensuelle ; TM : Température maximale mensuelle ; Tm : Température minimale mensuelle ; PP : Pluviométrie mensuelle ; H : Hygrométrie mensuelle.

**Tableau 04 :** Répartition des moyennes saisonnières des paramètres climatiques (période 1980-2013)

<i>Saisons</i> <i>Paramètres</i>	<b>H</b>	<b>P</b>	<b>E</b>	<b>A</b>
<b>T (°C)</b>	9,93	14,68	25,11	18,41
<b>TM (°C)</b>	14,33	22,23	33,93	25,7
<b>Tm (°C)</b>	3,42	6,37	15,95	10,89
<b>H (%)</b>	75,74	65,5	52,01	68,23
<b>P (mm)</b>	41,48	35,74	8,47	35,61

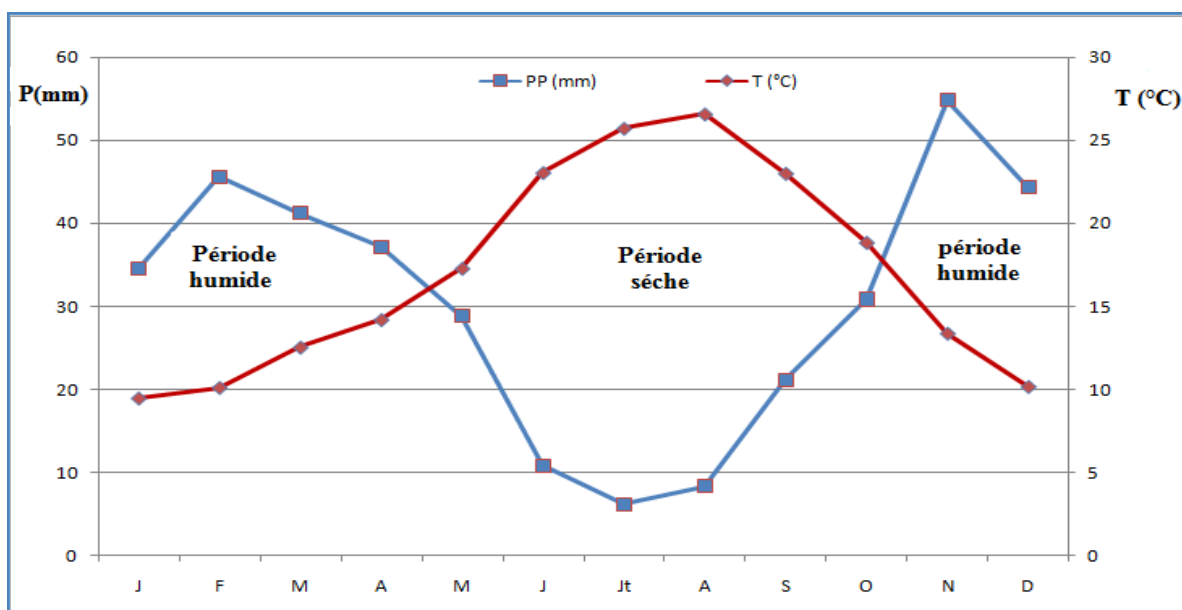
H : hiver ; P : printemps ; E : été ; A : automne



T : Température moyenne mensuelle saisonnière ; TM : Température maximale mensuelle saisonnière ; Tm : Température minimale mensuelle saisonnière ; PP : Pluviométrie mensuelle saisonnière ; H : Hygrométrie mensuelle saisonnière.

## 2.2. Synthèse climatique

L'établissement du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la période 1980-2013, matérialisé par la figure 06, fait ressortir une importante période sèche s'étendant sur une période allant de la mi-avril jusqu'à la dernière semaine d'octobre.



**Figure 06 :** Diagramme ombrothermique (P=2T) de la station de Tessala de la période (1980-2013).

Généralement, les températures jouent un rôle écologique et physiologique très important. Dans les études de végétations, les valeurs les plus utilisées sont : la moyenne des minima du mois le plus froid (m) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), ainsi que l'amplitude thermique.

Les températures moyennes enregistrées durant la période 1980-2013 un maximum de 26,57 °C au mois d'Août et un minimum de 9,49 °C au mois de Janvier pour la région de Tessala (tableau 03). Quant aux températures extrêmes enregistrées, elles évoluent dans le même sens avec des maxima en Juillet /Août qui restent les deux mois les plus chauds et des minima en Janvier qui s'avère le mois le plus froid de l'année, soit 35,5°C/2,89°C (M/m) pour Tessala.

L'amplitude thermique pour cette zone se compense en hiver comme en été, donnant ainsi une valeur de 32.41°C.

Si nous tenons compte de la classification des climats ci-dessous, fondée sur l'amplitude thermique (M-m), proposée par Debrach (1953), la région de Tessala est caractérisée par un climat semi continental.

- Climat insulaire :  $M-m < 15^{\circ}\text{C}$  ;
- Climat littoral :  $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$  ;
- Climat semi continental :  $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$  ;
- Climat continental :  $35^{\circ}\text{C} < M-m$  ;

Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles sont extrêmement variables et sont concentrées généralement en saisons froides. De ce fait, la zone d'étude est soumise à un régime saisonnier durant la période (1980-2013), de type HPAE (tableau 04). Nous remarquons que ce régime se caractérise par une abondance pluviale en hiver et une sécheresse estivale.

La valeur moyenne annuelle d'hygrométrie est comprise entre 49,89% à 76,55% pour Tessala. Cette humidité atmosphérique décroît depuis le littoral jusqu'aux zones les plus continentales.

A partir des données des précipitations et des températures, Emberger (1952) a établi une relation dont la résultante servirait à situer le climat, ce qu'on appelle le quotient pluviothermique d'Emberger «  $Q_2$  ». C'est le plus connu et le plus largement utilisé en région méditerranéenne.

La formule du quotient  $Q_2$  s'exprime comme suit :

$$Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P = pluviométrie annuelle en mm ;

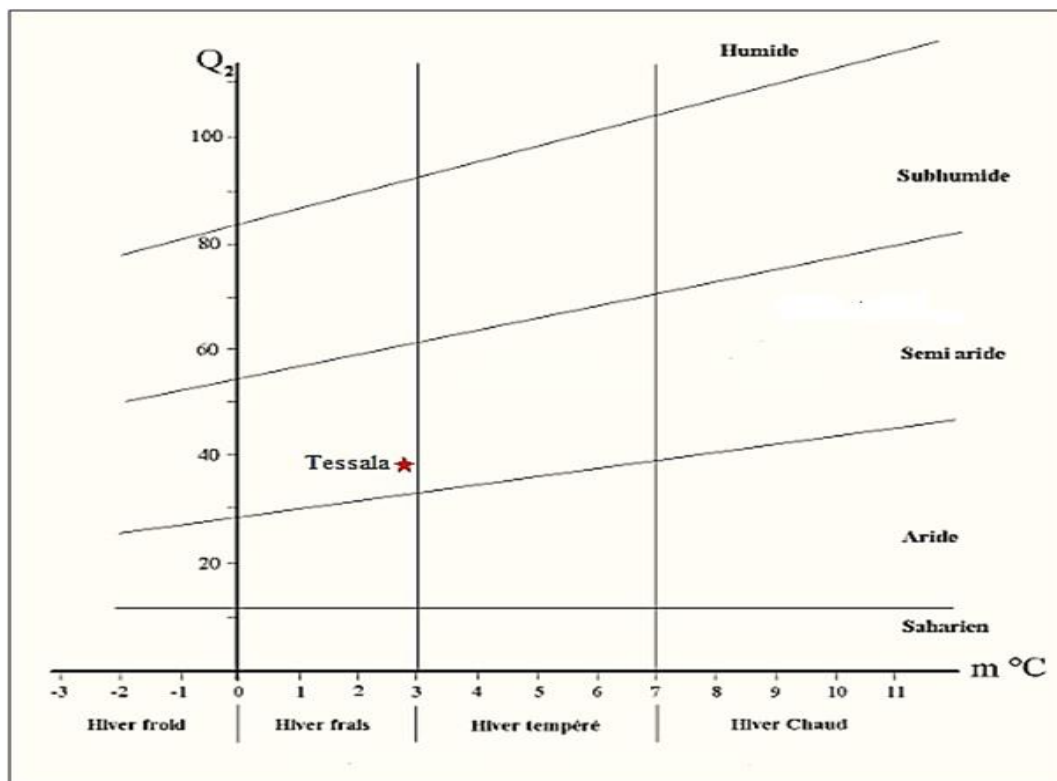
M = moyenne des maximums du mois le plus chaud en degré Kelvin.

m = moyenne des minimums du mois le plus froid en degré Kelvin.

Le  $Q_2$  de la station de Tessala est de 38,42 avec une température « m » de 2,89 °. Après avoir calculé le  $Q_2$  et en fonction des valeurs de m en degré Celsius, nous pouvons localiser notre station sur le climagramme d'Emberger (Figure 07) et définir son étage et sous étage bioclimatiques.

La station de Tessala est située dans le bioclimat semi-aride inférieur à hiver frais.

On applique la formule de De Martonne (1926) «  $I = P/T + 10$  » pour calculer l'indice d'aridité (I) de la station d'étude qui est de l'ordre de 13,44 mm/°C. La zone d'étude est située dans un climat de type semi-aride à écoulement temporaire (Figure 08), caractérisée par une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année et une saison humide, avec de faibles précipitations comprise généralement entre 200 et 400 mm<sup>2</sup>/an.



**Figure 07** : Climagramme pluviothermique d'Emberger.

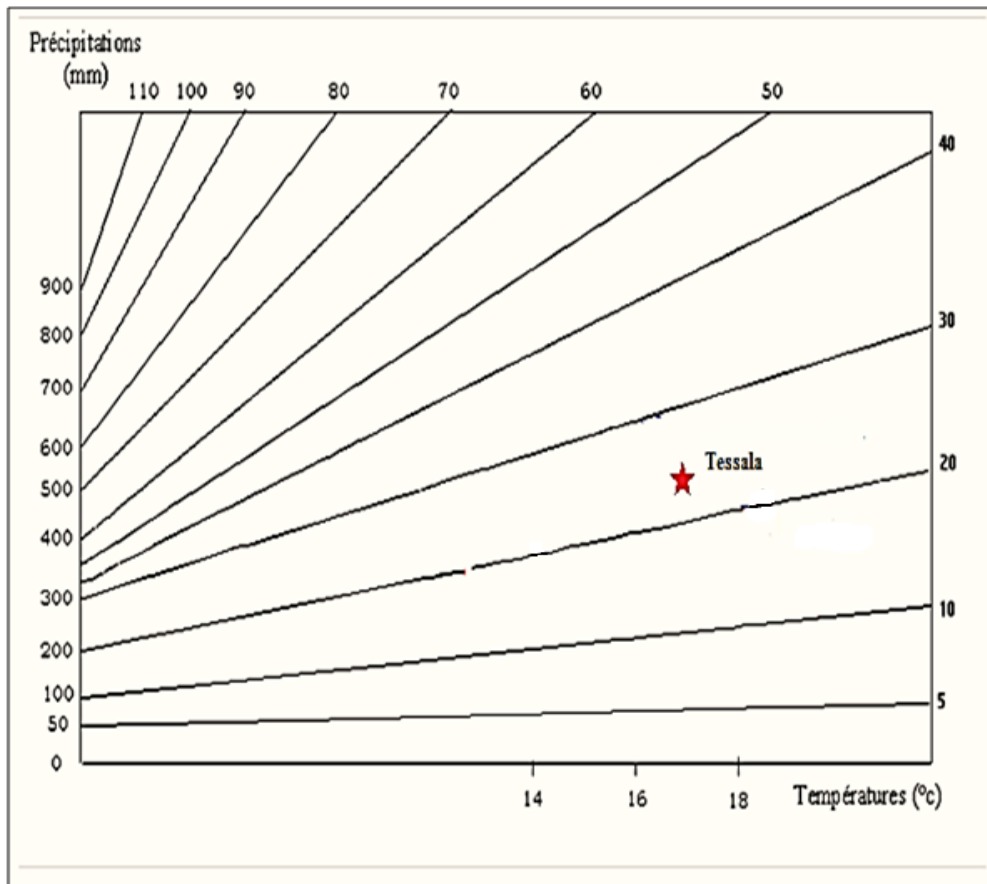


Figure 08 : Abaque pour l'indice d'aridité de De Martonne.

Nous rappelons que l'objectif de ce travail est d'analyser la phytodiversité des versants sud et nord du mont de Tessala (wilaya de Sidi Bel Abbès, Algérie nord-occidentale) selon un gradient altitudinal. Dans ce chapitre sont présentés le matériel et les méthodes d'analyse de cette phytodiversité ainsi que les caractéristiques physico-chimiques du sol des stations choisies.

### 1. Choix des stations d'étude

Les stations d'échantillonnage ont été choisies sur les deux versants sud et nord selon un gradient altitudinal et en fonction de l'homogénéité de leur couvert végétal. Nous avons retenu 07 stations sur chaque versant (Figure 09), dont les caractéristiques sont récapitulées sur le tableau 05.

**Tableau 05 :** Description des stations d'étude.

Stations	Latitude Nord	Longitude Ouest	Altitude	Exposition
<b>Versant Sud</b>				
<b>S1</b>	X : 35°15'51.1''	Y : 0°46'60.2''	732 m	Sud - Est
<b>S2</b>	X : 35°16'11.9''	Y : 0°46'12.6''	789 m	Sud - Ouest
<b>S3</b>	X : 35°16'8.0''	Y : 0°46'13.0''	828m	Sud - Est
<b>S4</b>	X : 35°16'80.2''	Y : 0°46'35.1''	875 m	Sud - Est
<b>S5</b>	X : 35°16'90.7''	Y : 0°46'51.9''	925 m	Sud - Ouest
<b>S6</b>	X : 35°16'31.4''	Y : 0°46'28.1''	990 m	Sud - Ouest
<b>S7</b>	X : 35°16'34.6''	Y : 0°46'29.3''	1015 m	Sud - Est
<b>Versant Nord</b>				
<b>S8</b>	X : 35°17'20.4''	Y : 0°47'09.9''	756 m	Nord-est
<b>S09</b>	X : 35°17'18.4''	Y : 0°47'09.9''	773 m	Nord-ouest
<b>S10</b>	X : 35°17'13.1''	Y : 0°47'04.9''	800 m	Nord-ouest
<b>S 11</b>	X : 35°17'07.8''	Y : 0°47'07.9''	853 m	Nord-est
<b>S 12</b>	X : 35°17'0.67''	Y : 0°47'14.1''	885 m	Nord-est
<b>S 13</b>	X : 35°17'0.26''	Y : 0°47'11.9''	903 m	Nord-ouest
<b>S 14</b>	X : 35°16'90.1''	Y : 0°47'09.0''	1015 m	Nord

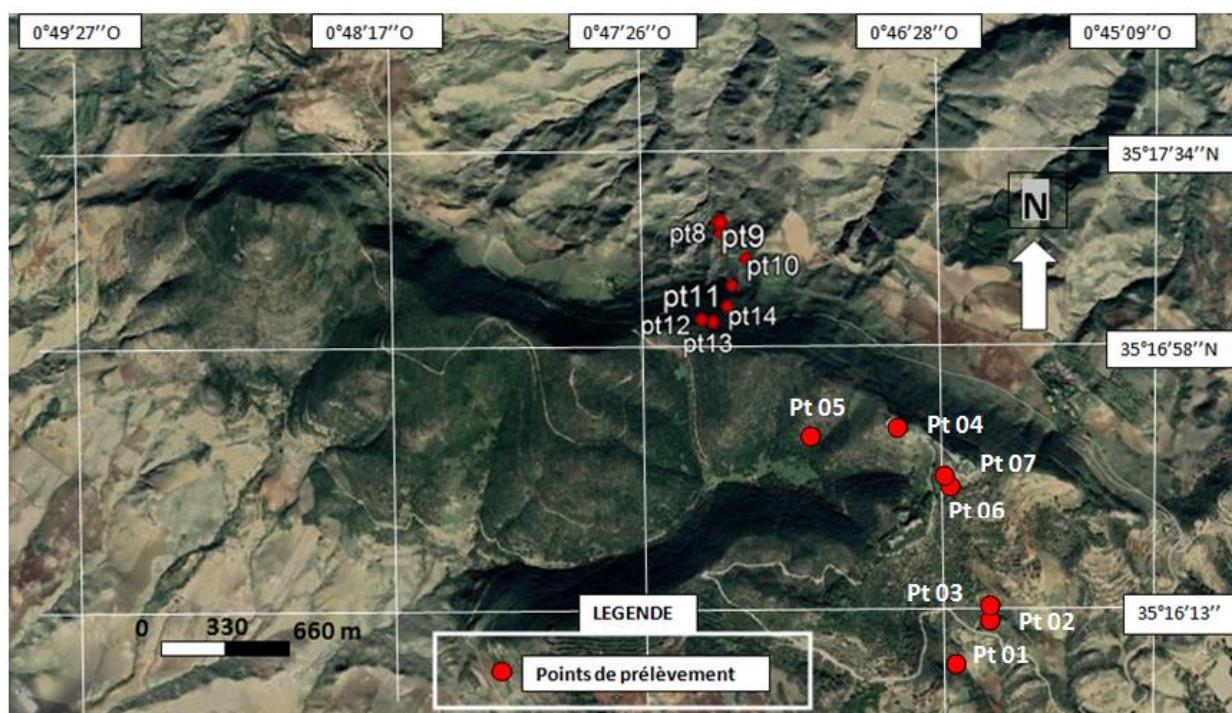


Figure 09 : Localisation des stations de la zone d'étude (Map info).

## 2. Analyse du sol

Le but de cette approche est de mettre en évidence l'action des facteurs physiques et chimiques du sol sur la végétation.

En vue d'accomplir cette approche, nous avons caractérisé le sol des quatorze (14) stations choisies. A cet effet, un prélèvement superficiel a été effectué au niveau de chaque station à une profondeur allant de 10 à 20 cm.

Les analyses effectuées nous ont permis de déterminer et d'évaluer les paramètres pédologiques suivants :

### 2.1. La structure

La structure du sol peut prendre les différents aspects suivants :

- **particulaire** : si l'échantillon est composé de particules individuelles n'adhérant pas les unes aux autres (par exemple le sable).
- **polyédrique** : gros fragments.
- **Feuilletée** : plaques horizontales.
- **colonnaire** : grandes colonnes de sol, de forme circulaire grossière, au sommet rond.
- **Prismatique** : le sol est composé de fentes verticales, assez régulières.

## 2.2. La couleur

La couleur est un aspect physiologique qui peut révéler certaines conditions de pédogenèse. Pour déterminer la couleur, on utilise le code international de 'MUNSELL'. Aussi il est recommandé d'observer la couleur de l'échantillon à l'état sec.

## 2.3. L'humidité

Les échantillons sont séchés à l'étuve à  $105 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$  jusqu'à masse constante. Une nuit, soit environ 15 heures, suffit généralement. La différence entre le poids avant et après séchage exprime la teneur en eau de l'échantillon initial.

Le pourcentage est déterminé comme suit :

$$H \% = (P_f - P_s / P_s) \times 100.$$

**P<sub>s</sub>** : poids frais de l'échantillon avant séchage.

**P<sub>s</sub>** : poids sec de l'échantillon après séchage.

L'interprétation des résultats relatifs aux taux d'humidité a été faite selon l'échelle de Lambert (1975) suivante :

- sols très faiblement humides avec un taux > 3%
- sols faiblement humides avec un taux de 3-6 %
- sols moyennement humides avec un taux de 6-9 %
- sols fortement humides avec un taux de 9-12 %
- sols très fortement humides avec un taux de 12-49 %

L'humidité du sol dépend de la nature du sol, de sa richesse en matière organique de la période et de l'endroit de prélèvement (prés des sources, prairie, etc.).

## 2.4. Le potentiel hydrogène (pH)

Le sol n'est pas un milieu inerte, des colloïdes (argiles et humus) régularisent la teneur en éléments nutritifs. Ce mécanisme de régulation concerne la teneur en cations métalliques (calcium, potassium,..) et la teneur en ions H<sup>+</sup> de la solution du sol ou acidité du sol qui est due aux ions hydrogènes qui s'y trouvent.

En outre, le pH est universellement reconnu comme un facteur d'importance primordiale pour la moitié des éléments traces et leur disponibilité vis-à-vis des êtres vivants.

La mesure du pH est faite par la méthode électrométrique en utilisant un pH mètre de type « HANNA pH 209-209R » sur l'extrait 1/5 d'une suspension de la terre avec de l'eau distillée, afin d'apprécier l'alcalinité ou l'acidité du sol.

L'interprétation des résultats est faite selon l'échelle d'appréciation du pH du sol (Gagnard *et al.*, 1988).



- sols fortement acides avec un pH < 5,5
- sols acides avec un pH = 5,5-6,5
- sols très légèrement acides avec un pH = 6,5-6,8
- sols neutres avec un pH = 6,8- 7,2
- sols légèrement alcalin avec un pH = 7,2- 8,5
- sols fortement alcalin avec un pH 8,5 >

## 2.5. La granulométrie

La texture d'un sol est révélée par son analyse granulométrique. Son principe est basé sur la vitesse de sédimentation des particules séparées et dispersées par destruction de leur ciment (calcaire et matière organique). Le fractionnement de ces particules se fait par la pipette de Robinson qui permet la détermination des fractions argileuses et limoneuses fines. Ensuite, les sables fins et grossiers sont mesurés par tamisage. Les limons grossiers sont extrapolés par calcul à partir des résultats obtenus (Baize, 1988).

Selon la classification internationale conventionnellement admise, les particules sont groupées comme suit :

$\emptyset > 2\text{mm}$	Fraction grossière (FG).
$2\text{ mm} > \emptyset > 0,2\text{ mm}$	Sables grossiers (SG).
$0,2\text{ mm} > \emptyset > 0,02\text{ mm}$	Sables fins (SF).
$0,02\text{ mm} > \emptyset > 0,002\text{ mm}$	Limons (L).
$\emptyset < 0,002\text{ mm}$	Argiles (A)

## 2.6. Le calcaire total ( $\text{CaCO}_3$ )

Le principe de dosage du calcaire total est basé sur la mesure du  $\text{CO}_2$  dégagé du calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ) se trouvant dans 0,5g de terre fine neutralisée par 5 ml d'acide chlorhydrique (HCl). Le dispositif réactionnel est appelé calcimètre de Bernard ou procédé gazométrique, composé d'une burette pour la mesure du volume du  $\text{CO}_2$  dégagé d'un tube à essai pour le HCl et d'un Erlen Meyer contenant le sol.

D'après Baize (1988), le taux du calcaire total est donné par le biais de la formule suivante :

$$\% \text{ CaCO}_3 = \text{Vm} \times 273 / \text{Tm} \times \text{Pm} / 760 \times 100 \times 100 / 44 \times 0.001964$$

- Vm : volume de  $\text{CO}_2$  dégagé en  $\text{cm}^3$ .
- Tm : température en  $^\circ\text{C} + 273$  (degré Kelvin)
- $273 / \text{Tm}$  : facteur de correction de  $\text{T}^\circ$ .
- $\text{Pm} / 760$  : Facteur de correction de pression.



Les valeurs obtenues sont exprimées en pourcentage et l'échelle d'interprétation des carbonates permet de déterminer la quantité du CaCO<sub>3</sub> comprise dans un échantillon du sol. Selon leur teneur en calcaire, les sols sont classés en cinq classes (Lambert, 1975) :

- sols légèrement pourvus de calcaires avec un taux de CaCO<sub>3</sub> < 5%
- sols faiblement calcaires avec un taux de CaCO<sub>3</sub> de 5 à 10%
- sols moyennement calcaires avec un taux de CaCO<sub>3</sub> de 10 à 25%
- sols fortement calcaires avec un taux de CaCO<sub>3</sub> de 25 à 50%
- sols très fortement calcaires avec un taux de CaCO<sub>3</sub> > 50%.

## 2.7. Dosage du carbone et de la matière organique

Walkley (1934) in Baize (2001) a adopté une méthode pour le dosage du carbone et de la matière organique dont le principe repose sur les étapes suivantes :

- mettre dans un bécher de 400 ml, 0,5g de sol, 10 ml d'une solution de dichromate de potassium et 20 ml d'acide sulfurique concentré (pur),
- laisser le mélange pendant une demi-heure en continu,
- additionner 200 ml d'eau distillée, 10 ml d'acide orthophosphorique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) et 4 gouttes d'une solution de diphénylamine (C<sub>12</sub>H<sub>11</sub>N),
- titration avec le sulfate de fer (FeSO<sub>4</sub>).

Le calcul du taux de la matière organique se fait selon la formule suivante :

$$\text{Matière organique (\%)} = \text{C (\%)} \times 2.$$

**C** : le taux du carbone

Les taux de matière organique sont déterminés selon l'échelle d'interprétation illustrée sur le tableau 06.

**Tableau 06** : Echelle de détermination de la teneur en matière organique (Aubert, 1978).

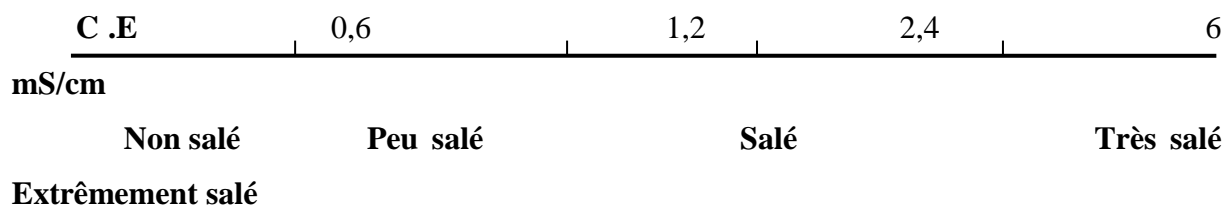
Taux de matière organique en %	Qualité de la terre
< 1	Très pauvre en M.O
1 à 2	Pauvre en M.O
2 à 4	Moyenne en M.O
> 4	Riche en M.O

**M.O** : Matière organique.

## 2.8. Détermination de la conductivité électrique et de la salinité

Nous procédons par mettre 10 g de terre fine dans un bécher de 100 ml, nous rajoutons 50 ml d'eau distillée (le rapport sol/eau = 1/5) et nous mettons le mélange du bécher sous agitation pendant une demi-heure. Après repos de 5mn, nous mesurons la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre.

L'interprétation des résultats de la conductivité électrique a été effectuée en se référant à l'échelle de salinité (Aubert, 1978) (fig. 10).



**Figure 10** : Échelle de désignation de la salinité du sol en fonction de la conductivité (Aubert, 1978).

### 3. Analyse de la végétation

#### 3.1. Inventaire floristique

Dans le but de connaître l'organisation de la communauté végétale du site étudié, un inventaire floristique a été effectué en adoptant l'approche stigmatiste, c'est-à-dire la méthode des relevés floristiques (Braun-Blanquet, 1952).

Au niveau de chaque station (14 stations), nous avons effectué 05 relevés floristiques durant la période de floraison, entre mars et avril des années 2016 et 2017. La superficie de chaque relevé est de 100 m<sup>2</sup>. Cette superficie est considérée comme aire minimale, permettant de recenser le maximum d'espèces qui s'y trouvent. Elle a été adoptée dans certains travaux se rapportant aux inventaires floristiques dans notre site d'étude (Baraka, 2008 ; Bendaïda, 2008 ; Cherifi, 2008 ; Fertout, 2008 ; Bouterfas, 2011).

Chaque relevé est numéroté et certaines conditions du milieu y sont notées à savoir :

- la date,
- l'altitude,
- la pente et l'exposition du terrain,
- les caractéristiques du sol (texture, structure, pH, calcaire actif, calcaire total, taux de la matière organique, humidité, conductivité électrique),
- le recouvrement total de la végétation.

Au niveau de chaque station et chaque relevé, l'inventaire floristique a été effectué sur les strates suivantes (Benabdeli, 1996) :

- la strate arborescente : hauteur de 4 mètres et plus.
- la strate arbustive : entre 1,50 m et 4 m.
- la strate buissonnante : entre 0,50 m et 1,50 m.
- la strate herbacée : ≤ 0.50 m.

En se référant à l'échelle établie par Braun-Blanquet (1975), chaque espèce recensée est affectée d'un coefficient permettant d'estimer simultanément son abondance et sa dominance.

Elle se présente comme suit :

- + : Espèce rare et sporadique.
- 1: Espèce dont le recouvrement total est inférieure à 5%.
- 2: Espèce dont le recouvrement total est de 5% à 25 %.
- 3: Espèce dont le recouvrement total est de 25% à 50 %.
- 4: Espèce dont le recouvrement total est de 50 % à 75 %.
- 5: Espèce dont le recouvrement total est de 75 % à 100 %.

Les espèces recensées ont été conservées dans un herbier. En botanique, un herbier est une collection de plantes séchées. Il sert de support physique à différentes études sur les plantes, principalement à la taxonomie et à la systématique. Le terme herbier (herbarium) désigne aussi l'établissement ou l'institution qui assure la conservation d'une telle collection (Morat, 1995).

Les ouvrages utilisés pour la détermination des taxons inventoriés sont :

- la flore colorisée de poche du littoral méditerranéen (Penzig, 1902).
- la flore algérienne : Naturelle et Acquisée (Gubb, 1930).
- la nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales (Quézel & Santa, 1962 -1963).
- le guide de la flore méditerranéenne (Bayer *et al.*, 2009).
- l'encyclopédie de botanique & d'horticulture (Geoff Burnie *et al.*, 2010).

### **3.2. Etude de la diversité floristique**

L'originalité floristique des différents groupements ainsi que leur état de conservation et de leur valeur patrimoniale est mise en évidence par l'analyse de leur richesse floristique, ainsi que par leur caractère biologique et chorologique (Dahmani, 1997).

L'étude de la flore inventoriée dans les deux versants a été abordée du point de vue biologique, systématique, morphologique et biogéographique.

#### **3.2.1. Caractérisation biologique**

Selon Gaussen *et al.* (1982), le spectre biologique est le pourcentage des divers types biologiques. Romane (1987) recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateurs de la distribution des caractères morphologiques et des caractères physiologiques.

Chaque espèce a été affectée de son type biologique selon la classification de Raunkiaer (1943). Cette classification est basée sur la morphologie de la plante et la position des bourgeons de rénovation du végétal par rapport au sol. Elle distingue 05 types biologiques :

- les phanérophytes (Ph): arbres, arbustes et végétaux ligneux dont les bourgeons sont à plus de 50 cm du sol;
- les chaméphytes (Ch): végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons sont à moins de 25 cm du sol;
- les hémicryptophytes (He) : végétaux herbacés dont les bourgeons sont à la surface du sol ;
- les géophytes (Ge) ou cryptophytes : végétaux herbacés vivaces dont les bourgeons se situent dans le sol, sur des organes souterrains de réserve ;
- les thérophytes (Th) : végétaux herbacés annuels qui passent la mauvaise saison sous forme de graines et qui réalisent leur cycle entier en une année au maximum.

### **3.2.2. Caractérisation systématique**

Un total de 136 espèces végétales (versant sud –nord) a été noté, réparties en 39 familles botaniques (versant sud) et 38 familles botaniques (versant nord).

La détermination des familles botaniques de chaque espèce a été réalisée à travers la consultation de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel & Santa (1962-1963) ainsi que la grande flore en couleurs de Gaston Bonnier (1990).

### **3.2.3. Caractérisation morphologique**

L'identification des formations végétales ont été déterminées selon l'échelle de la stratification ci-dessous, avancée par Benabdeli, (1996), et la consultation de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel & Santa (1962-1963).

- La strate arborescente : hauteur de 4 m et plus
- La strate arbustive : entre 1.50 m et 4 m.
- La strate buissonnante : entre 0.50 m et 1.50 m.
- La strate herbacée : moins de 0.50 m.

### **3.2.4. Caractérisation biogéographique**

La phytogéographie est la discipline qui étudie la répartition des végétaux et les causes de cette dernière. Elle est au carrefour de la biologie végétale et de la géographie.

La présence d'une espèce végétale en un endroit donné, dépend des liens qui existent entre elle et les conditions environnementales locales.

Pour Quézel (1983), la diversité biogéographique de l'Afrique est due essentiellement aux modifications climatiques que la région a subies depuis le miocène.

Au niveau de notre zone d'étude, la détermination des caractéristiques biogéographiques de chaque espèce inventoriée a été réalisée à travers la consultation de la nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de Quézel & Santa (1962-1963)

#### 4. Traitement des données

##### 4.1. Traitements numériques

Pour le traitement numérique de nos données floristiques, nous avons calculé :

###### 4.1.1. La richesse spécifique des stations

Elle correspond au nombre d'espèces présentes par station.

###### 4.1.2. La fréquence des espèces

La fréquence des espèces est une notion statistique exprimée par le rapport du nombre de relevés  $n$  où l'espèce ( $X$ ) existe sur le nombre total de relevés ( $N$ ), elle exprime la présence ou l'absence de l'espèce (Lamotte, 1962).

$$F (\%) = 100. n / N$$

$n$  : nombre de relevés où l'espèce existe.

$N$  : nombre total des relevés effectués.

La fréquence spécifique a été adoptée dans le but de détecter les espèces rares, fréquentes ou abondantes dans les stations prospectées. La fréquence d'une espèce traduit aussi la régularité de la distribution d'une espèce dans une communauté végétale.

###### 4.1.3. Indice de diversité de Shannon-Wiener

L'indice de Shannon-Wiener est le plus couramment utilisé pour l'évaluation de la diversité spécifique. Sa formule est la suivante :

$$H' = - \sum ((N_i / N) * \log_2 (N_i / N)) \text{ (Grall \& Hily, 2003).}$$

où :

$N_i$  : nombre d'individus d'une espèce donnée ;  $i$  allant de 1 à  $S$  (nombre total d'espèces).

$N$  : nombre total d'individus.

$H'$  est exprimé en unités d'information par individu (bit /individu) avec des valeurs comprises entre 0 et 5 bits (Frontier, 1983; Frontier et Etienne, 1990).

#### 4.1.4. Indice d'équitabilité

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité de Piélou (E) qui permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

La mesure de l'équitabilité est réalisée selon le rapport suivant :

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

H': indice de Shannon ; H' max = log S (S= nombre total d'espèces).

&

$$H = H' / \log_2 S$$

H': indice de Shannon (indice de diversité).

S: Nombre total d'espèces (la richesse spécifique).

#### 4.1.5. Indice de similarité

Cet indice permet de comparer les stations par rapport à la présence ou absence des espèces. Il permet aussi de caractériser objectivement et quantitativement le degré de ressemblance de deux listes d'espèces (Gounot, 1969).

La mesure de la similarité de la composition floristique entre les stations d'étude a été faite par le coefficient de similarité de Sorensen (1948).

Cet indice est calculé de la manière selon la formule suivante :

$$I_s = 2J / (A+B)$$

I<sub>s</sub> : indice de similarité de Sorensen,

J : Nombre d'espèces communes entre les deux stations,

A+b : Nombre total d'espèces entre deux stations.

## 4.2. Traitement statistique

Le traitement statistique des données floristiques et pédologiques a été effectué en utilisant des méthodes d'analyse de données multidimensionnelles, à savoir l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et la classification hiérarchique ascendante (C.H.A) (Djebaili, 1984).

#### **4.2.1. Classification Hiérarchique Ascendante**

La classification consiste à regrouper dans un même ensemble des objets qui ont un degré de similarité significatif. A l'instar de la diversité des indices de similarité, il existe plusieurs méthodes de groupement telles que la classification hiérarchique ascendante (CHA).

L'utilisation de cette classification hiérarchique consiste à regrouper les espèces les plus proches sous forme d'un dendrogramme, dont la longueur des branches représente la distance moyenne ou totale entre les espèces et groupes d'espèces, c'est à dire leur pourcentage de similarité (Blanc, 2000). Dans notre cas, la CHA a été employée pour faire ressortir les groupes de stations présentant des similitudes sur le plan présence des espèces.

La classification hiérarchique est particulièrement intéressante pour analyser les différences de structure des communautés végétales.

#### **4.2.2. Analyse factorielle des correspondances**

L'A.F.C informe sur les affinités écologiques des espèces, sur la convergence des profils écologiques des stations étudiées, enfin entre les profils écologiques et les espèces végétales (Benzekri *et al.*, 1973).

Cette analyse est très souvent employée pour résumer la structure d'un jeu de données de distribution d'espèces et mettre en relation les conditions écologiques des stations avec les espèces qui en sont caractéristiques.

Dans notre cas, l'AFC a été adoptée pour faire ressortir les possibles corrélations existantes entre les types biologiques végétaux, les caractéristiques physico-chimiques du sol et le gradient altitudinal retenu des stations choisies sur les deux versants du mont de Tessala.

## 1. Analyses pédologiques

### 1.1. Composition granulométrique et structure des sols

Les résultats relatifs aux analyses des textures et structures des sols sont résumés dans le tableau 07. Ils montrent que sur les 14 échantillons prélevés correspondant aux 14 stations étudiées, huit (08) sont de texture équilibrée (stations 3, 6, 7, 8, 9, 11,13 et 14) et six (06) de texture sableuse (stations 1, 2, 4, 5, 10 et 12). La structure grumeleuse est dominante dans la majorité des stations (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S10, S12, S13 et S14), avec une structure polyédrique pour les stations S8, S9 et S11. (*Annexe II*).

**Tableau 07 :** Composition granulométrique et structure des sols des stations étudiées.

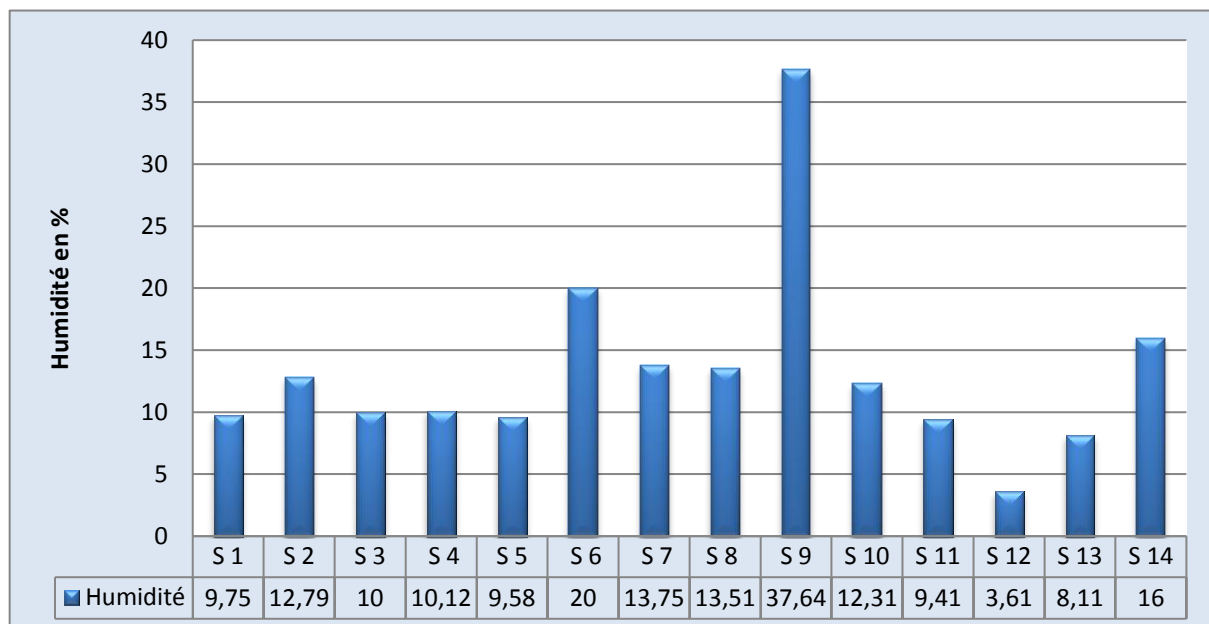
Stations	Fraction grossière	Sables grossiers	Sables fins	Argiles	Limons	Texture	Structure
<b>Versant Sud</b>							
S 1	11,82	16,65	60,03	4,51	6,61	Sableuse	Grumeleuse
S 2	8,61	18,34	63,21	4,94	4,79	Sableuse	Grumeleuse
S 3	9,94	13,82	65,77	28,51	28,38	Equilibrée	Grumeleuse
S 4	7,43	15,53	72,49	3,22	8,76	Sableuse	Grumeleuse
S 5	12,5	38,25	41,25	3,33	4,59	Sableuse	Grumeleuse
S 6	10,23	16,16	40,00	13,63	28,81	Equilibrée	Grumeleuse
S 7	15,30	15,79	30,00	17,00	22,46	Equilibrée	Grumeleuse
<b>Versant Nord</b>							
S8	15,88	16,71	48,56	12,03	6,79	Equilibrée	Polyédrique
S 9	20,15	22,66	40,03	9,16	8	Equilibrée	Polyédrique
S 10	14,15	20,52	50,25	10,33	4,71	Sableuse	Grumeleuse
S 11	18,84	22,35	40,31	8,47	9,40	Equilibrée	Polyédrique
S12	19,23	21,58	45,77	8,09	5,31	Sableuse	Grumeleuse
S 13	19,92	26,50	33,13	10,93	9,51	Equilibrée	Grumeleuse
S 14	39,53	28,48	15,51	8,82	7,64	Equilibrée	Grumeleuse



## 1.2. Humidité

Selon les résultats obtenus (fig. 11), nous remarquons que les taux de l'humidité du sol varient de 3.61 % à 37.60 %. Conformément à l'échelle d'interprétation de l'humidité de Lambert (1975), la station S13 située dans le versant nord représente le taux le plus faible de (3.61 %). Une teneur moyenne de 8.11 % à 10.1% est notée dans les stations S13, S11, S5, S1, S3, S4. Les stations S10, S2, S7, S8, S14, S6 et S9 présentent les taux le plus élevé (12.3 % à 37.6 %).

Le taux d'humidité est plus important dans les échantillons du sol de la station S9 dans le versant nord en comparaison avec ceux du versant sud, ceci peut être expliqué par l'exposition du versant nord au vent humide venant de la mer qui favorise l'augmentation de la charge en eau dans les sols ; le versant sud est exposé à l'illumination et aux vents chauds ce qui entraîne l'évaporation de l'eau (Benyahia et *al.*, 2001). Ainsi, Aubert (2003) a signalé que la teneur en humidité dépend de la nature du sol, de sa richesse en matière organique, de la période et de l'emplacement du prélèvement.



**Figure 11 :** Taux d'humidité du sol des stations étudiées.

S : Station.

## 1.3. pH

Les valeurs du pH varient entre 7,39 et 7,75 (fig. 12), ce qui signifie que les sols sont tous légèrement alcalins.

Le pH peut être lié à la quantité de calcaire présente dans le sol (Sari, 2004). En effet, selon Duchauffour (1968), les valeurs du pH dépendent en grande partie du calcaire total.

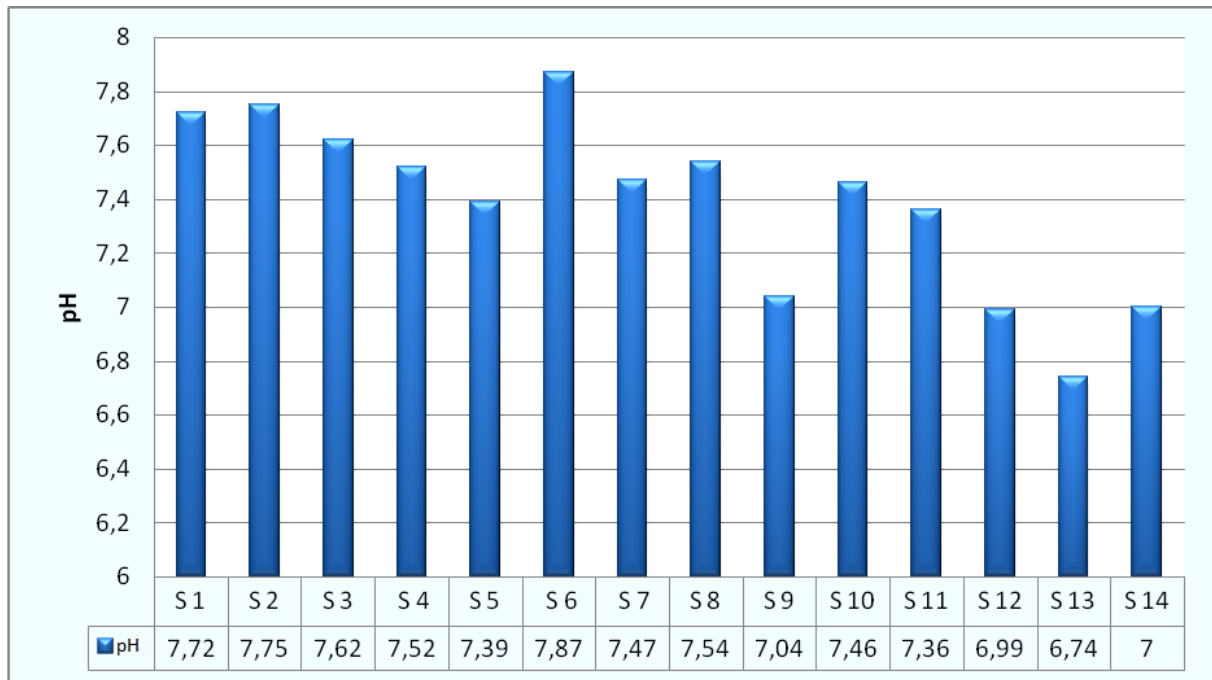


Figure 12 : Variations du pH des sols étudiés.

#### 1.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique (C.E) varie entre 0,10 à 0,44 millisiemens / cm (fig. 13). En se référant à l'échelle internationale de mesure de la salinité pédologique, exprimée en millisiemens par centimètre (**mS /cm**), le sol de la zone d'étude est non salé.

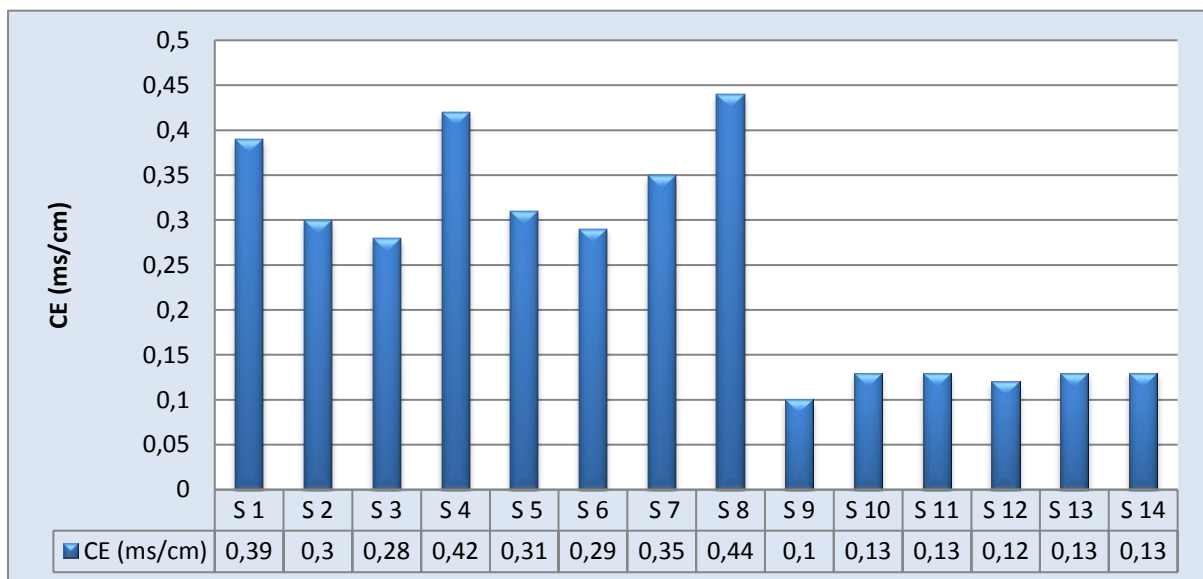
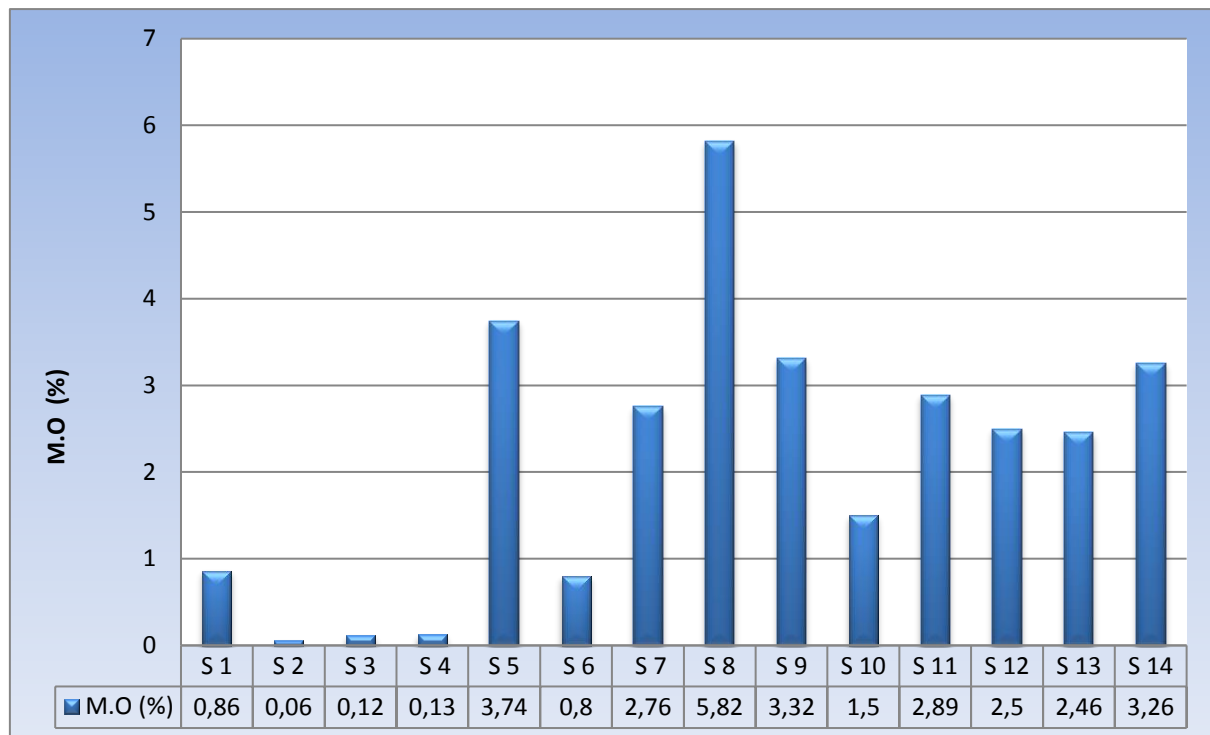


Figure 13 : Variations de la conductivité électrique des sols étudiés.

#### 1.4. Matière organique

Les résultats des analyses effectuées dénotent une variabilité dans la teneur des sols en matière organique (fig. 14). Les stations 8, 5, 9 et 14 présentent le taux le plus élevé, entre 5,82 % et 3,74 %.

Les sols sont considérés riches en matière organique lorsque le pourcentage de présence de cette dernière est supérieur à 2 %. Ceci étant, le sol des stations 5 et 7 sont moyennement riches en matière organique (2,76 et 3,74 %). Les autres stations (1, 2, 3, 4 et 6) présentent des sols pauvres en matière organique respectivement avec 0,86 ; 0,06 ; 0,12 ; 0,13, et 0,80 %. Cela s'explique certainement par la nature sableuse du sol caractérisant ces stations, ne permettant pas la rétention de la matière organique (Amrani, 1989). Donc, le taux de la matière organique varie selon la diversité et la richesse spécifique du couvert végétal, des conditions climatiques et de la nature du substrat.



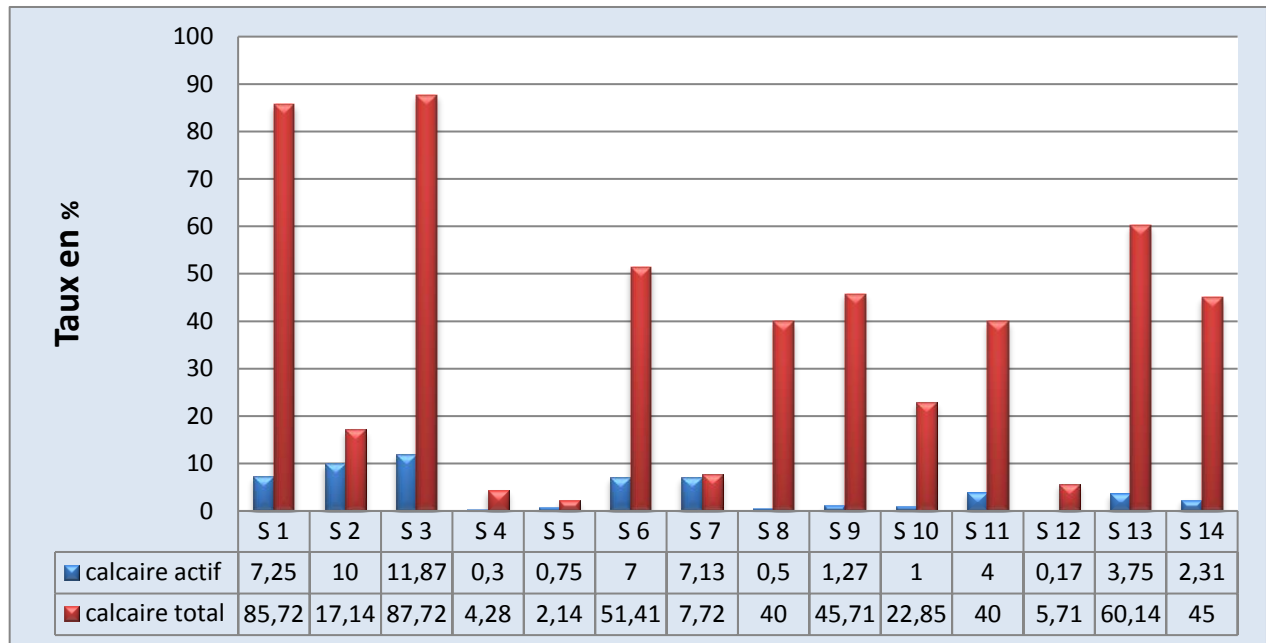
**Figure 14:** Variation de la teneur en matière organique en %.

**M.O :** Matière organique.

#### 1.5. Taux de calcaire

Les sols des stations étudiées sont répartis en plusieurs catégories (fig. 15) : sols non calcaires (stations 4, 5, 10 et 12), peu calcaires (stations 2, 7, 8 et 11), moyennement calcaires (stations 6, 9, 14) et excessivement calcaires (stations 1, 3 et 13).

Le taux en calcaire actif est très faible. D'après Duchaufour (2001), le calcaire actif est une partie plus ou moins importante du calcaire total. Il se trouve à l'état de fines particules actives pour les végétaux. Il est facilement solubilisé par les eaux riches en CO<sub>2</sub>.



**Figure 15** : Variation du taux de calcaire des sols étudiés en %.

## 1.6. Conclusion

Les analyses physico-chimiques effectués sur nos échantillons de sols, prélevés de l'horizon de surface, ont permis de faire ressortir certaines particularités. En effet, la composition de cet horizon joue un rôle important sur le comportement de la végétation (Aubert 1989) et la plupart des descripteurs du sol concernent surtout l'horizon superficiel (Devineau 2001).

Les paramètres physico-chimiques du sol varient d'une station à une autre. Le sol présente une texture équilibrée et une structure grumeleuse au niveau des stations 3, 6, 7, 8, 9, 11, 13 et 14 ; sableuse au niveau des stations 1, 2, 4, 5, 10 et 12.

L'humidité du sol fluctue également d'une station à une autre. Cette fluctuation est en relation avec l'exposition du versant nord au vent humide venant de la mer qui favorise l'augmentation de la charge en eau dans les sols ; le versant sud est exposé à l'illumination et aux vents chauds ce qui entraîne l'évaporation de l'eau (Benyahia et al., 2001). Ainsi, Aubert (2003) a signalé que la teneur en humidité dépend de la nature du sol, de sa richesse en matière organique et de la période de l'emplacement de prélèvement.

Le pH du sol de l'ensemble des stations est légèrement alcalin. Cette alcalinité peut être liée à la de la nature de la structure végétale ainsi que les conditions climatiques Dajoz (1982).

Il est lié aussi à la quantité du calcaire présente dans le sol, aux différents cations absorbés, à la nature de la couverture végétale ainsi qu'aux conditions climatiques (Dajoz, 1982).

La projection des valeurs de la conductivité électrique sur l'échelle internationale de mesure de la salinité pédologique, indique des sols non salins pour l'ensemble des stations.

Le taux de matière organique dans le sol de notre zone d'étude varie d'une station à une autre : riche en matière organique dans les stations 8, 5, 9 et 14 ; moyen dans les stations, 10, 11, 12, 13 et 7, faible dans les stations 1, 2, 3, 4 et 6. Cette variabilité est en rapport avec la diversité et la richesse spécifique du couvert végétal, des conditions climatiques et de la nature du substrat.

Le faible taux de matière organique notée dans certaines stations s'explique certainement par la nature sableuse de leur substrat, ne permettant pas la rétention de la matière organique (Amrani 1989). Il faut noter aussi que la quantité de matière organique dépend de l'âge et du type du groupement, mais aussi de l'abondance des éléments grossiers. Ces derniers ont pour effet de concentrer le système racinaire et les substances organiques dans les interstices (Stambouli, 2010).

Les taux du calcaire total et actif présents dans les échantillons de sol restent très hétérogènes. Conformément aux normes établies par Baize (1988), nous notons la présence des sols non calcaires (< 1 %) (St 4, St 5, St 10 et St12), peu calcaires (5 à 25 %) (St 2 et St 7, St8 et St 11), moyennement calcaires (25 à 50 %) (St 6, St9 et St 14) et excessivement calcaires (50 à 80 %) (St 1 et St 3, St 13).

Le caractère calcaire de nos échantillons de sols s'explique par la nature de la roche mère qui est souvent calcaire, favorisant l'installation des garrigues qui résultent de la dégradation des formations forestières (Benabdelli, 1983).

## 2. Analyses floristiques

L'analyse des différents relevés effectués a fait ressortir certaines caractéristiques se rapportant aux espèces inventoriées par station et sur l'ensemble du site exploré à savoir : la diversité systématique (taxonomique), les types biologiques, les types morphologiques et les types biogéographiques.

*Remarque : Il est à noter que les relevés floristiques effectués aux niveaux des différentes stations des deux versants (espèces inventoriées avec leurs coefficients d'abondance-dominance) sont représentés en annexe I.*

### 2.1. Analyse floristique du versant sud

Les espèces inventoriées ainsi que leurs nombres de présence et fréquences d'apparition dans les stations du versant Sud sont listées sur le tableau 8.

**Tableau 08** : Les espèces recensées par station du versant sud

N°	ESPECES	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	Nombre de Presence	F %
1	<i>Ajuga iva</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
2	<i>Ammi visnaga</i> L.	-	-	+	-	-	-	+	2	II
3	<i>Ampelodesma mauritanica</i> (Poir).	-	-	-	+	-	-	-	1	I
4	<i>Anacyclus pyrethum</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
5	<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	+	-	-	+	+	3	III
6	<i>Anagallis monelli</i> L.	+	+	+	+	-	+	+	6	V
7	<i>Anemone</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	1	I
8	<i>Artemisia</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	1	I
9	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
10	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
11	<i>Asphodelus microcarpus</i> Sal.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
12	<i>Asteriscus maritimus</i> L.	-	-	-	-	-	-	+	1	I
13	<i>Ballota hirsuta</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
14	<i>Bellis anua</i> L.	-	-	-	-	-	+	+	2	II
15	<i>Blackstonia perfoliata</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
16	<i>Brassica alba</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
17	<i>Bromus rubens</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	1	I
18	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
19	<i>Calendula arvensis</i> L.	+	+	+	-	+	-	+	5	IV
20	<i>Calycotome intermedia</i> C. Presl.	-	-	-	-	-	-	+	1	I
21	<i>Calycotome spinosa</i> L.	+	+	+	+	+	-	+	7	V
22	<i>Campanula</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	1	I
23	<i>Carduus pycnophalus</i> L.	-	-	+	-	-	+	+	3	III
24	<i>Centaurea acaulis</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
25	<i>Centaurea eriophora</i> L.	+	-	+	-	-	-	-	2	II
26	<i>Centaurea pullata</i> L.	-	-	-	-	-	+	-	1	I
27	<i>Centaurea</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	1	I

28	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	-	-	-	+	+	+	-	3	III
29	<i>Chaemaerops humilis</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
30	<i>Carduus</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	1	I
31	<i>Cistus salvifolius</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	1	I
32	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	+	-	+	-	+	+	+	5	IV
33	<i>Crataegus monogyna</i> L.	-	-	-	-	-	+	-	1	I
34	<i>Crepis</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
35	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	-	-	-	-	+	+	+	3	III
36	<i>Cynoglossum creticum</i> Miller.	-	-	-	-	-	-	+	1	I
37	<i>Dactylis glomerata</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
38	<i>Daphne gnidium</i> L.	-	+	+	-	+	+	+	4	III
39	<i>Daucus carota</i> L.	-	+	+	-	-	+	-	3	III
40	<i>Dianthus serrulatus</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
41	<i>Diplotaxis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	1	I
42	<i>Elaeoselinum</i> sp.	-	-	-	-	-	+	+	2	II
43	<i>Erodium moschatum</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
44	<i>Erodium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	1	I
45	<i>Eruca viscaria</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	2	II
46	<i>Erythraea</i> sp.	-	-	+	-	+	-	-	2	II
47	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	-	-	-	+	+	+	+	4	III
48	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	1	I
49	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	-	-	-	-	-	+	+	2	II
50	<i>Galium aparine</i> L.	-	+	-	-	-	-	-	1	I
51	<i>Galium</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	1	I
52	<i>Hedera helix</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	2	II
53	<i>Helianthemum apperinum</i> L.	-	+	-	+	+	-	-	3	III
54	<i>Hordeum maritimum</i> L.	+	-	+	-	-	-	-	2	II
55	<i>Hordeum</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
56	<i>Iris</i> sp.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
57	<i>Lagurus ovatus</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
58	<i>Linum</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
59	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	+	+	+	-	-	+	-	3	III
60	<i>Malva sylvestris</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
61	<i>Marrubium vulgare</i> L.	+	+	+	-	+	-	-	4	III
62	<i>Olea europaea</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	III
63	<i>Onobrychis argentea</i> Boiss.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
64	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	+	+	+	-	-	+	-	4	III
65	<i>Pallenis spinosa</i> L.	-	-	+	+	+	-	-	3	III
66	<i>Papaver hybridum</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	2	II
67	<i>Papaver rhoeas</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	4	III
68	<i>Paronychia argentea</i> pourr.	+	+	+	+	-	-	+	5	IV
69	<i>Phagnalon saxatile</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	1	I
70	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	-	-	-	+	+	+	+	4	III
71	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	-	-	-	+	+	-	-	2	II
72	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	-	-	-	+	+	-	-	2	II
73	<i>Plantago albicans</i> L.	+	+	-	+	-	-	-	3	III
74	<i>Plantago lagopus</i> L.	-	+	-	-	-	-	-	1	I
75	<i>Quercus ilex</i> L.	-	-	-	+	+	+	-	3	III

76	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	+	-	-	-	-	-	-	1	I
77	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	+	-	+	+	-	-	3	III
78	<i>Reseda alba</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	6	V
79	<i>Rosa canina</i> L.	+	-	-	-	-	-	+	2	II
80	<i>Rosa sempervirens</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	1	I
81	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
82	<i>Ruta chalepensis</i> L.	+	+	+	-	+	+	-	5	IV
83	<i>Ruta montana</i> L.	-	-	+	+	+	+	-	4	III
84	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+	-	+	-	-	-	-	2	II
85	<i>Salvia argentea</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	2	II
86	<i>Scabiosa stellata</i> L.	-	-	-	-	+	+	+	3	III
87	<i>Scolymus hispaniscus</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	2	II
88	<i>Silene colorata</i> Poir.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
89	<i>Silene</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
90	<i>Silybum marianum</i> L.	+	+	+	+	+	-	+	6	V
91	<i>Sinapis arvensis</i> L.	-	-	+	+	-	-	-	2	II
92	<i>Sisymbrium officinale</i> L.	+	-	+	-	-	-	+	3	III
93	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
94	<i>Stachys ocymastrum</i> L. Briq.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
95	<i>Stipa</i> sp.	-	-	+	+	+	-	-	3	III
96	<i>Stipa tenacissima</i> L.	-	-	-	+	+	+	-	3	III
97	<i>Teucrium polium</i> L.	-	-	+	+	+	-	-	3	III
98	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	+	-	-	-	+	-	-	2	II
99	<i>Torilis nodosa</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
100	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	I
101	<i>Trifolium stellatum</i> L.	-	-	+	-	-	+	+	3	III
102	<i>Urginea maritima</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
103	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	-	-	-	-	+	-	-	1	I

(+) : presence

(-) : absence

### 2.1.1. Caractérisation systématique

Un total de 103 espèces végétales a été noté, réparties sur 39 familles différentes (tab. 09, fig. 16). La famille des Astéracées est la plus représentée avec 15 espèces, soit un taux de 14.56 %. Les Poacées et les Lamiacées sont en second position avec 8 espèces, soit un pourcentage équivalent à 7.77 %, suivies en troisième position par les Brassicacées comportant 7 espèces, soit un taux de 6.80 %. Les Apiacées et les Fabacées sont en cinquième position avec 5 espèces, soit un pourcentage équivalent à 4.85%. Les autres familles (Aspohodelacées, Arecacées, Campanulacées, Convolvulacées, Cupressacées, Cucurbitacées, Dipsacacées, Fabacées, Fagacées, Dipsacacées, Geraniacées) présentent un faible pourcentage (0.97%) avec une seule espèce.



Tableau 09 : Répartition des espèces par famille.

Familles	Nombre d'espèces	%
Apiaceae	5	4,85
Anacardiaceae	3	2,91
Aspohodelaceae	1	0,97
Arecaceae	1	0,97
Araliaceae	1	0,97
<b>Asteraceae</b>	<b>15</b>	<b>14,56</b>
<b>Brassicaceae</b>	<b>7</b>	<b>6,80</b>
Campanulaceae	1	0,97
Caryophyllaceae	2	1,94
Convolvulaceae	1	0,97
Cistaceae	3	2,91
Cupressaceae	1	0,97
Cucurbitaceae	1	0,97
Dipsacaceae	1	0,97
Fabaceae	5	4,85
Fagaceae	1	0,97
Gentianaceae	3	2,91
Geraniaceae	2	1,94
Illecebraceae	2	1,94
Iridaceae	1	0,97
<b>Lamiaceae</b>	<b>8</b>	<b>7,77</b>
Liliaceae	3	2,91
Linaceae	1	0,97
Malvaceae	1	0,97
Myrtaceae	1	0,97
Oleaceae	2	1,94
Papaveraceae	2	1,94
Pinaceae	1	0,97
Plantaginaceae	2	1,94
<b>Poaceae</b>	<b>8</b>	<b>7,77</b>
Polygonaceae	1	0,97
Primulaceae	2	1,94
Ranunculaceae	4	3,88
Resedaceae	1	0,97
Rosaceae	3	2,91
Rubiaceae	2	1,94
Rutaceae	2	1,94
Scrophulariaceae	1	0,97
Thymelaceae	1	0,97
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>100%</b>

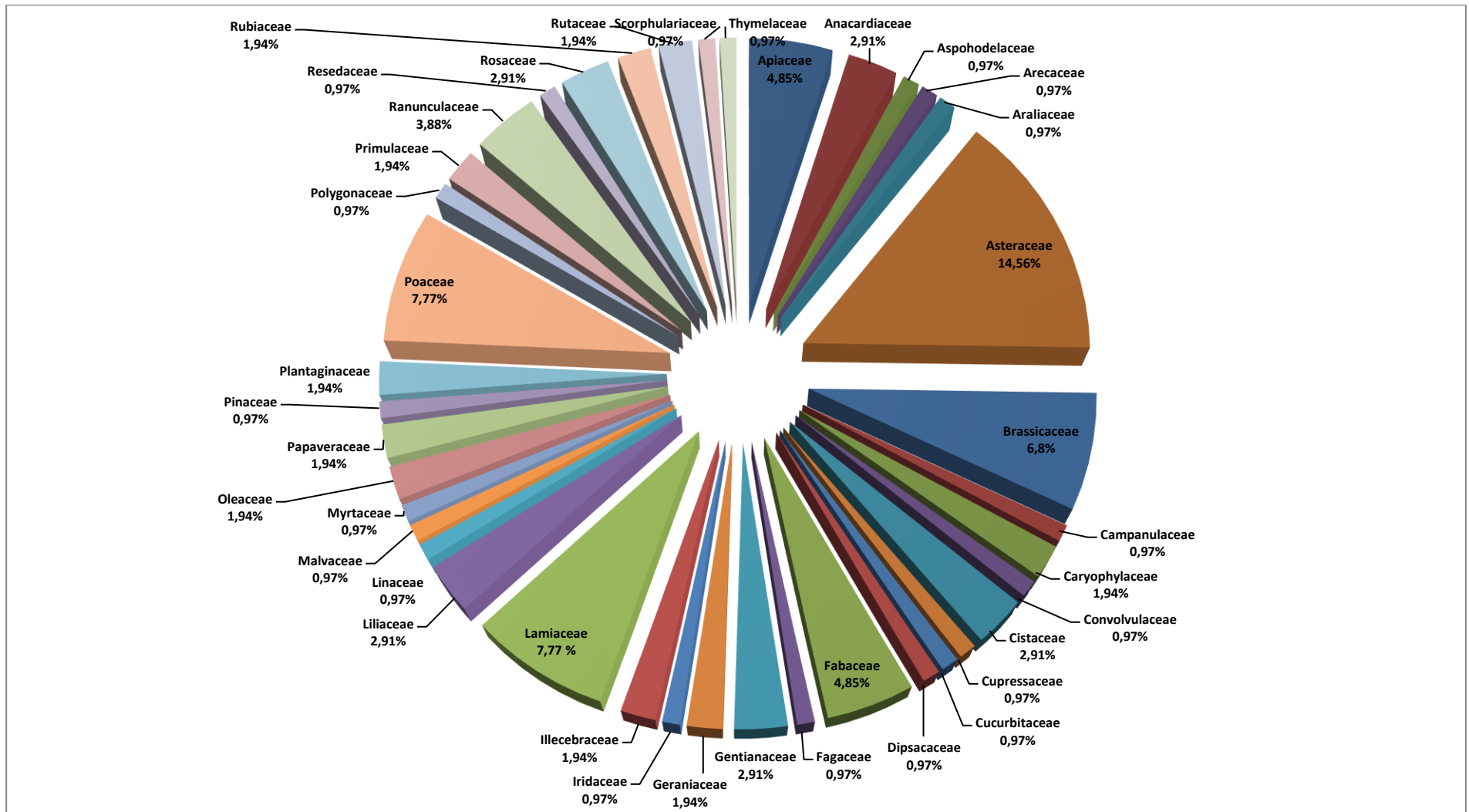


Figure 16 : Spectre global de la diversité taxonomique.

### 2.1.2. Caractérisation biologique

Sur le tableau 10 sont représentées les espèces recensées selon leurs types biologiques correspondants et ce conformément à la classification de Raunkiaer (1934).

**Tableau 10** : Répartition des espèces par type biologique en %.

Types Biologiques	Nombre	Taux (%)
Thérophytes (Th)	35	33,98%
Chaméphytes (Ch)	13	12,62%
Hémicryptophytes (He)	36	34,95 %
Phanérophytes (Ph)	11	10,68 %
Géophytes (Ge)	8	7,77 %

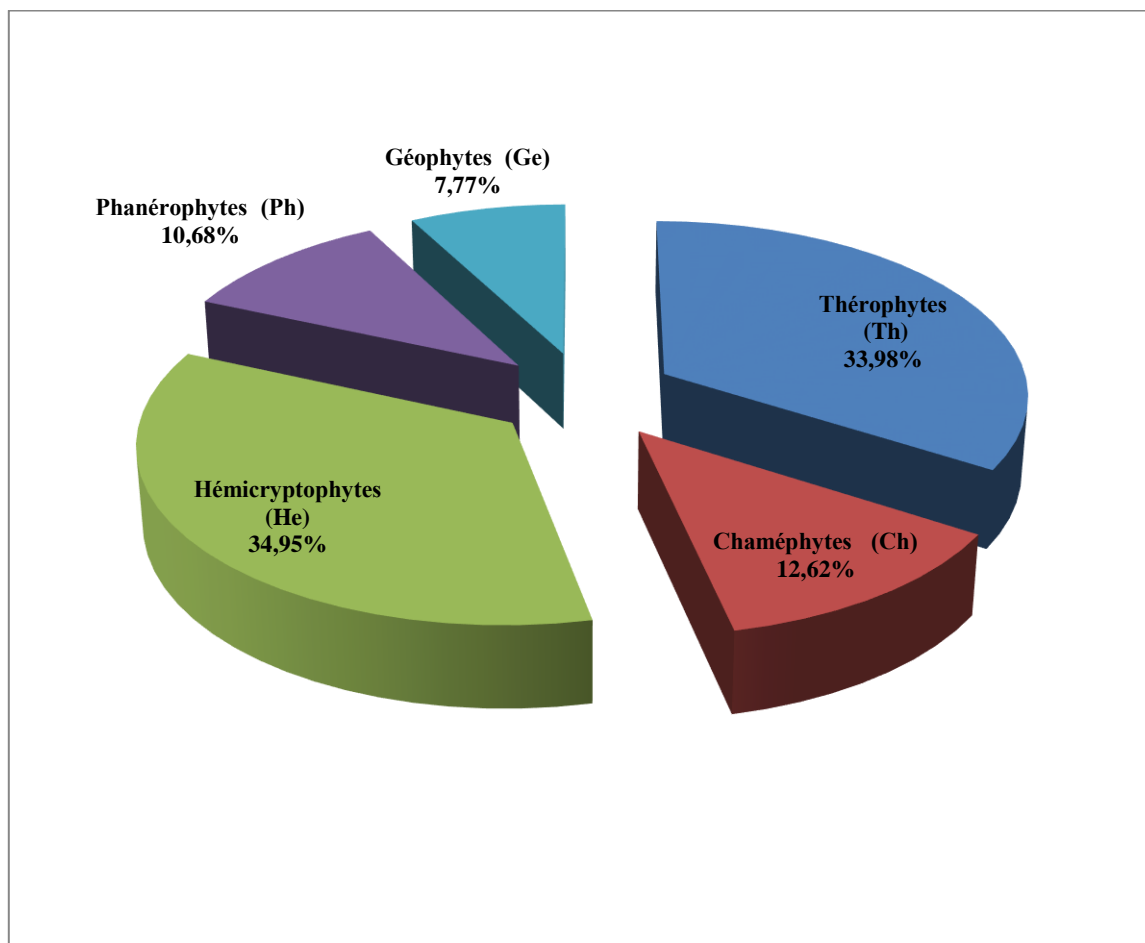
D'après les résultats (fig. 17), les 103 espèces recensées sont réparties en 05 types biologiques avec prédominance des hémicryptophytes (34,95 %), suivies par les thérophytes (33,98 %). Ceci témoigne d'une dégradation dont l'origine est certainement l'effet anthropozoogène exercé par l'homme et son troupeau (Cherifi *et al.*, 2011).

Par ailleurs, la thérophytisation est une caractéristique des zones arides (Daget, 1980 ; Barbero *et al.*, 1990). Selon Negre (1966) et Daget (1982), la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis à vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides et un stade de dégradation ultime (Mahyou *et al.*, 2010). La prédominance des thérophytes dans les stations dégradées exposées à l'impact anthropozoogène et l'aridité a été également signalée dans certains travaux réalisés dans la région ouest d'Algérie comme ceux Bekkouche *et al.* (2013); Hachemi *et al.* (2014).

En troisième position, se placent les chaméphytes avec un taux de 12,62 %, suivis par les phanérophytes avec un pourcentage de 10,68 %. Cette chaméphytisation a pour origine le phénomène d'aridisation (Raunkiaer, 1934 ; Orshan *et al.*, 1984 ; Floret *et al.*, 1990). Il faut savoir que les chaméphytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (Danin & Orshan, 1990). Le pâturage favorise aussi de manière globale les chaméphytes repoussés par les troupeaux (Kadi-Hanifi Achour, 1998).

Sur le terrain, la dominance des phanérophytes remarquée au niveau des stations S 4, S 5, S6 et S7 sont représentées par des matorrals dégradés et des forêts claires. Le schéma général du spectre biologique dans l'ensemble les stations est : **He>Th >Ch >Ph > Ge.**

La répartition globale des types biologiques suit le schéma suivant : Th > Hé > Ph > Ch > Nano > Géo, ce qui rejoint l'ordre de présence de types biologiques dans les monts de Tessala établi par Bouterfas et *al.*, (2013) et Fertout et *al.*, (2015). Cette distribution générale des types biologiques correspond aussi à celles décrites dans le Nord-ouest de l'Algérie par Kadi-Hanifi (2003) ; Benabadi et *al.*, (2009) et Chérifi et *al.*, 2011. Ces variations des spectres biologiques sont liées essentiellement aux variations locales des paramètres bioclimatiques ainsi qu'aux pressions multiples exercés par l'homme et l'animal (Sauvage, 1961). Elles reflètent bien le lien entre les types biologiques dominant un spectre, le degré de dégradation de l'environnement et les contraintes associées à chaque milieu particulier (Verlaque et *al.*, 2001; Latrèche et Mehdadi, 2006).



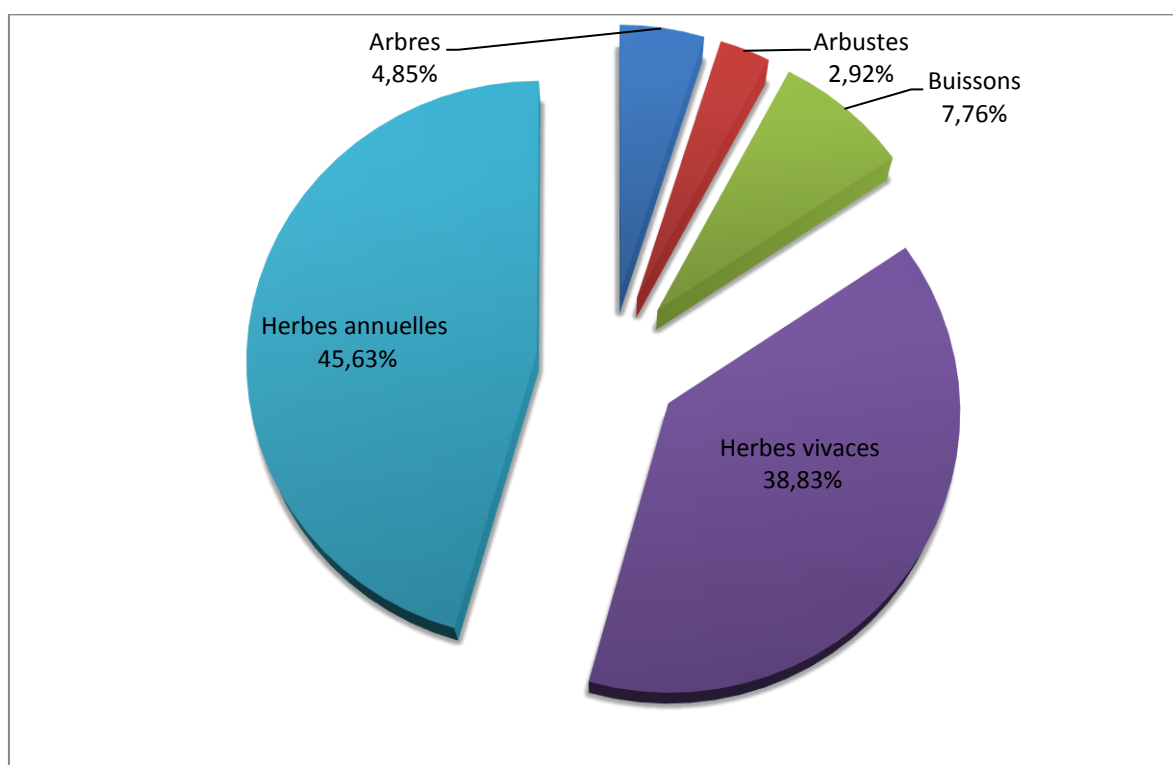
**Figure 17:** Spectre biologique global.

### 2.1.3. Caractérisation morphologique

Les différents types morphologiques composant la végétation des stations explorées sont représentés dans le tableau 11 et par la figure 18.

**Tableau 11** : Distribution des types morphologiques

Types morphologiques	Nombre d'espèces	Taux (%)
<b>Plantes ligneuses</b>	<b>16</b>	<b>15.53</b>
<i>Arbres</i>	05	4.85
<i>Arbustes</i>	03	2.92
<i>Buissons</i>	08	7.76
<b>Plantes herbacées</b>	<b>87</b>	<b>84.46</b>
<i>Herbes vivaces</i>	40	38.83
<i>Herbes annuelles</i>	47	45.63



**Figure 18** : Distribution des types morphologiques.

Le tableau 11 et la figure 15 montrent une prédominance de plantes herbacées (87 espèces, soit 84.46 %) sur les plantes ligneuses (16 espèces, soit 15.5%). Parmi ces dernières, les buissonnantes sont les mieux représentés (08 espèces, soit 7,76 %). Ils sont suivis des arbres (05 espèces, soit 4,85 %). Viennent ensuite les arbustes (03 espèces, soit 2,92 %). Les herbacées de leur côté, connaissent la prédominance des herbes annuelles (47 espèces, soit 45,63%) sur les herbes vivaces (40 espèces, soit 38,83 %). L'accroissement des herbacées annuelles et des herbacées vivaces reflètent ainsi une dégradation intense dans les sept stations étudiées. Dans les zones arides, où le surpâturage et l'agriculture induisent les changements structuraux et fonctionnels des formations végétales naturelles, toute réduction accentuée du couvert des espèces vivaces peut engendrer des modifications de la composition floristique et provoquer l'apparition de phénomènes érosifs au niveau du sol (Kaya et Raynal, 2001 ; Gondard et *al.*, 2003).

#### **2.1.4. Caractérisation phytogéographique**

La biogéographie est définie comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (Hengeveld, 1990).

L'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (Olivier *et al.*, 1995). Pour Quézel (1991), une étude phytogéographique constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité.

Selon Quézel & Santa (1962), les principaux types biogéographiques inventoriés sont illustrés dans le tableau 12.

**Tableau 12** : Phytogéographie des espèces recensées.

Types biogéographiques	Nombre	Taux (%)
Méd	59	<b>57.28 %</b>
End-Alg-Tun	1	0.97 %
Canar-Méd	4	3.88 %
Méd-Irano-Tour	1	0.97 %
Cosmo.	3	2.91 %
End-N-A	1	0.97 %
Eur-Méd	5	<b>4.85 %</b>
Austr-Tasm.	2	1.94 %
W-Méd.	3	2.91 %
Euras.	7	<b>6.79 %</b>
Paléo-Sub-Trop.	1	0.97 %
Paléo-Temp	3	2.91 %
Sub-cosm.	1	0.97 %
Macar-Méd.	1	0.97 %
Sub-Méd.	2	1.94 %
Asie.occ	1	0.97 %
Iber-Maur	4	3.88 %
Eur- occidental	1	0.97 %
Circumbor	2	1.94 %
Cir-med	1	0.97 %

**End-N-A** : Endémique Nord-Africain.

**Cosmo** : Cosmopolite.

**Paléo-Sub-Trop** : Paléo subtropical.

**Eur-Méd** : Euro-méditerranéen.

**Euras** : Eurasiatique.

**Méd-Irano-Tour** : Méditérano-Irano-Touranien.

**Paléo-Sub-Trop** : Paléo-Sub-Tropical

**W-Méd** : Ouest- Méditerranéen.

**End-Alg-Tun** : Endémique Algérie-Tunisie

**Paléo-Temp** : Paléo-Tempéré

**Austr-Tasm** : Australien-Tasmanie.

**Sub-cosm** : Sub- Cosmopolite.

**Asie. Occ** : Asie Occidentale

**Macar-Méd** : Macaro- Méditerranéen

**Méd** : Méditerranéenne.

**Sub-Méd** : Sub- Méditerranéen.

L'analyse du tableau 12 et la figure 19 présentant la diversité biogéographique des espèces recensées indique une flore diversifiée répartie comme suit :

L'élément méditerranéen proprement dit avec 57.28 % représente la quasi totalité des espèces qui caractérisent les stations. En deuxième position, intervient l'élément Eurasiatique avec un taux de 6.79 %. Les autres types sont moins représentés. Selon Quézel *et al.* (1992), l'existence de divers ensembles biogénétiques et biogéographiques constitue un des facteurs essentiels pour expliquer la richesse en espèces dans la région méditerranéenne.

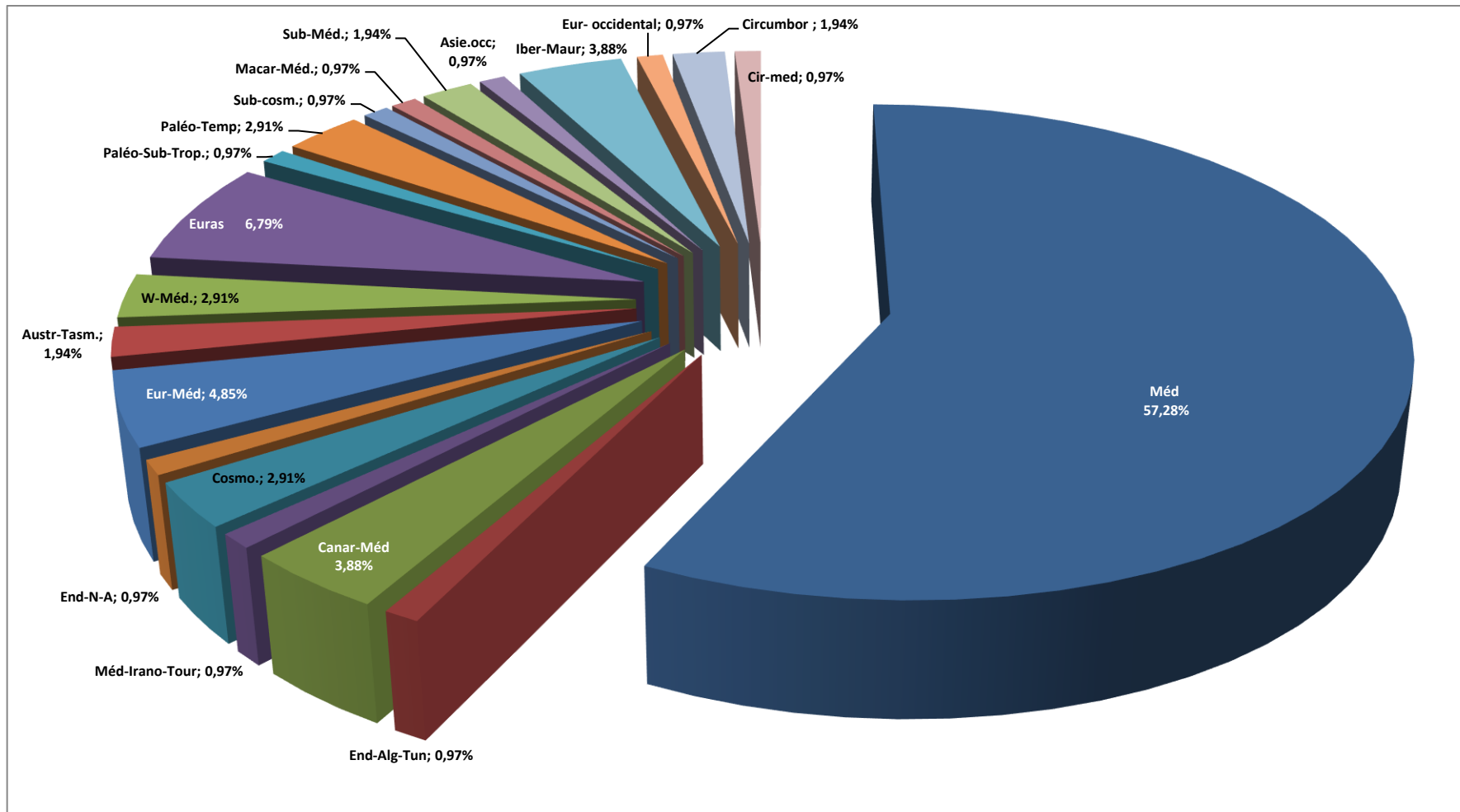


Figure 19: Répartition des types phytogéographiques.



### 2.1.5. Traitement des données floristiques

#### 2.1.5.1. Fréquence d'apparition des espèces

Le calcul de la fréquence des espèces recensées sur l'ensemble des stations (tab. 13) a permis de mettre en évidence cinq (05) classes d'espèces :

**Tableau 13** : Fréquences des espèces recensées

Type d'espèces	Fréquence d'apparition	Nombre d'espèces	%
Très Rares	I $0 < F < 20 \%$	44	42.72
Rares	II $20 < F < 40 \%$	18	17.47
Fréquentes	III $40 < F < 60 \%$	28	27.18
Abondantes	IV $60 < F < 80 \%$	05	4.85
Très constantes	V $80 < F < 100 \%$	08	7.76

**F** : Indice de fréquence (Indice d'apparition).

L'indice a fait ressortir cinq (05) classes d'espèces :

- ✓ Espèces très rares : 42.72%.
- ✓ Espèces rares : 17.47%.
- ✓ Espèces fréquentes : 27.18%.
- ✓ Espèces abondantes : 4.85%.
- ✓ Espèces constantes : 7.76%.

**La Classe 1** est composée par les espèces (très rares) suivantes : *Ajuga iva*, *Ampelodesma mauritanica*, *Anacyclus pyrethum*, *Anemone* sp, *Artemisia* sp, *Asperula hirsuta*, *Asteriscus maritimus*, *Blackstonia perfoliata*, *Brassica alba*, *Bryonia dioica*, *Calycotome intermedia*, *Campanula* sp, *Centaurea acaulis*, *Centaurea pullata*, *Centaurea* sp, *Carduus* sp, *Cistus salvifolius*, *Crepis*, *Cynoglossum creticum*, *Dactylis glomerata*, *Dianthus serrulatus*, *Diplotaxis*, *Erodium moschatum*, *Erodium*, *Foeniculum vulgare*,

*Galium aparine* , *Galium* , *Hordeum* , *Lagurus ovatus*, *Linum* , *Onobrychis argentea* , *Phagnalon saxatile* , *Plantago lagopus*, *Ranunculus arvensis*, *Rosa sempervirens*, *Silene colorata* , *Silene*, *Sonchus tenerrimus*, *Stachys ocymastrum* , *Torilis nodosa*, *Trifolium angustifolium*.

**La classe II** est représentée par les espèces accidentelles (rares) suivantes : *Ammi visnaga* , *Bellis anua* , *Centaurea eriophora* , *Elaeoselinum* , *Eruca viscaria* , *Erythraea* , *Fraxinus excelsior* , *Hedera helix* , *Hordeum maritimum* , *Papaver hybridum* , *Pistacia atlantica* , *Pistacia lentiscus*, *Rosa canina*, *Sanguisorba minor*, *Salvia argentea*, *Scolymus hispaniscus*, *Sinapis arvensis*, *Thymus ciliatus*.

**La classe III** est représentée par les espèces fréquentes suivantes : *Anagallis arvensis* , *Carduus pycnophalus* , *Ceratonia siliqua* , *Cupressus sempervirens* , *Daucus carota*, *Eucalyptus globulus* , *Helianthemum apperinum*, *Iris* sp, *Lobularia maritima*, *Malva sylvestris*, *Marrubium vulgare*, *Olea europaea* , *Ornithogalum umbellatum* , *Pallenis spinosa* , *Papaver rhoeas* , *Pinus halipensis* , *Plantago albicans* , *Quercus ilex* , *Raphanus raphanistrum* , *Rumex bucephalophorus* , *Ruta montana* , *Scabiosa stellata* , *Sisymbrium officinale*, *Stipa*, *Stipa tenacissima*, *Teucrium polium* , *Trifolium stellatum* .

**La classe IV** comporte les espèces abondantes suivantes : *Asparagus acutifolius*, *Calendula arvensis*, *Convolvulus althaeoides*, *Paronychia argentea*, *Ruta chalepensis*.

**La classe V** est occupée par les espèces très constantes : *Anagallis monelli*, *Asphodelus microcarpus*, *Ballota hirsuta*, *Calycotome spinosa*, *Chaemerops humilis*, *Reseda alba* , *Silybum marianum* , *Urginea maritima*.

Dans notre étude, la rareté des espèces est en relation avec les différents facteurs du milieu (climat, topographie, nature du sol) et l'action anthropozoogène.

Selon Gegout (1995), une espèce devient rare pour trois raisons : elle est caractéristique d'un autre milieu et y est donc par accident ; elle est naturellement rare, sa fréquence est très faible dans toutes les conditions écologiques ; elle a une écologie très étroite ; elle est fréquente dans un très faible éventail de milieux et absente ailleurs.

#### 2.1.5.2. Evaluation des indices de diversité

Caractériser les stations échantillonnées au point de vue diversité est un paramètre essentiel et nécessaire, pour la simple raison que la diversité floristique compte parmi les attributs vitaux d'un éco-complexe (Le Floch & Aronson, 1995).

Afin d'évaluer la diversité floristique de notre zone étude, nous avons calculé la richesse spécifique de chaque station, en utilisant l'indice de diversité de Shannon (ISh) et l'équitabilité (E). Les valeurs de ces deux paramètres sont représentées dans le tableau 14.

**Tableau 14** : Indices de diversité spécifique et d'équitabilité des différentes stations.

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7
<b>NOMBRE D'ESPECES</b>	27	29	61	34	37	24	28
<b>ISH (BIT/INDIVIDU)</b>	1,73	1,92	2,14	1,93	2,06	1,53	1,76
<b>E</b>	0,20	0,23	0,12	0,19	0,18	0,20	0,21

**ISh** : Indice de Shannon (**bit /individu**) ; **E** : Equitabilité

Si nous considérons la composition floristique, nous remarquons que les résultats obtenus sont logiques c'est-à-dire que les stations S3, S5 et S4 avec respectivement 61, 37 et 34 espèces sont plus riches en taxons que les stations S6, S1, S7 et S2 comprenant entre 24 et 29 espèces. L'indice de Shannon révèle une diversité plus importante, variant entre 2,14 ; 2,06 ; 1,92 et 1,93 bit/individu dans les stations S 3, S 5 et S 4 et S 2 respectivement.

Pour Sonke (1998), un indice de Shannon élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces. Ces espèces étant représentées par un petit nombre d'individus.

Par contre si nous considérons l'équitabilité (E), nous remarquons que les stations S1, S6, S7 et S2 présentent des valeurs relativement supérieures (0.20 ; 0.21 ; 0.23) à celles des stations S3 et S5 et S4 avec respectivement (0,12 ; 0,18 et 0,19).

Donc, les écosystèmes qui ont atteint un niveau de maturité et qui ne sont pas soumis à des contraintes perturbatrices ont une équitabilité élevée, de l'ordre de 0,20 à 0,23. Les écosystèmes qui sont dans un état transitoire ou qui sont soumis à un stress ont une équitabilité faible respectivement. Selon Sonke (2003), une équitabilité faible représente une grande importance de quelques espèces dominantes. Ces variations sont liées essentiellement aux pressions anthropozoogène.

### 2.1.5.3. Similarité entre les stations

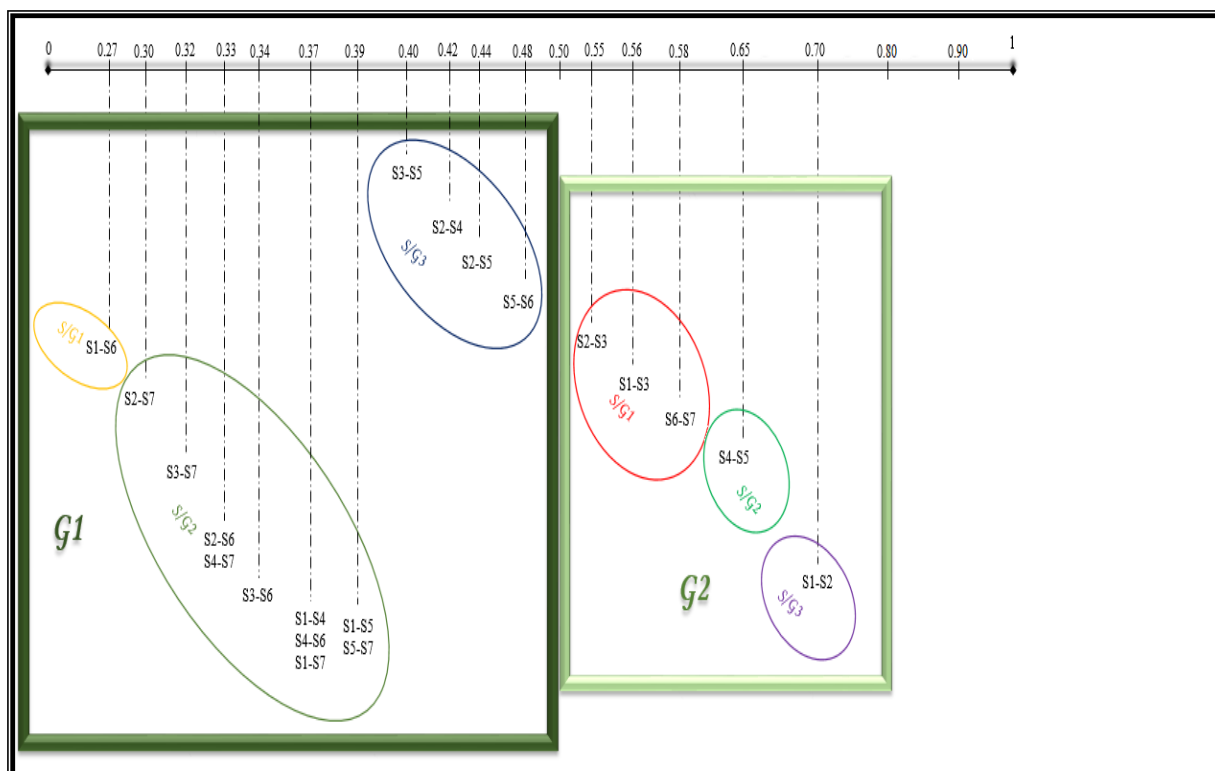
Dans le but de comparer la similarité de la composition floristique des stations échantillonnées, nous avons calculé les coefficients de similitude entre les différentes stations en utilisant l'indice de similarité de Sorensen. Cet indice permet de faire ressortir les groupes de stations présentant des similitudes sur le plan composition floristique.

Les valeurs de l'indice de Sorensen calculées entre les différents couples de stations sont consignées dans le tableau 15.

**Tableau 15** : Coefficients de similitude entre les différentes stations.

Station	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
S1	-						
S2	0,70	-					
S3	0,56	0,55	-				
S4	0,37	0,42	0,34	-			
S5	0,39	0,44	0,40	0,65	-		
S6	0,27	0,33	0,34	0,37	0,48	-	
S7	0,37	0,30	0,32	0,33	0,39	0,58	-

L'indice du groupe **I** varie 0,27 et 0,48, comprenant les couples de stations suivantes : (1-6) , (2-7) , (3-7) , (2-6), (4-7) , (3-6) ,(1-4) ,(4-6) ,(1-7) , (1-5) , (5-7) , (3-5) , (2-4) , (2-5) , (5-6) (fig.20). Ces valeurs sont toutes inférieures à 50 %, ce qui permet de conclure que ce groupe n'appartient pas à la même communauté végétale. Une faible similarité signifie que les stations sont hétérogènes du point de vue composition floristique. Tandis que l'indice du groupe **II** varie entre 0,55 et 0,70 ; il est formé par les couples de stations (2-3),(1-3) ,(6-7),(4-5),(1-2). Ce groupe à une forte similarité, ce qui signifie que ce groupe de stations sont homogènes du point de vue composition floristique.



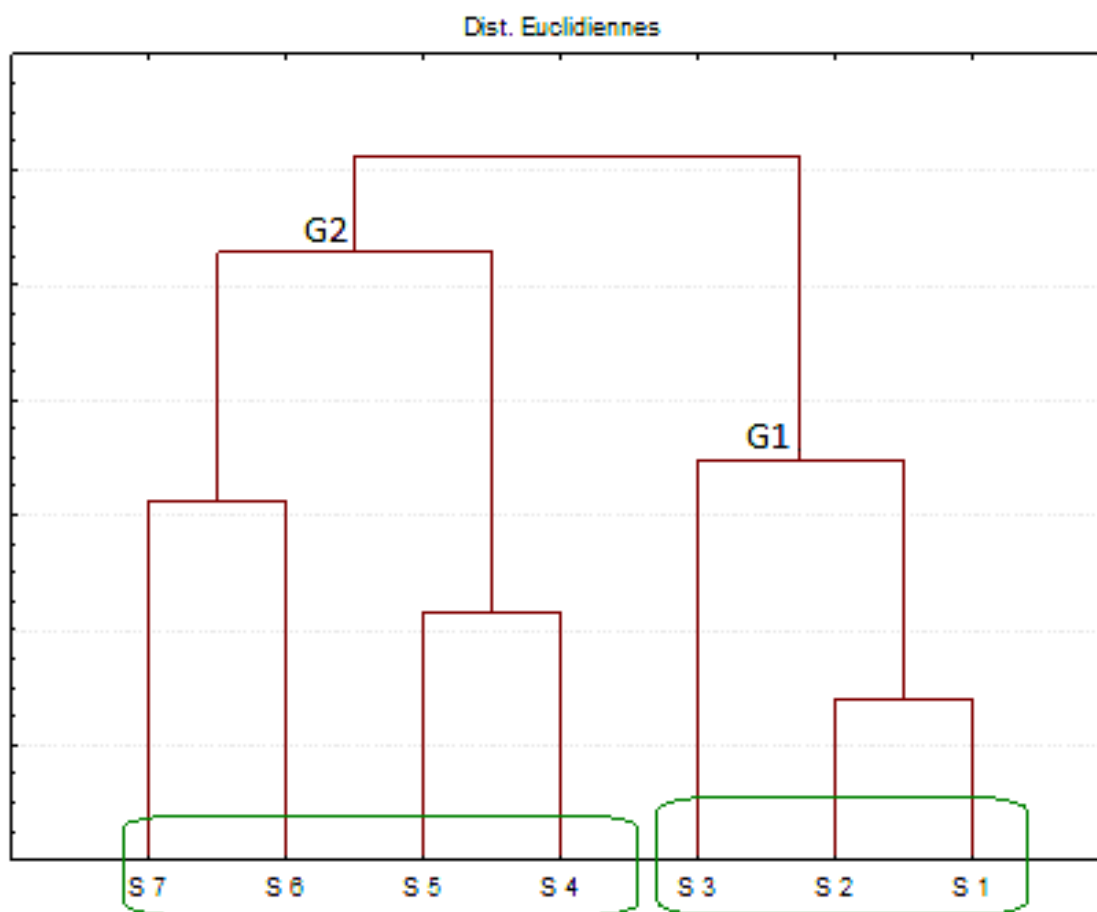
**Figure 20 :** Dendrogramme de Similarité entre les stations.

#### 2.1.5.4. Classification ascendante hiérarchique (CHA)

Pour le traitement de nos données, nous avons utilisé la classification ascendante hiérarchique (CHA) sur la base d'indice de distance euclidienne en utilisant le logiciel statistique (**Statistica 6.0**). Cette classification hiérarchique exécutée sur les sept (07) stations permet de dégager deux groupes (fig. 21).

**Groupe A :** il est formé par les stations S1, S2 et S3. Ces stations sont des garrigues composées notamment d'espèces buissonnantes et herbacées, avec abondance des chaméphytes et des thérophytes représentés notamment par *Chamaerops humilis*, *Calycotome spinosa* et *Urginea maritima*. Au niveau de ces stations, nous notons l'absence totale des strates arborescente et arbustive ; cela est dû probablement à la nature du sol où l'importance de la pente favorise le lessivage, entraînant ainsi l'accumulation de la fraction grossière en surface avec diminution de la teneur en matière organique. La forte teneur en calcaire est due à la nature de la roche mère, qui favorise l'installation d'une végétation à base de chaméphytes et de thérophytes.

**Groupe B** : il est formé par les stations S4, S5, S6 et S7 où les Phanérophytes sont en abondance, tels que : *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Eucalyptus globulus*, *Olea europea*. Ces espèces sont caractéristiques des matorrals des régions méditerranéennes, associées à un nombre important d'espèces buissonnantes et herbacées comme *Asparagus acutifolius*, *Calycotome spinosa*, *Chamaerops humilis*, etc., ayant un fort indice d'abondance-dominance.



**Figure 21** : Dendrogramme de la CHA des relevés effectués.

#### 2.1.5.5. Analyse factorielle des correspondances

L'AFC exécutée dont la matrice est le croisement de l'ensemble des variables retenues, édaphiques et types biologiques des sept stations échantillonnées, a permis d'identifier trois groupes de station. Sur le plan factoriel, l'axe F1 qui apporte l'information statistique la plus importante dans l'AFC (57,67 % d'inertie) comparativement à l'axe F2 (21,53 %), oppose le groupe Gr 1 aux groupes Gr 2 et Gr 3 (fig. 22):

- le groupe Gr 1 est représenté par les stations St 4, St 5, St 6 et St 7 où dominent les phanérophyles (Ph). Ce type biologique vis-à-vis des axes factoriels se voit rattaché notamment à l'altitude la plus élevée (Alt) et aux meilleurs taux de recouvrement de la végétation (Rec), d'humidité du sol (Hu) et de matière organique (Mor).
- le groupe Gr 2 est représenté par les stations les plus dégradées, St 1 et St 3, où dominent les thérophyles (Th). Ce type biologique est corrélé aux argiles, aux taux élevés de calcaire actif et total et à une diversité spécifique importante.
- le groupe Gr 3 est représenté par la station St 2, considérée aussi comme dégradée et où dominent nettement les chaméphytes (Ch), les hémicryptophytes (He) et les géophytes (Ge). Ces types biologiques sont liés essentiellement aux sables grossiers et fins, à la conductivité électrique du sol et à la pente.

La synthèse de l'ensemble de ces données floristiques et pédologiques et leurs traitements statistiques par l'AFC et la CHA, nous a permis de fournir des informations complémentaires sur leur interprétation :

La projection des types biologiques végétaux caractérisant l'ensemble des stations explorées et les paramètres édaphiques évalués sur leurs sols dans le plan F1 / F2 de l'AFC, en tenant compte de leurs contributions, permet de dégager trois grands groupes (Gr 1, Gr 2 et Gr 3):

- le groupe Gr1 est représenté par les stations St 4, St 5, St 6 et St 7 où dominent les phanérophyles. Ce type biologique vis-à-vis des axes factoriels se voit rattaché notamment au taux de recouvrement (Rec : 0,899), à l'altitude (Alt : 0,910), à l'humidité du sol (Hum : 0,522), aux limons (L : 0,953) et à la matière organique (Mor : 0,770) ; il est lié principalement aux espèces suivantes : *Ampelodesma mauritanica* , *Bellis anua* , *Bromus rubens* , *Calycotome intermedia* , *Campanula* sp, *Ceratonia siliqua* , *Chamaerops humilis* , *Crataegus monogyna* , *Cupressus sempervirens* , *Cynoglossum creticum* , *Dactylis glomerata* , *Elaeoselinum* sp ; *Erythraea* sp , *Eucalyptus globulus* , *Foeniculum vulgare* , *Fraxinus excelsior* , *Galium aparine* , *Hedera helix* , *Helianthemum apperinum* , *Marrubium vulgare* , *Olea europaea* , *Phyllarea angustifolia* , *Pinus halipensis* , *Pistacia atlantica* , *Pistacia lentiscus* , *Quercus ilex* , *Raphanus raphanistrum* , *Rosa sempervirens* , *Ruta chalepensis* , *Ruta montana* , *Salvia argentea* , *Silybum marianum* , *Sisymbrium officinale* , *Sonchus tenerrimus* , *Stipa tenacissima* , *Teucrium polium* , *Trifolium angustifolium*.

- Ce groupe d'espèces caractérisent les stations les moins dégradées où prédominent essentiellement par ordre décroissant les phanérophytes, les hémicryptophytes, les thérophytes, les chaméphytes et les géophytes. Cette relation entre ces types biologiques et l'altitude est confirmée par l'AFC. L'effet du gradient altitudinal pris en compte dans cette étude sur la distribution des types biologiques est certainement corrélé avec la variabilité de certains paramètres climatiques locaux, en particulier les précipitations, les températures et l'humidité. Ces paramètres fluctuent avec l'altitude et exercent une action directe sur le comportement de la végétation. Dans ce contexte, les travaux d'El Bouhissi *et al.* (2014) mettent en exergue l'effet du gradient altitudinal sur la variation du comportement phénologique d'*Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv., évoluant dans le même site où est réalisé ce présent travail.
- le groupe Gr 2 est représenté par les stations fortement dégradées (St 1 et St 3) où dominant les thérophytes. Ce type biologique est corrélé aux argiles (Arg : 0,914), à un taux important de calcaire actif (Caa : 0,708) et total (Cat : 0,513).

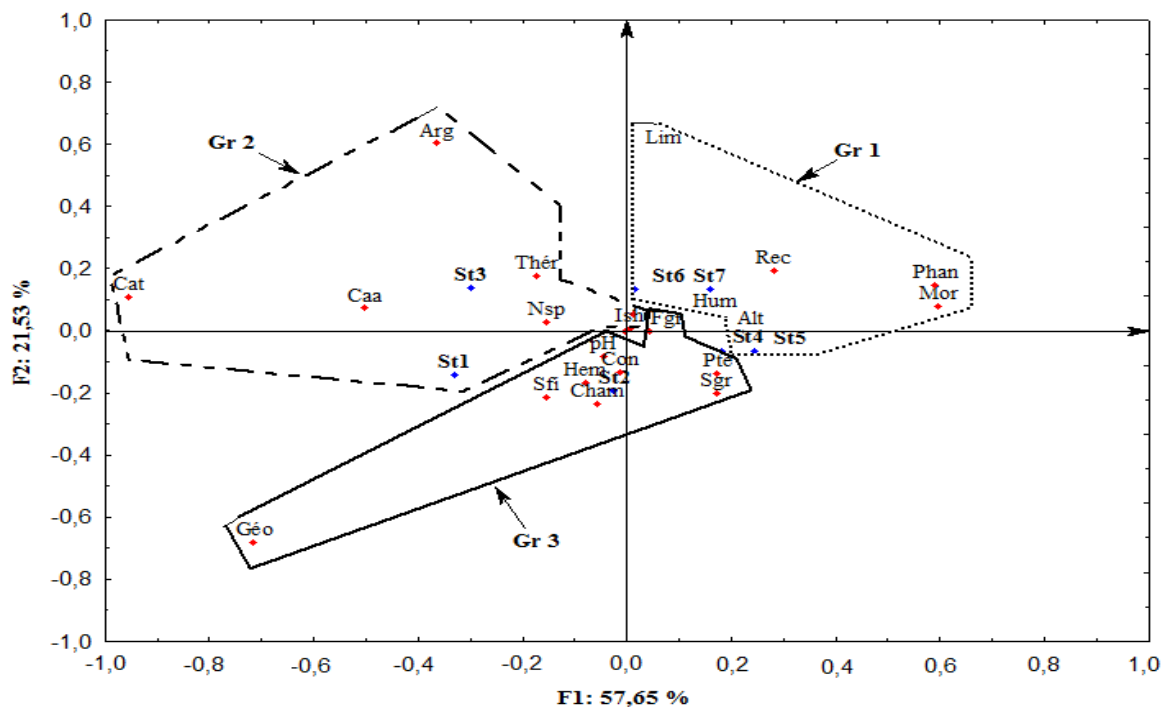
Les espèces rencontrées dans ce groupe sont : *Ajuga iva* , *Ammi visnaga* , *Anagallis arvensis* , *Anagallis monelli* , *Blackstonia perfoliata* , *Brassica alba*, *Calendula arvensis* , *Bryonia dioica* , *Carduus pycnophalus* , *Centaurea acaulis* , *Centaurea eriophora* , *Centaurea pullata*, *Chamaerops humilis* , *Crépis subsp* , *Dactylis glomerata* , *Daphne gnidium* , *Daucus carota* , *Dactylis glomerata* , *Erodium moschatum*, *Eruca visicaria* , *Erythraea* sp, *Hordeum maritimum* , *Lagurus ovatus* , *Linum* sp , *Malva sylvestris* , *Linum* sp , *Lobularia maritima* , *Malva sylvestris* , *Onobrychis argentea*, *Ornithogalum umbellatum* , *Papaver hybridum* , *pallenis spinosa* , *Papaver rhoeas* .

Floret *et al.* (1990) signalent que plus un système est influencé par l'homme (pâturage, culture) plus les thérophytes et les hémicryptophytes prennent de l'importance. Dans notre cas et dans ce groupe, le type biologique le plus important est représenté par les thérophytes, traduisant la forte pression anthropique.

- le groupe Gr 3 est représenté par la station St 2 où dominant nettement les chaméphytes, les hémicryptophytes et les géophytes. Ces types biologiques sont liés aux sables grossiers (Sgr : 0,425), aux sables fins (Sfi : - 0 ,759), à la fraction grossière (Fgr : 0,542), le pH (- 0,566), à la conductivité électrique (Con : - 0,496) et à la pente (Pte : 0,559). Le taux important des chaméphytes dans cette station reflète l'état dégradé de cette dernière.



Les chaméphytes et les géophytes dans les matorrals et les garrigues sont mieux adaptés à l'aridité. Pour Benabadj et Bouazza (2001), les chaméphytes sont mieux adaptés que les phanérophytes à la sécheresse. Ce groupe est issu de la dégradation plus poussée des formations méditerranéennes favorisant l'installation des garrigues où les espèces se développent sur substrat calcaire (Bouazza *et al.*, 2001).



**Figure 22** : Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances.

**Thér** : Thérophytes ; **Phan** : phanérophytes ; **Hem** : hémicryptophytes ; **Cham** : chaméphytes ; **Géo** : Géophytes.

Fgr : fraction grossière ; Sgr : sables grossiers ; Sfi : sables fins ; Arg : argiles ; Lim : limons ; Mor : matière organique ; Caa : calcaire actif ; Hum : humidité ; Con : conductivité électrique ; Rec : recouvrement ; Alt : Altitude ; Pte : pente ; Nsp : Nombre d'espèces, St : Station.

## 2.2. Analyse floristique du versant Nord

Les espèces inventoriées ainsi que leurs nombres de présence ou fréquence d'apparition dans les stations du versant Nord sont listés sur le tableau 16.

**Tableau 16** : Les espèces recensées par station du versant Nord

N°	Espèces	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	Nombre de présence	F %
1	<i>Ajuga iva</i> L.	+	-	-	-	+	+	-	3	III
2	<i>Ammi visnaga</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	2	II
3	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> Bir.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
4	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	-	+	+	+	-	-	+	4	III
5	<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	III
6	<i>Anagallis monelli</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
7	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	-	+	+	+	+	-	5	IV
8	<i>Asphodelus microcarpus</i> Sal & Viv.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
9	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
10	<i>Asteriscus maritimus</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	2	II
11	<i>Avena sterilis</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
12	<i>Ballota hirsuta</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	III
13	<i>Blackstonia perfoliata</i> L.	+	+	+	+	-	-	+	5	IV
14	<i>Briza media</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	2	II
15	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	1	I
16	<i>Bromus rubens</i> L.	-	+	+	+	+	+	-	5	IV
17	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	+	+	+	-	-	-	+	4	III
18	<i>Calendula arvensis</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	III
19	<i>Calendula bicolore</i> L.	+	+	+	-	-	+	+	5	IV
20	<i>Campanula rapunculus</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	1	I
21	<i>Calycotome spinosa</i> Link.	-	-	-	+	-	+	+	3	III
22	<i>Catananche lutea</i> L.	+	+	+	-	-	+	+	5	IV
23	<i>Centaurea acaulis</i> L.	+	+	+	-	+	+	+	6	V
24	<i>Centaurea eriophora</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	5	IV

25	<i>Centaurea pullata</i> L.	-	-	+	+	+	+	+	5	IV
26	<i>Centaureum erythraea</i> Rafn.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
27	<i>Chamaerops humilis</i> L.	+	+	+	-	-	+	+	5	IV
28	<i>Cistus salviifolius</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
29	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.		+	+	+	-	-	+	4	III
30	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+	+	-	-		4	III
31	<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	III
32	<i>Crataegus monogyna</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
33	<i>Chrysanthemum</i> sp.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
34	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	-	+	+	+	+	-	-	4	III
35	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
36	<i>Daphne gnidium</i> L.	+	-	-	+	-	-	-	2	II
37	<i>Daucus carota</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
38	<i>Erodium moschatum</i> L.	+	+	+	+	-	-	+	5	IV
39	<i>Eruca visicaria</i> L.	-	-	+	+	+	+	-	4	III
40	<i>Eryngium maritimum</i> L.	-	-	-	+	+	+	-	3	III
41	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
42	<i>Ferula communis</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	III
43	<i>Filago pyramidata</i> L.	+	-	-	+	+	+	-	4	III
44	<i>Foeniculum vulgare</i> (Mill.) Gaer.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
45	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
46	<i>Galium</i> sp.	+	+	-	-	-	+	+	4	III
47	<i>Helianthemum polyanthum</i> (L.) Mill.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
48	<i>Hordeum maritimum</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	III
49	<i>Hyoseris radiata</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
50	<i>Lagurus ovatus</i> L.	+	+	-	-	+	+	-	4	III
51	<i>Linum strictum</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
52	<i>Linum tenue</i> Desf.	-	+	+	+	-	-	-	3	III
53	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	-	-	-	-	-	+	+	2	II
54	<i>Malva sylvestris</i> L.	+	+	-	-	+	+	-	4	III
55	<i>Malope malacoides</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
56	<i>Marrubium vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V

57	<i>Melica ciliata</i> L.	+	-	+	+	+	+	-	5	IV
58	<i>Micropus bombycinus</i> Lag.	+	+	-	-	+	+	+	5	IV
59	<i>Olea europea</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
60	<i>Olea europea</i> Var. <i>Oleaster</i> Dc.	+	-	+	+	+	-	+	5	IV
61	<i>Ophrys</i> sp.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
62	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
63	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
64	<i>Papaver hybridum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
65	<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	-	+	-	+	+	+	4	III
66	<i>Paronychia argentea</i> Pourr.	+	+	+	-	-	+	+	5	IV
67	<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
68	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
69	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	-	-	+	+	+	-	-	3	III
70	<i>Plantago lagopus</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
71	<i>Plantago ovata</i> Forssk.	-	-	+	+	+	+	+	5	IV
72	<i>Prasium majus</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
73	<i>Quercus ilex</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
74	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	-	-	+	+	+	+	-	4	III
75	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
76	<i>Reseda alba</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
77	<i>Rosa sempervirens</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
78	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	+	+	-	+	+	-	-	4	III
79	<i>Ruta chalepensis</i> L.	+	+	-	-	+	-	-	3	III
80	<i>Ruta montana</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
81	<i>Salvia argentea</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
82	<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	+	+	+	+	-	+	+	6	V
83	<i>Scabiosa stellata</i> L.	+	+	+	+	-	+	+	6	V
84	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	+	+	+	-	+	+	-	5	IV
85	<i>Silene secundiflora</i> Othh.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
86	<i>Silene vulgaris</i> Moench.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
87	<i>Sinapis arvensis</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	III
88	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	-	-	-	-	+	+	+	3	III

89	<i>Stipa tenassicima</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	III
90	<i>Syllibum marianum</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
91	<i>Teucium polium</i> L.	-	+	+	+	+	+	-	5	IV
92	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
93	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	+	+	+	+	+	-	+	6	V
94	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	V
95	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
96	<i>Trifolium stellatum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	V
97	<i>Trifolium tomentosum</i> L.	-	+	+	+	+	+	-	5	IV
98	<i>Urginea pancration</i> (Steinh) Phil.	+	+	+	+	-	-	-	4	III
99	<i>Urtica dioica</i> L.	-	-	+	+	+	+	+	5	IV
100	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	IV
101	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	+	+	-	-	-	-	-	2	II

(+) : Presence

(-) : Absence

### 2.2.1. Caractérisation systématique

Un total de 101 espèces végétales a été noté, réparties sur 38 familles différentes (tab 17, fig. 23). La famille des Astéracées est la plus représentée avec 15 espèces, soit un taux de 15.84 %. Les Poacées sont en second position avec 10 espèces, soit un pourcentage équivalent à 9.90 %, suivies en troisième position par les Lamiacées comportant 8 espèces, soit un taux de 7.92 %, et en quatrième position les familles des Fabacées et Brassicacées avec un taux de 4.95 % (5 espèces), suivies par les familles des liliacées avec un taux de 3.96 % (4 espèces) et les autres familles sont faiblement représentées avec un taux qui varie entre (0.99 % et 2.97%).

Tableau 17 : Répartition des espèces par famille.

Familles	Nombre d'espèces	%
<b>Apiaceae</b>	<b>6</b>	<b>5,94</b>
Asphodelaceae	1	0,99
Arecaceae	1	0,99
<b>Asteraceae</b>	<b>16</b>	<b>15,84</b>
Brassicaceae	5	4,95
Campanulaceae	1	0,99
Caryophyllaceae	3	2,97
Caprifoliaceae	1	0,99
Convolvulaceae	2	1,98
Cistaceae	2	1,98
Cupressaceae	1	0,99
Cucurbitaceae	1	0,99
Dipsacaceae	1	0,99
Fabaceae	5	4,95
Fagaceae	1	0,99
Gentianaceae	2	1,98
Geraniaceae	1	0,99
<b>Lamiaceae</b>	<b>8</b>	<b>7,92</b>
Liliaceae	4	3,96
Linaceae	2	1,98
Malvaceae	2	1,98
Myrtaceae	1	0,99
Oleaceae	4	3,96
Orchidaceae	1	0,99
Papaveraceae	2	1,98
Pinaceae	1	0,99
Plantaginaceae	2	1,98
<b>Poaceae</b>	<b>10</b>	<b>9,90</b>
Polygonaceae	1	0,99
Primulaceae	2	1,98
Ranunculaceae	1	0,99
Resedaceae	1	0,99
Rhamnaceae	1	0,99
Rosaceae	3	2,97
Rubiaceae	2	1,98
Rutaceae	2	1,98
Scrophulariaceae	1	0,99
Urticaceae	1	0,99
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>100%</b>

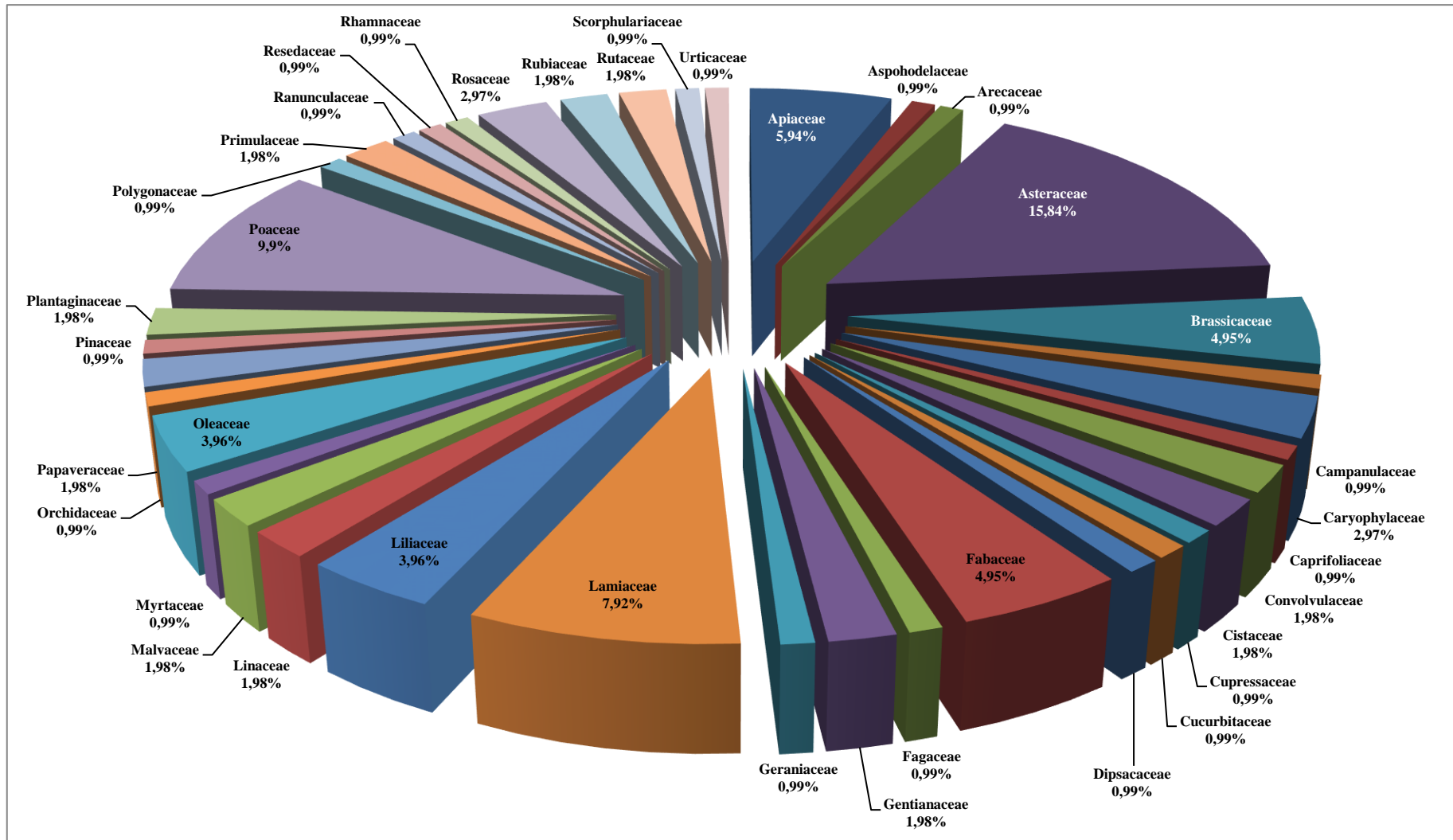


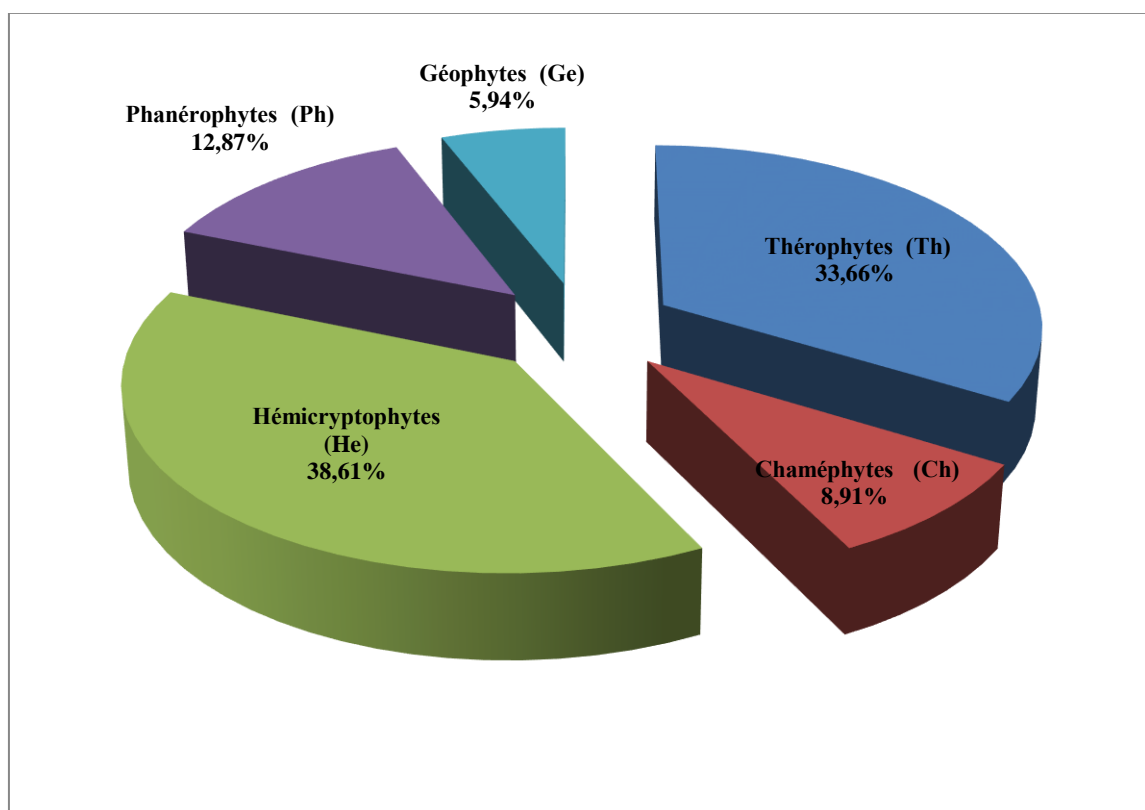
Figure 23 : Spectre global de la diversité taxonomique.

### 2.2.2. Caractérisation biologique

Sur le tableau 18 sont représentées les espèces recensées selon leurs types biologiques correspondants et ce conformément à la classification de Raunkiaer(1934).

**Tableau 18** : Répartition des espèces par type biologique en %.

Types Biologiques	Espèces	%
<b>Thérophytes (Th)</b>	34	<b>33,66%</b>
<b>Chaméphytes (Ch)</b>	09	8,91%
<b>Hémicryptophytes (He)</b>	39	<b>38,61 %</b>
<b>Phanérophytes (Ph)</b>	13	12,87 %
<b>Géophytes (Ge)</b>	06	5,94 %



**Figure 24** : Spectre biologique global



Les 101 espèces recensées sont réparties en 05 types biologiques avec prédominance des hémicryptophytes (38,61 %), suivies des thérophytes (33,66 %) (fig. 24).

Barbero *et al.* (1989) ont confirmé que l'abondance des Hémicryptophytes était expliquée par une richesse en matière organique en milieu forestier et par l'altitude.

L'installation et la prédominance des thérophytes s'expliquent par l'aridité du climat et de l'anthropisation, signalée par de nombreux auteurs (Gounot, 1969 ; Daget, 1980 ; Barbero *et al.*, 1990 ; Mahyou *et al.*, 2010). Ces derniers présentent la thérophytie comme étant une forme de résistance à la sécheresse, ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides.

Plusieurs auteurs soulignent que les thérophytes sont le type biologique qui dépend directement des précipitations (Quézel, 1965 ; Carrière, 1989 ; Akpo et Grouzis, 1992 ; Monod, 1992). D'autres lient leur présence à l'état de la surface du sol (Nègre, 1966 ; Kadi-Hanifi, 2003). Daget (1980) et Barbero *et al.* (1990) soulignent que la thérophytie est une stratégie d'adaptation à la sécheresse. Grime (1977) lie leur présence aux perturbations des milieux.

En troisième position, se placent les phanérophytes avec un taux de 12,87 % suivie par les chaméphytes avec un pourcentage de 8,91 %. L'abondance des chaméphytes est due à leurs traits adaptatifs aux situations d'aridité du site (Floret *et al.*, 1990 ; Danin *et al.*, 1990; Jauffret & Visser, 2003). Comparativement aux thérophytes et aux chaméphytes, l'abondance des hémicryptophytes et des géophytes confirment ainsi leur régression dans les pelouses et les zones steppiques (Henaoui et bouazza, 2012 ; Merioua *et al.* 2013).

Sur le terrain, la dominance des phanérophytes remarquée au niveau des stations (formations forestières) (S 11, S 12, S13, S 14) sont représentées par des forêts claires. Les phanérophytes sont les plus adaptés puisqu'ils ont un système racinaire qui leur permet de rechercher l'eau le long des sols pendant les mauvaises saisons (Lemée, 1954 ; Floret *et al.*, 1990).

Les chaméphytes occupent la quatrième position avec un taux de **8,91 %**. Cette présence s'explique par la bonne adaptation aux conditions du milieu, tels que la sécheresse estivale et à la lumière (Anderson, 1988). Selon Le Houerou (1992), le surpâturage entraîne le développement des chaméphytes.

Les chaméphytes sont généralement adaptés aux conditions des milieux arides (aux basses températures et à l'aridité (Raunkier, 1934) et Floret *et al.* 1990), puisque leur présence durant toute l'année est assurée par le biais de leur physiologie et leurs adaptations anatomique et morphologique (Monod, 1992).

La très faible proportion de géophytes (**5,94 %**) est à mettre en relation avec un climat qui favorise le développement des espèces à cycle court (Aidoud, 1983).

Elles sont considérées par Monod (1992) comme des plantes vivaces arido-passives pour résister à des conditions extrêmes (la sécheresse et les basses températures) en limitant leur croissance ou en l'arrêtant temporairement.

Le schéma général du spectre biologique dans l'ensemble des stations est :

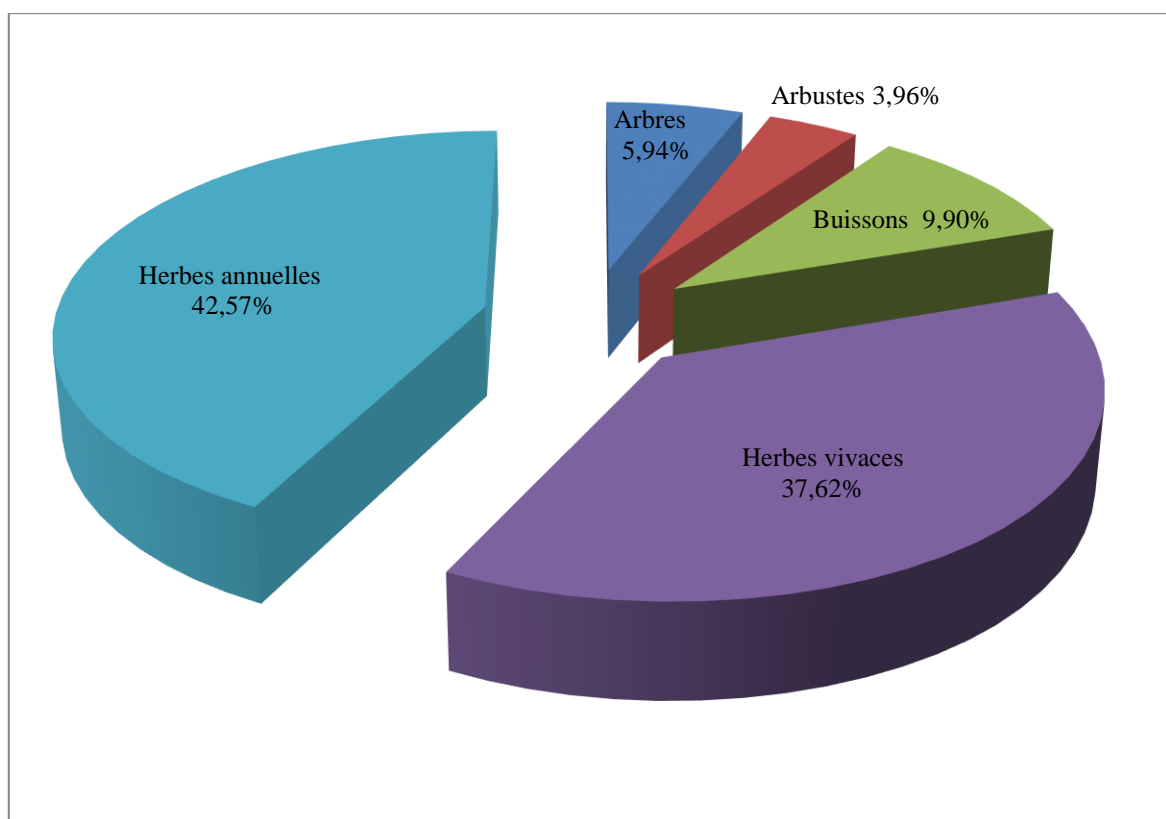
**He>Th >Ph >Ch> Ge**

### 2.2.3. Caractérisation morphologique

Les différents types morphologiques caractérisant la végétation des stations explorées sont représentés dans le tableau 19 et représentés par la figure 25.

**Tableau 19** : Distribution des types morphologiques

Types morphologiques	Nombre d'espèces	Taux (%)
<b>Plantes ligneuses</b>	<b>20</b>	19.81
<i>Arbres</i>	06	5.94
<i>Arbustes</i>	04	3.96
<i>Buissons</i>	10	9.90
<b>Plantes herbacées</b>	<b>81</b>	<b>80.19</b>
Herbes vivaces	38	37.62
Herbes annuelles	43	42.57



**Figure 25** : Distribution des types morphologiques.

Le tableau 19 et la figure 25 montrent une prédominance des plantes herbacées (81 espèces, soit 80,19 %) sur les plantes ligneuses (20 espèces, soit 19,81%). Parmi ces dernières, les buissonnantes sont les mieux représentés (10 espèces, soit 9,90 %). Elles sont suivies des arbres (06 espèces, soit 5,94 %). Viennent ensuite les arbustes (04 espèces, soit 3,96 %). Les herbacées de leur côté, connaissent la prédominance des herbes annuelles (43 espèces, soit 4,57%) sur les herbes vivaces (38 espèces, soit 37,62 %).

#### 2.2.4. Caractérisation phytogéographique

Selon Quézel et Santa (1962), les principales aires de répartition des espèces inventoriées sont illustrées dans le tableau 20.

**Tableau 20** : Phytogéographie des espèces recensées.

Type biogéographique	Nombre d'espèces	Taux %
Méd.Irano.Tour	1	0,99
<b>Méd.</b>	<b>47</b>	<b>46,53</b>
<b>W. Méd</b>	<b>6</b>	<b>5,94</b>
<b>Eur.méd</b>	<b>10</b>	<b>9,90</b>
Sub.cosmp	3	2,97
Canar. Méd.	2	1,98
Canar.eur.Mérid. A-N.	1	0,99
Irano.Tour.	1	0,99
Ibero.Maur.	2	1,98
Paléo.Sub.Trop.	1	0,99
<b>Euras.</b>	<b>9</b>	<b>8,91</b>
Sub.Méd.	2	1,98
Méd.As.	1	0,99
Macaro.Méd.	2	1,98
Cosmp	2	1,98
Paléo.Temp.	2	1,98
Euro.Méd.AN	4	3,96
Austr	1	0,99
Euras. Mérid.	2	1,98
Circumbor.	1	0,99
End.NA	1	0,99

En examinant le tableau 20 et la figure 26, nous constatons que sur les 21 éléments, c'est le type Méditerranéen qui prédomine dans cette formation avec 46,53 %. Le type Euro-méditerranéen vient en deuxième position avec 9,90 % ; suivi de l'élément Eurasiatique avec 8,91 %.

Les autres éléments sont les moins représentées, avec une seule espèce ou deux espèces, soit un taux varie entre 0,99% et 3.96 %).

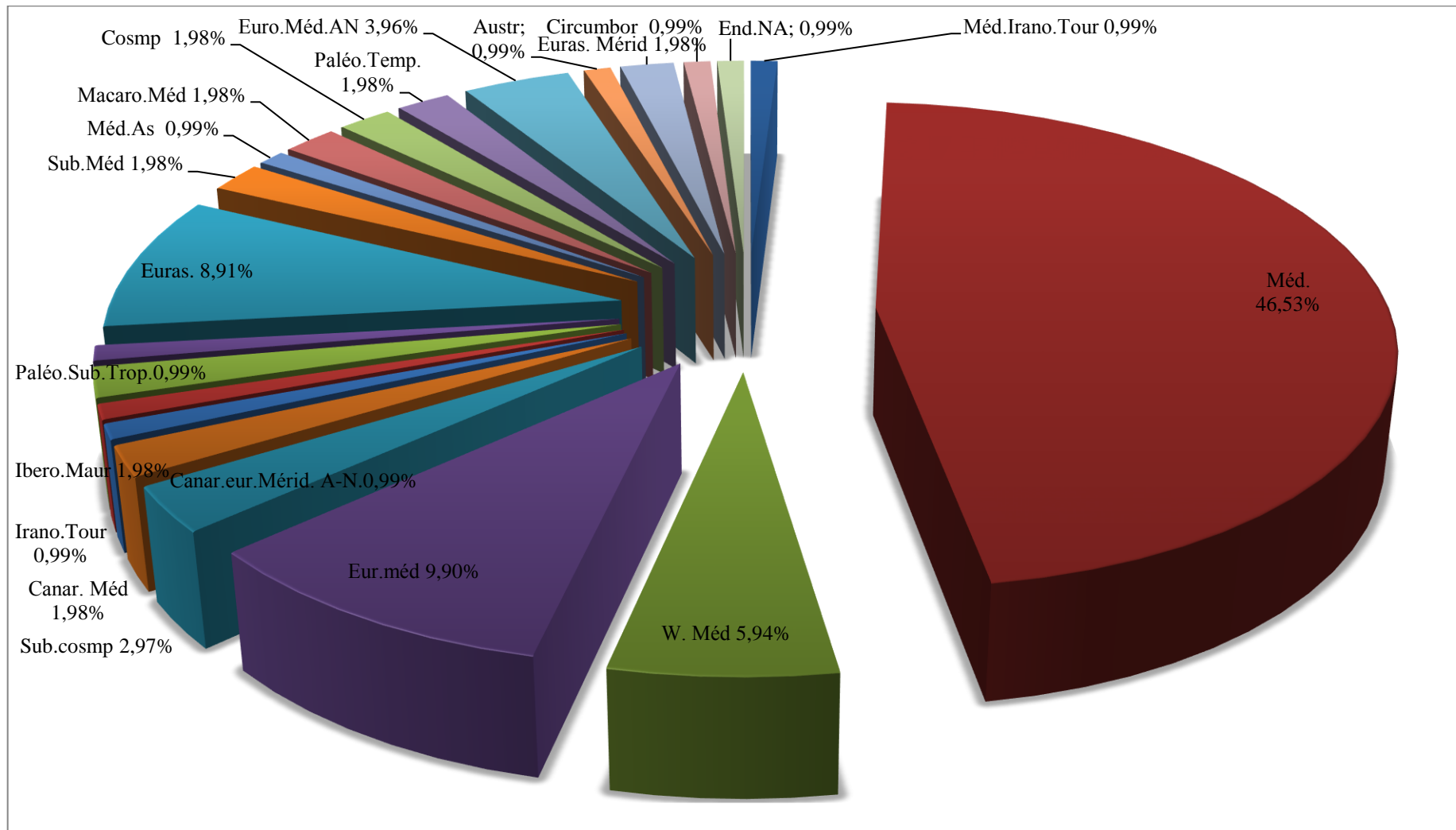


Figure 26 : Répartition des types biogéographique

## 2.2.5. Traitement des données floristiques

### 2.2.5.1. Fréquence d'apparition

Le calcul de la fréquence des espèces recensées sur l'ensemble des stations (tab. 21) a permis de mettre en évidence cinq (05) classes d'espèces :

- ✓ Espèces très rares : 1.99 %.
- ✓ Espèces rares : 5.95 %.
- ✓ Espèces fréquentes : 39.61 %.
- ✓ Espèces abondantes : 29.71 %.
- ✓ Espèces constantes : 22.77 %.

**Tableau 21** : Fréquence d'apparition des espèces recensées

Type d'espèces	Fréquence d'apparition	Nombre	%
Très rares	<b>I</b> $0 < F < 20$	02	1.99
Rares	<b>II</b> $20 < F < 40 \%$	06	5.95
Fréquentes	<b>III</b> $40 < F < 60 \%$	40	39.61
Abondantes	<b>IV</b> $60 < F < 80 \%$	30	29.71
Très constantes	<b>V</b> $80 < F < 100 \%$	23	22.77

**F** : Indice de fréquence.

**La Classe 1** est occupée par les espèces (très rares) suivantes : *Bromus hordeaceus*, *Campanula rapunculus*.

**La classe II** est représentée par les espèces rares suivantes : *Ammi visnaga*, *Asteriscus maritimus*, *Briza media*, *Daphne gnidium*, *Lobularia maritima*, *Ziziphus lotus*.

L'inventaire de ses espèces reste relatif à la période de collecte, aux conditions climatiques de l'année et à leurs utilités médicinales, artisanales et fourragères. Selon **Gégout (1995)**, la rareté d'une espèce est due à plusieurs raisons : elle n'est pas caractéristique du

milieu et s'y trouve accidentellement, naturellement rare et sa fréquence est très faible, soit elle est fréquente juste dans un espace réduit de la zone d'étude où elle est vulnérable.

**La classe III** est occupée par les espèces fréquentes suivantes : *Ajuga iva* , *Anacyclus clavatus* , *Anagallis arvensis* , *Ballota hirsuta* , *Bryonia dioica* , *Calendula arvensis* , *Calycotome spinosa* , *Convolvulus althaeoides*, *Convolvulus arvensis* , *Crataegus oxyacantha* , *Crataegus monogyna* , *Chrysanthemum* sp, *Cupressus sempervirens* , *Eruca visicaria* , *Eryngium maritimum* , *Ferula communis* , *Filago pyramidata* , *Galium* sp, *Helianthemum polyanthum* , *Hordeum maritimum* , *Lagurus ovatus* , *Linum strictum* , *Malva sylvestris* , *Malope malacoides* , *Olea europea* , *Pallenis spinosa* , *Ornithogalum umbellatum* , *Papaver rhoeas* , *Phagnalon saxatile* , *Pinus halipensis* , *Prasium majus* , *Ranunculus arvensis* , *Rosa sempervirens* , *Rumex bucephalophorus* , *Ruta chalepensis* , *Salvia argentea* , *Sinapis arvensis* , *Stachys ocymastrum* , *Stipa tenassicima* , *Urginea pancration*.

**La classe IV** comporte les espèces abondantes suivantes : *Asparagus acutifolius* , *Avena sterilis* , *Blackstonia perfoliata* , *Bromus rubens* , *Calendula bicolore*, *Catananche lutea* , *Centaurea euriophora* , *Centaurea pullata* , *Chamaerops humilis* , *Daucus carota* , *Erodium moschatum* , *Foeniculum vulgare* , *Fraxinus excelsior* , *Melica ciliata* , *Micropus bombycinus* , *Olea europea* Var. *Oleaster* , *Ophrys* sp, *Paronychia argentea* , *Plantago lagopus* , *Plantago ovata*, *Quercus ilex* , *Scolymus hispanicus*, *Silene secundiflora* , *Syllibum murianum* , *Teucrium polium* , *Trifolium campestre* , *Trifolium tomentosum* , *Urtica dioica* , *Verbascum sinuatum*.

Ces deux classes présentent un fort taux d'espèces communes et montrent la banalité et l'homogénéisation du cortège floristique. En effet, en cas d'une dégradation très élevée, on assiste à une homogénéisation du cortège floristique où les annuelles dominent (Jauffret, 2001 ; Jauffret et Lavorel, 2003 ; Tarhouni, 2006).

**La classe V** englobe les espèces très constantes : *Ampelodesma mauritanicum* , *Anagallis monelli* , *Asphodelus microcarpus* , *Asperula hirsuta* , *Centaurea acaulis* , *Centaureum erythraea* , *Cistus salviifolius* , *Dactylis glomerata* , *Eucalyptus globulus* , *Hyoseris radiata* , *Marrubium vulgare* , *Papaver hybridum* , *phillyrea angustifolia*, *Raphanus raphanistrum* , *Reseda alba* , *Ruta montana* , *Scabiosa atropurpurea* , *Scabiosa stellata* , *Silene vulgaris*, *Thymus ciliatus* , *Torilis nodosa*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium stellatum*.

### 2.2.5.2. Evaluation des indices de diversité

Les valeurs des indices de diversité de Shannon (**ISh**) et d'équitabilité (**E**) sont représentées sur le tableau 22.

**Tableau 22** : Indices de diversité spécifique et d'équitabilité des différentes stations.

Paramètre de diversité	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
Nombre d'espèces	32	29	38	27	35	30	24
ISh (bits /individu)	1,66	1,54	1,82	1,55	1,72	1,60	1,45
E	0,17	0.18	0.16	0.19	0.16	0.17	0.20

**ISh** : Indice de Shannon (**bits /individu**).

**E** : Equitabilité

Les indices de diversité de Shannon sur les sept stations étudiées sont variables, allant de 1.45 à 1.82 bits/individu. Cet indice est faible de 1.45 à 1.55 bits/individu, dans les stations S14, S9, S11 qui renferment une diversité spécifique allant de 24 à 29 espèces.

Cet indice est important de 1.60 à 1.82 bits/individu, dans les stations S13, S8, S12 et S10 ayant une richesse spécifique de 30 à 38 espèces. Cette variation est en rapport avec le nombre d'individus de chaque espèce. Donc, un indice de Shannon élevé correspond à des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces représentées par un grand nombre d'individus. Plus la valeur de l'indice de Shannon est élevée, plus la diversité est grande en qualité et quantité.

Par contre si nous considérons l'équitabilité (E), nous remarquons que les stations S8, S13, S9, S11 et S14 présentent des valeurs relativement supérieures (0.17 ; 0.20) à celles des stations S10 et S14 avec respectivement (0,16). Ces variations de l'indice d'équitabilité sont liées essentiellement aux pressions exercées par l'homme et le pâturage (**Sonke, 1998**). Les structures d'abondance relative des espèces déterminent l'équitabilité ou la composante de dominance de la diversité. Une équitabilité faible représente une grande importance de quelques d'espèces dominantes.

L'évaluation de l'équitabilité est utile pour détecter les changements dans la structure d'une communauté et a quelquefois prouver son efficacité pour détecter les changements d'origine anthropique.



2.2.5.3. Similarité entre les stations

Les indices de similarité évalués entre les différentes couples de stations sont consignés dans le tableau 23 et représentés par la figure 27.

Tableau 23 : Coefficients de similitude entre les différentes stations.

Stations	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
S8	-						
S9	0,68	-					
S10	0,65	0,44	-				
S11	0,64	0,82	0,73	-			
S12	0,74	0,84	0,84	0,84	-		
S13	0,41	0,85	0,94	0,81	0,98	-	
S14	0,42	0,45	0,64	0,66	0,71	0,85	-

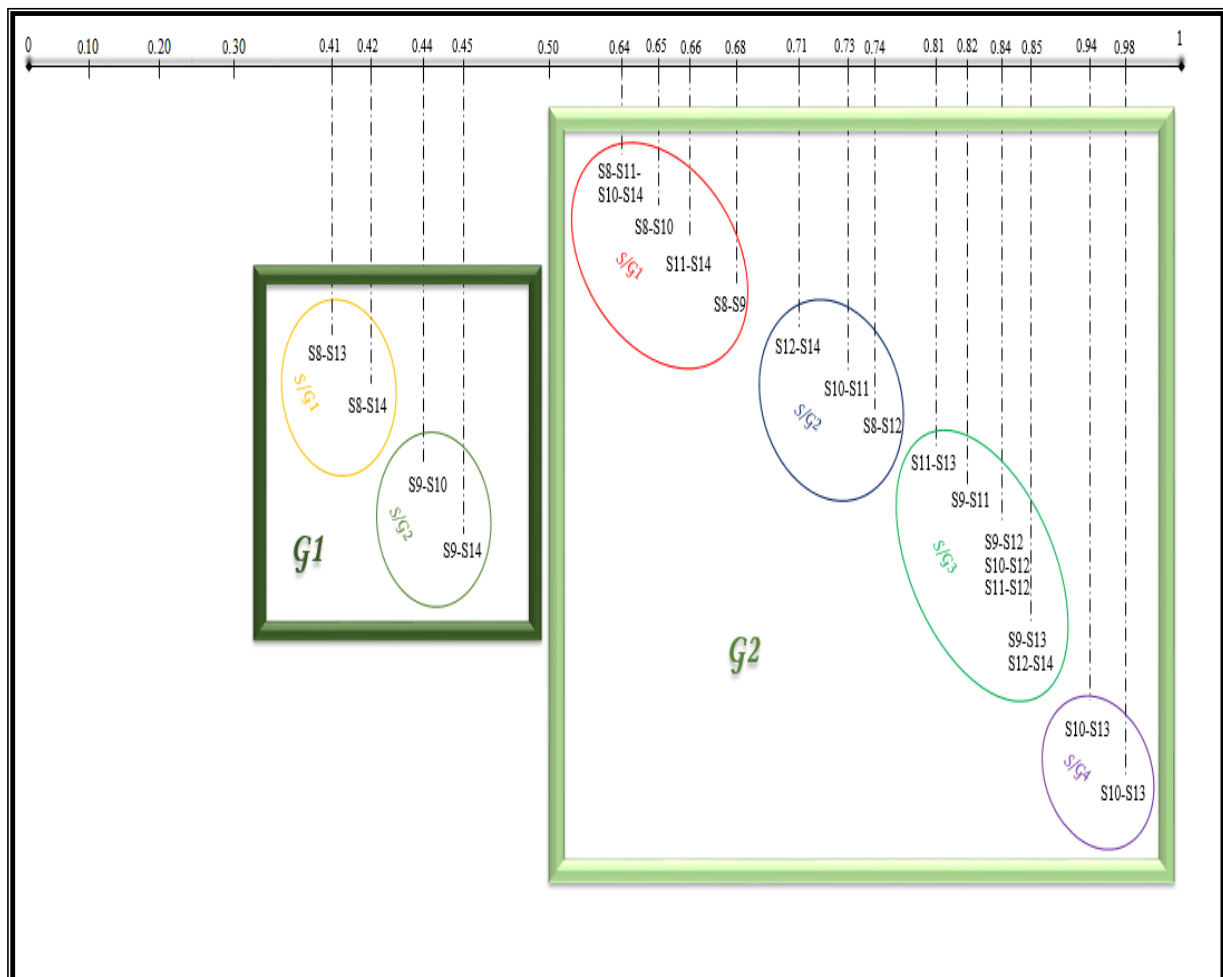


Figure 27 : Dendrogramme de Similarité des stations.

G : groupe

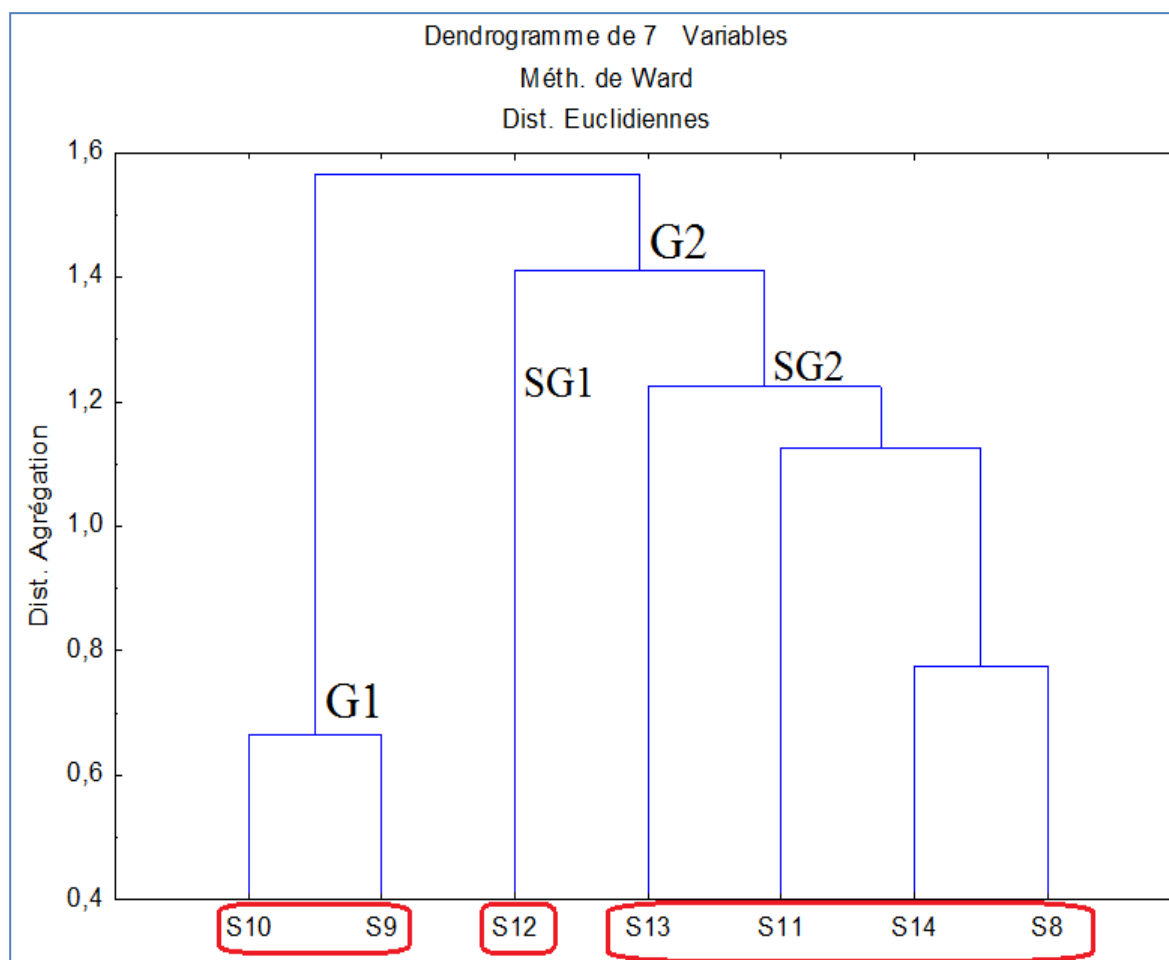
L'indice du groupe **1** est compris entre 0,41 et 0,45 pour les couples de stations suivantes : (8-13), (8-14), (9-10), (9-14). Ces valeurs sont toutes inférieures à 50 %, ce qui permet de conclure que ce groupe n'appartient pas à la même communauté végétale. Ce groupe de stations est hétérogène du point de vue des compositions floristiques et du tapis végétal.

Tandis que l'indice du Groupe **2** varie entre 0,64 et 0,98 pour les couples de stations suivantes : (8-11) , (10-14), (8-10), (11-14), (8-9), (12-14) , (10-11), (8-12), (11-13), (911), (912), (11-12),(9-13), (12-14), (10-13) , (12-13). Ce groupe a une grande similarité floristique, c'est à dire que ce groupe présente une homogénéité du tapis végétal.

#### **2.2.5.4. La classification ascendante hiérarchique (CHA)**

Le dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique (CHA) représenté par la figure 28 traduit la composition floristique des différents groupes, ainsi que l'ordre dans lequel les stations ont été formées, il s'agit de deux principaux groupes :

- **Groupe 1** : il est formé par les stations S9 et S10. Ces stations composées notamment par des espèces buissonnantes et herbacées avec abondance des thérophytes et des hémicryptophytes.
- **Groupe 2** : formé par deux sous groupes :
  - **Sous-groupe 1** : représenté uniquement par S12. Cette station est composée principalement par les espèces de la strate buissonnante, herbacée et arbustive.
  - **Sous-groupe 2** : il est formé par les stations S8, S11, S13, S14. Ces stations composées principalement par les espèces buissonnantes, arbustives et arborescentes.

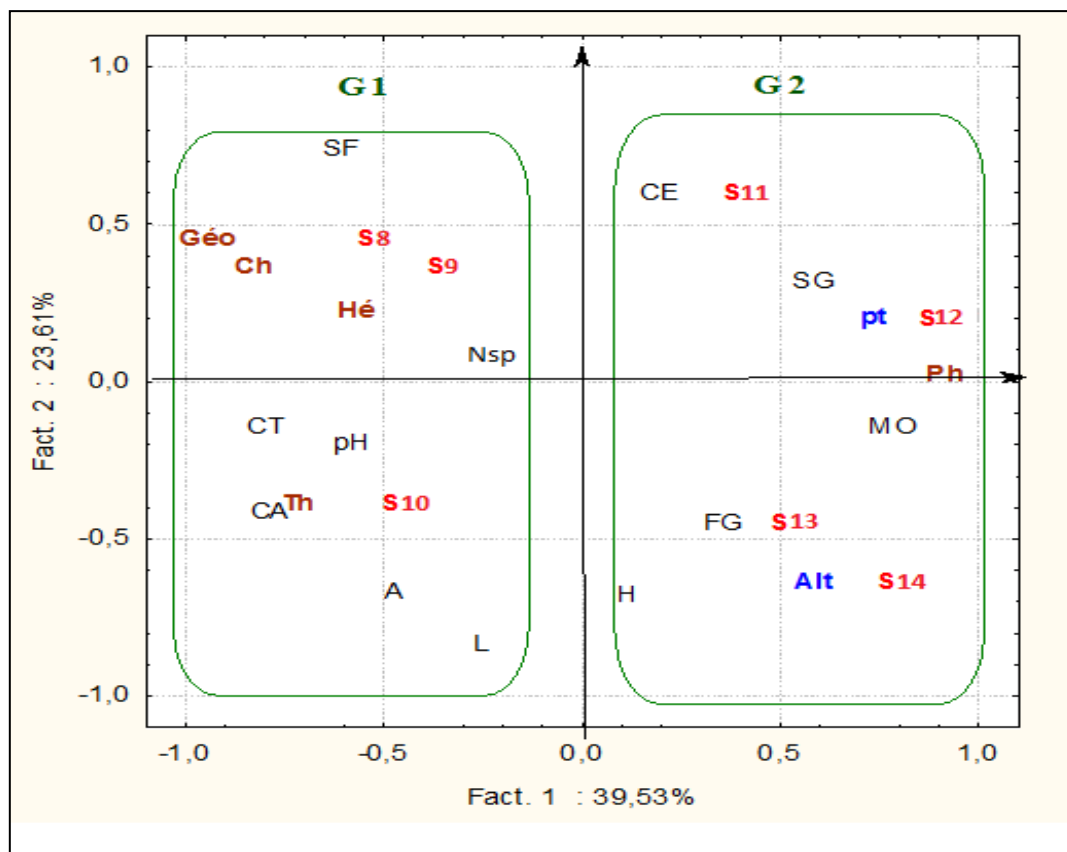


**Figure 28** : Dendrogramme de la CHA des relevés effectués.

**G** : groupe ; **SG** : sous-groupe

#### 2.2.5.5. Analyse factorielle des correspondances

L'AFC exécutée dont la matrice est le croisement de l'ensemble des variables retenues, édaphiques et types biologiques des sept stations échantillonnées, a permis d'identifier deux groupes de stations. Sur le plan factoriel, l'axe F1 qui apporte l'information statistique la plus importante dans l'AFC (39,53 % d'inertie) comparativement à l'axe F2 (23,61 %), oppose le groupe Gr 1 au groupe Gr 2 (fig. 29). Sur la base des contributions que prennent les individus (stations) et les variables (paramètres édaphiques et types biologiques).



**Figure 29** : Représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances.

**Th**: Thérophytes; **Ph**: phanérophytes; **Hé**: hémicryptophytes; **Ch**: chaméphytes; **Géo**: Géophytes.

**FG**: fraction grossière ; **SG** : sables grossiers ; **SF**: sables fins ; **A**: argiles ; **L** : limons ; **MO** : matière organique ; **CA** : calcaire actif ; **H**: humidité ; **CE** : conductivité électrique ; **Alt** : Altitude ; **Pte** : pente ; **Nsp** : Nombre d'espèces ; **St** : Station.

La synthèse de l'ensemble de ces données floristiques et pédologiques et leurs traitements statistiques par l'AFC et la CHA, nous a permis de fournir des informations complémentaires sur leur interprétation :

La projection des types biologiques végétaux caractérisant l'ensemble des stations explorées et les paramètres édaphiques évalués sur leurs sols dans le plan F1 / F2 de l'AFC, en tenant compte de leurs contributions, permet de dégager deux grands groupes (Gr 1, Gr 2) :

**Groupe Gr 1** : Ce groupe est composé par les stations **S 8, S 9 et S 10**. Il est caractérisé par une forte présence des hémicryptophytes, chaméphytes, thérophytes et géophytes (fig. 22).

il est lié principalement aux espèces suivantes : *Asperula hirsuta*, *Avena sterilis*, *Hordeum maritimum*, *Ranunculus arvensis*, *Anagallis arvensis*, *Calendula arvensis*, *Calendula bicolore*, *Papaver rhoeas*, *Raphanus raphanistrum*, *Lagurus ovatus*, *Trifolium angustifolium*, *Trifolium stellatum*, *Trifolium campestre*, *Trifolium tomentosum*, *Ammi visnaga*, *Erodium moschatum*

,*Silene vulgaris*, *Sinapis arvensis*, *Centaurea eriophora*, *Papaver hybridum*, *Centaurea acaulis*, *Blackstonia perfoliata*, *Sinapis arvensis*, *Bromus rubens*, *Bromus hordeaceus*, *Torilis nodosa*, *Eruca viscaria*, *Linum strictum*, *Linum tenue*, *Micropus bombycinus*, *Plantago lagopus*, *Plantago ovata*, *Rumex bucephalophorus*, *Scabiosa stellata*, *Stachys ocymastrum*, *Calycotome spinosa*, *Thymus ciliatus*, *Daphne gnidium*, *Daucus carota*, *Helianthemum polyanthum*, *Cistus salvifolius*, *Lobularia maritima*, *Pallenis spinosa*, *Prasium majus*, *Ajuga iva*, *Anagallis monelli*, *Asphodelus microcarpus*, *Asteriscus maritimus*, *Ballota hirsuta*, *Ampelodesma mauritanicum*, *Briza media*, *Bryonia dioica*, *Campanula rapunculus*, *Catananche lutea*, *Centaurea acaulis*, *Centauria*, *Centaurea pullata*, *Convolvulus althaeoides*, *Convolvulus arvensis*, *Chrysanthemum* sp, *Dactylis glomerata*, *Eryngium maritimum*, *Ferula communis*, *Foeniculum vulgare*, *Galium* sp, *Hyoseris radiata*, *Malva sylvestris*, *Malope malacoides*, *Marrubium vulgare*, *Melica ciliata*, *Paronychia argentea*, *Phagnalon saxatile*, *Reseda alba*, *Ruta chalepensis*, *Ruta montana*, *Salvia argentea*, *Scabiosa atropurpurea*, *Scolymus hispanicus*, *Silene secundiflora*, *Syllibum murianum*, *Teucrium polium*, *Urtica dioica*, *Verbascum sinuatum*, *Filago pyramidata*, *Ophrys* sp., *Asparagus acutifolius*, *Urginea pancration*, *Ornithogalum umbellatum*, *Stipa tenacissima*.

Floret *et al.* (1990) signalent plus un système est influencé par l'homme (pâturage, culture) plus les thérophytes et les hémicryptophytes prennent de l'importance. Dans notre cas, le type biologique le plus important est représenté par les thérophytes, ce qui témoigne la forte pression anthropique. Ce type biologique fait preuve de la résistance aux périodes sèches à forte température.

Les chaméphytes et les géophytes dans les matorrals et les garrigues sont mieux adaptés à l'aridité.

Pour BENABADJ & BOUAZZA (2001), les chaméphytes sont mieux adaptés que les phanérophytes à la sécheresse car ces derniers sont plus xérophiles.

Nous notons que ce groupe présente une affinité avec l'argile (Arg : 0,479)-, limon (L :- 0,263), calcaire actif (Caa :-0,794), calcaire total (Cat :-0,804) et les sables fins (Sfi :-0,617). En conséquence, la conglomération de ces facteurs édaphiques joue un rôle évident sur la gestion des ressources en eau et des différentes capacités hydriques des sols (latreche, 2004).

**Groupe Gr 2 :** regroupe les stations (S 11, S 12, S 13et S 14) constitué essentiellement des espèces de type phanérophytes telles que *Chamaerops humilis*, *Crataegus oxyacantha*, *Rosa canina*, *Rosa sempervirens*, *Pinus halepensis*, *Eucalyptus globulus*, *Olea europea*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus ilex*, *Crataegus monogyna*, *Cupressus sempervirens*, *Fraxinus excelsior*, *Ziziphus lotus*, *Eucalyptus globulus*. Ce groupe d'espèces est corrélé aux

conditions du sol les plus évoluées (taux de la matière organique (Mor : 0,774), Humidité (Hum : 0,103), Fraction grossière (Fgr : 0,574), Conductivité électrique (Con : 0,299), la pente (Pte : 0,846) et ainsi au facteur altitude (Alt : 0,687), Ces type biologiques caractérisent les stations les moins dégradées.

Cette relation entre les types biologiques et l'altitude est confirmée au niveau du plan factoriel. Ainsi, l'étagement des types biologiques en fonction de l'altitude est confirmé dans les travaux de Sauvage (1961), Verlaque *et al.* (2001).

### 3. Indice de perturbation

L'indice de perturbation est de **55,78 %** pour toute la zone d'étudiée (versant sud et Nord), ce qui reflète l'état de dégradation de la végétation. Néanmoins, le versant Nord est moins perturbé avec un indice de perturbation de **42,57%** par rapport au versant sud **46,60%**.

La forte dégradation engendrée par l'action de l'homme est nettement visible (pâturage). Dans ce contexte, Berbero *et al.* (1990) signalent que les perturbations causées par l'homme et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à deux situations de plus en plus sévères allant de la matorralisation jusqu'à la désertification passant par la steppisation.

Ainsi, une perturbation anthropique, forte et chronique, peut diminuer la richesse floristique et induire le remplacement des ligneux par des herbacées annuelles (thérophytisation) et pérennes dont la composition floristique reste fortement liée à l'effet de cette perturbation sur les propriétés du sol (McIntyre et Lavorel, 1994 ; Rodriguez *et al.* 2005). Le phénomène de thérophytisation est bien connu a été démontré en zone méditerranéenne. Il s'agit d'une tendance à l'augmentation de la richesse en thérophytes qui est un corollaire de la dégradation et de la désertification (Chermat *et al.*, 2013).

Ce phénomène a été mis en évidence notamment par Quézel et Barbéro (1992) au Maroc, Aidoud-Lounis (1997) en Algérie et Floret et Pontanier (1982) en Tunisie. Cette thérophytisation est une caractéristique des zones arides. Selon Nègre (1966) et Daget (1980), la thérophytisation est une stratégie d'adaptation vis à vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques.

#### 4. Conclusion

L'analyse du tapis végétal des deux versants, nord et sud, a fait ressortir que notre site d'étude est caractérisé globalement par ce qui suit :

- la prédominance de certaines familles taxonomiques, notamment les Asteracées, les Liliacées, les Lamiacées, les Poacées et les Brassicacées avec des taux de présence différents d'une station à une autre,
- la prédominance des hémicryptophytes et des thérophytes dans l'ensemble des stations choisies, reflétant la dégradation des formations végétales de notre site d'étude. Leurs taux varient d'une station à une autre. Ces variations sont liées essentiellement à un étagement altitudinal lié certainement aux variations locales des paramètres bioclimatiques ainsi qu'aux pressions multiples exercées par l'homme et l'animal (Sauvage, 1961 ; Cherifi *et al.*, 2011). D'après Ellenberg *et al.* (1968), les chaméphytes, les géophytes et les phanérophytes sont fréquents dans les matorrals et sont mieux adaptés à l'aridité.
- sur le plan morphologique, la végétation de nos stations permet de distinguer des formations herbacées, buissonnantes, arbustives et arborescentes mais avec des taux qui varient d'une station à une autre. Ces types de formations végétales sont le résultat de plusieurs facteurs tels que l'intervention de l'homme et son troupeau en exerçant une influence certaine sur la répartition des différents types morphologiques (Floc'h, 2001) et, les changements climatiques favorisant le développement des espèces des strates herbacée et buissonnante (Aboura, 2006). L'accroissement des herbacés est dû à l'envahissement des thérophytes qui sont en général des espèces annuelles. Pour Romane (1987) et Gadrat (1999) : « il ya une bonne corrélation entre les types biologiques et de nombreux caractères phénomorphologiques ».
- Du point de vue biogéographique, les éléments méditerranéen et Eurasiatique sont prédominants ; les autres éléments étant faiblement représentés. Leur présence peut être considérée comme un indice de changement des conditions climatiques dans notre région (Quézel, 1983).

L'inventaire floristique effectué sur les deux versants a permis de signaler la présence de 136 espèces, avec 68 espèces communes. Nous avons noté aussi la présence de 35 espèces différentielles caractérisant le versant sud et 33 espèces le versant nord (Tableau 24).

Tableau 24 : Inventaire floristique des versants sud et nord (espèces communes et différentielles)

N°	Espèces recensées sur les deux versants	Espèces communes au deux versants	Espèces différentielles	
			Espèces du versant Sud	Espèces du versant Nord
1	<i>Ajuga iva</i> L.	<i>Ajuga iva</i> L.		
2	<i>Ammi visnaga</i> L.	<i>Ammi visnaga</i> L.		
3	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> Bir.	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> Bir.		
4	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.		
5	<i>Anagallis arvensis</i> L.	<i>Anagallis arvensis</i> L.		
6	<i>Anagallis monelli</i> L.	<i>Anagallis monelli</i> L.		
7	<i>Anemone</i> sp.		<i>Anemone</i> sp.	
8	<i>Artemisia</i> sp.		<i>Artemisia</i> sp.	
9	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	<i>Asparagus acutifolius</i> L.		
10	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.		
11	<i>Asphodelus microcarpus</i> Sal & Viv.	<i>Asphodelus microcarpus</i> Sal & Viv.		
12	<i>Asteriscus maritimus</i> L.	<i>Asteriscus maritimus</i> L.		
13	<i>Avena sterilis</i> L.			<i>Avena sterilis</i> L.
14	<i>Ballota hirsuta</i> L.	<i>Ballota hirsuta</i> L.		
15	<i>Bellis anua</i> L.		<i>Bellis anua</i> L.	
16	<i>Blackstonia perfoliata</i> L.	<i>Blackstonia perfoliata</i> L.		
17	<i>Brassica alba</i> L.		<i>Brassica alba</i> L.	
18	<i>Briza media</i> L.			<i>Briza media</i> L.
19	<i>Bromus rubens</i> L.	<i>Bromus rubens</i> L.		
20	<i>Bromus hordeaceus</i> L.			<i>Bromus hordeaceus</i> L.
21	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.		
22	<i>Calendula arvensis</i> L.	<i>Calendula arvensis</i> L.		
23	<i>Calendula arvensis</i> L.			<i>Calendula arvensis</i> L.
24	<i>Calendula bicolore</i> L.			<i>Calendula bicolore</i> L.
25	<i>Calycotome intermedia</i> C. Presl.		<i>Calycotome intermedia</i> C.	
26	<i>Calycotome spinosa</i> Link.	<i>Calycotome spinosa</i> Link.		



27	<i>Campanula rapunculus</i> L.			<i>Campanula rapunculus</i> L.
28	<i>Campanula</i> sp.		<i>Campanula</i> sp.	
29	<i>Carduus</i> sp.		<i>Carduus</i> sp.	
30	<i>Carduus pycnophalus</i> L.		<i>Carduus pycnophalus</i> L.	
31	<i>Catananche lutea</i> L.			<i>Catananche lutea</i> L.
32	<i>Centaurea acaulis</i> L.	<i>Centaurea acaulis</i> L.		
33	<i>Centaurea</i> sp.		<i>Centaurea</i> sp.	
34	<i>Centaurea pullata</i> L.	<i>Centaurea pullata</i> L.		
35	<i>Centauria euriophora</i> L.	<i>Centauria euriophora</i> L.		
36	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn.			<i>Centaurium erythraea</i> Rafn.
37	<i>Ceratonia siliqua</i> L.		<i>Ceratonia siliqua</i> L.	
38	<i>Chamaerops humilis</i> L.	<i>Chamaerops humilis</i> L.		
39	<i>Chrysanthemum</i> sp.			<i>Chrysanthemum</i> sp.
40	<i>Cistus salviifolius</i> L.	<i>Cistus salviifolius</i> L.		
41	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.		
42	<i>Convolvulus arvensis</i> L.			<i>Convolvulus arvensis</i> L.
43	<i>Crataegus monogyna</i> L.	<i>Crataegus monogyna</i> L.		
44	<i>Crataegus oxyacantha</i> L.			<i>Crataegus oxyacantha</i> L.
45	<i>Crepis</i> sp.		<i>Crepis</i> sp.	
46	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	<i>Cupressus sempervirens</i> L.		
47	<i>Cynoglossum creticum</i> Miller.		<i>Cynoglossum creticum</i> Miller.	
48	<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dactylis glomerata</i> L.		
49	<i>Daphne gnidium</i> L.	<i>Daphne gnidium</i> L.		
50	<i>Daucus carota</i> L.	<i>Daucus carota</i> L.		
51	<i>Dianthus serrulatus</i> L.		<i>Dianthus serrulatus</i> L.	
52	<i>Diplotaxis</i> sp.		<i>Diplotaxis</i> sp.	
53	<i>Elaeoselinum</i> sp.		<i>Elaeoselinum</i> sp.	
54	<i>Erodium moschatum</i> L.	<i>Erodium moschatum</i> L.		
55	<i>Erodium</i> sp.		<i>Erodium</i> sp.	
56	<i>Eruca visicaria</i> L.	<i>Eruca visicaria</i> L.		
57	<i>Eryngium maritimum</i> L.			<i>Eryngium maritimum</i> L.

58	<i>Erythraea</i> sp.		<i>Erythraea</i> sp.	
59	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill		
60	<i>Ferula communis</i> L.			<i>Ferula communis</i> L.
61	<i>Filago pyramidata</i> L.			<i>Filago pyramidata</i> L.
62	<i>Foeniculum vulgare</i> (Mill.) Gaer.	<i>Foeniculum vulgare</i> (Mill.) Gaer.		
63	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.		
64	<i>Galium aparine</i> L.		<i>Galium aparine</i> L.	
65	<i>Galium</i> sp	<i>Galium</i> sp		
66	<i>Hedera helix</i> L.		<i>Hedera helix</i> L.	
67	<i>Helianthemum appenninum</i> L.		<i>Helianthemum appenninum</i> L.	
68	<i>Helianthemum polyanthum</i> (L.) Mill.			<i>Helianthemum polyanthum</i>
69	<i>Hordeum maritimum</i> L.	<i>Hordeum maritimum</i> L.		
70	<i>Hordeum</i> sp.		<i>Hordeum</i> sp.	
71	<i>Hyoseris radiata</i> L.			<i>Hyoseris radiata</i> L.
72	<i>Iris</i> sp.		<i>Iris</i> sp.	
73	<i>Lagurus ovatus</i> L.	<i>Lagurus ovatus</i> L.	<i>Lagurus ovatus</i> L.	
74	<i>Lagurus ovatus</i> L.			
75	<i>Linum</i> sp.		<i>Linum</i> sp.	
76	<i>Linum strictum</i> L.			<i>Linum strictum</i> L.
77	<i>Linum tenue</i> Desf.			<i>Linum tenue</i> Desf.
78	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.		
79	<i>Malope malacoides</i> L.			<i>Malope malacoides</i> L.
80	<i>Malva sylvestris</i> L.	<i>Malva sylvestris</i> L.		
81	<i>Marrubium vulgare</i> L.	<i>Marrubium vulgare</i> L.		
82	<i>Melica ciliata</i> L.			<i>Melica ciliata</i> L.
83	<i>Micropus bombycinus</i> Lag.			<i>Micropus bombycinus</i> Lag.
84	<i>Olea europea</i> L.	<i>Olea europea</i> L.		
85	<i>Olea europea</i> Var. <i>Oleaster</i> Dc.			<i>Olea europea</i> Var. <i>Oleaster</i>
86	<i>Onobrychis argentea</i> Boiss.		<i>Onobrychis argentea</i> Boiss.	
87	<i>Ophrys</i> sp.			<i>Ophrys</i> sp.
88	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.		

89	<i>Papaver hybridum</i> L.	<i>Papaver hybridum</i> L.		
90	<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papaver rhoeas</i> L.		
91	<i>Paronchya argentea</i> Pourr.	<i>Paronchya argentea</i> Pourr.		
92	<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.		
93	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.			<i>Phillyrea angustifolia</i> L.
94	<i>Pinus halipensis</i> Mill.	<i>Pinus halipensis</i> Mill.		
95	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.		<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	
96	<i>Pistacia lentiscus</i> L.		<i>Pistacia lentiscus</i> L.	
97	<i>Plantago albicans</i> L.		<i>Plantago albicans</i> L.	
98	<i>Plantago lagopus</i> L.	<i>Plantago lagopus</i> L.		
99	<i>Plantago ovata</i> Forssk.			<i>Plantago ovata</i> Forssk.
100	<i>Prasium majus</i> L.			<i>Prasium majus</i> L.
101	<i>Quercus ilex</i> L.	<i>Quercus ilex</i> L.		
102	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	<i>Ranunculus arvensis</i> L.		
103	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.		
104	<i>Reseda alba</i> L.	<i>Reseda alba</i> L.		
105	<i>Rosa canina</i> L.		<i>Rosa canina</i> L.	
106	<i>Rosa sempervirens</i> L.	<i>Rosa sempervirens</i> L.		
107	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.		
108	<i>Ruta chalepensis</i> L.	<i>Ruta chalepensis</i> L.		
109	<i>Ruta montana</i> L.	<i>Ruta montana</i> L.		
110	<i>Salvia argentea</i> L.	<i>Salvia argentea</i> L.		
111	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.		<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	
112	<i>Scabiosa stellata</i> L.	<i>Scabiosa stellata</i> L.		
113	<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.			<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.
114	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<i>Scolymus hispanicus</i> L.		
115	<i>Silene colorata</i> Poir.		<i>Silene colorata</i> Poir.	
116	<i>Silene secundiflora</i> Othh.			<i>Silene secundiflora</i> Othh.
117	<i>Silene</i> sp.		<i>Silene</i> sp.	
118	<i>Silene vulgaris</i> Moench.			<i>Silene vulgaris</i> Moench.
119	<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Sinapis arvensis</i> L.		

120	<i>Sisymbrium officinale</i> L.		<i>Sisymbrium officinale</i> L.	
121	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.		<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	
122	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.		
123	<i>Stipa</i> sp.		<i>Stipa</i> sp.	
124	<i>Stipa tenassicima</i> L.	<i>Stipa tenassicima</i> L.		
125	<i>Syllibum murianum</i> L.	<i>Syllibum murianum</i> L.		
126	<i>Teucrium polium</i> L.	<i>Teucrium polium</i> L.		
127	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.		
128	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner		
129	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	<i>Trifolium angustifolium</i> L.		
130	<i>Trifolium stellatum</i> L.	<i>Trifolium stellatum</i> L.		
131	<i>Trifolium tomentosum</i> L.			<i>Trifolium tomentosum</i> L.
132	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.			<i>Trifolium campestre</i> Schreb.
133	<i>Urginea pancration</i> (Steinh) Phil.	<i>Urginea pancration</i> (Steinh) Phil.		
134	<i>Urtica dioica</i> L.			<i>Urtica dioica</i> L.
135	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	<i>Verbascum sinuatum</i> L.		
136	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.			<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.
<b>Total</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>35</b>	<b>33</b>

## *Chapitre III*

### *Résultats et discussion*

---

A la lumière des résultats obtenus, il ressort sur le plan édaphique que la majorité des sols des stations du site d'étude se distinguent par une structure grumeleuse à polyédrique et par une texture sableuse à équilibrée. L'humidité du sol varie d'une station à une autre, le pH est globalement légèrement alcalin avec une différence très peu significative entre les différents échantillons analysés. Les taux de matière organique sont également très variables, nous y rencontrons des sols riches en matière organique (> 4%), moyennement riches (2 % < MO < 4 %) et des sols très pauvres en matière organique (MO < 1). Les valeurs de la conductivité électrique indiquent des sols non salés dans l'ensemble des stations échantillonnées. Les taux du calcaire total et actif présents dans les échantillons de sol restent très hétérogènes dans la mesure où distinguons la présence des sols non calcaires (< 1 %), peu calcaires (5 à 50 %), des sols moyennement calcaires (25 à 50 %) et enfin des sols excessivement calcaires (50 à 80 %).

La zone d'étude possède un potentiel floristique important, c'est ce qui a été révélé par les inventaires effectués. En effet, 103 espèces ont été recensées sur le versant sud, réparties sur 39 familles botaniques dominées par les Asteracées (14.56 %), suivies par ordre décroissant des Poacées et des Lamiacées (7.77 %) et des Brassicacées (6.80 %).

Le spectre biologique révèle la dominance des hémicryptophytes (34,95 %) et des thérophytes (33,98 %), suivies par les chaméphytes (12.62 %), les phanéropytes (10.68 %) puis les géophytes (7.77 %). Ce spectre biologique est un spectre typique de l'étage bioclimatique semi aride, caractéristique des formations végétales soumises à la sécheresse et à l'action anthropique. Le schéma général du spectre biologique dans l'ensemble des stations est du type : **He>Th >Ch >Ph> Ge**.

Sur le versant nord, un total de 101 espèces végétales a été noté, réparties sur 38 familles différentes. La famille des Astéracées est la plus dominante soit un taux de 15.84 %. Les Poacées sont en seconde position, soit un pourcentage équivalent à 9.90 %, suivies par ordre décroissant par les Lamiacées (7.92 %), les Fabacées et Brassicacées (4.95 %), les liliacées (3.96 %). Les autres familles sont faiblement représentées avec un taux qui varie entre 0.99 % et 2.97 %.

Les 101 espèces recensées sont réparties en 05 types biologiques avec prédominance des hémicryptophytes (38,61 %), suivies par les thérophytes (33,66 %). L'installation et la prédominance des thérophytes s'expliquent par l'aridité du climat et de l'anthropisation. En

troisième position se placent les phanérophytes avec un taux de 12,87 % suivis par les chaméphytes (8,91 %). Sur le terrain, la dominance des phanérophytes est remarquée au niveau de l'ensemble des formations forestières (forêts claires) correspondant aux stations S 11, S 12, S13, S 14. Les chaméphytes occupent la quatrième position avec un taux de 8,91 %, puis les géophytes avec un taux de 5,94 %. Le schéma général du spectre biologique dans l'ensemble les stations du versant nord est un peu près similaire à celui du versant sud. Il est de type : **He>Th >Ph >Ch> Ge.**

Sur le plan morphologique, la végétation de notre zone d'étude (versant su et nord) permet de distinguer des formations herbacées, buissonnantes, arbustives et arborescentes. Ces types de formations végétales sont le résultat de plusieurs facteurs tels que l'intervention de l'homme et de son troupeau, ainsi que les changements climatiques exerçant une influence certaine sur la répartition des différentes classes des types morphologiques.

Du point de vue biogéographique, l'élément méditerranéen est prédominant. Les autres éléments sont faiblement représentés, leur présence peut être considérée comme un indice de changement des conditions climatiques dans notre région.

Le traitement des données obtenues par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et par la classification hiérarchique ascendante (CHA) a fait ressortir l'existence de trois groupes de stations au niveau du versant Sud et deux groupes de stations au versant Nord. Ces groupes diffèrent les uns des autres par leur diversité, par leur richesse spécifiques et par leur état de dégradation. En effet, les groupes comportant les stations dégradées situées en basse altitude, correspond aux hémicryptophytes et aux thérophytes ; alors que les groupes représentés par les stations les moins dégradées, localisées en altitude, présentent une affinité avec les phanérophytes qui sont rattachés aux conditions édaphiques les plus évoluées.

L'indice de perturbation étant de l'ordre de 55,78 % pour toute la zone d'étudiée (versant sud et Nord). Néanmoins, le versant nord est moins perturbé avec un taux de 42.57% par rapport au versant sud (46.60%). L'évaluation de l'indice de perturbation traduit la forte pression anthropozoogène que subissent ces formations végétales. Ceci nous incite à une meilleure connaissance des problèmes et des facteurs de régression de ces groupements pour contribuer à la protection de la phytodiversité de cette région. La conservation de la diversité biologique demande également un engagement et des efforts importants pour relever les défis suivant : arrêt de la dégradation des écosystèmes, restauration des zones dégradées, sauvegarde des espèces menacées d'extinction, utilisation des méthodes non destructives et

des modèles mathématiques dans l'évaluation de la phytodiversité et renforcer la garde forestière pour la lutte contre le défrichement et le surpâturage, et assurer une meilleure protection de ce milieu.

Il est donc très important de réfléchir sur les différents aménagements d'équipement et de sensibilité au sens large, afin de trouver un nouvel équilibre par les moyens mobilisés et le choix des gestions proposées.



- ABOURA R., 2006** - Comparaison phyto-écologique des Atriplexaies situées au nord et au sud de Tlemcen. Mémoire de magister. Univ. Tlemcen, 200 p.
- AFNOR, 1987** - Qualité des sols. Méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises. Paris, 135 p.
- AFNOR, 2004** -Evaluation de la qualité des sols. Méthodes d'analyses chimiques. Recueil des normes françaises. Paris, 461 p.
- AIDOUD A., 1983** - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais. Thèse 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumediene, Alger, 253 p. + Ann.
- AIDOUD A., 2000**-Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. Conférences3. Lab. Écologie Végétale, Univ. Rennes 1.50p.
- AIDOUD-LOUNIS F., 1984** - Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum* L.) des Hauts Plateaux Sud-Oranais : étude phyto-écologique et syntaxonomique. Thèse 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol., H. Boumediene, Alger, 253 p. + Annexes.
- AIME S., 1991** - Etude écologique de la transition entre bioclimat subhumide, semi-aride et aride dans l'étage thermo- méditerranéen du Tell oranais (Algérie occidentale). Doct. Es-sci. Univ. Aix- Marseille III.
- AMRANI M., 1989** –Contribution à l'étude de la mise en valeur des zones steppiques d'EGOR (région de Tlemcen). Mémoire de magister, I. N.E.S. TLEMCEN, 138p.
- AUBERT G., 1978** – Méthodes d'analyses du sol. 2ème édition. Ed. C.N.D.P., Marseille, 199p.
- AXELROD D. I., 1973** - History of the Mediterranean ecosystem in California. In: F. di Castri & H.A Mooney (eds), Mediterranean Type Ecosystems, Origins and Structure. Springer- Verlag, Berlin. 225-277pp.
- BACHIR BOUIADJRA S. E., EL ZEREY W. ET BENABDELI K., 2011.**Étude diachronique des changements du couvert végétal dans un écosystème montagneux par télédétection spatiale : cas des monts du Tessala (Algérie occidentale). J. Physio-Géo, 5 : 211-225.
- BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953**- Saison sèche et indice xérothermique. *Bull.Soc. Hist. Nat.*, Vol 8, 193-239 pp.
- BAIZE D., 1988** - Guide des analyses courantes en pédologie : choix, expression, présentation et interprétation. Ed. INRA, Paris. 172 p.
- BAIZE D., 2001**- Évaluer les contaminations diffuses en éléments traces dans les sols. Ves Journées GEMASCOMIFER, Blois, novembre 2001, p. 281-295.

- BARAKA D., 2008** –Inventaire et caractérisation des plantes médicinales de Djebel Tessala (Wilaya de Sidi Bel Abbes). Mémoire de Magister, Univ .Djillali Liabès, Sidi Bel Abbes. 171p. + Annexes.
- BARBAULT R., 1994** –Biodiversité : dynamique biologique et conservation. Eds.Dunod, Paris. 113p.
- BARBAULT R., 1997** -, Ecologie générale : structure et fonctionnement de labiosphère. 4ème édition Masson, 281 p.
- BARBAULT R. 2000-** Ecologie générale : structure et fonctionnement de labiosphère.5ème édition Dunod,Paris. 326 p.
- BARBERO M. et QUÉZEL P., 1990-** Structure, architecture forestière à sclérophylles et prévention des incendies. *Bull. Eco.*, 20 (1) :7-14.
- BARBERO M., QUEZEL P. et LOISEL R., 1990** - Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12, 194- 215.
- BAUDRY J., 1999-** Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. Paris,Éditions TEC & DOC. 359 p.
- BAYER E., BUTTLER K.P., FINKENZELLER X., GRAU J. 2009-** Guide de la flore méditerranéenne Caractéristiques, habitat, distribution et particularités de 536 espèces. Edition Delachaux, 288p.
- BECAGROM. 2008** -Etude relative à la délimitation et la caractérisation des zones de montagne : Massif montagneux de Trara, Sebaa Chioukh, Berkéche et Tessala. (Wilaya de Tlemcen, Ain Témouchent et Sidi Bel Abbés). *Prospective de l'état des lieux. Phase II.* 144p.
- BELOULA A., 2007** - Inventaire floristique et faunistique au parc de Belezma Batna.Mémoire d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement. Univ. Batna.72p.
- BENABDELI K., 1983** - Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de l'action anthropozoogène sur la végétation dans la région de Télagh (Algérie occidentale). Thèse Doct. 3ème cycle. Aix-Marseille III, 185 p.
- BENABDELI K., 1996** - Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya. Algérie occidentale. Doct. Es-sci., Univ. Djilali Liabès, Sidi BelAbbés. 356p + Annexes.
- BENABDELI K., 1998** - Impact socio-économique et écologique de la privatisation des terres sur la gestion des espaces et la conduite des troupeaux. Cas de la commune de Telagh (Sidi Bel Abbés, Algérie). *Rev. Opt. Médit.* CIHEAM, 185-194 pp.

- BENABID A. 1985-** Les écosystèmes forestiers pré forestiers et prestepiques du maroc diversité, répartition biogéographique et problèmes posés par leur aménagement. Forêt méditerranéenne, 7 (1) : 53-64.
- BENABADJI N., BOUAZZA M., MAHBOUBI A. 2001-**L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, 3 : 269-274.
- BENARADJ A., 2009 -** Mise en défens et remontée biologique des parcours steppique dans la région de Naâma : dissémination et multiplication de quelques espèces steppique. Mémoire de Magister. Fac. *Sci. Nat. et de la Vie*, Univ. Mascara, 229p. *Références bibliographiques*
- BENDAIDA K., 2009 –** Inventaire du genre *Thymus* et caractérisation de son cortège floristique dans les monts de Tessala (Wilaya de sidi bel abbés). Mémoire de magister. Univ. Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès. 171p. + Annexes.
- BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. & QUEZEL P., 1989 -** *Sclerophyllus Quercus* forests of the mediterranean area. *Ecological and ethological significance Bielefelder Okol. Beiter*, 4: 1 – 23.
- BARBERO M., QUEZEL P. et LOISEL R., 1990 -** Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne*, 12, 194, 215.
- BENNAOUM Z. et BENHASSAINI H., 2017-** Autoécologie et place des espèces du genre *Ruta* dans les formations végétales en Algérie nord-occidentale. *ecologia mediterranea*, 43 (1) :19-35.
- BESSAM F., MEHDADI Z., LIZARD G., DJELLOULI R., 2016 -** Study of the antioxidant activity of the extracts of the achenes of *Sylibum marianum* L. *Journal of Biochemistry International*, 3(2): 63-72
- BLANC L., 2000 –**Données spatio-temporelles en écologie et analyse multi tableaux : examen d'une relation. Thèse Doc., Univ. Claude Bernard. Lyon I, 266p. + Annexe.
- BLONDEL J., 2005 -**Biodiversité et sciences de la nature. In P. Marty *et al.* Eds. CNRS éditions, Paris, 23-36.pp.
- BNEDER, 1990-** Etude d'aménagement et développement des zones de montagne de la Wilaya de Sidi Bel Abbés : perspectives de développement des exploitations agricoles des zones Nord. Rapport, 63p.
- BOTTNER P., 1981-** Evolution des sols et conditions bioclimatiques méditerranéennes. *Ecologia Mediterranea*. Tome VIII. Fasc.1/2, Marseille, 115-134 pp.
- BONNIER G. & DOUIN R., 1990 -**La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier. Edition Belin, 400p.

- BOUKLIKHA M., 2001** -Essai d'améliorations édaphiques des sols argileux pour une occupation optimale (cas du versant sud du Tessala, Sidi Bel Abbés). *Mém. Mag. Univ. Djilal Liabes*, Sidi Bel Abbés, p : 79.
- BOUAZZA M., MAHBOUBI A., LOISEL R. & BENABADJI N., 2001** - Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie – Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 22(2) : 130-136.
- BOUAZZA M. ET BENABADJI N., 2010** - Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. *Changements climatiques et biodiversité*. Vuibert-APAS. Paris, 282p.
- BOUALLALA M. 2006**- Contribution à l'étude phytoécologique des écosystèmes : cas du Djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama). Mémoire de Magister, Fac. Sci., Département de Biologie. Univ. Oran Es-Sénia. 90 p.
- BOUDY P, 1955** - Economie forestière Nord-africaine T : 4. description forestière del'Algérie et de la Tunisie Ed. Larousse, 453p.
- BOUGUENNA S., 2010**- Diagnostic écologique, mise en valeur et conservation des pineraies de *Pinus halepensis* de la région de Djerma (Nord-est du parc national de Belezma, Batna). Mémoire de magister .Univ . Batna.144p.
- BOUKLIKHA M., 2001**-Essai d'amélioration édaphique des sols argileux pour une occupation optimale. (Cas du versant sud de Tessala, Sidi Bel Abbes). Mémoire demagister .Univ .Djillali Liabes, Sidi Bel Abbes,79p .
- BOUTERFAS K., 2011**- Etude de *Marrubium vulgare* L. des monts de Tessala : Autoécologie histologie, quantification de quelques polyphénols et évaluation dupouvoir antibactériens des flavonoïdes. Mémoire de magister. Univ .Djillali Liabes, SidiBel Abbes.219p.
- BOUTERFAS K., MEHDADI Z., LATRECHE A ET CHERIFI K., 2013**- Autoécologie du Marrube blanc (*Marrubium vulgare* L.) et caractérisation de la biodiversité végétale dans le Djebel de Tessala (Algérie nord-occidentale). *Ecologia mediterranea*, .39 (2) : 39-57.
- BOUTERFAS K, MEHDADI Z, ELAOUFI MM, LATRECHE A, BENCHIHA W.2016**- Antioxidant activity and total phenolic and flavonoids content variations of leaves extracts of white Horehound (*Marrubium vulgare* Linné) from three geographical origins. *Ann Pharm Fr.* 74 (6):453-462.

- BOUTERFAS K., MEHDADI Z., ELAOUFI MM., AOUD L., LATRECHE A., BENCHIHA W. 2018-** In vitro antibacterial activity of flavonoids extracts from three Algerian horehound (*Marrubium vulgare* L.) leaves. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 18 (1) :59-66.
- BOUZIDI MA. , LATRECHE A., ATTAOUI I., MEHDADI Z. et BENYAHIA M., 2009** - Caractérisation des matorrals et des garrigues à *Urginea pancration* Phil. Dans le Djebel Tessala (Algérie occidentale).Géographie physique et environnement, (3) : 131-149.
- BRAUN-BLANQUET J., 1952** – Phytosociologie appliquée. Comm. S.G.M.A. n° 116.**BRAUN-BLANQUET J. 1975-** Phytosociologie. Ed. 2, 631. *Spring, Vienne*, Autrich.631p.
- BURNIE G., FORRESTER S., GREIG D., GUEST S., 2010** - Botanica - Encyclopédie de botanique & d'horticulture. Edition HF ULLMANN, 1020p.
- CHAUMONT M., & PAQUIN C., 1971-** Carte pluviométrique de l'Algérie. *Bull. Soc.Hist. Nat. Afr. Nord*.24P + 1 carte.
- CHAUVET M. & LOUIS O., 1993-** *La biodiversité - Enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine génétique*. Paris, Le Sang de la Terre. 415 p.
- CHERIFI K ET BOUZIDI M.A., 2008** -Approche préliminaire d'étude d'impact du surpâturage dans les monts de Tessala (Wilaya de Sidi Bel Abbes), *Colloque international «Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives»*.
- CHERIFI K., MEHDADI Z., LATRECHE A. & BACHIR BOUIADJARA S.E.,2011-** Impact de l'action anthropozoogène sur l'écosystème forestier du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Sécheresse*, 22 (3) : 197–206.
- CHERIFI K., MEHDADI Z., ELKHIATI N., LATRECHE A., RAMDANI M., 2017-** Floristic Composition of the Mountainous Massif of Tessala (Algerian West): Biodiversity and Regressive Dynamics of the Forest Ecosystem. *Journal of Materials*, 8(9) : 3184-3191.
- COSSON E., 1853** - Rapport sur un voyage botanique en Algérie d'Oran au Chott Chergui. Extr. Ann. Sci. Nat., 3ème sér. , XIX, Masson, Paris, 1-60pp.
- DADACH M., MEHDADI Z., 2016** - Testing the effect of temperature and salinity on germination behavior of *Thymus fontanesii* Boiss. & Reut. *Revue. Advances in Natural and Applied Sciences*, 10(4): 372-379.
- DADACH M., MEHDADI Z., ADJOUJ A., 2018-** Evaluation of the Tolerance to Temperature and Salinity on Seed Germination of Three Lamiacea from Algerian Scrubland. *Revue Advanced Research in Life Sciences*, 2(1) : 11-15.
- DAGET, J., 1976-** Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris. 172 p.

- DAGET, PH., 1977-** Le bioclimat Méditerranéen. Caractères généraux, mode de représentation. *Végétation* 34 : 1-20.
- DAGET PH., 1980** –Un element actuel de la caractérisation du monde méditerranéen :leclimat.His.Scién.Nat.Monpellier . 101-106 pp.
- DAGET, PH., 1980** - Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes). Actes du colloque D'écologie théorique, E.N.S, Paris : 89-144.
- DAGET P., 1982-** Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. Ed :Masson, collection d'écologie 18, Paris, N.Y., 163p.
- DAHMANI M., 1984-** Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercusrotundifolia* Lamk.) Des monts de Tlemcen (Ouest algérien) .Approches phytoécologiques et phytosociologiques .Thèse Doc.3 éme cycle .Univ. Alger.286p.
- DAHMANI M., 1997-** Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertesD'Algérie. *Ecologia Mediterranea*. XXII (3/4): 19-38.
- DAJOZ R., 1982** - Précis d'écologie. 4e éd. rev. et augm. 503p.
- DANIN, A., ORSHAN, G., 1990** - The distribution of Raunkiaer life forms in relationto the environment. *Journal of Végétation Science* (1), 41- 48.
- DELLAOUI, 1952-** Géologie des monts de Tessala. Édit. SÉDES, Paris, 385 p.
- DEVINEAU J.L., 2001** -Les espèces ligneuses indicatrices des sols dans des savanes et jachères de l'Ouest du Burkina Faso. *Phytocoenologia*, pp. 325-351
- DIBI H ; ADOU C Y ; N'GUESSAN K E ; KONE M ET CHARLES Y ,2008-**Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de laCôte d'Ivoire. *Revue. Afrique SCIENCE* 04(3) :552 – 579.
- DJEBAILI S., 1984-** Steppe algérienne : phytosociologie et écologie .Ed .O.P.U.Alger.171p.
- DJENNANE A., MAHROUG S., 2018-** Phytochemical Screening And Comparative Analysis Of Bioactive Phenolic Compounds Composition Of *Lobularia Maritima* L. Grown In Two Different Locations In The Western Algeria. *Journal of Biochemistry International*, 5(1) : 9-16.
- DONGMO D M., 2002** - Etudes floristiques et ethnobotaniques dans un village de la zone Forestière du Cameroun: cas de NKolbibanda. Master thesis.62 p. + Annexe.
- DSA, 1991-** Etude d'aménagement et développement des zones de la Montagne de la Wilaya de Sidi Bel Abbés.
- DUCHAUFFOUR PH., 1968-** L'évolution des sols : Essais sur la dynamique des profils .ED. Mass. Paris.64p.



- DUCHAUFOR P., 2001** – Introduction à la science du sol : sol : végétation, environnement. 6<sup>ème</sup> Edition. ED. Dunod. Paris .331p.
- EL BOUHISSI M., MEHDADI Z., EL ZEREY W., 2014** - Contribution à l'étude de la biodiversité floristique dans un écosystème montagneux Cas de versant sud de monts de Tessala (Algérie occidentale). *MEDITERRANEA*. 25: 53-89.
- EMBERGER L., 1939** – Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytosociologique du Maroc au 1/500000. Verof.Geobot.Inst .Rubel Zurich,(14).et Mém.Sci.Nat. Maroc. I.S.C., Rebat40-157pp.
- EMBERGER L., 1954**- Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab.Bot. Géol. Zool.* Univ. Montpellier, série Bot., n°7: 3-43pp.
- ELLENBERG H., MUELLER A & DOMBOIS D., 1968** –Akey to RAUNKIAERplant ufee forms with revised. Subdivision.Ber. Geobot. Inst. ETH.Stiftg. Rube, Zurich,37. pp:56-73.
- FAO. 1993**- Committee on Mediterranean Forestry Questions. *Silva Mediterranea*, 81p.
- FAO, 1993** - Projet de développement des monts de Beni-Chougrane: étude de diagnostic des systèmes de production. 96p.
- FAO 1996**- L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique. Rapport FAO, FOSA, 60 p.
- FAURIE C., FERRA Ch., MEDORI P., DEVAUX J. & HEMPTIENNE J-L. 2003**- Ecologie, Approche scientifique et pratique. 5<sup>ème</sup> édition, Ed. Tec & Doc (Lavoisier), 407 p.
- FAYOLLE A., 2008** -Structure des communautés de plantes herbacées sur les grands causses : stratégies fonctionnelles des espèces et interactions interspécifiques. PhD, Sup Agro Montpellier.
- FERCHICHI A. et ABDELKEBIR S., 2003** - Impact de la mise en défens sur la régénération et la richesse floristique des parcours en milieu aride tunisien. *Revue Sécheresse*. Vol.14, Numéro 3, 181-187.
- FERKA ZAZOU N., 2006** - Impact de l'occupation spatio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème Forestier. Cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi bel abbés, Algérie. Mémoire de magister .Univ .Tlemcen .164p.
- FERTOUT N., 2008** –Etude de la flore adventice des agro systèmes céréaliers de la région de Tessala. (Wilaya de Sidi Bel Abbès). Mémoire de magister. Univ. Djilali Liabès (SBA). 123p.+ Annexes.
- FERTOUT-MOURI N., LATRECHE A., MEHDADI Z., TOUMI-BENALI F et KHALED., M. B., 2016**- Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Teucrium polium* L. du mont de Tessala (Algérie occidentale), 15(6) : 346–353.

- FLAHAULT C.H., 1906** - Rapport sur les herborisations de la société de l'Oranie. Bull. Soc Bot. Fan. p:54-170.
- FLORET C, GALAN M.J., LE FLOC'H, E, ORSHAN G. & ROMANE F., 1990** -Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation. J. Veg. Sci. 1: 71-80.
- FRONTIER S., 1983** -L'échantillonnage de la diversité spécifique. In Stratégie d'échantillonnage en écologie, Frontier et Masson édit., Paris (Coll. D'Ecologie), XVIII + 494 p.
- GRIME. J. P., 1977** -Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory. The American Naturalist. V.111 (1982): 1169-1194.
- FRONTIER S., D. PICHOD-VIALE.** 1990. Ecosystèmes, structure, fonctionnement, évolution. Edition : PARIS : MASSON.
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D., LEPRÊTRE A., DAVOULT D. & LUCZAK Ch. 2004**- Ecosystèmes, Structure, Fonctionnement, Evolution. 3e édition, Ed. Dunod, Paris, 549p.
- GAERTNER J C. ,2007** - les principaux outils statistiques en écologie : 8-17-
- GRALL J., HILY C., 2003** - Traitement des données stationnelles (faune). - I. Reben. Rennes : Ifremer, 76 p.
- GAUSSEN H ; LEROY J.-F ;. OZENDA P., 1982** -Précis De Botanique. 2- Végétaux Supérieurs. Editions Masson, 592p.
- GRALL J., HILY C., 2003** -Traitement des données stationnelles (faune). - I. Reben. Rennes : Ifremer, 76 p.
- GEGOUT J.-C., 1995** - Étude des relations entre les ressources minérales du sol et la végétation forestière dans les Vosges. — Nancy : Université de Nancy I, 325 p. (Thèse).
- GOUSSANEM M., 2000**-Etude prospective du secteur forestier en Afrique(**FOSA**) .Rapport de stage.4-5 pp.
- GUILLEM J L., 1969** - Une méthode de mise en évidence des groupes écologiques appliquée aux terres cultivées du bas –Langdoc.IIIème Coll. Biol. Des mauvaises herbes, 99p.
- GUNDERSON, L.H., HOLLING, C.S., 2002** - Understanding Transformations in Human and Natural. Systems, Washington, London, Island Press. (12):261-269.
- HAKMI Z., MEHDADI Z., CHERIFIK., AISSAT A., 2018**- Habitat characterization of *Aristolochia baetica* L. in Tessala Mount, Western Algeria. *Short Communication: Biodiversitas*, 19: 1632-1641.



- HENAOUI S. EL-A., BOUAZZA M., 2012** - The current state of the plant diversity in the Tlemcen region (Northwest Algeria). *Open Journal of Ecology*. V. 2 (4): 244-255.
- HENGEVELD, R., 1990** - Dynamic biogeography. Cambridge: Cambridge University Press. 250p.
- JH CHRISTENSEN, B HEWITSON, A BUSUIOC, A CHEN, X GAO., 2007** - Climate Change: The Physical Science Basis. University Press, Cambridge, Chapter 11, pp. 847-940.
- JAMAL B et ALLAL D., 2004** - Contribution à la connaissance de la flore vasculaire de la forêt de l'ACHACH, Plateau central (MAROC). *Malaga. Acta botanica malacitana*. (92) :23-41.
- JAUFFRET S., VISSER M., 2003** - Assigning plant life histories to better qualify arid land degradation in Presaharian Tunisia. *Journal of Arid Environments* 55:1-28
- KAABACHE M. 1995-** Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Doc. Phytoso*. Camérino, Italie. (15) : 235-251.
- KADI-HANIFI, H., ACHOUR, H., 1998** - L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relation milieu végétation, Dynamique et perspectives d'avenir. Thèse. Doct. Es science. U.S.T.H.B. Alger, 270 p.
- KADI-HANIFI, H. (2003)** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Revue sécheresse*, 14, 169-179.
- KADIK B ., 1984** - Contribution à l'étude phytoécologique et dynamique des pinèdes de *Pinus halepensis*. Mill. De l'Atlas Saharien. Thèse Doct. Etat, Univ.H. BOUMEDIENE, Alger.
- KHELIFI H. & SADKI N., 1994** - Esquisse géobotanique des régions de Collo, Skikda, et Annaba (Nord-Est algérien). Colloques Phytosociologiques XXIII. Bailleul 594- 615pp.
- KIKKEN R., 1962** - *Géologie et stratigraphie des monts de Tessala*. Édité. FOUQUET, Oran, 220 p.
- LAMOTTE M., 1962** : Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire. Masson, Paris, 139-162.
- LARRERE, R., LARRERE, C., 2009**, Du « principe de naturalité » à la « estimation de la biodiversité », in : Larrière, R., Lizet, B., Berlan-Darqué, M., *Histoire des parcs nationaux. Comment prendre soin de la nature ?*, Versailles, Éditions Quæ, 236 p.
- LATREUCH et al., 2009** - Diversité floristique des subéraies du parc national de Tlemcen (ALGERIE). *Pub. Acta botanica malacitana* : n° 34, 77-89pp.

- LE FLOC'H É. & ARONSON J., 1995** - Écologie de la restauration. Définition de quelques concepts de base. *Nat. Sci. Soc.* V.3 : 29-35.
- LE FLOC'H E., 2001** - Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditerranéennes du Nord de l'Afrique. *Bocconeia* 13: 223-237.
- LE HOUÉROU, H.N., 1992** - Relations entre la variabilité des précipitations et celles des productions primaire et secondaire en zone arides. Pp 197-220
- LE HOUEROU H. N., 1995**- Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. *Opt. médit. Série, Bull.* n°10, CIHEAM, Montpellier, 396p.
- LEBART L et FENELON J.P., 1997** - Statistique et informatique appliquées. Ed. Dunod. Paris.457p.
- LEGENDRE L. & LEGENDRE P. 1979** - Ecologie numérique : la structure des données écologiques. Tome 2. Ed. Masson, Paris, France, 255 p.
- LETREUCH B., 1991** - Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Ed. OPU. TI, TII, Alger, 414p.
- LETREUCH B. N., 1995** -Réflexion autour du développement du forestier : les zones à potentiel de production les objectifs O.P.U. Algérie 69p.
- LEVEQUE C. et MOUNOLOU J.C., 2008**– Biodiversité : dynamique biologique et conservation. 2è édition, Dunod éd. Paris. 259 p.
- DAJOZ R., 2008.** LA Biodiversité, l'avenir de la planète et de l'homme. *Ellipses*, éd. Paris. 269p.
- LATREUCH et al., 2009** - Diversité floristique des subéraies du parc national de Tlemcen (ALGERIE).*Pub. Acta botanica malacitana*, 34 : 77-89.
- LOISEL R., 1978** - Phytosociologie phytogéographie ; signification phytogéographique du Sud-Est méditerranéen continental français. Docum. Phytosicologique. N. S. Vol. II. Lille. pp: 302-314.
- MAIRE R., 1926** - Principaux groupements de végétaux d'Algérie. Station centrale de recherche en Ecologie forestière CNREF., I.N.R.A. d'Algérie. 7 p.
- MAIRE R., 1926** -Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. *Gouv. Gén.Algérie*, 1 Vol. 78 p,
- MEDAIL, F. et QUEZEL, P., 2003** - Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconeia*, 16(1): 1120-4060.
- MERIOUA S. M., SELADJI A., BENABADJI N., 2013** - Anthropozoic impact on the floristic biodiversity in the area of Beni Saf (Algeria). *Open Journal of Ecology* 03(03) :254-264.

- M'HIRIT, O., 1999** - Le Cèdre de l'Atlas à travers le réseau *silva mediterranea* Cèdre. Bilan et perspectives. *Forêt Méditerranéenne*, 20 : 91-99.
- MONOD T., 1992** -Désert. Sécheresse, 3(1) : 7-24.
- MORAT P., 1995** - L'Herbier du monde. Ed. Les Arènes. France. 12p. 16.
- MORDJI 1989-** Etude faunistique dans la réserve naturelle des monts de Babor. Mémoire. Ingénieur. Inst. Agr. Batna, 84p.
- MORSLI A., 2007** - Biodiversité et diversité des écosystèmes Algériens. INA. Alger.4-5-8.
- MUJICA, A.M., 1984** - Plant growth forms of chilean matorral. A monocharactergrowth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m. *Bull. Soc.Bot.Fr. (Actual. Bot.)* 131: 411- 425.
- NEGRE R., 1966** - Les thérophytes. *Mem. Soc. Bot. Fr.*, 92- 108.
- NOËL WALTER J M, 2006** - Méthodes d'étude de la végétation .Institut debotanique. Faculté des sciences de la vie. Univ .Louis pasteur .Strasbourg .France, cours. 23p.
- OLIVIER J. G. J., BOUWMAN A. F., VAN DER MAAS C. W. M., BERDOWSKI J. J. M., 1995** -Emission database for global atmospheric research (EDGAR). *Studies in Environmental Science*. 65: 651-659.
- O.N.M, 2010-** Recueil des données climatiques de la Wilaya de Sidi Bel Abbes .Fueillesde relevés quotidienne de la période 1980-2009.Alger.
- ORSHAN, G., LE FLOC'H, E., LE ROUX, A. & MONTENEGRO, G., 1988** – Plant phenomorphology as related to summer drought Mediterranean type ecosystems. In: diCatri, F., Floret, C, Rambal, S. & Roy J. (eds), Time scales and water stress, Proc. 5thInt. Conf. on Mediterranean ecosystems. I.U.B.S. Paris. 111- 123 pp.
- ORSHAN, G., MONTENEGRO, G., AVILA, G., ALJARO, M.E, WALCKOWIAK, A., OZENDA P., 1974** - De la carte de la végétation à une carte de l'environnement. Documents de cartographie écologique 13 :1-8
- OZENDA P., 1977** - Flore du Sahara. Edit. CNRS. 625p.
- OZENDA P. 2004** - Flore et végétation du Sahara. Ed. CNRS, Paris. 662 p.
- PEGUY C.H.P., 1970** - Précis de climatologie .Edit.Masson et Cie .France .468p .
- PENZIG, O., 1902** - Flore colorisée de poche du littoral méditerranéen de Gênes à Barcelone y compris la Corse. Paris,P. Klincksieck
- POUGET M., 1980-** Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Trav.Et. Doc. ORSTOM, Paris, 555 p.
- POUQUET J., 1952** -Les monts du Tessala (chaîne sud-tellienne d'Oranie). *De geogr. Alpine*. Vol. 40 (4) : 691 – 694

- QUÉZEL P., 1957** - Peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du Nord. Essai de synthèse biogéographique et phytosociologique. Le chevalier, Paris VI. France. 463p.
- QUÉZEL P. & SANTA S., 1962** - Nouvelles flores de l'Algérie et des régions méridionales. Tome I. CNRS. Paris. 1700p.
- QUÉZEL P. & SANTA S. 1963** - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. CNRS, Paris. 586 p.
- QUEZEL P., 1981** - Floristic composition and phytosociological structures of sclerophyllous matorrals around the mediterranean. In : *Ecosystems of the world, II* (Di Castri ed.) Elsevier, pp. 107-122.
- QUEZEL, P., 1976-** Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne. *Options méditerranéennes*, 35, C.I.H.E.A.M.: 25-29.
- QUÉZEL P., 1978** - Analyse of the flora of Mediterranean and Saharan Afrique. *Annals of the Missouri Botanic Garden*, **65**: 479-533.
- QUEZEL P., BARBERO M. ET AKMAN Y., 1978** - L'interprétation phytosociologique des groupements forestiers dans le bassin méditerranéen oriental.
- QUEZEL P., GANISANS J. et GRUBER M., 1980** - Biogéographie et mise en place des flores méditerranéennes. *Naturalia Monspeliensia*, n° Hors-série. Pp : 41-51.
- QUÉZEL P., 1983** - Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structure de végétation passées. *BOTHALIA* , 416p.
- QUÉZEL P. & BARBERO M., 1989** - Les formations à genévrier rampant du Djurjura. Leur signification écologique, dynamique et syntaxonomique dans une approche globale des cédraies Kabyles. *Lazaroa*, II, 85-99 pp.
- QUÉZEL P. & BARBERO M., 1991** - Caractéristiques écologiques, dynamiques et structurales des populations naturelles de sapins sur le pourtour méditerranéen. In : *Ducrey M. & Oswald H. (éds.). Sapins méditerranéens : adaptation, sélection et sylviculture*. Avignon (France) 11-15 juin 1990 : pp. 3-25.
- QUÉZEL P., BARBERO M., BENABID A. & RIVAS - MARTINEZ S., 1995** - Les structures de végétation arborées à Acacia sur le revers méridional de l'Anti-Atlas et dans la vallée inférieure du Draa (Maroc). *Phytocoenologia*, 25 : 279 - 304.
- QUEZEL P., 1999** - Biodiversité végétale des forêts Méditerranéennes son évolution éventuelle d'ici à trente ans. *Forêt Méditerranéenne XX*, p : 3 -8.
- QUÉZEL P., 2000** - Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. *IBIS PRESS*. Paris .117p.

- QUEZEL P. & MEDAIL F., 2003** -Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris, 576 p.
- RAMADE F. 1984** - Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. Ed. Mc. Graw-Hill,Paris. 397 p.
- RAMADE F. 2003** - Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale. 3ème édition, Ed.Dunod, Paris, 690 p.
- RAMADE F. 2009** - Elément d'écologie : Ecologie fondamentale. 4 ème édition, Ed. Dunod, Paris, 689p.
- RAUNKIAER C., 1934** - The life form of plants and statistical plant geography.Collected papers, Clarendon Press, Oxford, 632.
- ROMANE F., 1987** - Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse Doc .Es. Science. Marseille.213p.
- SAIDI B., LATRECHE A., MEHDADI Z., HAKEMI Z., AMAR B., 2016** - Dynamique post-perturbation (post-incendie ou post-surpâturage) des communautés végétales des monts de Tessala, Algérie occidentale. *ecologia mediterranea*, 42 (2) : 41-49.
- SARI A., 2004** - L'étude des relations sol-végétation de quelques halophytes dans la région Nord de Remchi. Mémoire de magister. Univ. Tlemcen.199 p.
- SAUVAGE C., 1961**-Recherches botaniques sur les subérais marocaines. Trav. Inst. *Scien. Chérifien Bot.*21.pp 1-462.
- SCHNITZLER A et ARNOLD C., 2010** - Contribution des lianes à la biodiversité forestière méditerranéenne. Revue internationale ; *ecologia mediterranea* – Vol. 36 (1).
- SELTZER P., 1946** - Le climat d'Algérie .Univ Alger .219p .
- SKOURI M., 1994** - Les ressources physiques de la région méditerranéenne. Equilibre alimentaire, agriculture et environnement en Méditerranée. Montpellier : CIHEAM, p. 15-30.
- SONKE B., 1998** -Études floristiques et structurales des forêts de la Réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles ; 266 p.
- STEWART PH., 1975** - Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application pour le Barrage vert. Bull. Soc. Hist. Nat. AFN. Fsc. 65, 1 et 2, Alger, pp 239-252.
- WALKLEY, A.J. AND BLACK, I.A., 1934** - Estimation of soil organic carbon by the chromic acid titration method. Soil Sci. 37, 29-38.
- WALTER H., 1979** - Vegetation of the earth, 2d ed. *Springer-Verlag*, Berlin, 274 p.
- WHITTAKER R. & LEVIN S.A., 1977** - The role of mosaic phenomena in naturalcommunities. *Theor. Pop. Biol.* 12: 117-139.

## Annexe I : Relevés floristiques effectués au niveau des 14 stations d'étude

Localisation	Station 01				
Coordonnées	X : 35°15'51.1''    Y : 0°46'60.2'' 732 m				
Altitude					
Exposition	Sud - Est				
N° Relevé	1	2	3	4	5
<b>Strate arbustive</b>					
<i>Rosa canina</i> L.	-	-	2.2	-	
<b>Strate buissonnante</b>					
<i>Hordeum maritimum</i>	1.1	+1	+1	-	-
<i>Calycotome spinosa</i> L	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
<i>Chaemerops humilis</i> L	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2
<i>Urginea maritima</i> L	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1
<i>Asphodelus microcarpus</i> L.	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
<i>Daphne gnidium</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
<b>Strate herbacée</b>					
<i>Anagallis monelli</i> L	1.1	1.1	+1	+1	+1
<i>Sanguisorba minor</i>	2.2	1.1	-	-	-
<i>Ranunculus arvensis</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	1.1	1.1	+1	1.1	-
<i>Paronychia argentea</i>	2.2	2.2	3.3	3.3	3.2
<i>Ballota hirsuta</i> L.	2.2	-	2.2	-	-

<i>Lobularia maritima</i> L	2.2	2.2	-	-	-
<i>Plantago albicans</i> L.	2.2	-	2.2	-	-
<i>Thymus ciliatus</i>	1.1	-	2.2	-	-
<i>Reseda alba</i> L.	2.2	1.1	1.1	+1	1
<i>Malva sylvestris</i> L.	2.2	-	-	-	-
<i>Sisymbrium officinale</i> L	1.1	2.2	3.3	-	-
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L	2.2	-	-	1.1	1.1
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	1	1.1	+1	+1	+1
<i>Itis</i> sp	1.1	-	+1	+1	+1
<i>Calendula arvensis</i> L.	1.1	1.1	2.2	-	1.1
<i>Anemone</i> sp	+1	-	-	-	-

## Annexe I

Localisation	Station 02				
Coordonnées	X : 35°16'11.9'' Y : 0°46'12.6''				
Altitude	789 m				
Exposition	Sud - Ouest				
N° Relevé	01	02	03	04	05
Strate buissonnante					
<i>Calycotome spinosa</i> L.	2.2	2.2	2.2	-	-
<i>Chaemerops humilis</i>	4.4	4.4	4.4	-	2.2
<i>Urginea maritima</i> L.	1.1	1.1	-	-	-
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	1.1	-	-	1.1
Strate herbacée					
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	1.1	-	-	-	-
<i>Paronychia argentea</i>	1.1	1.1	-	-	-
<i>Anagallis monelli</i> L.	-	-	-	1.1	+1
<i>Ballota hirsuta</i>	1.1	+1	+1	3.3	-
<i>Daucus carota</i> L.	2.2	2.2	-	-	-
<i>Galium</i> sp.	1.1	++	++	+1	-
<i>Helianthemum appeninum</i> L.	1.1	-	-	-	-
<i>Reseda alba</i> L.	1.1	1.1	-	-	1.1
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	1.1	-	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> L.	2.2	2.2	-	-	-



## Annexe I

Localisation	Station 03				
Coordonnées	X : 35°16'8.0'' Y : 0°46'13.0''				
Altitude	828m				
pente					
N° Relevé	01	02	03	04	05
Strate buissonnante					
<i>Calycotome spinosa</i> L.	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	1.1	-	-	2.1
<i>Chaerophyllum humilis</i>	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	3.2	1.1	1.1	2.1	3.3
<i>Urginea maritima</i> L.	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3.3	-	-	4.4	3.3
Strate herbacée					
<i>Lobularia maritima</i> L.	2.2	3.2	+1	-	-
<i>Sanguisorba minor</i>	2.2	1.1	-	-	-
<i>Ranunculus arvensis</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Ruta chalepensis</i>	2.2	+1	+1	-	-
<i>Ruta montana</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	1.1	1.1	+1	1.1	-
<i>Paronychia argentea</i>	2.2	2.2	3.3	3.3	3.2
<i>Ballota hirsuta</i>	2.2	-	-	-	2.1
<i>Anagallis monelli</i> L.	2.2	+1	-	-	+1
<i>Anagallis arvensis</i> L.	1.1	-	-	-	1.1
<i>Eruca vesicaria</i> L.	1.1	1.1	1.1	-	-
<i>Daucus carota</i> L.	3.3	2.2	2.2	-	2.2
<i>Reseda alba</i> L.	4.4	4.4	1.1	+1	+1

<i>Iris</i> sp.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> L.	<b>2.2</b>	-	-	-	-
<i>Lagurus ovatus</i> L.	<b>+1</b>	-	-	-	-
<i>Trifolium stellatum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.3</b>	-	-
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<b>2.2</b>	-	-	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Calendula arvensis</i> L.	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	<b>+1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>
<i>Ammi visnaga</i>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-	-
<i>Erodium moschatum</i>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>
<i>Silene colorata</i> Poiret	<b>+1</b>	<b>+1</b>	-	-	-
<i>Pallenis spinosa</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	-	-
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	-	<b>3.3</b>	<b>1.1</b>
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	-	-	<b>2.2</b>
<i>Anacyclus clavatus</i>	-	<b>1.1</b>	-	-	<b>3.3</b>
<i>Silene</i> sp.	<b>+1</b>	-	-	-	-
<i>Teucrium polium</i> L.	-	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<b>2.2</b>	-	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-
<i>Phyllyrea angustifolia</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-

## Annexe I

<b>Localisation</b>	<b>Station 04</b>			
<b>Coordonnées</b>	<b>X : 35°16'80.2'' Y : 0°46'35.1''</b>			
<b>Altitude</b>	<b>875 m</b>			
<b>Exposition</b>	<b>Sud – Est</b>			
<b>N° Relevé</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>
<b>Strate arborée</b>				
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	2.2	-	2.2	2.2
<i>Eucalyptus globulus</i>	4.4	3.3	3.3	3.3
<i>Olea europaea</i> L.	+1	-	2.2	2.2
<i>Cupressus sempervirens</i>	2.2	2.2	1.1	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	3.3	1.1	-	2.2
<b>Strate arbustive</b>				
<i>Pinus halepensis</i>	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i>	2.2	1.1	-	-
<i>Rosa sempervirens</i> L.	1.1	1.1	-	+1
<b>Strate buissonnante</b>				
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	-	2.2	2.2	2.2
<i>Calycotome spinosa</i> L.	4.4	3.2	3.3	3.3
<i>Chaemerops humilis</i>	4.4	3.3	3.3	3.3
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+1	+1	-	-
<i>Urginea maritima</i> L.	+1	+1	-	+1
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3.3	-	-	4.4
<i>Cistus salvifolius</i> L.	1.1	-	-	-
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	1.1	-	-
<b>Strate herbacée</b>				
<i>Stipa tenacissima</i> L.	2.2	-	1.1	-

<i>Ballota hirsuta</i>	-	-	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Pallenis spinosa</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Ruta montana</i> L.	<b>+1</b>	<b>++.</b>	<b>++.</b>	<b>++.</b>
<i>Paronychia argentea</i>	<b>2.2</b>	-	-	-
<i>Centaurea</i> sp.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-
<i>Plantago albicans</i> L.	-	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	-
<i>Anagallis monelli</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	<b>++.</b>	<b>++.</b>	<b>1.1</b>	-
<i>Reseda alba</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>
<i>Teucrium polium</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Silybum marianum</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>
<i>Sinapis arvensis</i> L.	<b>+1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Helianthemum appeninum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-

## Annexe I

Localisation	Station 05			
Coordonnées	X : 35°16'90.7'' Y : 0°46'51.9''			
Altitude	925 m			
Exposition	Sud - Ouest			
N° Relevé	01	02	03	04
<b>Strate arborée</b>				
<i>Cupressus sempervirens</i>	2.2	2.2	2.2	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	3.3	3.3	3.3	3.3
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.2	-	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i> L.	3.2	-	1.1	1.1
<i>Quercus ilex</i> L.	-	3.3	3.3	3.3
<b>Strate Arbustive</b>				
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	+1	-	1.1	-
<b>strate buissonnante</b>				
<i>Chaemerops humilis</i>	3.3	3.3	-	2.2
<i>Calycotome spinosa</i> L.	3.3	3.3	1.1	+1
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1.1	1.1	1.1	-
<i>Stipa tenacissima</i> L.	2.2	1.1	1.1	1.1
<i>Urginea maritima</i> L.	1.1	1.1	+1	-
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	1.1	-	-
<i>Artemisia</i> sp.	1.1	-	-	-
<i>Daphne gnidium</i> L.	2.2	1.1	+1	-
<b>Strate herbacée</b>				
<i>Calendula arvensis</i> L.	2.2	+1	2.2	2.2
<i>Silybum marianum</i> L.	2.2	-	2.2	2.2
<i>Helianthemum appeninum</i> L.	3.3	-	-	-

<i>Marrubium vulgare</i> L.	-	<b>1.1</b>	-	-
<i>Ballota hirsuta</i>	-	-	<b>1.1</b>	-
<i>Pallenis spinosa</i> L.	<b>1.1</b>	-	-	<b>1.1</b>
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	<b>+1</b>	-	-
<i>Reseda alba</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>
<i>Bromus rubens</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	-	-
<i>Ruta montana</i> .L	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	-
<i>Ruta chalepensis</i>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	-	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>
<i>Paronychia argentea</i>	<b>1.1</b>	-	-	<b>2.2</b>
<i>Eruca vesicaria</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i>	<b>1.1</b>	-	-	-
<i>Thymus ciliatus</i>	<b>2.2</b>	-	-	<b>+1</b>
<i>Anacyclus clavatus</i>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	<b>2.2</b>
<i>Chardon sp.</i>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-

## Annexe I

<b>Localisation</b>	<b>Station 06</b>				
<b>Coordonnées</b>	<b>X : 35°16'31.4'' Y : 0°46'28.1''</b>				
<b>Altitude</b>	<b>990 m</b>				
<b>Exposition</b>	<b>Sud - Ouest</b>				
<b>N° Relevé</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>
<b>Strate arborée</b>					
<i>Pinus halepensis</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3
<i>Eucalyptus globulus</i>	4.4	4.4	-	-	3.2
<i>Olea europaea</i> L.	1.1	-	2.2	2.2	2.2
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1.1	2.2	+1	-	-
<i>Quercus ilex</i> L.	-	1.1	+1	1.1	1.1
<b>Strate arbustive</b>					
<i>Crataegus monogyna</i> L.	1.1	1.1	-	-	+1
<b>Strate buissonnante</b>					
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3.3	2.2	2.2	-	-
<i>Chaerophyllum humilis</i>	2.2	2.2	-	1.1	+1
<i>Calycotome intermedia</i> L.	4.4	4.4	-	-	4.4
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	+1	1.1	1.1	-
<b>Strate herbacée</b>					
<i>Lobularia maritima</i> L.	3.2	-	3.2	-	-
<i>Campanula</i> sp.	1.1	-	+1	-	-
<i>Centaurea pullata</i> L.	-	1.1	-	-	-
<i>Daucus carota</i> L.	1.1	1.1	3.3	-	-
<i>Ballota hirsuta</i>	2.2	-	-	-	-
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	1.1	+1	2.2	1.1	-
<i>Silybum marianum</i> L.	3.3	-	-	-	-
<i>Bellis annua</i> L.	1.1	1.1	-	-	-

---

<i>Trifolium stellatum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-	-
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	-	-	-	-	<b>+1</b>
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	-	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	-	-
<i>Anagallis monelli</i> L.	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	-	-	
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	<b>+1</b>	-	-



## Annexe I

Localisation	Station 07				
Coordonnées	X : 35°16'34.6'' Y : 0°46'29.3''				
Altitude	1015 m				
Exposition	Sud – Est				
N° Relevé	01	02	03	04	05
Strate arborée					
<i>Pinus halepensis</i> L.	4.4	4.4	2.2	-	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.2	1.1	1.1	1.1	-
<i>Cupressus sempervirens</i>	-	-	1.1	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	-
Strate arbustive					
<i>Olea europaea</i> L.	4.4	4.4	4.4	-	-
<i>Rosa canina</i> L.	-	-	1.1	-	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	-
Strate buissonnante					
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	-	-	-	-
<i>Urginea maritima</i> L.	1.1	1.1	2.2	-	1.1
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	1.1	2.2	-	-
<i>Chaemerops humilis</i>	3.3	3.3	3.3	3.3	-
<i>Calycotome intermedia.</i>	3.2	2.2	-	-	-
Strate herbacée					
<i>Bellis annua</i> L.	1.1	-	-	1.1	-
<i>Anagallis monelli</i> L.	1.1	+1	-	-	-
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	1.1	+1	-
<i>Reseda alba</i> L.	1.1	1.1	-	-	-
<i>Paronychia argentea</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Anacyclus clavatus</i>	2.2	-	1.1	1.1	1.1

---

<i>Ranunculus arvensis</i>	-	-	-	<b>+1</b>	-
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	<b>1.1</b>	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Silybum marianum</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>3.3</b>	-
<i>Calendula arvensis</i> L.	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	-	-	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Trifolium stellatum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-	<b>+1</b>
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	-	<b>+1</b>	-	-	-

## Annexe I

Localisation	Station 08				
Coordonnées	X : 35°17'20.4'' Y : 0°47'09.9''				
Altitude	756m				
Exposition	Nord - Est				
N° Relevé	01	02	03	04	05
<b>Strate buissonnante</b>					
<i>Calycotomes pinosa</i> L.	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	1.1	-	-	2.1
<i>Chaemerops humilis</i>	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	3.2	1.1	1.1	2.1	3.3
<i>Urginea maritima</i> L.	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3.3	-	-	4.4	3.3
<b>Strate herbacée</b>					
<i>Lobularia maritima</i> L.	2.2	3.2	+1	-	-
<i>Sanguisorba minor</i>	2.2	1.1	-	-	-
<i>Ranunculus arvensis</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Ruta chalepensis</i>	2.2	+1	+1	-	-
<i>Ruta montana</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	1.1	1.1	+1	1.1	-
<i>Paronychia argentea</i>	2.2	2.2	3.3	3.3	3.2
<i>Ballota hirsuta</i>	2.2	-	-	-	2.1
<i>Anagallis monelli</i> L.	2.2	+1	-	-	+1
<i>Anagallis arvensis</i> L.	1.1	-	-	-	1.1
<i>Eruca vesicaria</i> L.	1.1	1.1	1.1	-	-
<i>Daucus carota</i> L.	3.3	2.2	2.2	-	2.2
<i>Reseda alba</i> L.	4.4	4.4	1.1	+1	+1
<i>Iris</i> sp.	1.1	1.1	-	-	-
<i>Malva sylvestris</i> L.	2.2	-	-	-	-

<i>Lagurus ovatus</i> L.	<b>+1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Trifolium stellatum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	<b>2.2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Calendula arvensis</i> L.	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	<b>+1</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>
<i>Ammi visnaga</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Erodium moschatum</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>
<i>Silene colorata</i> Poiret	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Pallenis spinosa</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	<b>4.4</b>	<b>4.4</b>	<b>-</b>	<b>3.3</b>	<b>1.1</b>
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>-</b>

## Annexe I

Localisation	Station 09				
Coordonnées	X : 35°17'18.4'' Y : 0°47'09.9''				
Altitude	773 m				
Exposition	Nord-ouest				
N° Relevé	1	2	3	4	5
Strate arbustive					
<i>Rosa canina</i> L.	-	-	2.2	-	
Strate buissonnante					
<i>Hordeum maritimum</i>	1.1	+1	+1	-	-
<i>Calycotome spinosa</i> L	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
<i>Chaerophyllum humilis</i> L	4.4	4.4	4.4	4.4	3.3
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	2.2	2.2	3.3	2.2	2.2
<i>Urginea maritima</i> L	1.1	1.1	2.2	1.1	1.1
<i>Asphodelus microcarpus</i>	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
<i>Daphne gnidium</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Strate herbacée					
<i>Anagallis monelli</i> L	1.1	1.1	+1	+1	+1
<i>Sanguisorba minor</i>	2.2	1.1	-	-	-
<i>Ranunculus arvensis</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	1.1	1.1	+1	1.1	-
<i>Paronychia argentea</i>	2.2	2.2	3.3	3.3	3.2
<i>Ballota hirsuta</i> L.	2.2	-	2.2	-	-
<i>Lobularia maritima</i> L	2.2	2.2	-	-	-
<i>Plantago albicans</i> L.	2.2	-	2.2	-	-
<i>Thymus ciliatus</i>	1.1	-	2.2	-	-
<i>Reseda alba</i> L.	2.2	1.1	1.1	+1	1
<i>Malva sylvestris</i> L.	2.2	-	-	-	-

<i>Sisymbrium officinale</i> L	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.3</b>	-	-
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L	<b>2.2</b>	-	-	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<b>1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Itis</i> sp.	<b>1.1</b>	-	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Calendula arvensis</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	-	<b>1.1</b>
<i>Anemone</i> sp.	<b>+1</b>	-	-	-	-
<i>Filago pyramidata</i> L.	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>2.2</b>	<b>3.2</b>
<i>Helianthemum polyanthum</i> (L.) Mill.	<b>3.2</b>	<b>1.1</b>	-	-	<b>+1</b>
<i>Malope malacoides</i> L.	<b>+1</b>	-	<b>3.3</b>	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>
<i>Micropus bombycinus</i> Lag.	<b>1.1</b>	-	<b>+1</b>	<b>2.2</b>	<b>+1</b>

## Annexe I

Localisation	Station 10			
Coordonnées	X : 35°17'13.1''		Y : 0°47'04.9''	
Altitude	800 m			
Exposition	Nord - Ouest			
N° Relevé	01	02	03	04
<b>Strate arborée</b>				
<i>Cupressus sempervirens</i>	2.2	2.2	2.2	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	3.3	3.3	3.3	3.3
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.2	-	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i> L.	3.2	-	1.1	1.1
<i>Quercus ilex</i> L.	-	3.3	3.3	3.3
<b>Strate Arbustive</b>				
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	+1	-	1.1	-
<b>strate buissonnante</b>				
<i>Chaemerops humilis</i>	3.3	3.3	-	2.2
<i>Calycotome spinosa</i> L.	3.3	3.3	1.1	+1
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1.1	1.1	1.1	-
<i>Stipa tenacissima</i> L.	2.2	1.1	1.1	1.1
<i>Urginea maritima</i> L.	1.1	1.1	+1	-
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	1.1	-	-
<i>Artemisia</i> sp.	1.1	-	-	-
<i>Daphne gnidium</i> L.	2.2	1.1	+1	-
<b>Strate herbacée</b>				
<i>Calendula arvensis</i> L.	2.2	+1	2.2	2.2
<i>Silybum marianum</i> L.	2.2	-	2.2	2.2
<i>Helianthemum appeninum</i> L.	3.3	-	-	-
<i>Marrubium vulgare</i> L.	-	1.1	-	-

<i>Ballota hirsuta</i>	-	-	<b>1.1</b>	-
<i>Pallenis spinosa</i> L.	<b>1.1</b>	-	-	<b>1.1</b>
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	+1	-	-
<i>Reseda alba</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	+1
<i>Bromus rubens</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	-	-
<i>Ruta montana</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	-
<i>Ruta chalepensis</i>	<b>1.1</b>	+1	-	-
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	-	-	<b>1.1</b>	+1
<i>Paronychia argentea</i>	<b>1.1</b>	-	-	<b>2.2</b>
<i>Eruca vesicaria</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i>	<b>1.1</b>	-	-	-
<i>Thymus ciliatus</i>	<b>2.2</b>	-	-	+1
<i>Anacyclus clavatus</i>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	<b>2.2</b>
<i>Chardon sp.</i>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	-	+1	<b>1.1</b>	-
<i>Filago pyramidata</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	+1	<b>1.1</b>
<i>Melica ciliata</i> L.	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.1</b>	<b>2.2</b>
<i>Linum tenue</i> Desf.	-	<b>3.3</b>	-	+1
<i>Linum strictum</i> L.	+1	-	-	<b>2.1</b>



## Annexe I

Localisation	Station 11				
Coordonnées	X : 35°17'07.8'' Y : 0°47'07.9''				
Altitude	853 m				
Exposition	Nord-est				
N° Relevé	01	02	03	04	05
<b>Strate arborée</b>					
<i>Pinus halepensis</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	3.3
<i>Eucalyptus globulus</i>	4.4	4.4	-	-	3.2
<i>Olea europaea</i> L.	1.1	-	2.2	2.2	2.2
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1.1	2.2	+1	-	-
<i>Quercus ilex</i> L.	-	1.1	+1	1.1	1.1
<b>Strate arbustive</b>					
<i>Crataegus monogyna</i> L.	1.1	1.1	-	-	+1
<i>Olea europea</i> Var. <i>Oleaster</i> Dc.	-	2.2	4.4	1.1	2.2
<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	2.2	4.4	+1	1.1	4.4
<b>Strate buissonnante</b>					
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3.3	2.2	2.2	-	-
<i>Chaemerops humilis</i>	2.2	2.2	-	1.1	+1
<i>Calycotome intermedia</i> L.	4.4	4.4	-	-	4.4
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	+1	1.1	1.1	-
<b>Strate herbacée</b>					
<i>Lobularia maritima</i> L.	3.2	-	3.2	-	-
<i>Campanula</i> sp.	1.1	-	+1	-	-
<i>Centaurea pullata</i> L.	-	1.1	-	-	-
<i>Daucus carota</i> L.	1.1	1.1	3.3	-	-
<i>Ballota hirsuta</i>	2.2	-	-	-	-
<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	1.1	+1	2.2	1.1	-
<i>Silybum marianum</i> L.	3.3	-	-	-	-

---

<i>Bellis annua</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-	-
<i>Trifolium stellatum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-	-
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	-	-	-	-	<b>+1</b>
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	-	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	-	-
<i>Anagallis monelli</i> L.	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	-	-	
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	<b>+1</b>	-	-
<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	<b>+1</b>	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>
<i>Prasium majus</i> L.	<b>1.1</b>	<b>4.4</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>3.3</b>

## Annexe I

Localisation	Station 12				
Coordonnées	X : 35°17'0.67'' Y : 0°47'14.1''				
Altitude	885 m				
Exposition	Nord – Est				
N° Relevé	01	02	03	04	05
<b>Strate arborée</b>					
<i>Pinus halepensis</i> L.	4.4	4.4	2.2	-	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.2	1.1	1.1	1.1	-
<i>Cupressus sempervirens</i>	-	-	1.1	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	-
<b>Strate arbustive</b>					
<i>Olea europaea</i> L.	4.4	4.4	4.4	-	-
<i>Rosa canina</i> L.	-	-	1.1	-	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	-
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	-	1.1	2.2	+1	1.1
<b>Strate buissonnante</b>					
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	-	-	-	-
<i>Urginea maritima</i> L.	1.1	1.1	2.2	-	1.1
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	1.1	2.2	-	-
<i>Chaemerops humilis</i>	3.3	3.3	3.3	3.3	-
<i>Calycotome intermedia</i> L.	3.2	2.2	-	-	-
<b>Strate herbacée</b>					
<i>Anagallis monelli</i> L.	1.1	+1	-	-	-
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	1.1	+1	-
<i>Avena sterilis</i> L.	1.1	-	-	-	1.1
<i>Reseda alba</i> L.	1.1	1.1	-	-	-
<i>Paronychia argentea</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Anacyclus clavatus</i>	2.2	-	1.1	1.1	1.1

<i>Ranunculus arvensis</i>	-	-	-	<b>+1</b>	-
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	<b>1.1</b>	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Silybummarianum</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>3.3</b>	-
<i>Calendula arvensis</i> L.	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	-	-	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Trifolium stellatum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	-	-	<b>+1</b>
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	-	<b>+1</b>	-	-	-
<i>Briza media</i> L.	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	-	-	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>
<i>Calendula bicolore</i> L.	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>
<i>Catananche lutea</i> L.	<b>1.1</b>	-	-	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>
<i>Ferula communis</i> L.	-	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Helianthemum polyanthum</i> (L.) Mill.	<b>2.2</b>	-	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>
<i>Plantago ovata</i> Forssk.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>
<i>Prasium majus</i> L.	<b>2.2</b>	-	-	-	<b>+1</b>
<i>Silene vulgaris</i> Moench.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	-	-	-
<i>Urtica dioica</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	-	-	<b>1.1</b>

## Annexe I

Localisation	Station 13			
Coordonnées	X : 35°17'0.26'' Y : 0°47'11.9''			
Altitude	903 m			
Exposition	Nord ouest			
N° Relevé	01	02	03	04
Strate arborée				
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	2.2	-	2.2	2.2
<i>Eucalyptus globulus</i>	4.4	3.3	3.3	3.3
<i>Olea europaea</i> L.	+1	-	2.2	2.2
<i>Cupressus sempervirens</i>	2.2	2.2	1.1	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	3.3	1.1	-	2.2
Strate arbustive				
<i>Pinus halepensis</i>	2.2	2.2	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i>	2.2	1.1	-	-
<i>Rosa sempervirens</i> L.	1.1	1.1	-	+1
Strate buissonnante				
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	-	2.2	2.2	2.2
<i>Calycotome spinosa</i> L.	4.4	3.2	3.3	3.3
<i>Chaeromeros humilis</i>	4.4	3.3	3.3	3.3
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+1	+1	-	-
<i>Urginea maritima</i> L.	+1	+1	-	+1
<i>Asphodelus microcarpus</i>	3.3	-	-	4.4
<i>Cistus salvifolius</i> L.	1.1	-	-	-
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	1.1	-	-
Strate herbacée				
<i>Stipa tenacissima</i> L.	2.2	-	1.1	-
<i>Ballota hirsuta</i>	-	-	1.1	1.1

<i>Pallenis spinosa</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Ruta montana</i> L.	<b>+1</b>	<b>+.+</b>	<b>+.+</b>	<b>+.+</b>
<i>Paronychia argentea</i>	<b>2.2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Centaurea sp.</i>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Plantago albicans</i> L.	<b>-</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>-</b>
<i>Anagallis monelli</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	<b>+.+</b>	<b>+.+</b>	<b>1.1</b>	<b>-</b>
<i>Reseda alba</i> L.	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>
<i>Teucrium polium</i> L.	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Silybum marianum</i> L.	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>
<i>Sinapis arvensis</i> L.	<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<i>Helianthemum appeninum</i> L.	<b>1.1</b>	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>-</b>

## Annexe I

Localisation	Station 14				
Coordonnées	X : 35°16'90.1'' Y : 0°47'09.0''				
Altitude	1015 m				
Exposition	Nord				
N° Relevé	01	02	03	04	05
<b>Strate arborée</b>					
<i>Pinus halepensis</i> L.	4.4	4.4	2.2	-	-
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.2	1.1	1.1	1.1	-
<i>Cupressus sempervirens</i>	-	-	1.1	2.2	2.2
<i>Olea europaea</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	-
<b>Strate arbustive</b>					
<i>Olea europaea</i> L.	4.4	4.4	4.4	-	-
<i>Rosa canina</i> L.	-	-	1.1	-	-
<i>Pinus halepensis</i> L.	2.2	2.2	2.2	3.3	-
<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	-	1.1	2.2	+1	1.1
<b>Strate buissonnante</b>					
<i>Daphne gnidium</i> L.	1.1	-	-	-	-
<i>Urginea maritima</i> L.	1.1	1.1	2.2	-	1.1
<i>Asphodelus microcarpus</i>	1.1	1.1	2.2	-	-
<i>Chaemerops humilis</i>	3.3	3.3	3.3	3.3	-
<i>Calycotome intermedia</i> L.	3.2	2.2	-	-	-
<b>Strate herbacée</b>					
<i>Anagallis monelli</i> L.	1.1	+1	-	-	-
<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	-	1.1	+1	-
<i>Avena sterilis</i> L.	1.1	-	-	-	1.1
<i>Reseda alba</i> L.	1.1	1.1	-	-	-
<i>Paronychia argentea</i>	1.1	-	-	-	-
<i>Anacyclus clavatus</i>	2.2	-	1.1	1.1	1.1

---

<i>Ranunculus arvensis</i>	-	-	-	<b>+1</b>	-
<i>Sisymbrium officinale</i> L.	<b>1.1</b>	-	<b>1.1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>
<i>Briza media</i> L.	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>+1</b>	-	-
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	-	-	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>
<i>Calendula bicolore</i> L.	<b>1.1</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>1.1</b>



## Annexe II : Caractéristiques physico-chimiques du sol des 14 stations d'étude

	Pente	Altitude	Exposition	Profondeur	Fraction grossière	Sables grossiers	Sables fins	Argiles	Limons	Matière organique	Calcaire actif	Calcaire total	Humidité	pH	Conductivité électrique
<b>S1</b>	14	763	sud	15 cm	11,82	16,65	60,03	4,51	6,61	0,86	7,25	85,72	9,75	7,72	0,39
<b>S2</b>	14	789	sud	10 cm	8,61	18,34	63,21	4,94	4,79	0,06	10	17,14	12,79	7,75	0,3
<b>S3</b>	14	828	sud	15 cm	9,94	13,82	65,77	28,51	28,38	0,12	11,87	87,72	10	7,62	0,28
<b>S4</b>	24	875	sud	10 cm	7,43	15,53	72,49	3,22	8,76	0,13	0,3	4,28	10,12	7,52	0,42
<b>S5</b>	25	925	sud	15 cm	12,5	38,25	41,25	3,33	4,59	3,74	0,75	2,14	9,58	7,39	0,31
<b>S6</b>	12	990	sud	15 cm	10,23	16,16	40	13,63	28,81	0,8	7	51,41	20	7,87	0,29
<b>S7</b>	18	1015	sud	20cm	15,3	15,79	30	17	22,46	2,76	7,13	7,72	13,75	7,47	0,35
<b>S8</b>	14	756	Nord	15 cm	15,88	16,71	48,56	12,03	6,79	5,82	0,5	40	13,51	7,54	0,44
<b>S9</b>	24	773	Nord	15 cm	20,15	22,66	40,03	9,16	8	3,32	1,27	45,71	37,64	7,04	0,1
<b>S10</b>	14	800	Nord	15 cm	14,15	20,52	50,25	10,33	4,71	1,5	1	22,85	12,31	7,46	0,13
<b>S11</b>	12	853	Nord	15 cm	18,84	22,35	40,31	8,47	9,4	2,89	4	40	9,41	7,36	0,13
<b>S12</b>	12	885	Nord	15 cm	19,23	21,58	45,77	8,09	5,31	2,5	0,17	5,71	3,61	6,99	0,12
<b>S13</b>	18	903	Nord	15 cm	19,92	26,5	33,13	10,93	9,51	2,46	3,75	60,14	8,11	6,74	0,13
<b>S14</b>	24	1015	Nord	15 cm	39,53	28,48	15,51	8,82	7,64	3,26	2,31	45	16	7	0,13

S : Station

## Annexe III

Versant Sud Les espèces recensées par station

N°	ESPECES	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	Nombre d'espèces	F %
1	<i>Ajuga iva</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
2	<i>Ammi visnaga</i>	-	-	+	-	-	-	+	2	1,94
3	<i>Ampelodesma mauritanica</i>	-	-	-	+	-	-	-	1	0,97
4	<i>Anacyclus pyrethum</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
5	<i>Anagallis arvensis</i> L,	-	-	+	-	-	+	+	3	2,91
6	<i>Anagallis monelli</i> L	+	+	+	+	-	+	+	6	5,83
7	<i>Anemone</i> sp	+	-	-	-	-	-	-	1	0,97
8	<i>Artemisia</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	1	0,97
9	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,85
10	<i>Asperula hirsuta</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
11	<i>Asphodelus microcarpus</i>	+	+	+	+	+	+	+	7	6,80
12	<i>Asteriscus maritimus</i> (L.)	-	-	-	-	-	-	+	1	0,97
13	<i>Ballota hirsuta</i>	+	+	+	+	+	+	-	6	5,83
14	<i>Bellis anua</i>	-	-	-	-	-	+	+	2	1,94
15	<i>Blackstonia perfoliata</i> L,	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
16	<i>Brassica alba</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
17	<i>Bromus rubens</i> L,	-	-	-	-	+	-	-	1	0,97
18	<i>Bryonia dioica</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
19	<i>Calendula arvensis</i> L.	+	+	+	-	+	-	+	5	4,85
20	<i>Calycotome intermedia</i>	-	-	-	-	-	-	+	1	0,97
21	<i>Calycotome spinosa</i> (L.)	+	+	+	+	+	-	+	7	6,80
22	<i>Campanula</i> sp	-	-	-	-	-	+	-	1	0,97
23	<i>Carduus pycnophalus</i> L,	-	-	+	-	-	+	+	3	2,91
24	<i>Centaurea acaulis</i> L,	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
25	<i>Centaurea eriophora</i> L,	+	-	+	-	-	-	-	2	1,94
26	<i>Centaurea pullata</i> L	-	-	-	-	-	+	-	1	0,97
27	<i>Centaurea</i> sp	-	-	-	+	-	-	-	1	0,97
28	<i>Ceratonia siliqua</i> L,	-	-	-	+	+	+	-	3	2,91
29	<i>Chaeromops humilis</i>	+	+	+	+	+	+	+	7	6,80
30	<i>Chardon</i> sp	-	-	-	-	+	-	-	1	0,97
31	<i>Cistus salvifolius</i> L,	-	-	-	+	-	-	-	1	0,97
32	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.	+	-	+	-	+	+	+	5	4,85
33	<i>Crataegus monogyna</i> (L.)	-	-	-	-	-	+	-	1	0,97
34	<i>Crépis</i> subsp	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
35	<i>Cupressus sempervirens</i>	-	-	-	-	+	+	+	3	2,91
36	<i>Cynoglossum creticum</i>	-	-	-	-	-	-	+	1	0,97
37	<i>Dactylis glomerata</i> L,	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
38	<i>Daphne gnidium</i> L.	-	+	+	-	+	+	+	4	3,88
39	<i>Daucus carota</i> L	-	+	+	-	-	+	-	3	2,91
40	<i>Dianthus serrulatus</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
41	<i>Diplotaxis</i> sp	-	-	-	-	-	-	+	1	0,97
42	<i>Elaeoselinum</i> sp	-	-	-	-	-	+	+	2	1,94

43	<i>Erodium moschatum</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
44	<i>Erodium</i> sp	-	-	-	-	-	-	+	1	0,97
45	<i>Eruca visicaria</i> L,	-	-	-	-	+	-	-	2	1,94
46	<i>Erythraea</i> sp	-	-	+	-	+	-	-	2	1,94
47	<i>Eucalyptus globulus</i>	-	-	-	+	+	+	+	4	3,88
48	<i>Foeniculum vulgare</i> L,	-	-	-	-	+	-	-	1	0,97
49	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	-	-	-	-	-	+	+	2	1,94
50	<i>Galium aparine</i>	-	+	-	-	-	-	-	1	0,97
51	<i>Galium</i> sp	-	+	-	-	-	-	-	1	0,97
52	<i>Hedera helix</i> L,	-	+	+	-	-	-	-	2	1,94
53	<i>Helianthemum apperinum</i> L,	-	+	-	+	+	-	-	3	2,91
54	<i>Hordeum maritimum</i>	+	-	+	-	-	-	-	2	1,94
55	<i>Hordeum</i> sp	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
56	<i>Iris</i> sp	+	+	+	-	-	-	-	3	2,91
57	<i>Lagurus ovatus</i> L,	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
58	<i>Linum</i> sp	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
59	<i>Lobularia maritima</i>	+	+	+	-	-	+	-	3	2,91
60	<i>Malva sylvestris</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	2,91
61	<i>Marrubium vulgare</i> L,	+	+	+	-	+	-	-	4	3,88
62	<i>Olea europaea</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	3,88
63	<i>Onobrychis aregentea</i>	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
64	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L	+	+	+	-	-	+	-	4	3,88
65	<i>Pallenis spinosa</i> L,	-	-	+	+	+	-	-	3	2,91
66	<i>Papaver hybridum</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	2	1,94
67	<i>Papaver rhoeas</i> L,	+	+	+	-	-	-	-	4	3,88
68	<i>Paronychia argentea</i>	+	+	+	+	-	-	+	5	4,85
69	<i>Phagnalon saxatil</i>	-	-	-	-	+	-	-	1	0,97
70	<i>Pinus halipensis</i> L,	-	-	-	+	+	+	+	4	3,88
71	<i>Pistascia atlantica</i> Desf	-	-	-	+	+	-	-	2	1,94
72	<i>Pistascia lentescus</i> L,	-	-	-	+	+	-	-	2	1,94
73	<i>Plantago albicans</i> L.	+	+	-	+	-	-	-	3	2,91
74	<i>Plantago lagopus</i> L.	-	+		-	-	-	-	1	0,97
75	<i>Quercus ilex</i> L,	-	-	-	+	+	+	-	3	2,91
76	<i>Ranunculus arvensis</i>	+	-	-	-	-	-	-	1	0,97
77	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	-	+	-	+	+	-	-	3	2,91
78	<i>Reseda alba</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	6	5,83
79	<i>Rosa canina</i> L.	+	-	-	-	-	-	+	2	1,94
80	<i>Rosa sempervirens</i> L,	-	-	-	+	-	-	-	1	0,97
81	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	2,91
82	<i>Ruta chalipensis</i>	+	+	+	-	+	+	-	5	4,85
83	<i>Ruta montana</i> .L	-	-	+	+	+	+	-	4	3,88
84	<i>Sanguisorba minor</i>	+	-	+	-	-	-	-	2	1,94
85	<i>Salvia argentea</i> L,	-	+	+	-	-	-	-	2	1,94
86	<i>Scabiosa stellata</i> L.	-	-	-	-	+	+	+	3	2,91
87	<i>Scolymus hispaniscus</i> L,	-	+	+	-	-	-	-	2	1,94
88	<i>Silene colorata</i> poiret	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
89	<i>Silene</i> sp	-	-	+	-	-	-	-	1	0,97
90	<i>Silybum marianum</i> L,	+	+	+	+	+	-	+	6	5,83
91	<i>Sinapis arvensis</i> L.	-	-	+	+	-	-	-	2	1,94

92	<i>Sisymbrium officinale</i> L,	+	-	+	-	-	-	+	3	<b>2,91</b>
93	<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	<b>0,97</b>
94	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.)	-	-	+	-	-	-	-	1	<b>0,97</b>
95	<i>Stipa</i> sp	-	-	+	+	+	-	-	3	<b>2,91</b>
96	<i>Stipa tenacissima</i> L,	-	-	-	+	+	+	-	3	<b>2,91</b>
97	<i>Teucrium polium</i> L,	-	-	+	+	+	-	-	3	<b>2,91</b>
98	<i>Thymus ciliatus</i>	+	-	-	-	+	-	-	2	<b>1,94</b>
99	<i>Torilis nodosa</i> L	-	-	+	-	-	-	-	1	<b>0,97</b>
100	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	-	-	+	-	-	-	-	1	<b>0,97</b>
101	<i>Trifolium stellatum</i> L,	-	-	+	-	-	+	+	3	<b>2,91</b>
102	<i>Urginea maritima</i> L,	+	+	+	+	+	+	+	7	<b>6,80</b>
103	<i>Verbascum sinuatum</i> L,	-	-	-	-	+	-	-	1	<b>0,97</b>

## Annexe III

Versant Nord Les espèces recensées par station

N°	Espèces	S 8	S 9	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	Nombre D'espèces	F %
1	<i>Ajuga iva</i> L.	+	-	-	-	+	+	-	3	2,97
2	<i>Ammi visnaga</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	2	1,92
3	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> Bir.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
4	<i>Anacyclus clavatus</i> (Desf.) Pers.	-	+	+	+	-	-	+	4	3,85
5	<i>Anagallis arvensis</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	2,88
6	<i>Anagallis monelli</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
7	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	-	+	+	+	+	-	5	4,81
8	<i>Asphodelus microcarpus</i> Sal & Viv.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
9	<i>Asperula hirsuta</i> Desf.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
10	<i>Asteriscus maritimus</i> L.	+	+	-	-	-	-	-	2	1,92
11	<i>Avena sterilis</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
12	<i>Ballota hirsuta</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	2,88
13	<i>Blackstonia perfoliata</i> L.	+	+	+	+	-	-	+	5	4,81
14	<i>Briza media</i> L.	-	+	+	-	-	-	-	2	1,92
15	<i>Bromus hordeaceus</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	1	0,96
16	<i>Bromus rubens</i> L.	-	+	+	+	+	+	-	5	4,81
17	<i>Bryonia dioica</i> Jacq.	+	+	+	-	-	-	+	4	3,85
18	<i>Calendula arvensis</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	2,88
19	<i>Calendula bicolore</i> L.	+	+	+	-	-	+	+	5	4,81
20	<i>Campanula rapunculus</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	1	0,96
21	<i>Calycotome spinosa</i> Link.	-	-	-	+	-	+	+	3	2,88
22	<i>Catananche lutea</i> L.	+	+	+	-	-	+	+	5	4,81
23	<i>Centaurea acaulis</i> L.	+	+	+	-	+	+	+	6	5,77
24	<i>Centauria euriophora</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	5	4,81
25	<i>Centaurea pullata</i> L.	-	-	+	+	+	+	+	5	4,81
26	<i>Centaurium erythraea</i> Rafn.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
27	<i>Chamaerops humilis</i> L.	+	+	+	-	-	+	+	5	4,81
28	<i>Cistus salviifolius</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
29	<i>Convolvulus althaeoides</i> L.		+	+	+	-	-	+	4	3,85
30	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	+	+	-	-		4	3,85
31	<i>Crataegus oxyacantha</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	3,85
32	<i>Crataegus monogyna</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
33	<i>Chrysanthemum</i> sp	+	+	+	-	-	-	-	3	2,88

34	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	-	+	+	+	+	-	-	4	3,85
35	<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
36	<i>Daphne gnidium</i> L.	+	-	-	+	-	-	-	2	1,92
37	<i>Daucus carota</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
38	<i>Erodium moschatum</i> L.	+	+	+	+	-	-	+	5	4,81
39	<i>Eruca viscaria</i> L.	-	-	+	+	+	+	-	4	3,85
40	<i>Eryngium maritimum</i> L.	-	-	-	+	+	+	-	3	2,88
41	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
42	<i>Ferula communis</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	3,85
43	<i>Filago pyramidata</i> L.	+	-	-	+	+	+	-	4	3,85
44	<i>Foeniculum vulgare</i> (Mill.) Gaer.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
45	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
46	<i>Galium</i> sp	+	+	-	-	-	+	+	4	3,85
47	<i>Helianthemum polyanthum</i> (L.) Mill.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
48	<i>Hordeum maritimum</i> L.	-	-	-	+	+	+	+	4	3,85
49	<i>Hyoseris radiata</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
50	<i>Lagurus ovatus</i> L.	+	+	-	-	+	+	-	4	3,85
51	<i>Linum strictum</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	2,88
52	<i>Linum tenue</i> Desf	-	+	+	+	-	-	-	3	2,88
53	<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv.	-	-	-	-	-	+	+	2	1,92
54	<i>Malva sylvestris</i> L.	+	+	-	-	+	+	-	4	3,85
55	<i>Malope malacoides</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
56	<i>Marrubium vulgare</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
57	<i>Melica ciliata</i> L.	+	-	+	+	+	+	-	5	4,81
58	<i>Micropus bombycinus</i> Lag.	+	+	-	-	+	+	+	5	4,81
59	<i>Olea europea</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	2,88
60	<i>Olea europea</i> Var. Oleaster Dc.	+	-	+	+	+	-	+	5	4,81
61	<i>Ophrys</i> sp	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
62	<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
63	<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
64	<i>Papaver hybridum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
65	<i>Papaver rhoeas</i> L.	-	-	+	-	+	+	+	4	3,85
66	<i>Paronchya argentea</i> Pourr.	+	+	+	-	-	+	+	5	4,81
67	<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
68	<i>Phylaria angustifolia</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
69	<i>Pinus halipensis</i> Mill.	-	-	+	+	+	-	-	3	2,88
70	<i>Plantago lagopus</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
71	<i>Plantago ovata</i> Forssk.,	-	-	+	+	+	+	+	5	4,81

72	<i>Prasium majus</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
73	<i>Quercus ilex</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
74	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	-	-	+	+	+	+	-	4	3,85
75	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
76	<i>Reseda alba</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
77	<i>Rosa sempervirens</i> L.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
78	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	+	+	-	+	+	-	-	4	3,85
79	<i>Ruta chalepensis</i> L.	+	+	-	-	+	-	-	3	2,88
80	<i>Ruta montana</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
81	<i>Salvia argentea</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	2,88
82	<i>Scabiosa atropurpurea</i> L.	+	+	+	+	-	+	+	6	5,77
83	<i>Scabiosa stellata</i> L.	+	+	+	+	-	+	+	6	5,77
84	<i>Scolymus hispanicus</i> L.	+	+	+	-	+	+	-	5	4,81
85	<i>Silene secundiflora</i> Othh.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
86	<i>Silene vulgaris</i> Moench.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
87	<i>Sinapis arvensis</i> L.	-	+	+	+	-	-	-	3	2,88
88	<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	-	-	-	-	+	+	+	3	2,88
89	<i>Stipa tenassicima</i> L.	+	+	+	-	-	-	-	3	2,88
90	<i>Syllibum murianum</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
91	<i>Teucrium polium</i> L.	-	+	+	+	+	+	-	5	4,81
92	<i>Thymus ciliatus</i> Desf.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
93	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	+	+	+	+	+		+	6	5,77
94	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	+	+	+	+	+	+	-	6	5,77
95	<i>Trifolium campestre</i> Schreb	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
96	<i>Trifolium stellatum</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	7	6,73
97	<i>Trifolium tomentosum</i> L.	-	+	+	+	+	+	-	5	4,81
98	<i>Urginea pancration</i> (Steinh) Phil.	+	+	+	+	-	-	-	4	3,85
99	<i>Urtica dioica</i> L.	-	-	+	+	+	+	+	5	4,81
100	<i>Verbascum sinuatum</i> L.	+	+	+	+	+	-	-	5	4,81
101	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	+	+	-	-	-	-	-	2	1,92