



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC OF ALGERIA  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH  
جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف  
HASSIBA BEN BOUALI UNIVERSITY OF CHLEF  
كلية علوم الطبيعة و الحياة  
FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES  
قسم العلوم الزراعية والبيوتكنولوجيا  
DEPARTMENT OF AGRONOMIC SCIENCES AND BIOTECHNOLOGY

# Ecologie forestière

Dr HEDIDI Djahida

Polycopie de cours



Forêt de Djebel Saadia (chlef)

Licence Foresterie

Année 2021

# *Sommaire*

	<b>Page</b>
<i>Sommaire</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1.Définition</b>	<b>2</b>
<b>2.Les facteurs écologiques</b>	<b>2</b>
<b>3.Synthèse climatique et étage bioclimatique</b>	<b>7</b>
<b>4.Les étage de végétation</b>	<b>13</b>
<b>5.Série de végétation</b>	<b>15</b>
<b>6-Notion de formation, groupement, association et types biologiques</b>	<b>18</b>
<b>7. Notion de structure</b>	<b>23</b>
<b>8. Méthodes d'étude de la végétation</b>	<b>24</b>
<b>9. Méthodes d'analyse de la végétation</b>	<b>25</b>
9.1.Les méthodes phytoécologiques	<b>26</b>
9.2.Les méthodes phytosociologiques	<b>27</b>
9.3.Methode numérique	<b>29</b>
<b>10.L'écosystème forestier</b>	<b>32</b>
<b>11.Les principaux groupements forestiers et pré-forestiers d'Algérie</b>	<b>33</b>
<b>12. Choix et contraintes de l'échantillonnage en écologie</b>	<b>40</b>
<b>13.Echantillonnage aléatoire et simple</b>	<b>41</b>
<b>14. Echantillonnage systématique</b>	<b>42</b>
<b>15. Echantillonnage stratifié</b>	<b>43</b>
<b>16.Relevés floristique</b>	<b>44</b>
<b>Conclusion</b>	<b>53</b>
<i>Références bibliographiques</i>	<b>54</b>
<i>Table des matières</i>	<b>57</b>

# *Liste des figures*

<i>Figure</i>	<i>page</i>
<b>Figure 1 : Illustration des limites des étages de végétation dans les Alpes en fonction de l'exposition des versants</b>	<b>6</b>
<b>Figure 02: Diagramme Ombrothermique de quelques stations météorologiques</b>	<b>10</b>
<b>Figure 03 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emberger</b>	<b>12</b>
<b>Figure 04 : Equivalence et limites altitudinales des étages de végétation en région tempérée et en région méditerranéenne</b>	<b>14</b>
<b>Figure 05 : série de végétation</b>	<b>15</b>
<b>Figure 06 : succession primaire</b>	<b>16</b>
<b>Figure 07 : La succession secondaire</b>	<b>17</b>
<b>Figure 08 : Le cédraie du massif de Boutaleb ( W.Setif</b>	<b>19</b>
<b>Figure 09 : La pinède du djebel Boutaleb (W.Setif)</b>	<b>19</b>
<b>Figure 10 : Matorral à chêne vert</b>	<b>20</b>
<b>Figure 11 : Classification des types biologiques de Raunkiaer</b>	<b>23</b>
<b>Figure 12 : structure verticale (stratification)</b>	<b>24</b>
<b>Figure 13 : photo aérienne avec une résolution de 30m</b>	<b>24</b>
<b>Figure 14: image satellitaire prise par Landsat</b>	<b>26</b>
<b>Figure 14: image satellitaire prise par Landsat</b>	<b>26</b>
<b>Figure 15 : La carte factorielle</b>	<b>30</b>
<b>Figure 16 : Dendrogramme de la classification Hiérarchique des groupements végétaux de la forêt de Djebel Saadia</b>	<b>31</b>
<b>Figure 17 : La carte des groupes de végétation en Algérie</b>	<b>37</b>
<b>Figure 18 : Quelques espèces végétales des forêts de Chlef</b>	<b>39</b>
<b>Figure 19 : plan d'échantillonnage aléatoire simple</b>	<b>41</b>
<b>Figure 20 : Echantillonnage aléatoire simple</b>	<b>41</b>
<b>Figure 21: (b) plan d'échantillonnage systématique aligné</b>	<b>42</b>
<b>Figure 22 : plan d'échantillonnage systématique non aligné</b>	<b>42</b>
<b>Figure 23 : Echantillonnage systématique</b>	<b>43</b>
<b>Figure 24 : Echantillonnage stratifié</b>	<b>43</b>
<b>Figure 25 : surface de Aire minimale</b>	<b>45</b>

<b>Figure 26 : courbe aire-espèces</b>	<b>45</b>
<b>Figure 27 : une courbe pour Deux habitat</b>	<b>46</b>
<b>Figure 28 : relevé floristique dans un écosystème forestier</b>	<b>46</b>
<b>Figure 29 : Choix des emplacements des relevés dans une forêt (à gauche) ou dans un marais (à droite)</b>	<b>47</b>
<b>Figure 30 : coefficient d'abondance-dominance de Braun-blانquet</b>	<b>50</b>
<b>Figure 31 : Représentation schématique des indices de sociabilité</b>	<b>51</b>

## *Liste des tableaux*

<i>Tableau</i>	<i>Page</i>
<b>Tableau 01: Types de coaction entre deux espèces (A et B)</b>	<b>7</b>
<b>Tableau 02: Classification de Debreche</b>	<b>8</b>
<b>Tableau 03 : Etages de végétation pour différents auteurs</b>	<b>13</b>
<b>Tableau 04 : Classement et nomenclature</b>	<b>29</b>
<b>Tableau 05 : Principales essences forestières et leurs superficies (ha)</b>	<b>35</b>
<b>Tableau 06: Fiche de relevé floristique (état vierge)</b>	<b>48</b>
<b>Tableau 07 : Fiche de relevé floristique</b>	<b>49</b>
<b>Tableau 08: tableau floristique brut de la forêt de Djebel Saadia (W.Chlef)</b>	<b>51</b>
<b>Tableau 09: tableau floristique ( presence-absence ) de la forêt de Djebel Saadia ( W.Chlef)</b>	<b>51</b>
<b>Tableau 10 : tableau floristique avec des variables écologiques</b>	<b>52</b>

## **Introduction**

La forêt est un écosystème où cohabitent différentes espèces de plantes, de mousses, de lichens, de champignons, de bactéries et d'animaux dominés par des arbres en mélange d'espèces à tous les stades de leurs vies.

Rien ne semble plus statique qu'une forêt, pourtant, il y règne une intense activité biologique et sa dynamique très puissante s'étire sur des échelles de temps qui dépassent notre entendement.

La forêt est un milieu extrêmement complexe, tous ses organismes interagissent entre eux et avec leur milieu, chacun ayant un rôle bien précis, dépendant les uns des autres.

La conservation, la préservation et même l'aménagement Ecosystémique du territoire forestier repose sur une compréhension de la nature des écosystèmes et des processus dynamiques qui les régissent, tant à l'échelle du peuplement qu'à celle des paysages. Cette compréhension évolue depuis plusieurs décennies et s'est développé au moyen d'observations et de travaux de recherche portant notamment sur la flore, sur les liens qui unissent les écosystèmes aux caractéristiques du milieu (sol et climat) ainsi que sur l'organisation spatiale de ces éléments. ce qui fait l'objet de ce document sur l'écologie forestière.

## **1.Définition**

### **1.1.Ecologie**

L'écologie apparaît donc comme la science de l'habitat, étudiant les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toute nature qui existent entre ces êtres vivants et leurs milieux. Il s'agit de comprendre les mécanismes qui permettent aux différentes espèces d'organismes de survivre et de coexister en se partageant ou en se disputant les ressources disponibles (espace, temps, énergie, matière). Par extension, l'écologie s'appuie sur des sciences connexes telles la climatologie, l'hydrologie, l'océanographie, la chimie, la géologie, la pédologie, la physiologie, la génétique, l'éthologie, ... etc. Ce qui fait de l'écologie, une science pluridisciplinaire !

### **1.2.Ecologie forestière**

La forêt est un écosystème c'est-à-dire une biocénose (un ensemble de population vivants à un moment précis dans un endroit donnée) évoluent dans un biotope ( le substrat et les conditions écologiques) .

Entre ces deux composantes de l'écosystème, il existe des interactions, l'écologie forestière se fixe donc comme objectif l'étude de **ces interactions existantes entre la végétation forestière d'une part et les conditions du milieu (climat, faune, sol ....ect) d'autre part** .

Nous étudierons les principaux facteurs écologiques du milieu influant sur la vie de l'arbre et se sont : les facteurs climatiques, les facteurs topographiques, les facteurs édaphiques et les facteurs biotiques.

## **2.Les facteurs écologiques**

Un **facteur écologique** est tout élément du milieu (température, lumière, pH du sol, prédateur .....) susceptible d'agir directement ou indirectement sur les êtres vivants (individu, espèce, communauté) au moins durant une partie de leur développement. Ainsi, tout être vivant doit être considéré dans le contexte environnemental qui conditionne sa vie, et l'étude des écosystèmes nécessite de connaître comment ces facteurs écologiques opèrent.

Classiquement, on distingue :

- des facteurs **abiotiques** comme le climat, la composition chimique d'un sol;
- des facteurs **biotiques** comme la prédation ou le parasitisme...ect

**2.1. Les facteurs abiotiques** : Ce sont les facteurs climatiques, topographiques et édaphiques

**2.1.1. Les facteurs climatiques** : le climat jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants.

Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitations, humidité, vent, lumière, pression atmosphérique, relief, voisinage et éloignement de la mer (**Faurie et al, 2012**).

#### **a. La lumière**

La lumière joue un rôle capital dans le déroulement de nombreux processus biologiques fondamentaux. Chez les plantes supérieures, l'intensité de l'éclairement conditionne l'**activité photosynthétique**, donc la croissance, sa durée, est liée l'importance respective du jour et de la nuit (**photopériodisme**), intervient dans le phénomène de la floraison.

- Ainsi la répartition géographique et situationnelle des végétaux est-elle fonction de leurs exigences respectives vis-à-vis de ce facteur. D'après l'intensité lumineuse qui convient à leur développement, on distingue des espèces de lumière : **héliophile** (exemple : Romarin, Ciste ...), et des espèces d'ombre : **sciophile** (exemple : Le sapin de Nordmann, ou sapin du Caucase (*Abies nordmanniana*), l'If (*Taxus baccata*) ( **Lacoste et Salanon , 1999**).

#### **b. La température**

- La température, facteur fondamental, contrôle directement la respiration, la photosynthèse... et conditionne, pour l'essentiel, la répartition des espèces et des communautés en raison de ses importantes fluctuations, latitudinale, altitudinale et saisonnière.

- Ce facteur de première importance, peut être repéré par sa moyenne annuelle **-T** en °C- ou la moyenne du mois le plus froid- **m** en °C « le minima »- ou le plus chaud- **M** en °C « de le maxima »- ou encore par le nombre de jours sans gelée.

#### **c. Les précipitations**

la pluie permet la lavage du feuillage, alimente les réserves hydrique du sol, les besoins en eau variant en fonction des espèces, on distingue :

- **Les espèces hygrophiles** : sont celles qui supportent les milieux humides à drainage faible, nous pouvons citer les saules (*Salix sp*), les érables (*Acer sp*), le cyprès (*Taxodium distichum*), les peupliers (*populus sp*).

- **Les espèces xérophiles** : sont celles qui supporte les milieux très secs, nous pouvons citer : le tamarix (*Tamarix sp*), le retam (*Retama retama*), et l'Acacia (*Acacia sp*).

#### **d.L'humidité**

**L'humidité de l'air** est toujours plus élevée en forêt qu'en terrain nu , cela est du au couvert végétale de la forêt qui réduit l'évaporation .

**Au niveau du sol**, l'humidité est presque saturée ce qui explique le nombre d'espèce de sous-bois élevé sous couvert forestier que sur un terrain nu.

#### **2.1.2.Les facteurs édaphiques**

Le sol ou couverture pédologique, forme la couche superficielle meuble qui recouvre la roche mère. Son épaisseur varie de quelques centimètres à quelques mètres. Il est pour la plante un support et un milieu nutritif.

L'étude du sol s'effectue à partir d'observation faites sur le terrain poursuivre au laboratoire par les analyses des échantillons prélevés (**Faurie et al, 2012**).

La facteur édaphique a une action déterminante sur la composition floristique d'une forêt, sur ses possibilité de régénération, la qualité du bois produit et la longévité des espèces.

✓ En principe, sur les sols riches, on rencontre des forêts mélanges constituées de plusieurs espèces et dans lesquelles la croissance des arbres est élevée, les tronc ont une bonne forme. Par contre, sur les sols pauvres, on rencontre les forêts pures constituées des espèces peu exigeantes (exemple : les forêts de pin d'Alep).

##### **2.1.2.1.Les propriétés physiques du sol**

Les espèces forestières sont exigeantes vis avis des propriétés physiques du sol.

##### **a.La profondeur du sol**

C'est l'épaisseur de terre quelles racines peuvent pénétrer sans difficulté (**Huchon, 1957**). En générale l'épaisseur d'un sol ; forestier varie entre 0,15m et 2,5m.

##### **Exemple :**

✓ L'Aulne blanc (*Alnus incana* ) se contente de sols très superficiels ( 0,15 m de profondeur) et peut atteindre une hauteur de 10à 15m .

✓ Le pin d'Alep s'accommode bien sur des sols de 0,60m de profondeur

✓ Par contre le chene pédonculé exige des sols dépassant 1 m de profondeur.

##### **b.La porosité**

C'est la proportion vide occupée par l'air ou l'eau. Un bon sol a une porosité de 50%, un sol de faible porosité devient asphyxiant .un sol forte porosité se dessèche rapidement car il est formé d'une grande proportion d'éléments grossiers.



### 2.1.2.2. Les propriétés chimiques du sol

#### a- Le calcium

Utilisé par les végétaux pour neutraliser les produits toxiques du métabolisme et comme constituant de la lamelle moyenne (**Barel, 1981**).

Cet élément exerce une influence déterminante sur la distribution de la végétation : toxique pour certaines plantes dites **calcifuges**, il est bien supporté par d'autres (**calcicoles**).

Les espèces calcifuges les plus connues sont :

- *Quercus suber*
- *Erica arborea*
- *Arbutus unedo*
- *Castanea sativa*

Les plantes calcicoles supportent bien le substratum calcaire : *Quercus coccifera*, *Quercus pubescens*, *Rosmarinus sp.*

#### b. La salinité

la réaction des plantes vis-à-vis du sel très variable, la concentration de NaCl élevée la pression osmotique du sol, ce qui gêne l'absorption d'eau par les végétaux terrestres.

Deux cas sont à considérer :

- Les végétaux **glycophytes** montrant une tolérance variable : Certaines espèces très intolérantes ne supportent pas la salinité, d'autres espèces moyennement résistantes.
- Les végétaux **halophytes** : ont une concentration optimale en milieu salé. Exemple : *Atriplex sp.*

### 2.1.3. Les facteurs topographiques

#### a. L'altitude

L'élévation en altitude agit sur certains facteurs climatiques, selon l'étude de **Seltzer (1946) en Algérie septentrionale**, tous les 100m d'altitude, la température minimale **m** diminue de 0,4 °C et la température maximale **M** diminue 0,7 °C, les précipitations augmentent de 40mm.

En effet, dans les hautes altitudes, les neiges sont plus fréquentes et persistantes, les gelées et les brouillards deviennent fréquentes et les vents sont plus violents.

Toutes ces variations agissent sur la durée de la saison végétative et la composition floristique des forêts, on parle de **l'étage de végétation** (on va voir cette notion dans le chapitre 4).

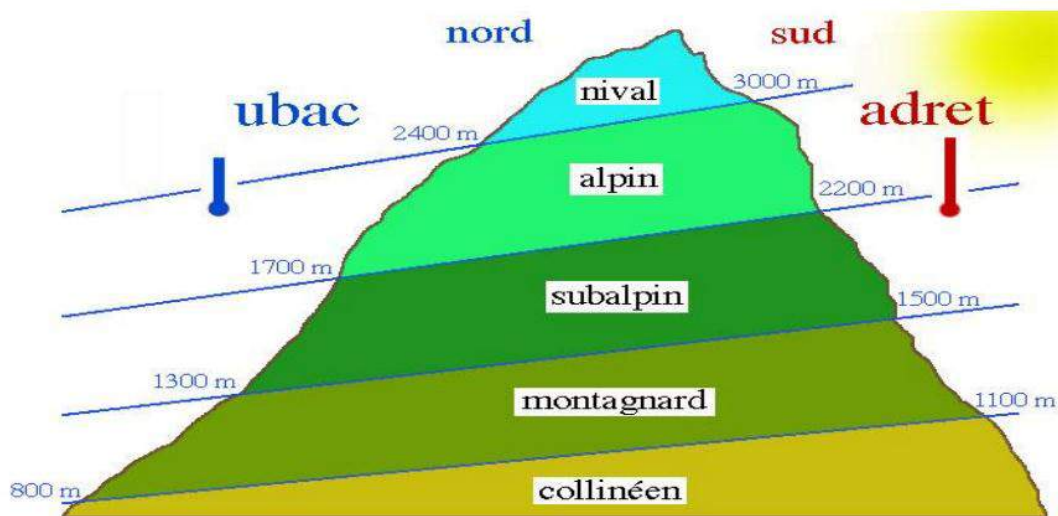
**b.L'exposition**

Elle est définie par l'orientation d'un lieu selon sa grande pente. La pluviométrie, l'insolation, le vent sont fonction d'exposition.

**A l'exposition Sud**, par exemple, le sol reçoit plus des rayonnements solaires, la luminosité, la température et l'évaporation sont plus élevés → les arbres auront donc une croissance lente et le bois est dense.

**A l'exposition Nord**, la lumière et la chaleur ont peu d'intensité, l'évaporation est faible, les sols seront meubles → La végétation croit rapidement et le bois est de bonne qualité.

Cette différence d'exposition résulte en **une opposition des versants** avec soit une différence de composition floristique (Cèdre sur l'ubac ; chêne vert sur l'adret), ou une différence de physionomie générale (forêt dense sur l'ubac ; forêt claire sur l'adret) ou un décalage des étages entre les deux versants (Les différents étages vont se développer plus haut sur l'adret ; extension vers le haut d'une espèce scléro-thermophile sur l'adret et à la même altitude, apparition précoce d'une espèce mésophile sur l'ubac) (fig .1).



**Figure 1 : Illustration des limites des étages de végétation dans les Alpes en fonction de l'exposition des versants ( Eric Walravens)**

**2.2.Les facteurs biotiques**

Quant aux facteurs biotiques, ils sont biologiques dus à la présence d'autres organismes vivants animaux ou végétaux : parasites, prédateurs, pollinisateurs..... Ce sont donc les interactions des êtres vivants entre eux. Ainsi, lorsqu'on étudie une espèce précise, il faudra distinguer les relations qu'un individu de cette espèce entretient avec ses

congénères (relations intra-spécifiques) de celles qu'il subit de la part des autres espèces (relations interspécifiques).

Dans le premier cas, on observe **des relations homotypiques** (effet de groupe, compétition...) dépendant de la densité de la population et s'exprimant par une forme de compétition territoriale, pour la lumière, l'eau et les sels minéraux chez les végétaux et pour la nourriture disponible chez les animaux. Dans le second cas, il s'agit **de relations hétérotypiques**. ; On établit alors un gradient relationnel allant des relations plutôt favorables aux espèces (coopération, symbiose...), aux relations défavorables au moins pour une espèce (compétition, parasitisme...), en passant par l'indifférence (neutralisme).

Dans le tableau suivant présenté type de coaction entre deux espèces A et B :

- 0 : Quand les espèces ne sont pas affectées dans leur développement.
- + : Quand le développement de l'espèce est rendu possible ou amélioré,
- - : Quand le développement de l'espèce est réduit ou rendu impossible.

**Tableau 01: Types de coaction en deux espèces ( A et B)**

Type de coaction	Espèce A	Espèce B
<b>Neutralisme</b>	0	0
<b>Compétition</b>	-	-
<b>Mutualisme</b>	+	+
<b>Symbiose</b>	+	+
<b>Commensalisme (A est commensale, B est l'hôte)</b>	+	0
<b>Amensalisme (B amensale, inhibe A)</b>	-	0
<b>Parasitisme (A parasite, B hôte)</b>	+	-
<b>Prédation (A prédateur, B proie)</b>	+	-

### **3.Synthèse climatique et étage bioclimatique**

Les facteurs climatiques n'ont pas une véritable indépendance en météorologie et en écologie (**Sauvage, 1960**), d'où l'intérêt de formules climatiques proposées par des auteurs pour une étude synthétique du climat (**Barka, 2016**).

La synthèse climatique est une étape indispensable à toute étude environnementale. Elle conditionne par le biais de ces composantes, le type de climat et de la couverture végétale (**Hedidi, 2020**).

### **3.1.L'amplitude thermique**

L'amplitude thermique exprime le degré de continentalité d'une station et donne une idée sur l'évapotranspiration. Elle se définit comme étant la différence entre les températures moyennes maximales (**M**) et ceux des minimales (**m**). Sa valeur permet de se renseigner sur l'éloignement du site forestier par rapport à la mer. En effet, plus l'amplitude est élevée, plus la continentalité s'accroît. D'après **Debrache, 1953**, le tableau 02, résume l'existence de quatre types de climats qui se différencient à partir de (**M**) et (**m**).

**Tableau 02:** Classification de Debreche (1953)

<b>Amplitude thermique</b>	<b>Classification de climat</b>
M-m <15 °c	Climat insulaire
15°C < M-m <25 °c	Climat littoral
25°C < M-m = <35°C	Climat semi-continental
M-m >35 °c	Climat continental

### **3.2.Indice Xérothermique d'Emberger (1942)**

**Emberger, (1942)** a caractérisé l'importance et l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice S.

$$S = \frac{PE}{M}$$

*PE* :Somme des précipitations moyennes estivales

*M* : moyenne des températures du mois le plus chaud

D'après les travaux de **Daget (1977)** un climat ne peut être qualifié par **méditerranéen** que si l'indice xérothermique S est **supérieur à 7**. Entre 5 et 7 le climat peuvent se joindre aux zones étrangères à l'aire isoclimatique méditerranéenne.

A ce sujet, **Bouazza in Belhacini (2015)** a mis en évidence une liste des espèces en relation avec l'indice de sécheresse :

---

<i>Chamaerops humilis</i>	<b>0.54 &lt; Is &lt; 0.80</b>
<i>Calycotome intermedia</i>	<b>0.52 &lt; Is &lt; 0.77</b>
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	<b>0.80 &lt; Is &lt; 1.28</b>
<i>Thymus ciliatus</i> subsp. <i>Coloratus</i>	<b>0.40 &lt; Is &lt; 0.71</b>
<i>Quercus ilex</i>	<b>0.69 &lt; Is &lt; 1.28</b>
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp <i>oxycedrus</i>	<b>0.56 &lt; Is &lt; 1.38</b>

### 3.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953)

La représentation de ce diagramme consiste à porter sur le même graphique les variations des températures moyennes et les précipitations. Elles sont portées sur deux axes parallèles en fonction du temps, dont l'échelle est ( $P=2 \text{ mm} \leq T=1^\circ\text{C}$ ). **Bagnouls et Gausson, (1953)** considèrent un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations (mm) est inférieur ou égal à deux fois la valeur de température moyenne mensuelle exprimé en °C. Autrement exprimé par ( $P \leq 2 T$ ). Le diagramme ainsi obtenu (fig. 01) permet de visualiser la saison sèche où la courbe des températures passe au-dessus de celle des précipitations.

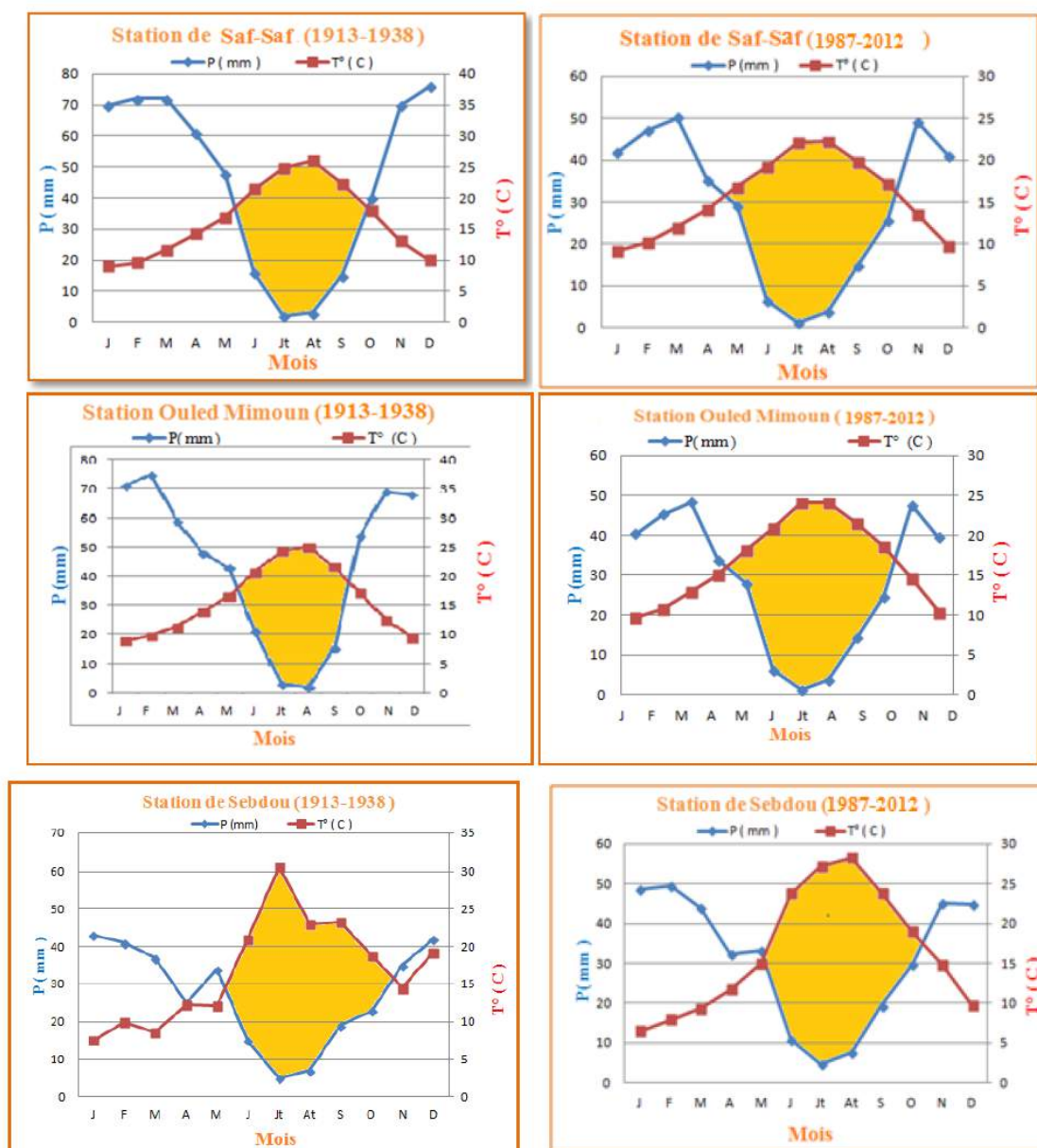


Figure 02: Diagramme Ombrothermique de quelques stations météorologiques (Belhacini, 2015)

### 3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger

Il est particulièrement adapté aux régions méditerranéennes dans lesquelles il permet de distinguer différents étages bioclimatique.

Dans ces régions, Emberger a remarqué que l'amplitude thermique ( $M - m$ ) est un facteur important de la répartition des végétaux. En effet, l'indice d'Emberger prend en compte les précipitations annuelles  $P$ , la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud ( $M$  en °C) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid ( $m$  en °C) (Emberger, 1955). L'indice d'Emberger  $Q_2$  est donné par la formule :

$$Q_2 = \frac{1000 P}{(M-m)(M+m)} = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

*P* : pluviosité moyenne annuelle

*M* : moyenne des maxima du mois le plus chaud ( $T+273^\circ K$ )

*m* : moyenne des minima du mois le plus froid ( $T+273^\circ K$ )

### 3.5. Les étages bioclimatiques

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.

Au total, cinq bioclimats (6 avec le perhumide) ont été déterminés : humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien; les échelons ombriques ont pour base les principales discontinuités qui existent dans les structures de végétation là où l'on trouve un net changement de végétation: les divers climats sont donc délimités à l'aide de critères biologiques.

Sur un repère d'axes orthogonaux, chaque station est représentée par un point dont l'abscisse est la valeur de « *m* » (en degrés Celsius) et l'ordonnée la valeur du quotient pluviothermique.

**Emberger** a pris en considération deux caractères pour déterminer le climat :

- Les tranches de végétation.
- Les facteurs thermiques (quotient pluviothermique)

À partir de  $Q_2$ , **Emberger** a classé la région méditerranéenne en cinq étages bioclimatiques (saharien, aride, semi-aride, subhumide et humide). Il a aussi établi une délimitation zonale du bioclimat méditerranéen, du plus sec vers le plus humide. On distingue alors :

- **L'étage Saharien** < 100 mm
- **L'étage Aride** 100 mm – 400 mm
- **L'étage Semi-Aride** 400 mm – 600 mm
- **L'étage Sub-Humide** 600 mm – 800 mm
- **L'étage Humide** > 800 mm

Chacun de ces étages présente une stratification verticale.

Exemple : l'étage bioclimatique semi-aride est subdivisé en :

- Semi aride supérieur
- Semi aride moyen
- Semi aride inférieur (Baraka, 2016).

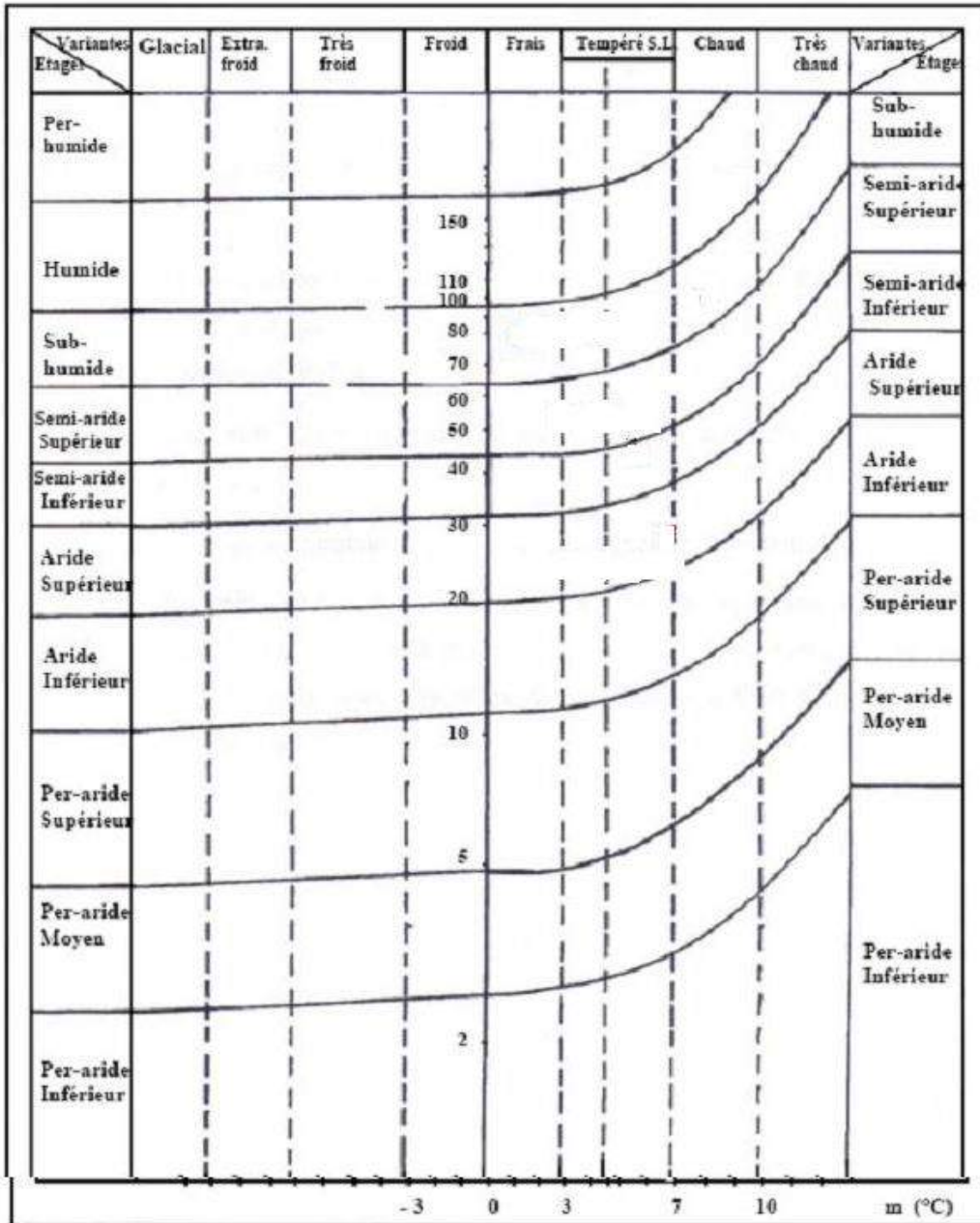


Figure 03 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emberger (Daget, 1977)



### 4. Les étages de végétation

La zonation altitudinale de la végétation, c'est à dire le changement profond dans la composition et la structure des écosystèmes en fonction de l'altitude, est un fait déjà relevé scientifiquement au XVIIIème siècle par **Haller (1768)** aux Alpes Suisses, par **Glaud-soulavie (1783)**. -le premier à utiliser la phrase « **étage de végétation**»-, aux Alpes français et par **Humboldt (1817)** en Amérique du Sud (**Rivas-Martínez, 1981**).

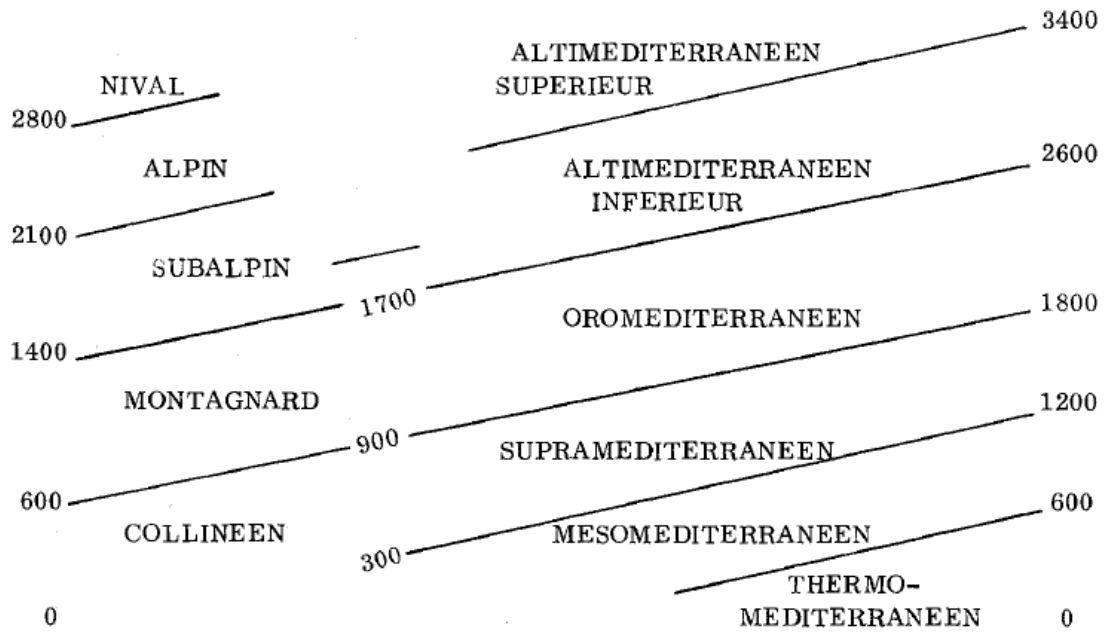
Les changements de végétation qui se produisent en fonction de l'altitude conduisent à la notion de zonation altitudinale ou "étages de végétation" qui se traduit par "le changement **profond** dans **les compositions et les structures des écosystèmes** en fonction de l'altitude".

La répartition des plantes est régie naturellement par leurs exigences et leur sensibilité en matière de gelée, de sécheresse, de photopériodisme etc... de telle sorte que chaque espèce végétale se localise entre les altitudes extrêmes qui correspondent aux limites de température compatibles avec sa physiologie. Il ne s'agit évidemment pas de limites linéaires rigides mais plutôt de bandes.

✓ Plusieurs auteurs ( tab.03) ont fait des études sur l'étage de végétation

**Tableau 03 : Etages de végétation pour différents auteurs**

Critères thermiques		Etâges de végétation			
T	m	Hivers DAGET (1977)	QUÉZEL (1979)	OZENDA (1975)	RIVAS-MARTÍNEZ
8	-11	Extremement froid	Alti- Méditerranéen	Alti- méditerranéen	Cryoro- méditerranéen
	-10		Oro- méditerranéen		
	-9				
	-8				
	-7				
	-6	Très froid	Montagnad- méditerranéen	Oro- méditerranéen	Oro- méditerranéen
	-5				
	-4				
	-3	Froid	Supra- méditerranéen	Supra- méditerranéen	Supra- méditerranéen
	-2				
	-1				
	12	0	Fraiche	Meso- méditerranéen	Meso- méditerranéen
1					
2					
16	3	Tempérée	Thermo- méditerranéen	Thermo- méditerranéen	Thermo- méditerranéen
	4				
	5				
	6	Chaude			
	7				
	8				
	9				



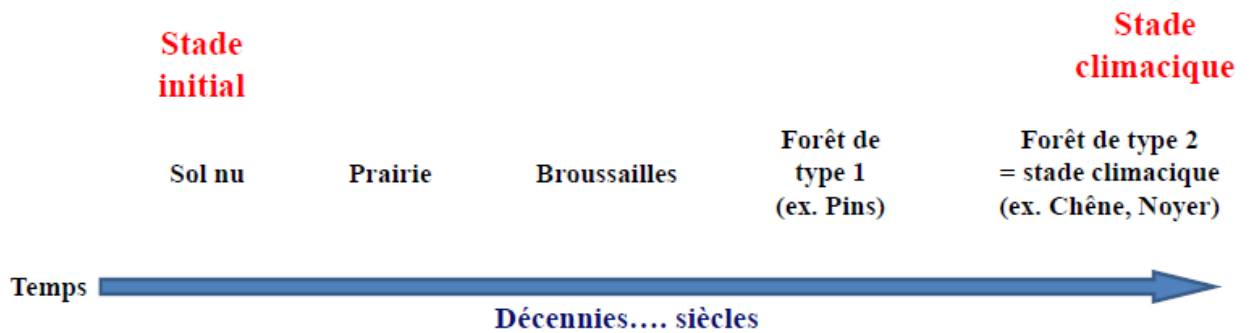
**Figure 04 : Equivalence et limites altitudinales des étages de végétation en région tempérée et en région méditerranéenne (Ozenda, 1975)**

D'autre part, **Rivas-Martinez (1981)**, définit les étages de végétation de l'Espagne Méditerranéenne sur la base de critères thermiques notamment la température moyenne annuelle (T), la moyenne des maxima du mois le plus froid (M'), la moyenne des minima du mois le plus froid (m) ; la succession des étages de végétation est alors définie comme suit (les températures sont exprimées en °C) :

- étage thermo-méditerranéen : T>16      m>5      M'>13      tm>9
- étage méso-méditerranéen : T 16 à 12      m 5 à 0      M' 13 à 8      tm 9 à 4
- étage supra-méditerranéen : T 12 à 8      m 0 à -3      M' 8 à 3      tm 4 à 0
- étage oro-méditerranéen : T 8 à 4      m -3 à -6      M' 3 à 0      tm<0
- étage cryo-méditerranéen : T< 4      m<-6      M' < 0      tm<0

## 5.Série de végétation

La succession écologique décrit le processus naturel d'évolution et de développement de l'écosystème depuis son stade initial vers son stade climacique.



1 <sup>ère</sup> année	2 <sup>ème</sup> année	3 <sup>ème</sup> à 18 <sup>ème</sup> année	19 <sup>ème</sup> à 30 <sup>ème</sup> année	30 <sup>ème</sup> à 70 <sup>ème</sup> année	70 <sup>ème</sup> à 100 <sup>ème</sup> année	100 <sup>ème</sup> année et plus
Prairie 1	Prairie 2	Broussailles	Jeune forêt de Pins	Forêt mûre de Pins	Forêt de transition	Forêt climacique
<ul style="list-style-type: none"> <li>Graminées</li> <li>Eupatoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Graminées</li> <li>Eupatoire</li> <li>Aster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buissons</li> <li>Carex</li> </ul>	+ Végétation sous bois		Pins → Chênes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Chênes</li> <li>Noyers</li> </ul>

Figure 05 : série de végétation

### 5.1.Les principaux types de successions

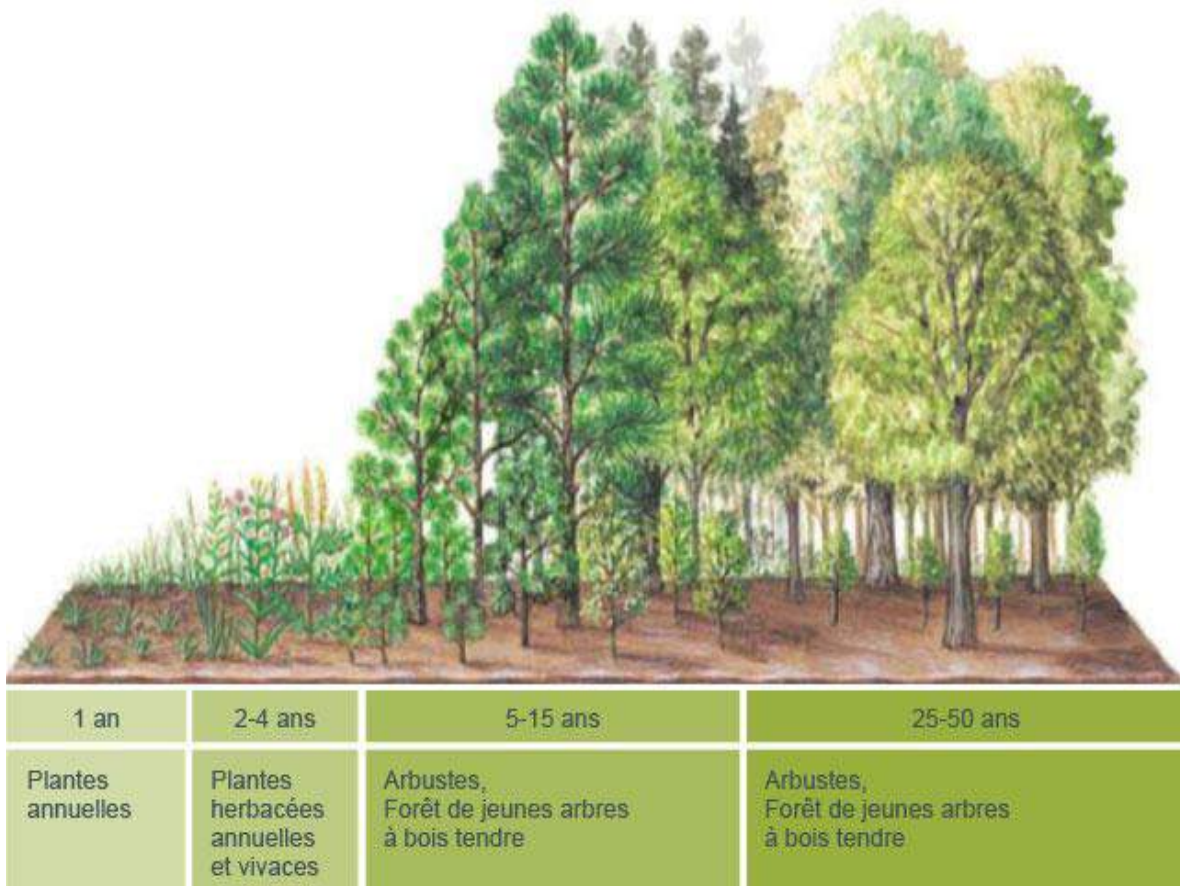
#### 5.1.1.Succession primaire et secondaire

##### a. Notion de succession primaire

La succession débute avec l'installation d'espèces qui n'ont pas besoin de sol pour survivre, les **espèces pionnières**.

- En écologie terrestre, la formation du sol (= **pédogenèse**) commence avec l'arrivée de lichens qui en se décomposant fourniront les premiers apports de matière organique
- Des plantes simples, telles que mousses et fougères, se développent sur la matière organique laissée par les lichens après leur mort
- Les plantes simples (mousses, fougères) meurent et se décomposent à leur tour, apportant plus de matière organique
- L'épaisseur du sol augmente permettant l'installation d'autres plantes (graminées).

- Ces plantes meurent et se décomposent à leur tour, apportant plus de sels nutritifs disponibles dans le sol
- Arbres et arbustes peuvent désormais se développer et survivre.
- Insectes, oiseaux et mammifères apparaissent au fur et à mesure des changements de stade. Ce qui était initialement un sol nu est désormais colonisé par une large variété d'organismes vivants.

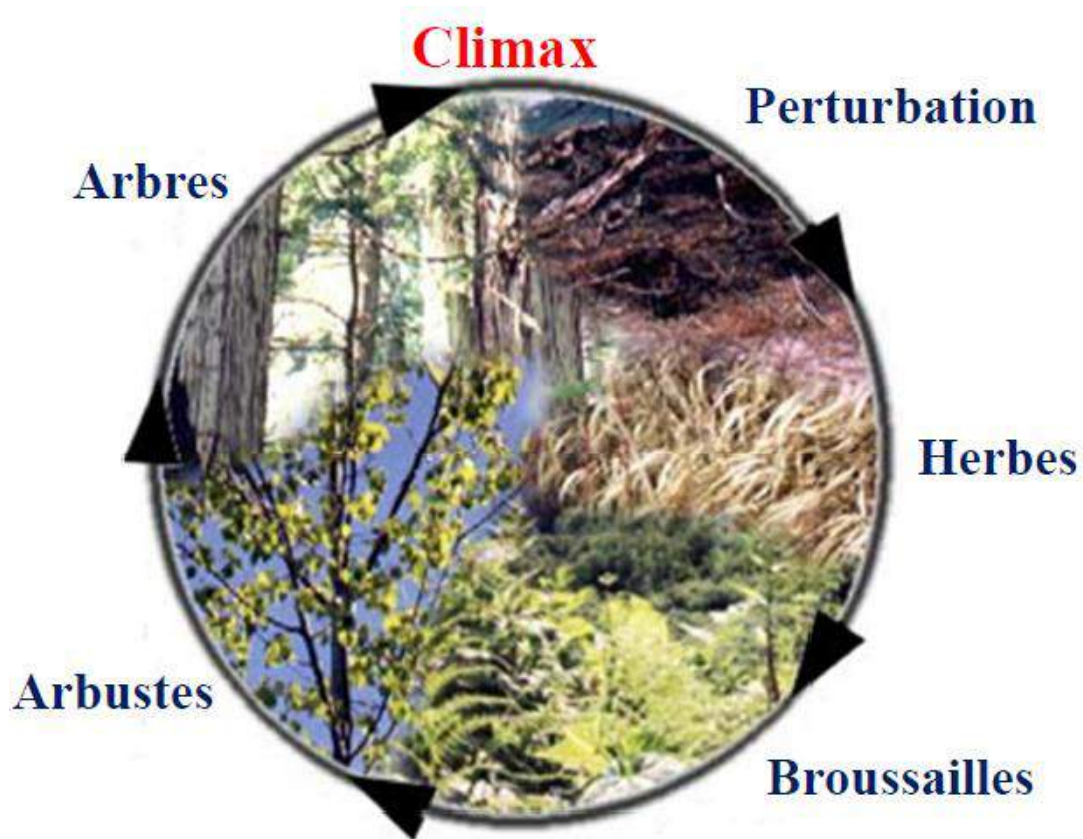


**Figure 06 : succession primaire ( Harcourt)**

**b. Notion de La succession secondaire**

La succession est dite **secondaire** lorsqu'elle débute sur un habitat préalablement occupé par des organismes vivants et non totalement déstructuré (i.e., conservation du sol en écologie terrestre) après une perturbation (cf. notion de perturbation)

- Les espèces pionnières sont différentes que pour la succession primaire.



**Figure 07 : La succession secondaire**

La « série de végétation » définie par **Gausson (1933)** et affinée par **Ozenda (1964 et 1966)** correspond à un « ensemble dynamique » qui sous des conditions de milieu homiogènes (climat, sol, etc.) montre un stade terminal appelé «**climax**» en équilibre avec le biotope (milieu). A cette végétation mature s'ajoute tonte une série de stades régressifs OtL au contraire progressifs (qui peuvent bien souvent être confondus) ayant tendance à évoluer spontanément vers ce climax.

### **5.1.2. Succession progressive et régressive**

- La succession est dite **progressive** lorsqu'elle conduit à une complexification de la composition et de la structure des biocénoses (**succession primaire**)
- La succession est dite **régressive** lorsqu'elle conduit à une simplification de la composition et de la structure des biocénoses (**succession secondaire** causée par une dégradation du milieu sous l'action de l'homme)

## 6-Notion de formation, groupement, association et types biologiques

### 6-1-Formation végétale

#### 6-1-1-Définition

On définit la **formation** comme étant un groupement ou ensemble de groupements à physionomie et structure déterminée, due à la présence d'une seule espèce ou d'un seul type biologique ou de plusieurs espèces sociables, constituant l'unité élémentaire de la méthode physionomique. Ex : forêt, pelouse...

Sur le plan physionomiques diverses définition sont admises pour définir les types de végétation, selon **Trochain (1955 in Ionesco et Sauvage, 1962)**, les types de végétation sont « de grands ensemble végétaux qui impriment en paysage une physionomie particulière, parce qu'ils résultent de l'accumulation d'espèces végétales spécifiquement variées mais appartenant, en grande majorité à une même forme biologique qui est ainsi dominante ».

#### 6.1.2.Les principaux types de formation végétale

Les principaux types de végétation et leur classification ont fait l'objet de plusieurs études. Pour décrire les types de végétation observée. cette classification est basées sur des critères tel que la répartition horizontale, verticale et la densité des individus.

- **Forêt :**

C'est une formation végétale arborescente dont la hauteur est de sept mètres au minimum, avec une densité des arbres d'au moins cent arbre à l'hectare (fig.08,09)). Selon la structure horizontale et en fonction de la densité des arbres, on distingue :

- forêt dense (recouvrement > 75%),
- forêt claire (recouvrement entre 50 et 75%) et
- forêt trouée (recouvrement entre 25 et 50%)

Cependant, selon la nature des espèces arborescentes dominantes, on distingue dans la région méditerranéenne ;

- forêts de conifères,
- forêts caducifoliées,



**Figure 08 : Le cédraie du massif de Boutaleb ( W.Setif)( Sedjar, 2012)**



**Figure 09 : La pinède du djebel Boutaleb (W.Setif)( Sedjar, 2012)**

- **Matorral :**

Le matorral « est une formation à végétaux ligneux n'excédent pas sept mètres de hauteur et dérivant toujours directement ou indirectement d'une forêt climatique par dégradation anthropozoogène » (fig.10).

Ces auteurs distinguent :

- **Selon la hauteur (H) :-** matorral élevé ( $H > 2$  m jusqu'à 6 m).
  - matorral moyen ( $0.66 < H < 2$  m).
  - matorral bas ( $H < 0.6$  m).
- **Selon le recouvrement (R) :**
  - matorral dense ( $R > 75\%$ ).
  - matorral claire ( $50\% < R < 75\%$ ).
  - matorral troué ( $25\% < R < 50\%$ ).



**Figure 10 : Matorral à chêne vert**

- **Pelouses :**

Ce sont, en général, des « formations basses inférieures à 0.30 m dominées par les hémicryptophytes, les chaméphytes herbacées et les géophytes et dont le rythme de production saisonnier est d'autant plus marqué que la sécheresse édaphique est plus longue. »



- **Prairies :**

Ce sont des formations herbacées, à recouvrement proche de 100%, à base d'hémicryptophytes et des géophytes mésophile et hygrophiles (en particulier de graminées et de cypéracées

- **Steppes :**

la steppe y représente « une formation naturelle herbacée très ouverte et très irrégulière ». Cette appellation globale est donc souvent complétée par le nom de l'espèce dominante, tantôt graminéenne (steppe à *Stipa tenacissima*), tantôt chaméphytique (steppe à *Artemisia* ).

- **le garrigue et maquis :**

La garrigue tout comme le maquis sont des formations végétales typiques du milieu méditerranéen. Des formations essentiellement composées d'arbustes et de buissons. Elles sont le résultat de la dégradation de la forêt méditerranéenne. Une dégradation principalement attribuée aux feux de forêt et au surpâturage qui empêchent les arbres plus grands de se développer.

❖ **La différence entre le garrigue et maquis**

La principale différence entre maquis et garrigue réside dans la nature du sol sur lequel poussent ces végétations. La garrigue en effet s'installe sur des terres **calcaires** et le maquis préfère les terrains **siliceux**. Remarquez également que, d'un point de vue climatique, les zones de garrigue sont plus arides et les zones de maquis plus humides.

### **6.3. Association végétale**

L'association végétale est un concept abstrait construit statistiquement sur la comparaison de relevés d'individus d'association. L'Association végétale constitue l'élément fondamental de la classification phytosociologique de la végétation. La définition de **Flahault et Schröter** en **1910** est la plus retenue « *une association est un groupement végétal de composition floristique déterminée, présentant une physionomie uniforme et croissant dans des conditions stationnelles uniformes également* ».

**exemple :** Associations :

1-Epipactido microphyllae-**Quercetum** ilicis

2-Arisaro vulgarae-**Quercetum** ilicis

3-Viburno tini-**Quercetum** ilicis

3-Piptathero paradoxi-Quercetum ilicis

4-Viburno tini-Quercetum ilicis

#### **6.4. Les types biologiques**

Selon le système établi par **Danois Raunkiar (1905) in Lacoste et Salona (2001)** pour les plantes supérieures, les types biologiques sont définis d'après la morphologie et le rythme biologique du végétal, plus précisément en fonction de la nature et la localisation des organes assurant sa survie durant la ou les périodes climatiques défavorables. C'est en principe à partir des bourgeons qu'il porte que le végétal pourra ultérieurement reprendre son développement.

La classification permet de reconnaître, principalement d'après la forme sous laquelle le végétal passe cette saison ( fig.11 ), cinq grands types biologiques :

**Phanérophytes (PH) :** (*Phaneros = visible, phyte = plante*)

Plante vivace principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes situés sur les tiges aériennes dressés et ligneux, à une hauteur de 25 à 50 m au-dessus du sol.

**Chamaephytes (CH) :** (*Chami = à terre*)

Herbes vivaces et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sont à moins de 25cm du dessus du sol.

**Hémicryptophytes (HE) :** (*crypto = caché*) :

Plantes vivaces à rosettes de feuilles étalées sur le sol, les bourgeons pérennants sont dans le sol ou dans la couche superficielle du sol, la partie aérienne est herbacée et disparaît à la mauvaise saison.

Durée de vie :

-Vivaces.

**Géophytes (GE) :**

Espèces pluriannuelles herbacées avec organes souterrains portant les bourgeons.

Forme de l'organe souterrain :

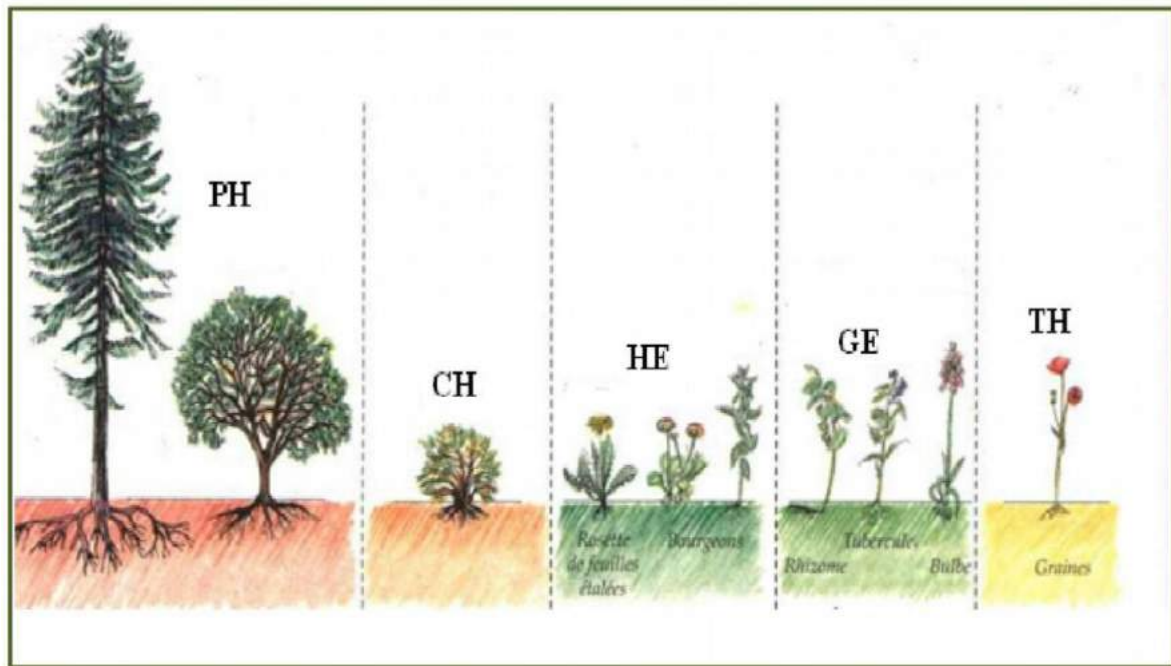
- bulbes ;

- tubercule;

- rhizome

**Thérophytes (TH) :** (*theros = été*)

Plantes qui germent après l'hiver et font leurs graines avec un cycle de moins de 12 mois.



**Figure 11** : Classification des types biologiques de Raunkiaer (1934)

*PH*=Phanérophytes,

*CH*=Chamaephytes,

*HE*=Hémicryptophytes,

*GE* =Géophytes,

*TH*=Thérophytes

## 7. Notion de structure

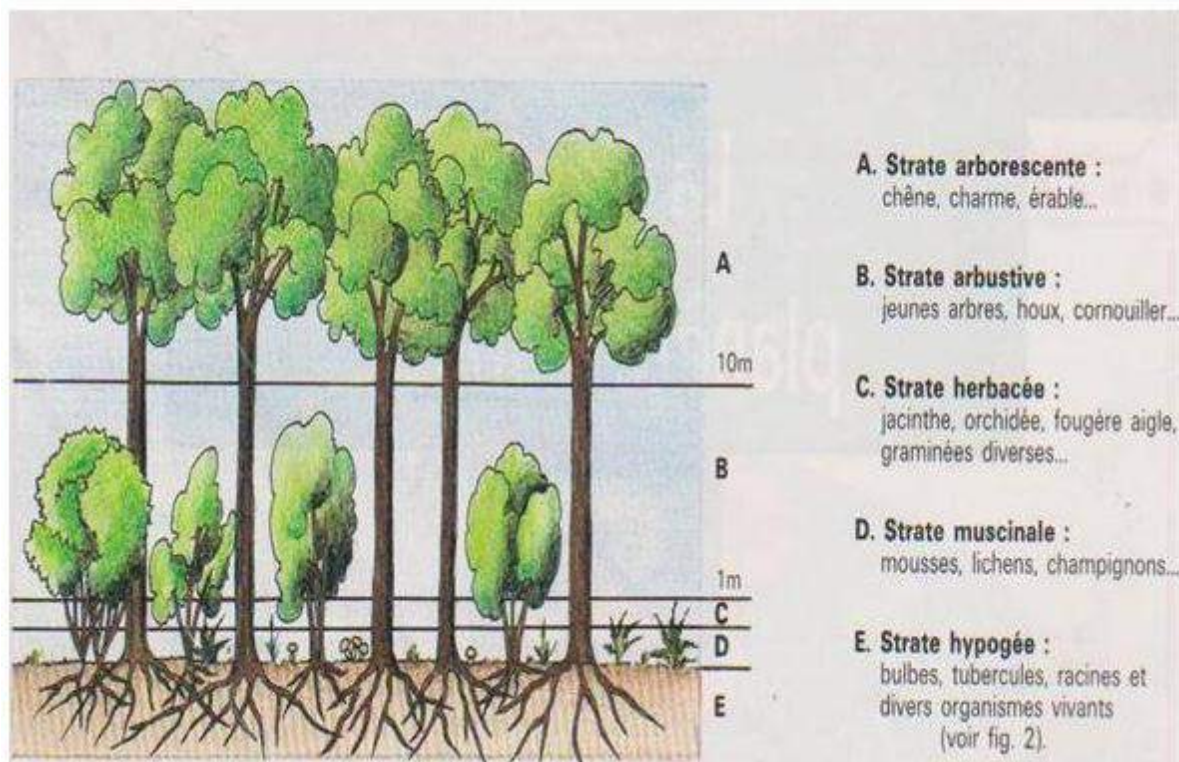
### 7.1.La structure verticale

La structure verticale de la répartition dans le plan vertical des systèmes aériens mais aussi souterrains des espèces composantes de la communauté. cette organisation ou stratification, reflète dans le large mesure la compétition entre ces divers espèces tant pour l'espace que pour les éléments nécessaire à leur développement (lumière, eau, ions minéraux ...etc)

La stratification aérienne repose sur la distinction de niveaux successifs de répartition ou strates regroupant les végétaux d'un même type biologique ou d'une même classe de hauteur. Le degré de stratification est donc très largement sont **monostrates** (par exemple des pelouses ou les prairies), d'autres **pluristrates**, type d'organisation qui est maximal dans les formations forestières ( fig : 12)( **Lacoste et salanon, 2001**).

La végétation forestière est organisée verticalement en 5 strates principales :

- ✓ **Strate arborescente** : comprend les arbres à tronc ligneux dont la hauteur dépasse **5m**.
- ✓ **Strate arbustive** : comprend les végétaux ligneux sous forme d'arbustes et buissons dont la hauteur est **entre 2 et 5m**.
- ✓ **Strate herbacée** : comprend les petits végétaux à tige mou, de hauteur entre 5cm et 180cm.
- ✓ **Strate muscinale** : comprend les petites plantes de hauteur entre 0 et 5cm.
- ✓ **Strate souterraine** : comprend des structures végétales souterraines comme les racines.



**Figure 12 : structure verticale (stratification)**

## **8. Méthodes d'étude de la végétation**

La répartition spatiale actuelle d'une espèce végétale est le résultat de différents facteurs : environnementaux (conditions climatique, édaphique, topographique...), historiques (processus passés qui ont agi sur les populations antérieures) et biotiques (capacité intrinsèque de l'espèce et processus d'interactions interspécifiques) (**Lacoste et Salanon, 2001**). Les espèces végétales qui coexistent forment des assemblages caractéristiques appelés communautés (**Looijen and van Andel, 1999**).

## 9. Méthodes d'analyse de la végétation

La définition et l'étude d'une communauté végétale nécessitent le choix et la définition d'une méthode de caractérisation.

### 9.1. Les méthodes physionomiques

Le principe de cette méthode repose sur la physionomie de la végétation, c'est sur la structure de la communauté végétale étudiée) sans entrer dans le détail de la composition. On peut ainsi définir des formations= groupement d végétaux d'aspect uniforme.

**Exemple** : forêt dense, forêt claire Matorral haut, garrigue, pelouse, steppe..... etc chaque formation est définie par quelques caractères structuraux.

-**La stratification de la végétation**, c'est à dire la répartition des individus en différents strates : strate arborescente, strate arbustive, strate herbacée, strate muscinale.

**la phénologie** : étude de la rythmicité des phases de développement. Chaque formation présente des phénophases (foliaison , floraison , fructification) caractéristiques.

Pour nommer les différentes formations, on utilise généralement les mots usuels de la langue du pays; En Algérie on trouve les termes : forêt, matorral et maquis.....

On peut ajouter au nom de la formation le nom d'une ou de quelques espèces les plus apparentes: forêt de chêne vert, forêt de pin d'Alep.

#### **Intérêt :**

Les méthodes physionomiques sont simples et rapides : l'étude des photos aériennes (fig.13) ou image satellitaires (fig.14) permet souvent une cartographie directe des formations.

#### **Limites:**

-Les méthodes physionomiques sont imprécises dans le détail.

- La physionomie de la végétation peut être très modifiée par l'action de l'homme. Les formations décrites ne sont plus des formations naturelles, mais des formations anthropozoopènes.



**Figure 13 :** photo aerienne avec une resolution de 30m (Méthot et *al*, 2014)



**Figure 14:** image satellitaire prise par Landsat (Méthot et *al*, 2014)

### 9.2. Les méthodes phytoécologiques

Les communautés végétales se trouvent rassemblées sous la pression des conditions écologiques; les différentes espèces de la communauté sont indicatrices des facteurs du milieu.

Les méthodes phytoécologiques reposent sur la notion de groupe écologique = groupe d'espèces ayant un comportement écologique semblable et un degré de présence négligeable en dehors des relevés présentant les caractéristiques écologiques du groupe" (**Gounot, 1969**).

Un groupe écologique est donc formé par un certain nombre d'espèces indicatrices. **Gounot (1969)** considère qu'une espèce est indicatrice d'un facteur si sa présence varie dans les relevés de façon significative avec les classes du facteur. Chaque espèce indicatrice a donc un domaine écologique préférentiel dont sa présence traduit l'existence ; cela peut se traduire sous forme de profils écologiques.

#### Intérêt :

L'étude phytoécologique est une étude très précise et riche d'enseignements. La définition des groupes écologiques et la recherche des espèces indicatrices sur le terrain permettent une connaissance approfondie des facteurs du milieu.

#### Limites :

La méthode phytoécologique est une méthode lourde et pesante; la caractérisation d'une espèce indicatrice nécessite une connaissance approfondie des facteurs du milieu, et en particulier des facteurs édaphiques: texture du sol, ph, composition chimique et facteurs climatiques : précipitations, températures et étage bioclimatique .....etc.

-Certains facteurs écologiques sont difficiles à définir de manière très précise : ainsi la pluviosité dépend-elle aussi de facteurs microclimatique.

### 9.3. Les méthodes phytosociologiques

La phytosociologie s'occupe de la **reconnaissance**, du **classement**, de **l'étude écologique**, de **l'évolution** et de la **distribution** des groupements végétaux forestiers.

Cette définition fait apparaître **l'aspect statique** (reconnaissance et classement des groupements végétaux) et **dynamique** (évolution d'un groupement vers un autre) de la phytosociologie.

cette méthode d'étude de la végétation a été développée selon la conception de Josias BRAUN-BLANQUET (1884-1980). Appelée aussi méthode zuricho-montpelliéraine ou encore méthode sigmatiste (S.I.G.M.A. = station internationale de géobotanique

méditerranéenne et alpine, fondée par J. Braun-Blanquet à Montpellier), cette méthode a les faveurs des phytosociologues des régions tempérées d'Europe et est la plus largement utilisée.

Les communautés végétales sont caractérisées par leur composition floristique. L'information est ici apportée par la réalisation de listes complètes sur une surface déterminée (= relevé) (on va voir en détaille le relevé floristique en chapitre 16).

La composition des relevés permet de mettre en évidence que certaines espèces ont tendance à vivre en commun, se trouvant régulièrement réunies sur les divers listes.

On peut définir une association = combinaison originale des espèces dont certaines ; dites caractéristiques leur sont plus particulièrement liées, les autres étant qualifiées de compagnes (**Guinochet, 1973**).

La notion de l'association se déduit de la comparaison d'un grand nombre de relevés, elle est donc définie par la présence fréquente, mais non obligatoire, de certaines espèces dites **caractéristiques**.

D'autres part beaucoup d'espèces ont une large amplitude écologique leur permettent de s'adapter à des conditions stationnelles, ce sont des espèces **accidentelles**.

Selon l'intensité avec laquelle une espèce est liée à une association on distingue :

**\*Des espèces caractéristiques exclusives d'une association :**

elles appartiennent uniquement à cette association.

**\*Des espèces caractéristiques préférantes d'une association :**

elles existent dans plusieurs associations mais préfèrent l'une d'entre elles.

**\*Des espèces indifférentes ou compagnes :**

elles peuvent exister indifféremment dans plusieurs associations.

**\*Des espèces accidentelles ou étrangères :**

elles se retrouvent accidentellement dans une association.

**9.3.1. Classement et nomenclature**

Il existe une terminologie et une systématique phytosociologique. Le nom d'une association (par exemple : *Ilici-Fagetum*, la Hêtraie-chênaie acidiphile à houx) est formé par :

- une **espèce constante**, dominante : cette espèce est toujours présente dans l'association végétale considérée mais peut être présente également dans d'autres associations.



- une **espèce fidèle** : plante présente seulement dans l'association végétale mais pas toujours là.

- un suffixe : « **etum** ».

**Exemple :**

L'*Ilici-Fagetum* est donc une association végétale dont le nom est formé par :

- une espèce constante : *Fagus sylvatica* ;
- une espèce fidèle : *Ilex aquifolium*.

Comme en systématique botanique, on peut regrouper les associations dans des unités supérieures : d'abord en alliances, puis en ordres et enfin en classes.

Pour former les noms des unités supérieures, on utilise des suffixes :

**Tableau 04 : Classement et nomenclature**

UNITES	SUFFIXE	EXEMPLE
Alliance	-ION	<i>Quercion robori-petraeae</i>
Ordre	-ETALIA	<i>Quercetalia robori-petraeae</i>
Classe	-ETEA	<i>Querco – Fagetea sylvaticae</i>

**9.4.Methode numérique**

D'après **Aafi (2010)**, Parmi les méthodes numériques, nous avons les analyses multivariées [analyse factorielle des correspondances (AFC), analyse en composante principale (ACP) et la classification hiérarchique ascendante (CHA)]. L'objet de ces méthodes est de résumer l'information d'un tableau de données en lui donnant une écriture simplifiée sous forme graphique. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés floristiques.

Les cartes (fig. 15et fig. 16) sont la base pour la répartition des relevés floristiques dans les différentes unités. Le nombre de relevés est en fonction de l'importance des différentes formations végétales ainsi que de la diversité des descripteurs écologiques. La répartition des relevés est faite selon le modèle d'échantillonnage adopté. Au niveau de chaque relevé floristique, on note la localité, les caractéristiques du sol, l'altitude, la pente, l'exposition, le substrat, la structure et le recouvrement de chaque strate ainsi que toutes les espèces végétales présentes.

Ces analyses multivariées se font a base des logiciels de statistique (exemple : excelStat, SPSS, Statisticat, Minitab, PC ORD).

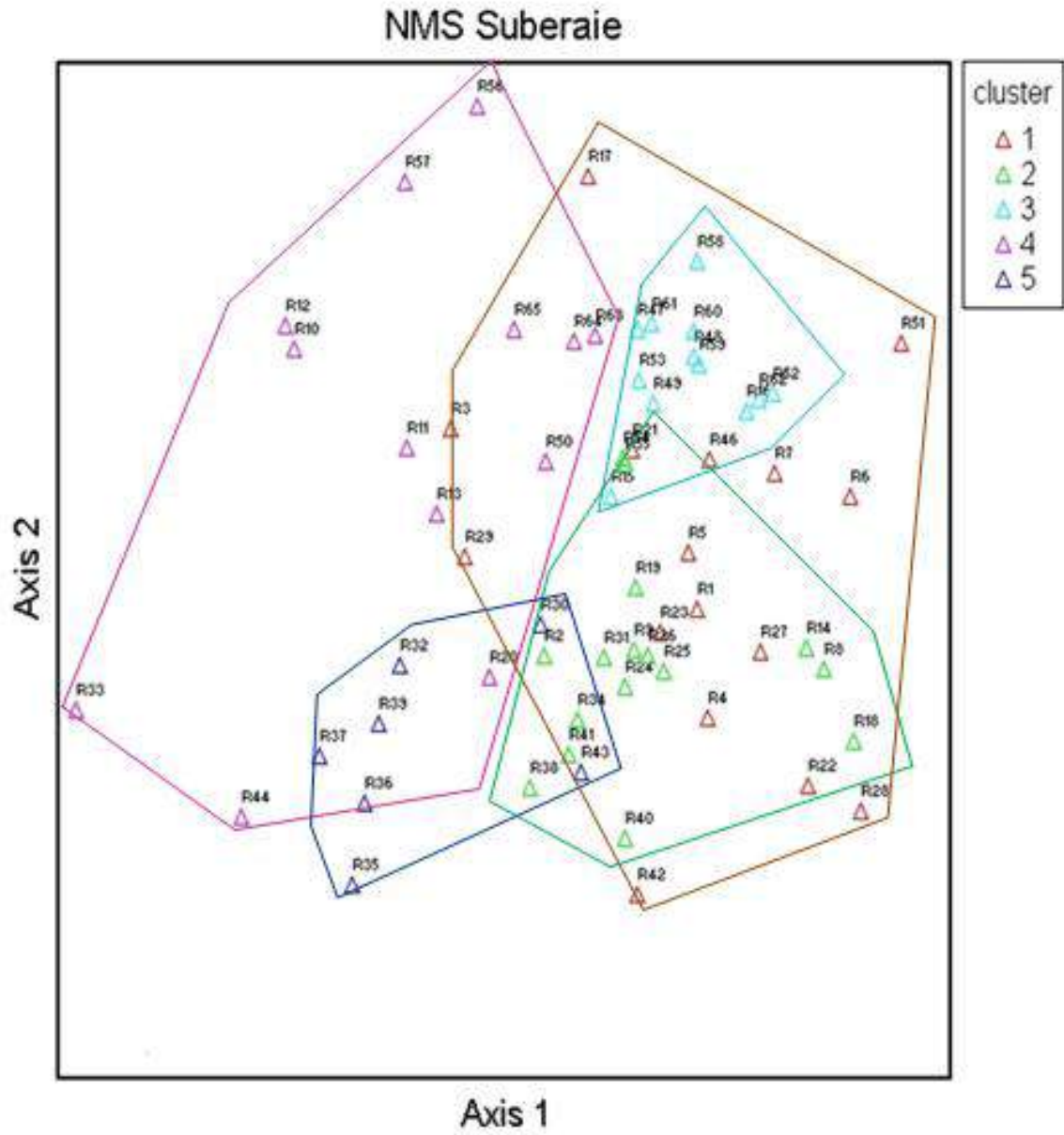


Figure 15 : La carte factorielle (Hedidi, 2020)

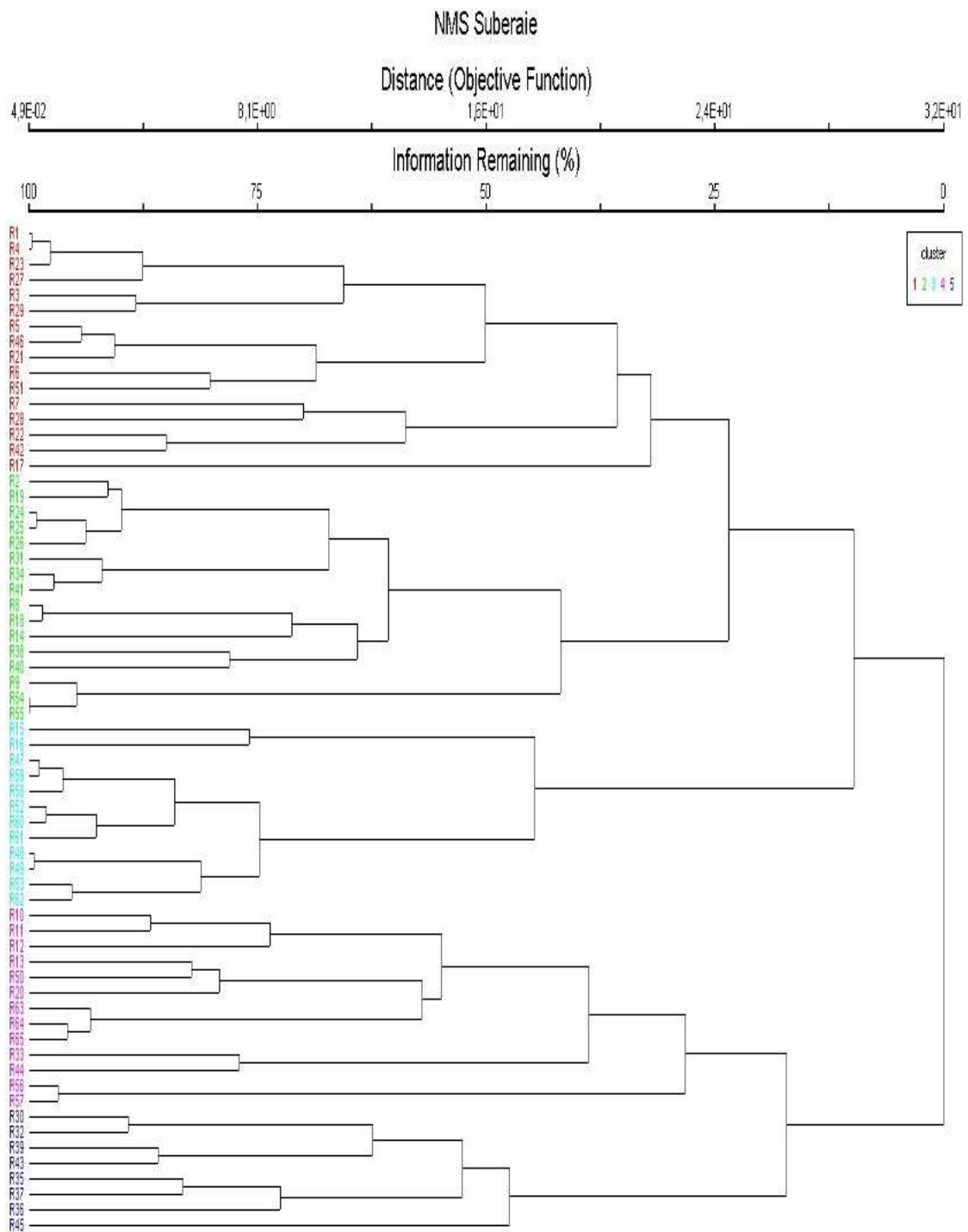


Figure 16 : Dendrogramme de la classification Hiérarchique des groupements végétaux de la forêt de Djebel Saadia ( Hedidi, 2020)

## 10.L'écosystème forestier

### 10.1.Définition écosystème forestier

**Mhiri et Benckroun (2006)** définit l'écosystème « forêt » comme un système spatial ouvert qui inclut une communauté d'êtres vivants végétaux et animaux et leur environnement donnant lieu à des processus biologiques complexes. Les caractères fondamentaux de ce système sont déterminés par l'arbre qui, par sa masse, son couvert, son mode de croissance, sa longévité et sa pérennité, exerce une action puissante capable de modifier le microclimat et de former à partir du substrat géologique un sol, une flore et une faune spécifiques.

### 10.2.Fonctions des écosystèmes forestiers

Par ailleurs, l'écosystème forestier remplit des **rôles socio-économiques** résultant de ses relations avec les différents acteurs sociaux. En effet, la forêt est une source de produits dont **l'homme a besoin pour son existence et son épanouissement (nourriture, énergie, oxygène, bois, médicaments...)**. Elle contribue à la production des installations humaines et améliore le microclimat ; elle agit sur la régularisation des régimes des eaux et assure le maintien de la fertilité des terres agricoles ; elle constitue un lieu de repos, d'inspiration, de détente et de loisirs. De ce fait, les acteurs ont chacun, vis-à-vis de cet espace des attitudes, des comportements, des attentes et des modes d'action spécifiques.

D'une manière générale, les processus écologiques de l'écosystème forestier et ses rôles socio-économiques sont regroupés sous le terme de « **fonctions** ». Si les processus biologiques se déroulent dans toute forêt, il n'en reste pas moins vrai que les fonctions n'apparaissent qu'avec les hommes qui utilisent ces processus dans un but déterminé. Ainsi, la fonction de production de bois est liée à la productivité des arbres et à l'exploitation du bois dans un but économique. De même, la fonction de protection n'a d'intérêt que si des enjeux à protéger sont définis par des acteurs sociaux. De même encore, les usages sociaux de la forêt n'existent que par rapport aux usagers (**Mhiri et Benckroun, 2006**).

Les subéraies et le liège ont de nombreux bénéfices écologiques, économiques et sociaux qui font de sa préservation une question fondamentale à la Méditerranée :

#### ✓ Valeurs écologiques

- Flore et Faune très riches,

- Conservation des sols et amélioration du cycle de l'eau,
- Barrière contre la désertification
  - ✓ **Valeurs économiques**
    - Production du bois
- Le liège, un produit exceptionnel avec des propriétés et des applications uniques, et stratégique,
- Des produits très appréciés de la forêt méditerranéenne : des produits des fromages de brebis et de chèvre, de la chasse, du miel,...etc.
  - Utilisation des plantes médicinales.
- ✓ **Valeurs sociales**
  - Travail forestier: La récolte du liège a besoin d'une quantité énorme d'ouvriers très spécialisés: en plus, il y a beaucoup d'autres travaux sylvicoles (élagage, éclaircies, prévention d'incendies...) qui demande la subéraie,
  - Main d'oeuvre industrielle : La transformation du liège exige des métiers très spécialisés et appréciés (**Elena et Santiago, 2006**).

## **11. Les principaux groupements forestiers et pré-forestiers d'Algérie**

Selon **Berchiche, 1986**, La forêt algérienne qui fait partie du bassin méditerranéen présente un élément essentiel à l'équilibre écologique, climatique et socio-économique des différentes régions du pays.

### **11.1. Caractéristiques de la forêt algérienne**

Divers auteurs, **Boudy, 1955; Madani et al., 2001** ; caractérisent la forêt algérienne actuelle par des grands traits :

- ✓ forêt essentiellement de lumière, irrégulière, avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ouverts formés d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange parfois désordonné (**FAO, 2000**),
- ✓ Présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires limitant la visibilité et l'accessibilité et favorisant la propagation des feux,
- ✓ existence d'un pâturage important (surtout dans les subéraies) et empiétement sur les surfaces forestières par les populations riveraines.

### 11.2. Répartition géographique

La forêt algérienne de type méditerranéen est localisée entièrement sur la partie septentrionale du pays et limitée au Sud par les monts de l'Atlas Saharien. Elle est inégalement répartie suivant les différentes régions écologiques, ce qui leur confère des taux de boisements très variables. En effet, ces taux décroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud plus particulièrement. La forêt algérienne est constituée par une variété d'essences appartenant à la flore méditerranéenne, leur développement est lié essentiellement au climat. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le faciès forestier change du Nord au Sud du pays. On peut distinguer deux principales zones bien différentes :

- ✓ Le littoral et surtout les chaînes côtières de l'Est du pays comme la Grande Kabylie, Béjaïa, Jijel, El Milia, El Kala. Ces régions sont bien arrosées, elles comportent les forêts les plus denses et les plus belles. C'est l'aire de répartition de deux essences principales, à savoir : le chêne liège et le chêne zeen.
- ✓ Les hautes plaines continentales, plus sèches représentées par les régions steppiques situées entre les chaînes côtières et l'Atlas saharien. Ces zones contiennent dans leurs parties accidentées de grands massifs de pin d'Alep et de chêne vert (Aurès, Djelfa et Saïda) (**Ouelmouhoub, 2005**).

### 11.3. Superficie

D'autre part, selon la direction générale des **DGF (2007)** ; si l'on associe les forêts et maquis ensemble, dans la catégorie des formations forestières, nous trouvons qu'elles couvrent une superficie de 4,1 millions d'hectares. Cette dernière est répartie comme suit :

- ✓ 1 481 000 d'hectares de forêts proprement dites,
- ✓ 1 662 000 d'hectares de maquis et broussailles,
- ✓ 717 000 d'hectares constituent les reboisements réalisés depuis l'indépendance en 1962. En comparant ces chiffres aux données existantes avant la colonisation française en 1830, où les forêts couvraient 5000000 ha, nous constatons la réduction de plus de la moitié du patrimoine forestier existant durant cette période.

Sur la base des différents travaux de **Boudy, (1955)** ; **Seigue, (1985)** ; **Ghazi et Laouati, (1997)** ; **DGF, (2007)** ; **BNEDER, (2009)** et **Meddour-Sahar et al., (2013)** nous avons récapitulé dans le tableau 01 la répartition de la forêt Algérienne selon les principales essences forestières. D'après les résultats du tableau, il en ressort que la surface de Pin

d'Alep augmente au prorata de la superficie des formations de Chêne Liège, de Chêne Vert, de Chêne Zéen et Afarès qui ne cessent de diminuer considérablement.

Par ailleurs, les eucalyptus introduits au Nord et surtout à l'Est de l'Algérie constituent le premier groupe de forêts qui sont dites économiques. Ce groupe totalise une superficie de 43.000 ha (DGF, 2007).

**Tableau 05 : Principales essences forestières et leurs superficies (ha)**

Essences forestières	1955 (Boudy)	1985 (Seigue)	1997 (Ghazi&Lahouati)	2007 (DGF)	2009 BNEDER	2013 Meddour-Sahar <i>et al</i>
Pin d'Alep	852 000	855 000	800 000	881 000	1 145 464	881 000
Chêne liège	<b>426 000</b>	<b>440 000</b>	<b>463 000</b>	<b>229 000</b>	<b>345 285</b>	<b>230 000</b>
Chêne vert	679 000	680 000	354 000	108 000	-	108 000
Chênes Zeen et afarès	-	67 000	65 000	48 000	43 922	48 000
Genévriers	279 000	-	217 000	-	-	124 000
Thuya de Berbérie	157 000	160 000	143 000	-	-	
Cèdre de l'Atlas	45 000	30 000	12 000	16 000	33 522	16 000
Pin maritime	-	12 000	38 000	31 000	19 476	31 000
Sapin de Numidie	-	300	-	-	-	-
Maquis	780 000	-	-	1 662 000		1 902 000

#### 11.4. Les types de formations forestières

##### 11.4.1. Les maquis

Selon BENDER, (2009) la prédominance des maquis et des maquis arborés qui couvrent **2 413 090 Ha** (Soit **58,7%** du total des formations forestières) et qui se répartissent en :

- Maquis clairs : **1 262 118 Ha (74%** des maquis) ;
- Maquis denses : **444 609 Ha (26%** des maquis) ;
- Maquis arboré clairs : **435 940 Ha (62%** des maquis) ;
- Maquis arborés denses : **270 423 Ha (38%** des maquis).

Ces chiffres témoignent de l'état de dégradation des forêts réduites sur **58,7%** de leur superficie en maquis et maquis arborés qui sont en grande partie à faible , d'où des besoins importants en reconstitution des forêts par reboisement des maquis et des maquis arborés dans des buts de renforcement de leur rôle de protection et de production.

#### 11.4.2. Les forêts proprement dites (forêts et reboisements)

Les forêts proprement dites couvrent **1702 818 ha**, en Algérie on dénombre 07 espèces arborées à caractère endémique (**fig 1**), dont 02 endémiques exclusives à l'Algérie : *Abies numidica* au Babors (W. Sétif) et *Cupressus du preziana* au Tassili N'Ajjer (Djanet, W. Illizi)

#### 11.5. Les principaux groupements forestiers et pré - forestiers d'Algérie

##### ❖ Groupement à pin maritime (*Pinus pinaster*)

Il s'étend sur plus de 31.513 ha et se rencontre surtout dans le Nord-Est de l'Algérie. Cette espèce se développe dans l'étage bioclimatique subhumide et à une altitude comprise entre 500 et 700 m (**BENDER, 2009**).

##### ❖ Groupement à Pin d'Alep (*Pinus halepensis*)

C'est un groupement assez plastique qui se rencontre du Subhumide au semi-aride. Les espèces caractéristiques des pinèdes sont : *Rosmarinus tournefortii*, *Helianthemum cinereum ssp rubellum*, *Globularia alypum*, *Leuzea conifera*, *Thymus ciliatus* et *Fumana thymifolia*.

##### ❖ Groupement à chêne liège (*Quercus suber*)

Il apparaît au littoral à 1300 m d'altitude, se rencontre dans l'étage subhumide et s'étend sur 299.000ha.

##### ❖ Groupement à chêne vert (*Quercus ilex*)

Il se trouve dans les étages humide ; subhumide et semi-aride et se développe entre 400 et 1700 m. Les taxons caractéristiques de ce groupement sont : *Rhamnus alaternus*, *Lonicera implexa*, *Olea europea* et *Ruscus aculeatus*.

##### ❖ Groupements à cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica*)

Les cédraies se rencontrent entre 900 et 2000 m d'altitude et dans l'étage humide et jusqu'au semi-aride dans les hautes montagnes (Atlas tellien et Atlas saharien). Le groupement à cèdre est caractérisé essentiellement par : *Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*, *Acer monspesulanum*, *Viola mumbyana*, *Bunium alpynum* et *Luzul graeca*. Le groupement à *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex* localise entre 1400 et 1600 m d'altitude. Le groupement à *Cedrus atlantica* et *Ilex aquifolium* localisé dans les ravins frais et humides de Theniet –



El – had. Le groupement à *Cedrus atlantica*, *Quercus faginea* et *Acer obtusatum*, se développe entre 1500 et 1700 m d’altitude. Parmi les principales espèces de ce groupement on distingue : *Acer opalus*, *Danaea verticillata*, *Dryopteris filix* et *Quercus faginea*. Le Groupement à *Cedrus atlantica*, *Pistacia terebinthus* et *Spartium junceum*, se situe entre 1250 et 1400 m d’altitude. Les principales essences sont ; *Ammoides verticillata* et *Atractylis cancellata*. Le groupement à *Cedrus atlantica*, *Bupleurum spinosa* et *Festuca deserti*, est localisé entre 1380 et 1980 m d’altitude. Il est caractérisé par de nombreuses espèces, les plus importantes sont : *Aira caryophylla*, *Arenaria montana*, *Asperula cynanchica* et *Festuca atlantica*.

❖ **Groupement à Sapin de Numidie (*Abies numidica*)**

C’est un groupement relique particulier caractérisant l’étage montagnard humide (1500 à 2000 mm de pluie). Il s’étend sur une superficie de **3000 ha**.

❖ **Groupement à Thuya (*Tetraclinis articulata*)**

Endémique nord-africain Ce groupement occupe des stations xérophiles où les précipitations varient entre 300 et 600 mm Il occupe 72.300 ha répartis dans le secteur oranais et algérois entre 150 et 850 m (**BENDER, 2009**).

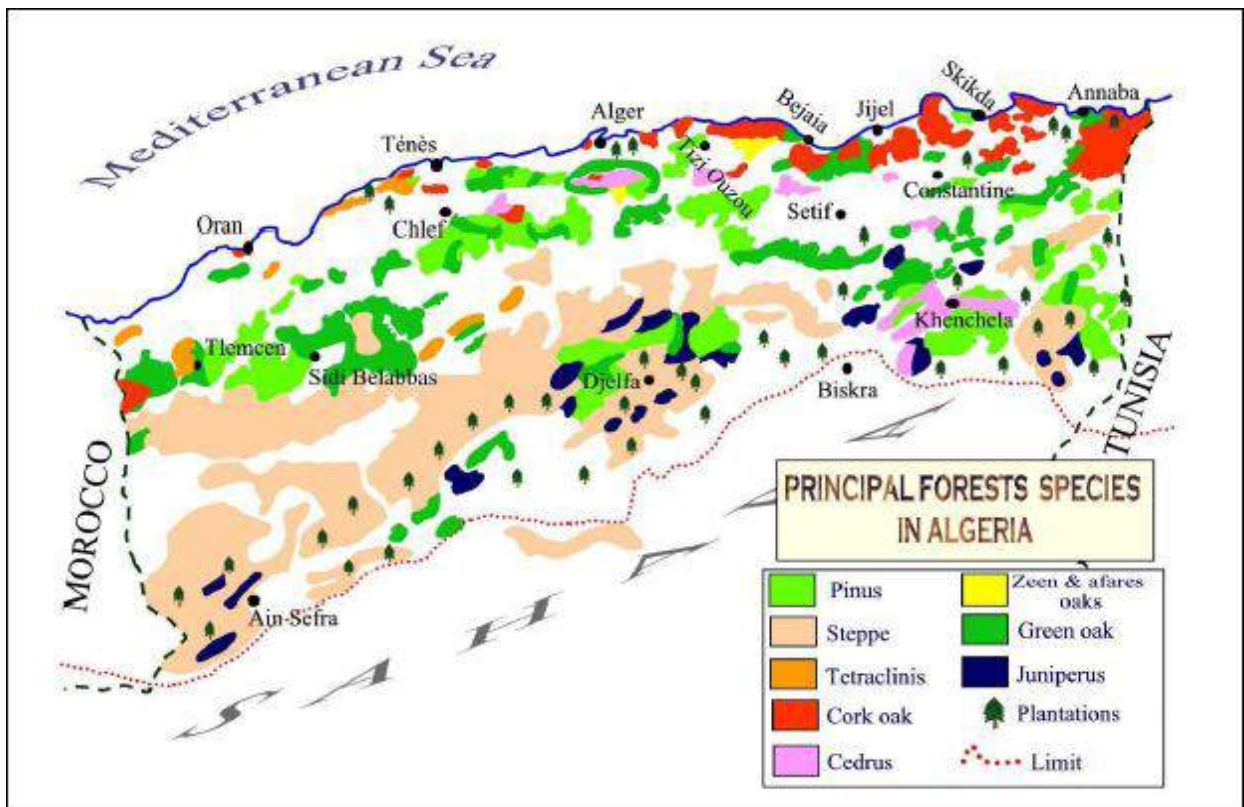


Figure 17 : La carte des groupes de végétation en Algérie (FAO ,2012)

**11.6. Quelques espèces forestières algériennes**

Ces photos (fig.18) sont prise de la forêt de Djebel Saadia, c'est une forêt qui se situe a la limite ente la wilaya de Chlef et Relizane.



*Quercus canariensis*



*Daphne gnidium*



*Pistacia lentiscus*



*Quercus coccifera*



*Phillyrea angustifolia*



*Cistus monspeliensis*



*Rubia peregrina*



*Cirsium acarna*



*Quercus suber*



*Arisarum vulgare*



*Urginea maritima*



*Ampelodesmos mauritanicus*



*Chamaerops humilis*



*Asphodelus microcarpus*



*Narcissus elegans*



*Olea europea*



*Cytisus villosus*



*Lavandu ludentata*

**Figure 18 : Quelques espèces végétales des forêts de Chlef ( Hedidi, 2020)**

## 12. Choix et contraintes de l'échantillonnage en écologie

### 12.1. Pourquoi utiliser un échantillonnage ?

La description la plus précise d'une population est obtenue à partir des mesures précises de chaque membre de la population, en d'autres termes un recensement. Généralement, un recensement est impossible pour des raisons de budget et de logistique. Imaginons une tentative de mesurer chaque arbre d'une forêt de 1 million d'hectares. Un échantillon mesure une portion de la population et, en foresterie, il s'agit habituellement d'une très petite portion. Les estimations basées sur des données provenant d'un échantillon mesuré sont ensuite extrapolées à la population tout entière, dont la plus grande partie n'a pas été mesurée.

Il s'agit donc de "deviner" ou "estimer" l'état d'une population après avoir échantillonné quelques membres de cette population. Si l'échantillon est représentatif de l'ensemble de la population, l'estimation sera exacte et et moins sujette à des déviations par rapport aux valeurs réelles de population. Dans le cas contraire, l'estimation sera inexacte et trompeuse ; il ne sera pas évident qu'elle est inexacte, et son inexactitude sera ignorée car l'état véritable de l'ensemble de la population sera ignoré. Le mieux qu'il est possible de faire est d'augmenter les chances de mesurer un échantillon représentatif. Pour y parvenir, des règles défendables du point de vue scientifique doivent être appliquées pour sélectionner l'échantillon, augmenter le nombre d'unités d'échantillonnage observées ou mesurées, et diminuer les erreurs de mesure de chaque échantillon (voir Qualité des données). S'il n'est pas difficile de produire des données, il est beaucoup plus problématique de produire des données exactes, avec une fiabilité reconnue, qui serviront à prendre des décisions de grande importance (McRoberts *et al*, 1992).

### 12.2. Echantillon

C'est une petite partie de population que l'on va examiner. cette fragment de l'ensemble pour juger cet ensemble (Collin, 1970), une collection d'éléments prélevés d'une façon particulière de cette population statique a fin de tirer des conclusions sur cette dernière .

L'échantillon doit être représentatif de cette dernière.

**a. Le Relevé :** c'est une prise direct sans prélèvement concret d'objets sur terrain : relevé climatologique, topographique, phytosociologique

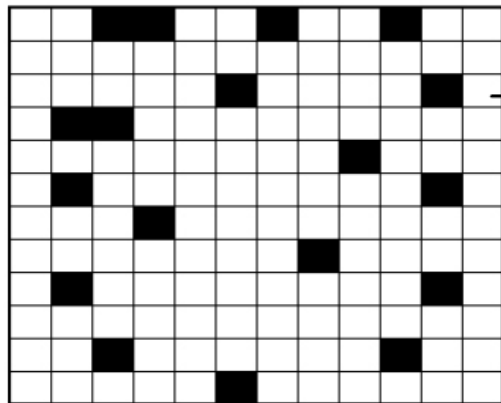
**b. Le prélèvement :** les données sont prélevées du terrain pour l'analyse.

**c.Descripteurs** : Les variables pouvant intervenir dans une description de structure ou de fonctionnement d'un objet étudié sont très nombreuses. Ils peuvent être classés en différentes catégories.

Les techniques ou les types d'échantillonnage de la végétation sont en réalité très nombreuses, citons : Echantillonnage aléatoire et simple, Echantillonnage systématique, Echantillonnage stratifié, Echantillonnage subjectif, Echantillonnage en greffe....etc

### 13.Echantillonnage aléatoire et simple

Echantillonnage au hasard ou aléatoire Il s'agit du point de vue statistique d'un échantillonnage probabiliste. Il consiste à tirer au hasard les diverses localisations des échantillons à étudier. Pour cela on trace des axes de coordonnées sur une carte ou une photo aérienne, puis on choisit des couples de coordonnées dans une table de nombres au hasard. (fig. 19,20).(Djeddi, 2020).



**Figure 19 : plan d'échantillonnage aléatoire simple**



**Figure 20 : échantillonnage aléatoire simple (McRoberts et al, 1992)**

## 14. Echantillonnage systématique

Au lieu de tirer au hasard les uns après les autres les points d'échantillonnage, on peut utiliser un réseau systématique de points, de lignes ou de petites surfaces régulièrement espacées. Ce procédé reste probabiliste si l'abscisse du premier point, l'orientation et la maille du réseau ont été tirées au hasard ; en effet, dans ces conditions, tous les points de la région étudiée ont la même chance d'être sélectionnés. Ce type d'échantillonnage est moins efficace, au sens statistique du mot, que le sondage aléatoire si la région à échantillonner présente des irrégularités périodiques, dont l'espacement est égal à la maille de la grille ou à l'espacement des lignes (fig 21,22,23) (Djeddi, 2020).

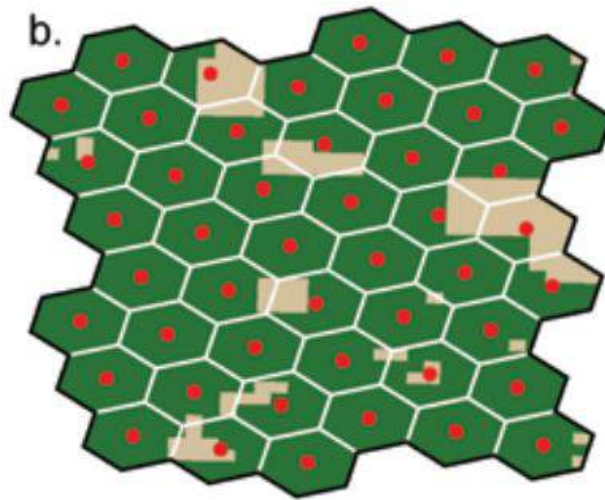


Figure 21: (b) plan d'échantillonnage systématique aligné (McRoberts et al, 1992)

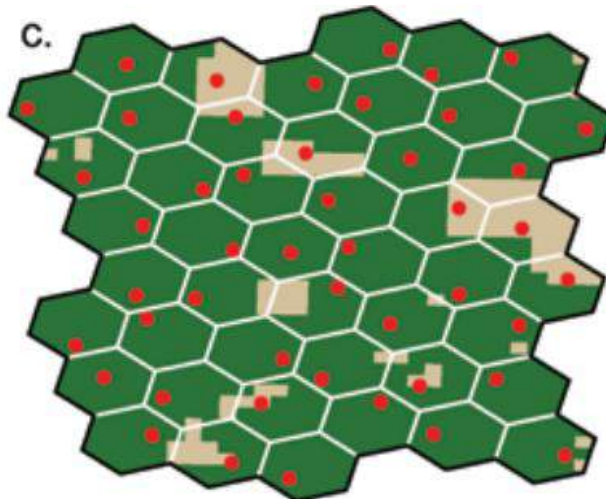


Figure 22 : plan d'échantillonnage systématique non aligné (McRoberts et al, 1992)

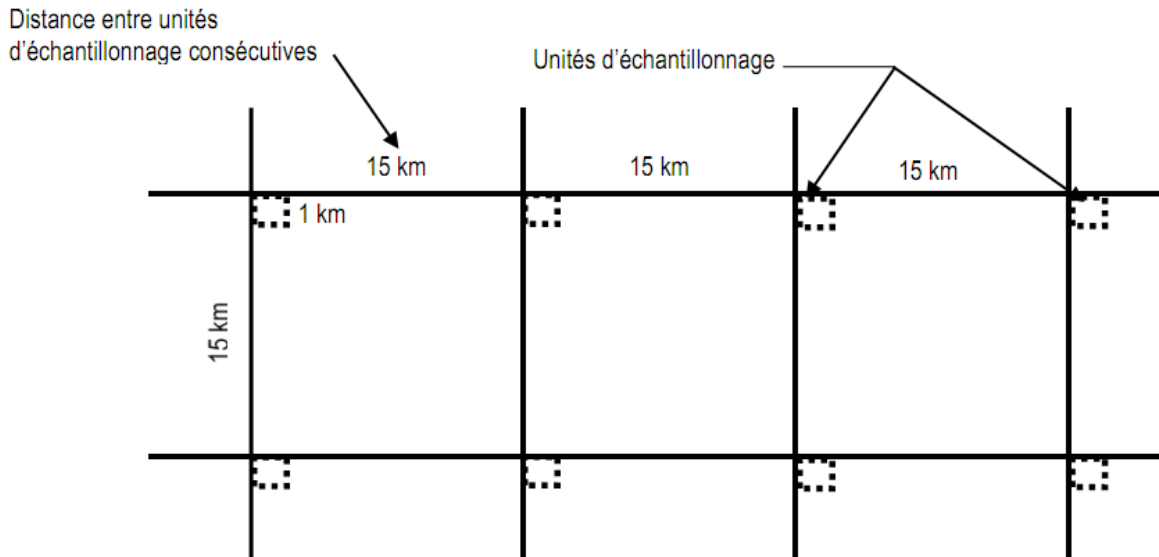


Figure 23 : Echantillonnage systématique (Glèlè Kakai et al, 2016)

### 15. Echantillonnage stratifié

L'échantillonnage est dit stratifié si la région ou zone à étudier a été découpée en strates ou sous-zones, en fonction de paramètres écologiques déjà décelés .les échantillons sont ensuite tirés au hasard à l'intérieure de chacune des strates, pour que le procédé soit probabiliste. On réduit ainsi, parfois considérablement, la variabilité dans chaque sous-zone et on évite au moins partiellement, les échantillons hétérogènes à cheval sur deux communautés (fig.24) (Djeddi, 2020).

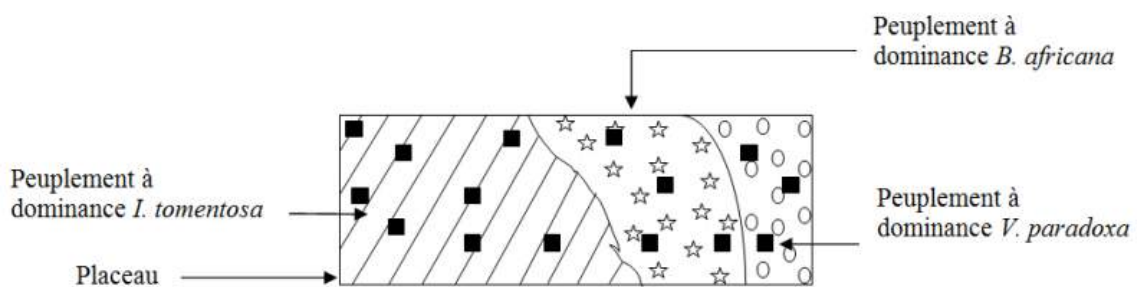


Figure 24 : Echantillonnage stratifié (Glèlè Kakai et al, 2016)

#### ➤ Échantillonnage subjectif

Il consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogènes. Le chercheur choisit comme échantillons des zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives d'après son expérience ou son « flair ».en agissant de la sorte. Le phyto-écologue ne fait généralement que reconnaître quelques-uns des principaux aspects de la végétation : un tel échantillonnage ignore généralement toutes les situations non parfaitement homogènes qui peuvent être parfois fréquentes. De point de

vue statistique, un échantillonnage subjectif est appelé type non probabiliste : les tests statistiques ultérieurs ne peuvent rien prouver quant à l'ensemble de la population échantillonnée.

## 16.Relevés floristique

### 16.1.Conditions de réalisation d'un relevé

Trois conditions sont exigées pour la réalisation d'un relevé :

- 1) **Dimensions adéquates (Aire minimale)** : Dimension minimale pour contenir un échantillon d'espèces représentatives de la communauté.
- 2) **Uniformité de l'habitat**, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents ;
- 3) **Homogénéité de la végétation**, en n'incluant qu'un stade successional ou qu'une phase dynamique ; il existe des outils statistiques pour tester l'homogénéité de la végétation

#### 1) Dimensions adéquates (Aire minimale)

Quelquefois, le terrain est très étendu en surface et le parcourir en entier n'est pas forcément utile pour voir une bonne image. On montre en effet qu'il existe une aire, dite aire minimale, au-delà de laquelle le nombre d'espèces rencontrées n'augmente pratiquement plus. **Foucault (1986)** explique comment calculer l'aire minimale, on se place dans un endroit homogène assez vaste et on délimite au moyen 4 piquets et une corde une surface de 1m<sup>2</sup> ( fig.25). On compte alors le nombre d'espèces différentes contenues dans ce carré, puis on double le carré pour obtenir un rectangle de 1\*2m<sup>2</sup>, on compte le nombre d'espèces nouvelles non contenues dans le premier carré, puis on double le rectangle en un carré de 2\*2 et à nouveau on compte les espèces nouvelles, et ainsi de suite.

Pour mieux apprécier la variation du nombre d'espèces apparues, on réalise un graphique, en abscisses, on porte l'aire de surface croissante, en ordonnées le nombre total d'espèces apparues, on reporte alors les résultats observés sur ce graphique ( fig. 26 ).

Cette courbe, dite courbe aire-espèce, croît rapidement puis, progressivement, s'infléchit jusqu'à atteindre un palier plus ou moins horizontal, traduisant le fait que le nombre d'espèces nouvelles n'augmente pratiquement plus. On parle alors aire minimale ( 8m<sup>2</sup> sur notre figure 26) .



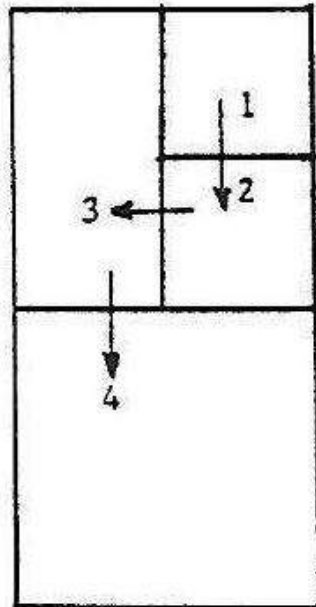


Figure 25 : surface de Aire minimale (Foucault , 1986)

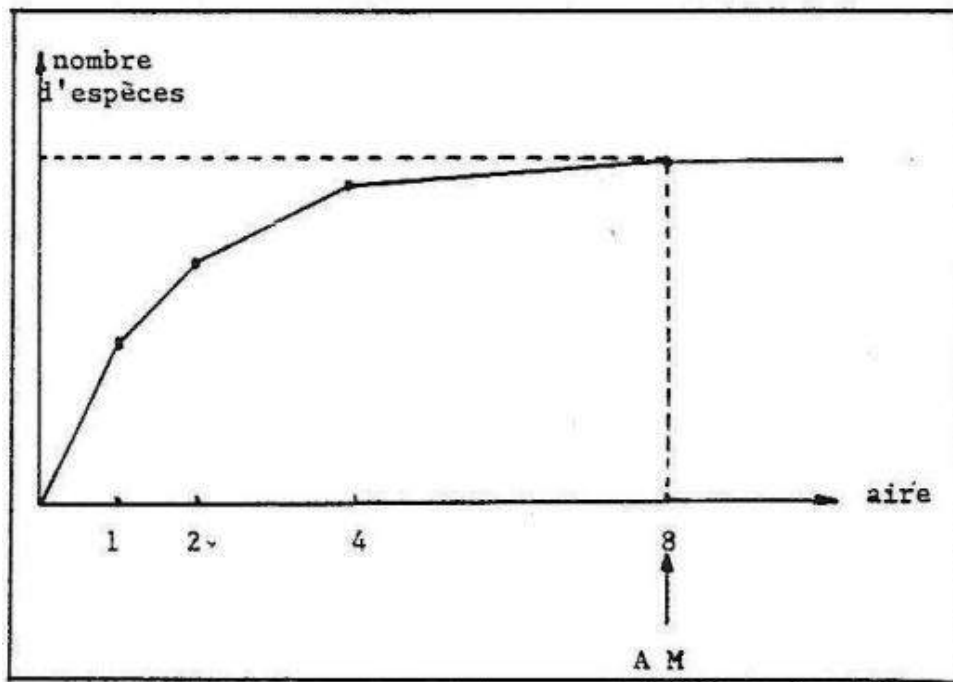
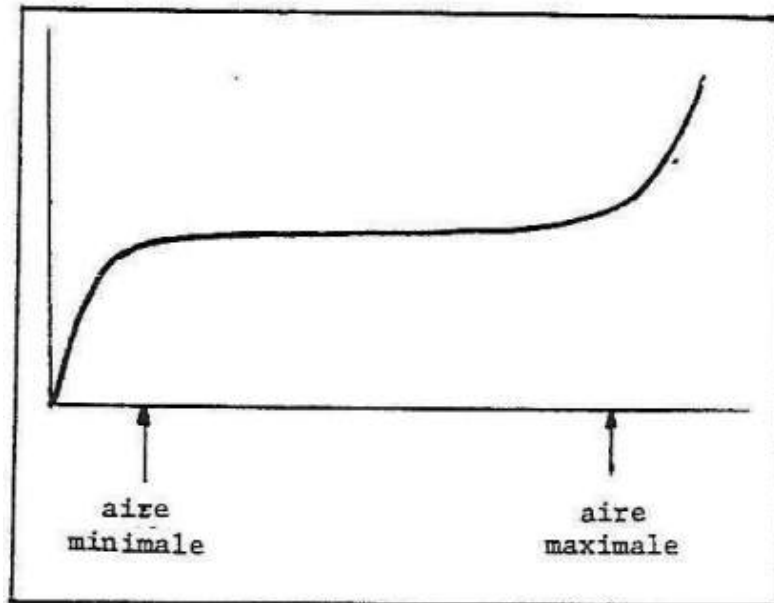


Figure 26 : courbe aire-especes (Foucault , 1986)

2) Uniformité de l'habitat

Le relevé ne doit pas déborder sur deux habitats différents. Evidemet, si on poursuivait l'opération de doublement des aires au delà du palier, la courbes se redressait (fig.27), traduisant l'apparition de nouvelle espèces en assez grand nombre, elle concrétise le passage de l'air minimal initial a un autre aire minimale



**Figure 27 : une courbe pour Deux habitat ( Foucault , 1986)**

Voici quelques ordres de grandeurs d'AM (aire minimale) :

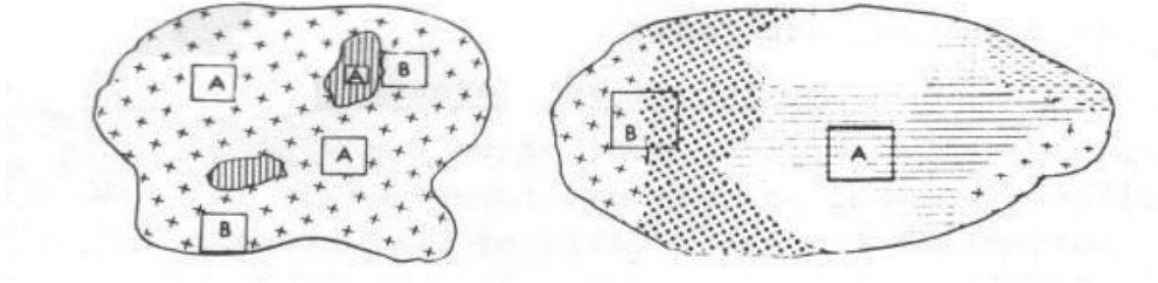
- Végétation cryptogamique : 200-1000cm<sup>2</sup>
- Prairie : 16-25m<sup>2</sup>
- Landes : 100-200m<sup>2</sup>
- Matorral : 100m<sup>2</sup> ( fig 28)
- Forêts : 300-800m



**Figure 28 : relevé floristique dans un écosystème forestier ( Hedidi, 2020)**

### 3- Homogénéité de la végétation

En incluant qu'un seul stade successional ou qu'une seule phase dynamique (en évitant l'*écotone*)



**Fig.29 : Choix des emplacements des relevés dans une forêt (à gauche) ou dans un marais (à droite) ( Aafi, 2010)**

**A** : bons emplacements (en plein dans les groupements), **B** : mauvais emplacements (à cheval sur deux groupements) Les divers signes indiquent les groupements végétaux à cartographier

#### 16.2.Composition d'un relevé floristique

Lors d'exécution d'un relevé, on notera (tab.06.et tab.07 : fiche de relevé) les informations suivantes :

- **Géographiques** : date, localité, coordonnées (éventuellement par GPS), altitude, pente, exposition.
- **Environnementales** : lithologie, drainage, humidité, humus, sol, pH, facteurs biotiques (abroutissement par le gibier, défoliation, etc), microclimat.
- **floristiques** : liste des espèces végétales, éventuellement en fonction de la stratification des individus, avec des **indications quantitatives d'abondance**, de recouvrement, simplement **qualitatives de présence**.

**Tableau 06: Fiche de relevé floristique ( état vierge)**

Relevé N° : ..... Date : .....		Nom du lieu dit : .....	
Surface du relevé : .....		Recouvrement global de la végétation : .....	
Altitude : .....		Remarque(s) : .....	
Latitude : .....		.....	
Longitude : .....		.....	
Description géomorphologique : .....		Description pédologique : .....	
Espèce dominante: ..... A/D : .....			
Espèce	A/D	Espèce	A/D
1 : .....		21- .....	
2- .....		22- .....	
3- .....		23- .....	
4- .....		24- .....	
5- .....		25- .....	
6- .....		26- .....	
8- .....		27- .....	
7- .....		28- .....	
9- .....		29- .....	
10- .....		30- .....	
11- .....		31- .....	
12- .....		32- .....	
13- .....		33- .....	
14- .....		34- .....	
15- .....		35- .....	
16- .....		36- .....	
17- .....		37- .....	
18- .....		38- .....	
19- .....		39- .....	
20- .....		40- .....	

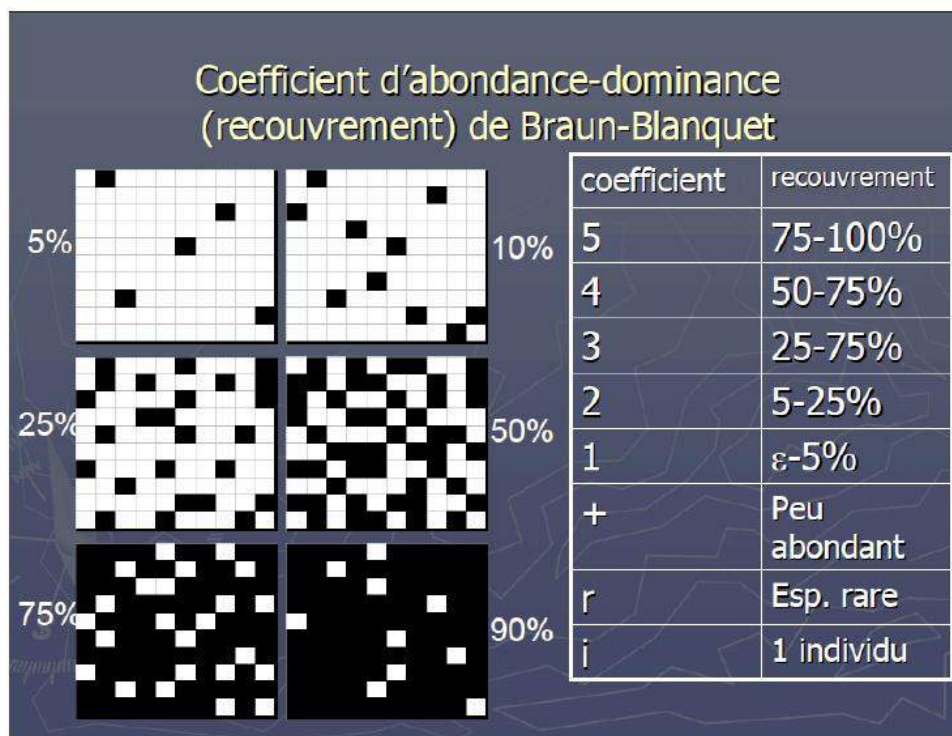
Tableau 07 : Fiche de relevé floristique

Relevé N° :01      Date :12/05/2010		Nom du lieu dit : <b>Au Nord de Dayet At Twila</b>	
Surface du relevé : <b>400m2</b> Altitude : <b>126</b> Latitude : <b>34°04'45N</b> Longitude : <b>06°39'37W</b>		Recouvrement global de la végétation : <b>80%</b> Remarque(s) : //	
Description géomorphologique :		Description pédologique : <b>Sol sableux beige &amp; rouge plus ou moins humifère</b>	
Espèce dominante : <i>Quercus suber</i> A/D : <b>4</b>		Exposition : <b>Nord-Ouest</b>	
Espèce	A/D	Espèce	A/D
<i>1Thymelaea lythroïdes</i>	<b>2</b>	21-.....	
<i>2 Urginea maritima</i>	<b>1</b>	22-.....	
<i>3 Echinops spinosus</i>	<b>+</b>	23-.....	
<i>4 Asparagus aphyllus</i>	<b>+</b>	24-.....	
<i>5-Pyrus mamorensis</i>	<b>1</b>	25-.....	
<i>6-Cynosurus echinatus</i>	<b>1</b>	26-.....	
<i>8Bromus rigidus</i>	<b>1</b>	27-.....	
<i>7Brachypodium distachyum</i>	<b>1</b>	28-.....	
<i>9-Dactylis glomerata</i>	<b>2</b>	29-.....	
10-.....		30-.....	
11-.....		31-.....	
12-.....		32-.....	
13-.....		33-.....	
14-.....		34-.....	
15-.....		35-.....	
16-.....		36-.....	
17-.....		37-.....	
18-.....		38-.....	
19-.....		39-.....	
20-.....		40-.....	

➤ **Inventaire floristique**

Les espèces présentes dans chacun des relevés sont affectées de deux coefficients ;

- **Abondance-dominance** (nombre et recouvrement) ou espace occupé par projection au sol de l'ensemble des individus de l'espèce. Selon l'échelle de Braun-Blanquet :
  - + : Espèce présente (1 ou 2 individus)
  - 1 : R < 5% ;
  - 2 : 5 ≤ R < 25%.
  - 3 : 25 ≤ R < 50%
  - 4 : 50 ≤ R < 75%
  - 5 : 75 ≤ R < 100%.



**Figure 30 : coefficient d'abondance-dominance de Braun-blanquet**

- **Sociabilité** : façon dont les individus sont distribués les uns par rapport aux autres. Selon l'échelle de Braun-Blanquet, on a cinq classes :
  - 1 : individus isolés (éparpillés)
  - 2 : individus en groupe (2 à 3 individus)
  - 3 : individus en troupe (groupe 10 à 25 individus)
  - 4 : individus en petites colonies (morceaux de peuplements)

5 : individus en peuplement continu (surface couverte / individus) (fig.31)

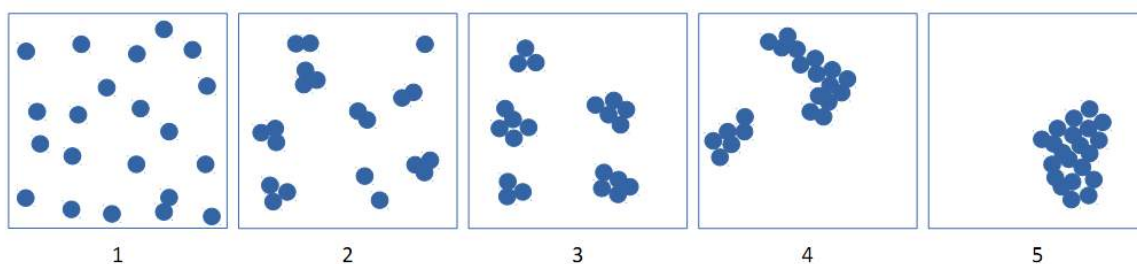


Figure31 : Représentation schématique des indices de sociabilité (Gillet, 2000)

### 16.3. Traitement des relevés

Cette opération consiste en l'élaboration des tableaux floristique en réunissant tous les relevés réalisés sur terrain (tab.08 et 09).

Tableau 08: tableau floristique brut de la forêt de Djebel Saadia ( W.Chlef)( Hedid, 2020)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Colonne1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	<i>Ammi majus</i>	r	r	.	.	r	.	r	.	.	r	r	r	r	.	r	.	.	.	.	.
3	<i>Arbustus unedo</i>	.	.	r	r	.	.	r	+	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	r	.
4	<i>asparagus ocutifalus</i>	+	.	r	+	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	+
5	<i>Asphodelus fistulosus</i>	r	r	+	r	2.	.	.	1	1	1	1	1	+	+	r	1.	.	2	2	2
6	<i>Asphodelus microcarpus</i>	r	r	+	r	2.	.	.	1	1	1	1	1.	.	.	r	1	r	2	2	2
7	<i>Calycotome spinosa</i>	2	1	1	1	1+	2	3	2	2	r	+	.	1	2	1+	.	2+	.	2	1
8	<i>Chamaerops humilis</i>	r	.	.	.	r	.	1.	.	.	.	3	2	r	2	1+	+	r	+	r	.
9	<i>Dactylis glomerata</i>	1	1	1	1	1	1	2	1	r	+	.	.	2	2	2	3	3+	.	1	+
10	<i>Daphne gnydium</i>	r	+	2	1.	.	.	+	1	1	1	r	r	r	r	r	r	+	.	r	r
11	<i>Erica arborea</i>	.	.	r	r	1.	.	2	2	1	1.	.	.	r	.	+	r	.	.	r	.
12	<i>Eryngium tricuspdatum</i>	r	r	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	<i>Juniperus phoenicea</i>	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.
14	<i>Juniperus oxycedrus</i>	.	.	r	.	.	r	r	r	r	+	.	.	.	.	+	+	1	r	r	.
15	<i>Laurus nobillis</i>	.	.	.	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	r	.	.	.	.	.	r
16	<i>Lavandula multifida</i>	.	.	.	r	.	.	r	r	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	r
17	<i>Lavandula stoechas</i>	.	.	.	r	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	r
18	<i>Myrtus communis</i>	r	.	.	r	.	.	+	r	.	.	.	.	.	+	.	r	r	.	.	.
19	<i>Olea europea oleaster</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.
20	<i>Phillyrea media</i>	r	r	+	+	.	r	+	.	.	.	.	.	.	r	r	.	.	r	.	r
21	<i>Pinus halpensis</i>	r	r	r	.	r	.	r	r	r	.	.	.	.	r	r	r	r	.	r	r
22	<i>Pistacia lentiscus</i>	2	r	.	2.	.	4	1+	r	.	.	.	.	r	r	.	2	1	r	r	2
23	<i>Qercus faginea</i>	.	.	r	1	1.	.	.	1	4	4.	.	.	.	.	.	.	r	+	+	1
24	<i>Quecus ilex</i>	.	.	1+	r	r	.	r	r	r	.	.	.	r	r	+	r	r	r	r	+
25	<i>Quercus coccifera</i>	.	r	r	r	r	.	+	+	.	.	.	.	r	r	+	r	.	.	.	r

**Tableau 09: tableau floristique ( presence-absence ) de la forêt de Djebel Saadia ( W.Chlef) (Hedidi, 2020)**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
	code	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	
1																										
2	<i>Ammi majus</i>	A02	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	
3	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	A04	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
4	<i>Anagalis arvensis</i>	A06	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	<i>Arbutus unedo ( Landj)</i>	A10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
6	<i>Aristolochia baetica</i>	A11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
7	<i>Arisarumvulgare</i>	A13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Arundo donax</i>	A14	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Asparagus acutifolius</i>	A15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Asphodelus microcarpus pf</i>	A16	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
11	<i>Astragalus lusitanicus</i>	A17	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Avena sativa</i>	A18	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
13	<i>Avena sterilis</i>	A19	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
14	<i>Bellis sylvestris</i>	B02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
15	<i>Bromus madritensis</i>	B05	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	<i>calycotome spinosa ( Gandoule )</i>	C01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
17	<i>Centaurea pullata</i>	C03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
18	<i>Centaurium erythraea</i>	C04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
19	<i>Chamaerops humilis</i>	C06	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
20	<i>cistus monspeliensis ( ciste blanc)</i>	C09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
21	<i>Cistus salvifolius</i>	C10	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
22	<i>Cytisus triflorus</i>	C15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
23	<i>Dactylis glomerata</i>	D16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
24	<i>Daphne gnidium</i>	D01	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Daucus carota</i>	D02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
26	<i>Erica arborea ( Bruyare)</i>	E02	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
27	<i>Eryngium tricuspdatum</i>	E04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Les relevés floristiques sont accompagnés de mesures et (ou) d'observations écologiques. Le tableau 10 fournit les valeurs qualitatives et quantitatives des variables écologiques ou stationnelles.

**Tableau 10 : tableau floristique avec des variable écologiques (Hedidi, 2020)**

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W			
	code	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21			
1																									
2	<i>localisation Forêt saadia</i>	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W chlef	W releza	W	W chlef	W chlef			
3	<i>X'</i>	350911	351025	350702	350161	350160	351176	352117	352115	352112	350727	350331	350312	350429	350930	350242	350934	351080	350160	350446	350652	351047			
4	<i>Y'</i>	3975793	3975734	4E+06	3975777	4E+06	4E+06	3975453	3975456	3975459	3975048	3975186	3974713	4E+06	4E+06	3973771	3973609	3973833	4E+06	3973753	4E+06	4E+06			
5	<i>Z'</i>	867	887	866	895	888	856	853	890	939	1040	1050	1076	1076	925	1010	933	883	1006	963	943	880			
6	<i>type de formation</i>	prairie	mator	mator	pre forest	motor	mator	mator	mator	pre forest	pre forest	pre forest	pre forest	pre forest	mator	mator	prairie	pre forest	pre forest	pre forest	pre forest	mator			
7	<i>penet (%)</i>	5%	5	3	10	15	25	30	20	10	20	15-20	30-35												
8	<i>Exposition</i>	NO	N	NE	NO	NO				Nord															
9	<i>type de climat</i>																								
10	<i>type de sol</i>																								
11	<i>Ajuga iva</i>	Aju iva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Ammi majus</i>	Am maj	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	2	3	2	0	0
13	<i>Ammoides verticillata</i>	Amn ver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	Amp max	2	2	1	3	1	2	3	0	0	0	2	0	3	3	2	0	3	2	5	5	5	5	5
15	<i>Anacyclis clavatus</i>	Ana cla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0
16	<i>Anagalis arvensis</i>	Anag arv	0	3	0	0	0	2	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Anagalis sp</i>	Anag sp	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Anemone palmata</i>	Ana pal	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Antyllus vulneraria</i>	Ant vul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	<i>Arbutus unedo ( Landj)</i>	Arb Uned	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0
21	<i>Arisarumvulgare</i>	Aris vulg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Aristolochia baetica</i>	Aris Baet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Aristolochia longa</i>	Aris lon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	<i>Arundo donax</i>	Arun donx	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Asparagus acutifolius</i>	Aspa acut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
26	<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asph micro	7	5	5	7	5	3	3	0	3	7	7	5	7	0	0	0	0	0	0	7	5	7	7
27	<i>Astragalus lusitanicus</i>	Astra lusi	0	0	1	0	1	0	0	0	0	7	5	3	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28	<i>Avena sativa</i>	Aven sat	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
29	<i>Avena sterilis</i>	Aven ster	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0
30	<i>Ballota hirsuta</i>	Bal hirs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	<i>Bellis sylvestris</i>	Bell sylv	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
32	<i>Biscutella diadema</i>	Bisc did	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	<i>Brya maxima</i>	Bri max	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	<i>Bromus madritensis</i>	Bro madr	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



## **Conclusion**

À la fin de ce document, l'étudiant sera en mesure : de distinguer et d'analyser les éléments de composition, de structure et de fonctionnement des écosystèmes forestiers, et d'utiliser l'inventaire écologique et forestier ainsi que les outils de diagnostic pour étudier les écosystèmes forestiers dans le cadre de leur gestion durable.

**Références bibliographiques**

- **Aafi A., 2007.** Etude de la diversité floristique de l'écosystème de chêne-liège de la forêt de la Mamora. Thèse de doctorat Es-Sciences Agronomiques. IAV Hassan II, Rabat. 192 p.
- Aafi A., 2010.** Cours de Phytoécologie. l'Ecole Nationale Forestière d'Ingénieurs (ENFI) de Salé. Maroc.64p.
- Bagnouls F. et Gaussen H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte prote. veg. art.8. Toulouse, 47 p
- Barka F., 2016.** Etude des groupements à matorral dans le littoral de la région de Tlemcen. Aspects phytoécologiques et cartographie These Doctorat. Univ. Abou Bakr Belkaïd. Tlemcen. 184 p + annexes. 290p.
- Barel G, 1981.** Introduction a l'ecologie . Institut national agronomique
- Belhacini F., 2015.** Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de Tlemcen (Algérie occidentale). These de Doct. Univ. Abou Bakr – BelKaid – Telemcen, 183p.
- Berchiche T., 1986.** Contribution à l'étude socio-économique de la forêt algérienne. Thèse magister Science agronomique : INA d'Alger. pp : 39-51.
- BNEDER., 2009.** Plan national de développement forestier (pndf) rapport de synthèse nationale. Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural.87 p.
- Boudy P., 1955.** Economie forestière Nord Africaine. Tome IV. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Paris : Larose. 481 p.
- Daget Ph., 1977.** Espèces indicatrices et leur valeur caractérisante vis à vis du milieu, *Nat Monspel Serie Bot* **27**. pp : 151-166.
- Debrache J., 1953.** Notes sur les climats du Maroc occidental, *Maroc médical*, 32 (342). pp : 1122-1134
- DGF., 2007.** indicateur forestiers. (En ligne) [www.dgf.org.dz](http://www.dgf.org.dz)
- Elena M. et Santiago R., 2006** - Arguments pro subéraies, liège et bouchon de liège et contre les bouchons en plastique et aluminium. IPROCOR. 4 p.
- Emberger L., 1942.** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse. France.* 77 : 99-124
- Emberger L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. *Rec. Trav. Lab. Géol. Bot. et 'Lool., Fac. Sc., Montpellier*, 7 ; 1-43.

- FAO., 2000.** L'Etude prospective du secteur forestier en Afrique. Rapport FAO, FOSA. 60 p.
- FAO., 2012.** L'état des ressources génétiques forestières mondiales. Rapport national. (Algérie). état actuel des ressources génétiques forestières en Algérie. 58P.
- Faurie C., Ferra C., Médori P., Dévaux J., Hemptinne J-L., 2012.** Ecologie – approche scientifique et pratique, 6<sup>e</sup> éd., Lavoisier, Paris, 488 p
- Flahault Ch. et Schröter C. 1910.** Rapport sur la nomenclature phytogéographique In : Actes III. Congrès International de Botanique Bruxelles 1: 131-164.
- Foucault B, 1986.** Petit manuel d'initiation à la phytosociologie sigmatiste . Laboratoire de Botanique . faculté pharmacie . France . 45p.
- Gaussen, H. , 1933.** Géographie des plantes. Ed. I, 1-222.
- **Glèlè Kakai R., Salako V. K., Padonou E. A et Lykke A.M., 2016.** méthodes statistiques multivariées utilisées en écologie. Annales des Sciences Agronomiques 20 - spécial Projet Undesert-UE : 139-157 (2016).
- Godron M., 1984.** Ecologie de la végétation terrestre , Paris , Masson. 196p
- Gounot M., 1969.** Méthode d'étude quantitative de la végétation, Ed. Mass&Cie., Paris. 314p.
- Hedidi D, 2020.** Etude phytoécologique des groupements végétaux de la subéraie de Djebel Saadia . Thèse doctorat . Université de Chlef. 120p
- Ionesco T. et Sauvage., 1962.** Les types de végétation du Maroc: essai de nomenclature et définition. Revue de géographie du Maroc Rabat. 1 et 2: 74-87 P.
- Lacoste A et Salanon., 2001.** Eléments de biogéographie et d'écologie. pp : 80-81. 2<sup>ème</sup> édition Nathan. Paris
- Looijen, R.C. & van Andel, J. 1999.** Ecological communities: conceptual problems and definitions. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, 2, 210–222.
- Madani T., Hubert B., Lasseur J. et Guérin G., 2001 .** Association des bovins, des ovins et des caprins dans les élevages de la subéraie algérienne. Agricultures : Cahier d'études et de recherches francophones, vol. 10, n°1. pp : 9-18.
- **McRoberts, R., Tomppo E et Czaplewski R., 1992.** Plans d'échantillonnage pour les évaluations forestières nationales [WWW Document]. URL [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/national\\_forest\\_assessment/images/PDFs/French/KR2\\_FR\\_\\_4\\_.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/national_forest_assessment/images/PDFs/French/KR2_FR__4_.pdf)

- Meddour-Sahar O. et Bouisset C., 2013.** La gestion du risque incendie de forêt en Algérie : des mesures Curatives ou préventives, Taux de boisement.3p
- Mhiri O. et Benchekroun F., 2006.** Les écosystèmes forestiers et préforestiers : situation, enjeux et perspectives pour 2025. pp : 408-410.
- **Ouelmouhoub S., 2005.** Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie). Thèse de Master de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier127 p.
- Ozenda, P., 1964.** Biogéographie végétale, série "Biologie". Ed. Doin, 1-374
- Ozenda, P., 1966.** Perspectives nouvelles pour l'étude phytogéographique des Alpes du sud. Doc. Carte Vég. Alpes, IV, 1-198.
- Ozenda, P., et WAGNER, H., 1975.** Les séries de végétation de la chaîne alpine et leurs équivalences dans les autres systèmes phytogéographiques. Doc. Cart, écol., 16, 49-64.
- **Rivas Mañe S., 1981.** Les étages bioclimatiques de la végétation de la péninsule ibérique. Ann.Jard.Bot.Madrid. 37(2) : 251-268
- Raunkiaer C. 1934.** Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. in Raunkiaer. pp 1-2
- **Sauvage C.H., 1960.** Recherches Géobotaniques sur les Subéraies Marocaines. Thèse de Doct. Es-Sciences naturelles. Fac des Sciences de . Montpellier. 414 p.
- **Sedjar A, 2012,** Biodiversité et dynamique de la végétation dans un écosystème forestier - Cas de djebel Boutaleb.These de magister .Université de Setif.
- **Seigue A., 1985.** La forêt circum-méditerranéenne et ses problèmes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.-P. Maisonneuve et Larose. 502 p.
- **Seltzer P., 1946.** Le climat d'Algérie. Travaux de L'institut de météorologie et de physique du sol .Université d'Alger. 219p

# Table des matières

	Page
<b>Sommaire</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Introduction</b>	1
<b>1.Définition</b>	2
1.1.Ecologie	2
1.2.Ecologie forestière	2
<b>2.Les facteurs écologiques</b>	2
2.1. Les facteurs abiotiques	3
2.1.1.Les facteurs climatiques	3
a.La lumiere	3
b.temperature	3
c.precipétations	3
d.Humidité	4
2.1.2.Les facteurs édaphiques	4
2.1.2.1.Les propriétés physiques du sol	4
a.La profondeur du sol	4
b.La porosité	4
2.1.2.2.Les propriétés chimique du sol	5
a-Le calcuim	5
b.La salinité	5
2.1.3.Les facteurs topographiques	5
a. L'altitude	5
b.L'exposition	6
2.2.Les facteurs biotiques	6
<b>3.Synthèse climatique et étage bioclimatique</b>	7
3.1.L'amplitude thermique	8
3.2.Indice Xérothermique d'Emberger (1942)	8
3.3.Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953)	9
3.4.Quotient pluviothermique d'Emberger	10
3.5.Les étages bioclimatiques	11
<b>4.Les étage de végétation</b>	13
<b>5.Série de végétation</b>	15
5.1.Les principaux types de successions	15
5.1.1.Succession primaire et secondaire	15
a. Notion de succession primaire	15
b.Notion de La succession secondaire	16
5.1.2.Succession progressive et régressive	17
<b>6-Notion de formation, groupement, association et types biologiques</b>	18
6-1-Formation végétale	18
6-1-1-Définition	18
6.1.2.Les principaux types de formation végétale	18
6.2. groupement	21
6.3. Association végétale	21

6.4.Les types biologiques	22
<b>7. Notion de structure</b>	23
7.1.La structure verticale	23
<b>8. Méthodes d'étude de la végétation</b>	24
<b>9. Méthodes d'analyse de la végétation</b>	25
9.1. Les méthodes physionomiques	25
9.2.Les méthodes phytoécologiques	26
9.3.Les méthodes phytosociologiques	27
9.3.1.Classement et nomenclature	28
9.4.Methode numérique	29
<b>10.L'écosystème forestier</b>	32
10.1.Définition écosystème forestier	32
10.2.Fonctions des écosystèmes forestiers	32
<b>11.Les principaux groupements forestiers et pré-forestiers d'Algérie</b>	33
11.1.Caractéristiques de la forêt algérienne	33
11.2.Répartition géographique	34
11.3.Superficie	34
11.4. Les types de formations forestières	35
11.4.1.Les maquis	35
11.4.2.Les forêts proprement dites	36
11.5.Les principaux groupements forestiers et pré - forestiers d'Algérie	36
11.6.Quelques espèces forestières algériennes	38
<b>12. Choix et contraintes de l'échantillonnage en écologie</b>	40
12.1.Pourquoi utiliser un échantillonnage ?	40
12.2.Echantillon	40
<b>13.Echantillonnage aléatoire et simple</b>	41
<b>14. Echantillonnage systématique</b>	42
<b>15. Echantillonnage stratifié</b>	43
<b>16.Relevés floristique</b>	44
16.1.Conditions de réalisation d'un relevé	44
1) Dimensions adéquates (Aire minimale)	44
2) Uniformité de l'habitat	45
3- Homogénéité de la végétation	47
16.2.Composition d'un relevé floristique	47
➤ Inventaire floristique	50
16.3.Traitement des relevés	51
<b>Conclusion</b>	53
<b>Références bibliographiques</b>	54
<b>Table des matières</b>	57