

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOD MAMMERI TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



# Mémoire



De fin d'études  
En vue de l'obtention de Diplôme Master en  
Sciences Agronomiques  
Spécialité : Foresterie  
Option : Sciences Forestières

## Thème :

**Etude structurale et spatiale de**  
***Juniperus communis L .subsp. hemisphaerica***  
**au Djurdjura**

**Soutenu le :** 13 /10/2022

**Réalisé par :** ALIOUANE Dahbia  
BOUCHIBA Siham

### Membre du jury :

**Présidente :** Mme AMIRAT Y.

MAA à l'UMMTO

**Promoteur :** Mr DERRIDJ A.

Professeur à l'UMMTO

**Co-promoteur:** Mr TOUMI A.

Conservateur Divisionnaire des Foret.

**Examineur :** Mr AIT SAID S.

MCA à l'UMMTO

2021/2022

### **Remerciements**

*Tout travail intellectuel, fruit d'une recherche individuelle n'est en réalité que le résultat d'une collective et d'une synergie de compétence et de volonté. On saisit l'occasion, à travers de ce modeste travail pour exprimer nos vifs remerciements ; En premier lieu, nous remercions notre DIEU, tout puissant, pour la volonté, la santé, courage et la patience qui nous a donné pour accomplir ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre promoteur Mr DERRIDJ A., Professeur à l'UMMTO de nous avoir honorée acceptant de nous encadrer.*

*Nos remerciements s'adressent particulièrement à notre co-promoteur Mr TOUMI A., le premier responsable du secteur Tikjda, Mme KROUCHI F., professeur à UMMTO, AIT SAIDS., MCA à UMMTO et MR RABHI.K., professeur à l'UMMTO pour leurs aides, soutiens, conseils judicieux qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de ce travail, aussi pour leurs collaborations menées avec patience et persévérance.*

*Nous tenons à remercier Madame AMIRAT Y maîtresse assistante à UMMTO d'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury et évaluer notre travail;*

*Mes sincères reconnaissances à Monsieur le Directeur du Parc National du Djurdjura qui nous a donné l'autorisation d'accéder au terrain, tout le personnel du PND spécialement secteur Tikjda: AMIRI Khaled, BAHY Kamel, BOULIL Merzouk et MAOUCHE Abdelhak...etc. Pour leurs aides et leurs disponibilités sur terrain.*

*Nous remercions également tous nos enseignants exceptionnellement Mr ASMANI.A, Mr METNA.B qui nous ont accompagnés durant notre formation, pour leur apport scientifique considérable et nos camarades de la section qui ont été près de nous.*

*Nos amis qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail : Samy, Lydia, Lyes, Nesrine, Nedjma, Thiziri, Leticia...etc.*

*BOUCHIBA Siham et ALIOUANEDahbia*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leurs  
amour, leur tendresse, leurs prières tout au long de  
mes études.*

*A mes chères sœurs, mes chers frères, et leurs petites  
familles.*

*A toute ma famille pour leurs soutiens tout au long  
de mon parcours universitaire.*

*A tous ceux qui mes ont chers.*

*Siham*

# Dédicaces

*A ma très chère mère,*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, de bienveillance me guide et sa présence à mes côtés à toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très cher père,*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères et mes belles sœurs.*

*A tous mes amis et camarade, tout particulièrement L.*

*Nedjma, puisse Dieu conserver notre amitié.*

*A tous nos enseignants de l'UMMTO.*

*Et à tous ceux qui sont chers.*

**Dahbia.**

**Sommaire**

<b>Introduction</b> .....	1
<b>I. Chapitre I : Synthèse bibliographique</b> .....	3
<b>I.1 Taxonomie</b> .....	4
<b>I.2 Caractères botaniques</b> .....	6
<b>I.3 Aire de répartition de <i>Juniperus communis</i></b> .....	9
<b>I.4 Usages</b> .....	9
<b>I.5 Rôle écologique</b> .....	10
<b>II. Chapitre II : matériels et méthodes</b> .....	11
<b>II.1 Description de la région d'étude:</b> .....	13
<b>II.1.1 Géologie et Pédologie:</b> .....	15
<b>II.1.2 Climat de la zone d'étude:</b> .....	15
<b>II.1.2.1 Diagramme Ombrothèrmique de Bagnols et Gausсен:</b> .....	15
<b>II.1.2.2 Climagramme d'Emberger:</b> .....	16
<b>II.1.2.3 Enneigement:</b> .....	17
<b>II.2 Stations d'étude:</b> .....	17
<b>II.2.1 Station Aswel:</b> .....	18
<b>II.2.2 Station Tigounatine:</b> .....	18
<b>II.3 Matériels utilisés:</b> .....	18
<b>II.4 Méthode d'étude:</b> .....	19
<b>II.4.1 Echantillonnage:</b> .....	19
<b>II.4.3 Logiciels utilisés:</b> .....	21
<b>II.4.3.2. Logiciel Ripley :</b> .....	22
<b>II.4.3.2.1 La méthode d'utilisation du logiciel Ripley :</b> .....	23
<b>III. chapitre III : Résultats</b> .....	31
<b>III.1 Etudes structurale</b> .....	32
<b>III.1.1 Nombre d'espèces par stations</b> .....	32
<b>III.2 Etudes structurale de <i>Juniperus communis</i></b> .....	32
<b>III.1.2.1 Longueurs</b> .....	32
<b>III.1.2.2 Largeurs</b> .....	33

III.1.2.3	Hauteurs.....	34
III.1.2.4	Surfaces.....	36
III.1.3	La corrélation entre les dimensions.....	38
III.1.4	Etudes structurale de <i>Juniperus communis</i> .....	38
III.1.5	Menaces.....	39
III.2	Diamètre de <i>Cedrus atlantica</i> .....	40
III.3	Distribution spatiale des espèces à Aswel.....	41
III.3.1	Distribution spatiale de cèdre d'Atlas et le <i>Juniperus communis</i> .....	42
III.4	Distribution spatiale des espèces à Aswel.....	43
III.4.1	Distribution spatiale de cèdre d'Atlas et de <i>J. communis</i> à Tigounatine.....	44
III.5	Rastérisation des <i>Juniperus communis</i> et des Cèdres.....	44
IV	chapitre IV: discussion des résultats.....	46
	Conclusion Générale :.....	50
	Référence bibliographique.....	51
	Liens.....	55
	résumé.....	56
	Summary.....	57

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> : Photo de <i>Juniperus communis</i> à Djurdjura (vue générale).....	6
<b>Figure 2</b> : Aiguilles de <i>Juniperus communis</i> var. <i>hemisphaerica</i> .....	7
<b>Figure 3</b> : Photo de pied femelle de <i>Juniperus communis</i> (Aliouane et Bouchiba, 2022).....	8
<b>Figure 4</b> : Photo de pied mâle de <i>Juniperus communis</i> (Aliouane et Bouchiba, 2022). .....	8
<b>Figure 5</b> : Localisation du Parc National de Djurdjura (Google Earth) .....	13
<b>Figure 6</b> : Localisation du secteur de Tikjda.(Google Earth).....	14
<b>Figure 7</b> : Diagramme Ombrothermique de Bagnols et Gausson pour la station Tikjda (DERRIDJ, 1990 in Larbi, 2015) .....	15
<b>Figure 8</b> : Situation bioclimatique de la station Tikjda sur le Climagramme d'Emberger .....	16
<b>Figure 9</b> : Localisation de la zone d'étude Tigounatine (Google Earth).....	17
<b>Figure 10</b> : Localisation de la zone d'étude Aswel(Google Earth).....	17
<b>Figure 11</b> : Zone d'étude station Aswel. (Aliouane et Bouchiba, 2022) .....	18
<b>Figure 12</b> : Station Tigounatine. (Aliouane et Bouchiba, 2022) .....	18
<b>Figure 13</b> : Matériels utilisés pour mesure et le GPS .....	19
<b>Figure 14</b> : Régénération des semis de cèdre dans des tapis <i>J.communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i> (vue générale) (Aliouane et Bouchiba, 2022) .....	20
<b>Figure 15</b> : Pieds du cèdre avec quelques touffes de <i>J.communis</i> subsp. <i>hemisphaerica</i> rampant (Aliouane et Bouchiba, 2022) .....	20
<b>Figure 16</b> : Méthode utilisée pour mesurer la distance des sujets <i>J.hemisphaerica</i> .....	21
<b>Figure 17</b> : Typologie de quelques motifs de dispersions spatiale. D'après Chessel, 1978.....	25
<b>Figure 18</b> : Principe de correction des effets de bordure pour tout point $i$ situé à une distance $e < r$ de l'un des bords. Sous l'hypothèse que la densité des points est identique dans la fraction de cercle de rayon $r$ exclue de la parcelle et dans l'intérieur de la surface testée, la correction consiste à pondérer, pour tout point $i$ considéré, la valeur $\delta_{ij}$ par le rapport entre le périmètre total et l'arc de cercle inclus, dans la parcelle. D'après Collinet (1997), Goreaud et Pélissier (1999), modifié. ....	27
<b>Figure 19</b> : Fonction $K$ de Ripley (trait continu) et enveloppes de 100 réalisations (trait pointillé) d'un processus de Poisson de même intensité. La fonction $L(r) = k(r)/\pi - r$ est représentée. La bande sous-jacente indique les distances auxquelles un écart significatif à la répartition aléatoire se produit. D'après Picard (1999). En noir : régularité ; en gris : agrégation. ....	28
<b>Figure 20</b> : Proportion de nombre d'individus présentée dans les 2 stations.....	32
<b>Figure 21</b> : Histogramme de distribution des classes de longueur de <i>Juniperus communis</i> ...	33
<b>Figure 22</b> : Histogramme de distribution des classes de largeur des individus de <i>Juniperus</i> <i>communis</i> .....	34
<b>Figure 23</b> : Histogramme de distribution des classes des hauteurs des individus de <i>Juniperus</i> <i>communis</i> .....	35
<b>Figure 24</b> : Photo de <i>Juniperus communis</i> à Tigounatine avec 2,17m d'hauteur.....	36

## LISTE DES FIGURES

---

<b>Figure 25</b> : Histogramme de distribution des classes de surface des individus de <i>Juniperus communis</i> .....	37
<b>Figure 26</b> :Illustration de mode de régénération de <i>J. communis</i> dans la station de Tigounatine. (Asexuée). (Aliouane et Bouchiba, 2022).....	39
<b>Figure 27</b> : Illustration de l'un des menaces sur le <i>Juniperus communis</i> (la pollution).....	39
<b>Figure 28</b> : Histogramme de distribution des classes de diamètre d'individus de <i>Cedrus atlantica</i> .....	40
<b>Figure 30</b> : La distribution spatiale de cèdre à Aswel .....	41
<b>Figure 31</b> : Distribution spatiale de <i>J. communis</i> à Aswel.....	41
<b>Figure 32</b> : Distribution spatiale de cèdre et <i>J. communis</i> à Aswel.....	42
<b>Figure 33</b> : Distribution spatiale de cèdre à Tigounatine .....	43
<b>Figure 34</b> : Distribution spatiale de <i>J.communis</i> à Tigounatine.....	43
<b>Figure 35</b> : Distribution spatiale de cèdre et <i>J.communis</i> à Tigounatine .....	44
<b>Figure 36</b> : Distribution spatiale de cèdre et <i>J. communis</i> à Aswel après rastérisation .....	45
<b>Figure 37</b> : Distribution spatiale de cèdre et <i>J. communis</i> à Tigounatine après rastérisation .	45

### Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : La description des stations d'étude échantillonnées.....	17
<b>Tableau 2</b> : Paramètres statistiques sur la longueur des touffes de <i>Juniperus communis</i> par stations.....	33
<b>Tableau 3</b> : Paramètres statistiques sur les largeurs .....	34
<b>Tableau 4</b> : Paramètres statistiques sur la hauteur .....	35
<b>Tableau 5</b> : Paramètres statistiques sur la surface.....	37
<b>Tableau 6</b> : Matrice de corrélation entre des dimensions des sujets (N=74) dans la station de Tigounatine.....	38
<b>Tableau 7</b> : Matrice de corrélation entre des dimensions des sujets (N=97) dans la station d'Aswel .....	38
<b>Tableau 8</b> : paramètres statistiques sur le diamètre .....	40



**INTRODUCTION GENERALE**

## Introduction

Dans le bassin Méditerranéen, les forêts sont d'une extrême diversité. La forêt méditerranéenne est riche en dizaines de milliers d'espèces animales et végétales. Les arbres et espaces boisés sont des éléments primordiaux du fonctionnement des écosystèmes, expression d'une biodiversité particulièrement riche, ils participent à la préservation, renouvellement ou à la conservation de ressources aussi fondamentales que l'eau, le bois, les produits forestiers non ligneux, les sols et les paysages méditerranéens. Ils constituent encore aujourd'hui des ressources, effectives ou potentielles, pour des domaines aussi variés que l'agriculture, l'élevage, l'industrie, l'artisanat, l'urbanisme et les loisirs. Ils permettent aussi le développement de multiples activités et emplois en milieu rural et aident à lutter contre la pauvreté. (Bitam et Belhacen., 2012).

Les genévriers occupent une place importante dans le paysage nord-africain, essentiellement en raison de leur rusticité et de leur dynamisme. Ce sont en effet des espèces pionnières peu exigeantes du point de vue écologique. Leur rusticité leur permet de résister aux agressions humaines intenses dont elles sont l'objet car dans de nombreuses régions, elles représentent le seul élément arboré ou arbustif susceptible d'être exploité pour le bois ou le feuillage, voire à des fins industrielles ou médicinales (Quezel et Gast, 1998).

Ce genre est composé d'environ 75 espèces (Adams et Schwarzbach, 2013; Adams, 2014), il est le deuxième plus grand genre de conifères en nombre d'espèce après le genre *Pinus* (Miller, 1977; Farjon, 2010). Il est divisé en trois sections qui sont *Juniperus* (*Oxycedrus*), *Caryocedrus* et *Sabina* (Adams, 2011) ; (Hantemirova *et al.*, 2012). Cette division est essentiellement basée sur le caractère morphologique des feuilles pour *Juniperus* et *Sabina*. Par contre, la section *Caryocedrus* prend en considération en plus de la morphologie de la feuille, la taille du cône. Les genévriers entrent dans la reproduction dès leur jeune âge à partir de 6-8 ans (Raatikainen et Tanska, 1993 *in* Thomas *et Al.*, 2007).

L'Algérie possède cinq genres qui sont : *J. phoenicea*, *J. oxycedrus*, *J. thurifera*, *J. sabina* et *J. communis*. Cette dernière espèce elle se trouve dans les hautes montagnes méditerranéennes, (Quezel et Medail, 2003), et qui est l'objet de cette étude.

*Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* est abondant sur les crêtes du Djurdjura et plus rare sur les Aurès et Babors, où il se situe à l'étage de la cédraie (Quezel et Gast, 1998). Il a une valeur patrimoniale en plus du rôle facilitateur joué par *J. communis* dans la régénération du cèdre (Mediouni et Yah, 1989). Pour avoir des meilleures connaissances de cette espèce nous proposons de l'étudier sur le plan spatial et structural.

## INTRODUCTION GENERALE

---

Notre étude traite principalement la longueur, la largeur, la hauteur et la surface de *Juniperus communis*. Ce travail nous informe sur l'importance de l'espace occupé par cette espèce pour favoriser la régénération du cèdre d'Atlas et les autres espèces.

Ce travail est réalisé au niveau de deux stations à Djurdjura : Aswel et Tigounatine.



**CHAPITRE I : SUNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

### I.1. Taxonomie

Le genre *Juniperus* appartient au sous embranchement des Gymnospermes ; la classe des *Pinopsida* (Conifères), famille des *Cupressaceae* et dans l'ordre des *Pinales* (Callen, 1976 ; Debazae, 1991).

Règne	: <i>Plantae</i>
Embranchement	: Spermatophytes
Sous embranchement	: Gymnospermes
Classe	: <i>Pinopsida</i>
Ordre	: Pinales
Famille	: Cupressaceae
Genre	: <i>Juniperus</i>

En Algérie, le genre *Juniperus* est représenté par deux sections et cinq espèces; Section *Oxycedrus* (*J. communis* L., *J. oxycedrus* L.), et la section *Sabina* (*J. thurifera* L., *J. phoenicea* L., *J. sabina* L.). (Quézel et Santa, 1962; Maire, 1967).

**Le genévrier thurifère** (*Juniperus thurifera* L.) : est un arbre ou arbuste dioïque, bien que la présence de quelques individus monoïques a été mentionnée dans les Alpes françaises et en Corse (Borel et Polidori, 1983; Conrad, 1986 *in* Zeraib, 2016), aussi en Espagne, au Maroc dans le Haut Atlas et en Algérie dans les Aurès. (Badri, 2003 *in* Zeraib, 2016).

Il possède un port très variable, il peut atteindre 20 mètres de hauteur, avec un tronc très ramifié montrant une structure « troncs multiples » ou multicaule. Les feuilles en écailles, entières ou faiblement denticulées, à dos plus ou moins caréné (Bertaudière, 1999 ; Badri, 2003 *in* Zeraib, 2016).

Le Genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*J. phoenicea* L.) est un arbrisseau touffu ou un arbuste de 1 à 3 m de hauteur mais pouvant atteindre cependant jusqu'à 8 à 10 mètres. Cette espèce est monoïque, assez rarement dioïque (Abdelli, 2017 *in* Kaddour et Irari, 2018). Au jeune âge, certaines feuilles sont en aiguilles et d'autres en écailles très petites, opposées, formant le feuillage vert persistant de l'arbre après les premières années. Le fruit globuleux devient rouge et luisant à maturité. Cette espèce est indifférente au substrat ; elle se présente en bioclimat semi-aride et aride en ambiance nettement continentale. (Lapie et Maige, 1914 ; *in* Bouyahyaoui, 2017). La floraison a lieu pendant l'hiver et la fructification à la fin de l'été de l'année suivante. Il se retrouve en circumméditerranéenne, en Europe méridionale, en Asie

tempérée et subtropicale, dans l'Océan Atlantique (iles Canaries) et en Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie, Lybie, Egypte). (Abdelli, 2017).

**Le Genévrier Oxycedre** (*J. oxycedrus L.*) est un arbrisseau ou un petit arbre dressé, à feuilles par trois, terminées en pointe aigue, marquées au-dessus de deux bandes blanchâtres séparées par la nervure médiane verte. Les fruits sont rouges et luisants à maturité (8 à 10 millimètres). Comme le genévrier de Phénicie, il colonise également les dunes littorales où il est représenté par un type particulier à gros fruits et à feuilles plus larges. Le Genévrier Oxycedre s'observe surtout sur des sols calcaires, aux étages méso et supra-méditerranéens, en bioclimat sur-humide. Il peut apparaître très localement en bioclimat semi-aride. Cette espèce est très répandue en Algérie. Son bois homogène et à grain fin est employé en ébénisterie et pour la fabrication des crayons. Il est assez apprécié pour le chauffage et donne un charbon de bonne qualité. On en extrait, par distillation, l'huile de Cade, produit pharmaceutique (Lapie et Maige, 1914 *in* Bouyahyaoui, 2017).

**Juniperus sabina** : Arbrisseau très rameux dès la base, formant des buissons (Wesche et al., 2005) très touffus, verts, dépassant rarement 1-1,5 m, mais pouvant atteindre 3-4 m dans les stations abritées (Quezel et Santa, 1962 ; Maire, 1952 ; Gaston et Douin, 1993 *in* Toumi, 2015), voire 8 à 10 m de hauteur (Gaston et Douin, 1993). Ses branches sont longues et étalées, redressées vers le haut, les jeunes rameaux arrondis, minces et effilés, mais il peut devenir un petit arbre tortueux. Il est d'une couleur vert sombre qui dégage, par froissement, une odeur désagréable (Gaston et Douin, 1993). Il porte souvent sur l'adulte de petites ramoules isolées à feuilles aciculaires (Maire, 1952). Ramoules sub-cylindriques (Quezel et Santa, 1962), Plante monoïque ou dioïque (Maire, 1952).

Les graines sont de diamètre de 3 à 4 mm (Maire, 1952), voire de 5 mm (Gaston et Douin, 1993). Elles sont au nombre de 1 à 4, petites, ovoïdes, grisâtres, rugueuses, non striées (Maire, 1952 ; Callen, 1976 ; Gaston et Douin, 1993).

La sabine se trouve au niveau des rochers et rocailles des hautes montagnes (Quezel et Santa, 1962). Cette espèce préfère les terrains calcaires, croît entre 1400 et 2500 m d'altitude dans les Alpes et entre 1400 et 1800 m dans les Pyrénées (Gaston et Douin, 1993). Nous le trouvons dans le centre et le sud de l'Europe, le nord et le centre de l'Asie (Gaston et Douin, 1993) localisé en Afrique du Nord où il est uniquement présent dans très rare localité (Quezel et Barbéro, 1989) sur les zones très arrosés du Djurdjura (moins de cent individus). (Mediouni et al., 1994).

Au total, trois taxons qui ont été décrites pour réunir les genévriers communs de l'enceins monde : il s'agit de *Juniperus communis* L., *J. alpina* (Suter) Celak, et *J. hemisphaerica* Presl. Il existe une grande diversité entre elles et que les paramètres morphologiques seuls s'avèrent des critères non discriminants de ces derniers. Pour parvenir à une approche plus complète de la diversité biologique au sein de ce groupe, 450 sujets ont été soumis à l'analyse pro anthocyanique. Une approche multifactorielle (morphologique, géographique, écologique et biochimique) a tout d'abord permis de caractériser les profils référentiels de *J. communis* (23 spécimens), *J. alpina* (18 spécimens) et *J. hemisphaerica* (19 spécimens) (Barbero et al., 1990).

Dans notre cas, il s'agit de l'espèce *J. communis* ssp. *hemisphaerica* (Quezel et Gast, 2011).

### I.2. Caractères botaniques

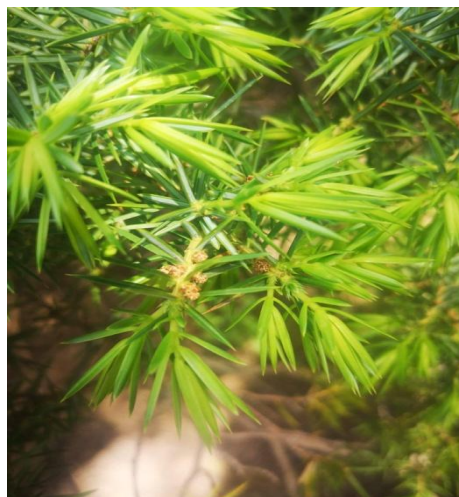
Rare en Afrique du Nord, *Juniperus communis* var. *hemisphaerica* est une espèce européenne qui se localise sur les massifs montagneux bien arrosés (Quezel et Gast, 2011). Il se retrouve dans les pelouses et rocailles des hautes montagnes (Quézel et Santa, 1962), calcaires et siliceuses, de 1500 à 3300 m (Maire, 1952). C'est un arbrisseau (Maire, 1952 ; Quezel et Medail, 2003) de forme buissonnante basse, souvent hémisphérique, il peut atteindre une hauteur de 1.50 m dans les endroits protégés (Maire, 1952 ; Quezel et Santa, 1962) voir même dans certains cas 2,50 m (Maire, 1952), (Fig. 1). Il présente un port prostré, semi-dressé ou parfois dressé (Quezel et Medail, 2003 in Toumi, 2015).



**Figure 1** : Photo de *Juniperus communis* à Djurdjura (vue générale)  
(Aliouane et Bouchiba, 2022)

Au Maghreb, sa forme de croissance habituelle comprend des sous-arbrisseaux bas, avec une architecture de branches très imbriquées, à port souvent prostré, étalé et rampant, agglomérés en touffes ou en coussins compacts et formant des colonies denses, souvent hémisphériques (Quézel et Médail, 2003 ; Rhanem, 2018), dont la hauteur est de 30 à 50 cm en moyenne (Quézel et Barbero, 1989). Ce genévrier en touffes coalescentes d'une couleur vert foncé et de forme denses, larges et arrondies, visibles de loin, donne aux paysages montagnards du Maroc et de l'Algérie une physionomie bien particulière (Rhanem, 2016, 2018), distincte du paysage végétal des pelouses écorchées environnantes (Wojterski, 1988 ; Quézel et Barbero, 1989). L'ensemble de ces touffes piquantes peut fournir une niche de régénération de tout premier plan et une « excellente structure d'accueil » pour les semis de cèdres (Addaret al., 2016 ; Bouyahyaoui, 2017).

Les feuilles de *J. communis* sont totalement aciculaire, verticillées par trois autour du rameau de 5 à 15 mm de longueur sur 1.5 à 2 mm de largeur, la plus grande largeur à la base, rétrécies progressivement vers la pointe, aiguës, rigides, très piquantes, la face supérieure avec deux bandelettes blanchâtres de stomates, très rapprochées, ne paraissent former qu'une seule bandelette médiane, la face inférieure verte et carénée (Debazac, 1991). Les stomates excrètent une fine résine blanche, cette exsudation est si abondante qu'elle couvre toute la surface et cache la nervure (Gaussen, 1968 in Kaddour et Irari, 2018). (Fig. 2).



**Figure 2** : Aiguilles de *Juniperus communis* var. *hemisphaerica*  
(Aliouane et Bouchiba, 2022).

La floraison a lieu en avril-mai. Les fleurs mâles sont solitaires, ovoïdes et elles sont entourées de bractées courtes (Maire, 1952). Les pieds mâles (Fig.4) portent à la face inférieure des rameaux des petits chatons jaunâtres. Sur les pieds femelles (Fig.3), les jeunes

cônes sont à trois écailles seulement dont chacune porte un seul ovule et de par leur couleur, elles passent presque inaperçus. Ils commencent être visibles lorsque les écailles devenant charnues se soudent en un organe globuleux verdâtre, de la taille d'un pois. Leur maturation se fait en deux ans. A la fin de leur seconde année de leur développement, deviennent d'une couleur bleu-noirâtre et la soudure des écailles à leur sommet est bien visible. Ces fruits ressemblent à des baies (on dit souvent « baies de genévrier »). On les désigne sous le nom de galbules pour les distinguer des baies authentiques qui n'existent que chez les Angiospermes.



**Figure 3:** Photo de pied femelle de *Juniperus communis* (Aliouane et Bouchiba, 2022)



**Figure 4 :** Photo de pied mâle de *Juniperus communis* (Aliouane et Bouchiba, 2022).

Ces galbules consommées et dispersées par les animaux ne contiennent que 2 à 3 graines.

### I.3. Aire de répartition de *Juniperus communis*

Le genévrier commun est parmi les gymnospermes largement distribué dans l'holarctique, s'étendant des montagnes circumméditerranéennes jusqu'à la toundra subarctique. Cette espèce montre une distribution nordique continue en Europe Centrale, mais les populations deviennent progressivement réduites en fragments dans les secteurs de haut-montagne du Bassin méditerranéen (Garcia *et al.* 2000). Concernant, la sous espèce *hemisphaerica*, on la retrouve en Italie et en Grèce (Maire, 1952).

Le genévrier commun (*Juniperus communis* L.) est très rare en Afrique du Nord, où cette espèce boréo-montagnarde est en limite méridionale extrême de son aire de distribution mondiale (Rhanem, 2016). Au Maroc, il est rare et se retrouve dans le Rif, le Moyen et le Haut Atlas (Quézel et Médail, 2003). Cependant, d'après Adams *et al.* (2015), son étude dans cette région reste encore très peu entreprise.

En Algérie, il est abondant sur les sommets du Djurdjura dans un bioclimat humide froid à per humide froid (Yahi, 2007 ; Meddour, 2012) et moins présent sur les Aurès et les Babors, où il est localisé dans l'étage de la cédraie (Quézel et Santa, 1962 ; Quézel et Gast, 1998). Il couvre plus de la moitié de la surface des parties sommitales de la chaîne du Djurdjura (Wojterski, 1988), depuis le djebel Haizer jusqu'au Lalla Khedidja, et il pénètre assez largement dans les cédraies claires, entre 1 500 et 2 200 m environ (Quézel et Barbero, 1989).

### I.4. Usages

Selon Bonnier et Douin (1993), le genévrier commun, est utilisé comme :

- Des brises vents ;
- Les jeunes pousses de feuilles, elles sont utilisées en gemmothérapie ;
- Les baies et les jeunes pousses, préparées en infusion, ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs. Ils sont efficaces contre l'asthme et contre les problèmes de ballonnements ;
- Le fruit est diurétique, stomachique (favorise la digestion), tonique, fortifiant et stimulant ;
- Utilisé comme condiment (relever le goût des aliments ou des préparations notamment les sauces) ;

- Il est aussi utilisé dans certains produits cosmétiques dont son huile essentielle est réputée pour son efficacité contre la cellulite ;
- Son bois compact et durable, sert à fabriquer les échelas (piliers), les manches, et il est utilisé aussi pour le chauffage ;
- Un usage abusif du genévrier peut provoquer des troubles rénaux ; de ce fait, il ne doit pas être utilisé durant les grossesses. Des empoisonnements de chèvres dus à une consommation excessive de rameaux de ce genévrier ont été rapportés.

### I.5. Rôle écologique

*Juniperus communis* joue un rôle très important dans la dynamique de la végétation. C'est un bon fixateur de sol de par l'architecture enchevêtrée de ses branches, il facilite de ce fait l'accumulation de poussières et de nombreux débris végétaux, et protège aussi l'installation de nouveaux semis à labris des pâturages (Negre ,1950).

D'après Mediouni et Yahi. (1989), il participe activement dans le processus d'installation du cèdre de l'Atlas par l'intermédiaire de successions progressives dans un système évolutif ordonné et directionnel. Par exemple, nous trouvons cette espèce dans la succession primaire à *Bupleurum spinosum*, *Berberis hispanica*, *Juniperus communis* et *cedrus atlantica*.

Avec ses quatre phases d'installation qui sont : la phase (1) pionnière chamaephytique, la phase (2) intermédiaire nanophanerophytique, la phase (3) intermédiaire nanophanerophytique et la phase (4) terminale mesophanérophytique. Le genévrier commun rentre en jeu dans les deux phases (3) et (4).

Au cours de la phase intermédiaire nanophanérophytique (phase 3), *Juniperus communis* apparaît dans l'élément structural à *Berberis hispanica* où il joue le rôle d'espèce transitoire: Il concurrence les espèces pionnières qu'il élimine et favorise l'arrivée des espèces forestières qui accompagnent le cèdre comme *Daphne laureola*, *Lonicerae trusca*, *Doronicum atlanticum*, *Viola odorata*, *Potentil lamcrantha*, *Luzula nodulosa*.

En phase meso-phanérophytique (phase 4), les semis se développent dans les plaques du *Juniperus communis* alors que ce dernier continue de recouvrir les espèces pionnières. Ces semis se développent vigoureusement. Ils sont caractérisés par des tiges élancées et une dominance apicale très prononcée qui les amène à surpasser leurs protecteurs. *Juniperus*

*communis* favorise le développement des jeunes semis de cèdre, stimule leur croissance en créant un microclimat favorable à leur maintien.

Au fur et à mesure que se développe *Cedrus atlantica*, s'opère une sélection écologique et biotique qui ne permet que la persistance des espèces spécialisées, adaptées aux structures évoluées complexes. Dans ce cas, *Juniperus communis* acquiert un développement centrifuge pour fuir le couvert créé par le cèdre.



**CHAPITRE II : MATERIEL ET  
METHODES**

### II.1 Description de la région d'étude:

Le Parc National du Djurdjura est une aire protégée qui se situe au nord-centre de l'Algérie, dans l'arrière-pays de la région de la grande Kabylie. Il est situé à 140 km au Sud-Est d'Alger et à 50 km de la mer méditerranée. Il chevauche entre le territoire de la wilaya de Bouira par le Nord et celle de Tizi-Ouzou par le sud. Ses coordonnées GPS sont de 36°25'42'' et 36°32'02'' Nord et de 03°57'23'' et 04°19'43'' Est. (Fig.5)



**Figure 5 :** Localisation du Parc National de Djurdjura (Google Earth)

Le Djurdjura est un massif dont le point culminant est Lalla- Khedija (2308 mètres). Inscrit comme réserve de biosphère par l'UNESCO, ce parc, qui comprend de vastes superficies en forêts et un patrimoine floral (690 espèces végétales y sont recensées) et faunistique riche (singe magot, aigle botté, sanglier, hyène rayée, renard roux, faucon, héron cendré, sittèle kabyle...), est d'un attrait touristique indéniable.

Ce parc est Caractérisé par un relief très accidenté sur le versant nord, comparativement sur le versant sud, le Djurdjura échelonne de nombreuses crêtes rocheuses dépassant 2000 m d'altitude. Il comprend trois grands massifs qui sont :

**Le massif oriental :** Tamgout de Lalla-Khedidja (2308 m).

**Le massif central :** de l'Akouker entre Tizi-Kouilal et l'Alma (Ras Timedouine: 2305 m).

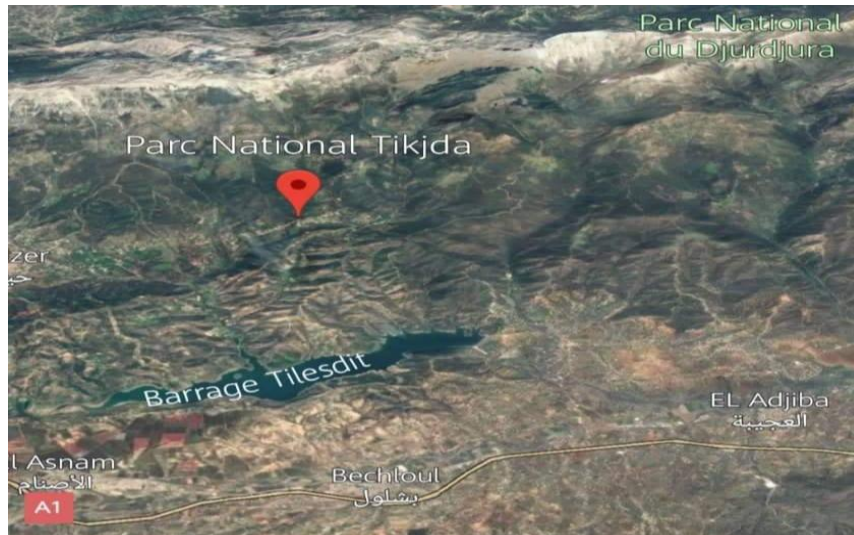
**Le massif occidental :** de Haïzer (2164 m) (Loukkas, 2006).

Le Parc National du Djurdjura divisé en 05 secteurs par versant :

- Secteur Tala Guilef (Siège : Tizi N'Tleta), Ait Ouabane (Siège : Ait Ouassif), dans le versant Nord (Tizi-Ouzou)
- Secteur Tala Rana (Siège : Saharridj), Tikjda (Siège : Tikjda) dans le versant Sud (Bouira)
- Secteur Tirrounda (Siège : Aghbalou) qui chevauche entre les deux versants

Notre étude a été réalisée dans les Secteurs de Tikjda et Ait Ouabane (dans les deux stations : Tigounatine et Aswel) qui se localise entre : 36°27'0'' Nord et 4°7'60'' Est. (Fig.6)

Le secteur de Tikjda est situé dans la commune d'El Asnam dans la wilaya de Bouira en Algérie, est une ancienne station de ski à 1 478 mètres d'altitude, sur le versant sud du Djurdjura dans la région de Kabylie.



**Figure 6 :** Localisation du secteur de Tikjda.(Google Earth)

Nous nous sommes intéressés au genévrier commun subsp. *hemisphaerica* (*Juniperus communis* L. subsp. *hemisphaerica*) dans deux stations. La première nommée Aswel qui est une station qui est complètement dégagée, la seconde station appelée Tigounatine, quant à elle est sous un couvert végétal, c'est une cédraie assez dense avec beaucoup de jeunes pousses et de quelques arbres de chêne vert.

### II.1.1 Géologie et Pédologie:

Le Djurdjura constitue l'élément principal de la chaîne calcaire kabyle, qui est sur leur bord méridional, la couverture sédimentaire des massifs métamorphiques de grande Kabylie et de petite Kabylie (Claracq, 1951).

Se situent au secteur de Tikjda, la série stratigraphique de nos stations d'étude va du primaire à l'Oligocène, mais elle comprend de nombreuses lacunes.

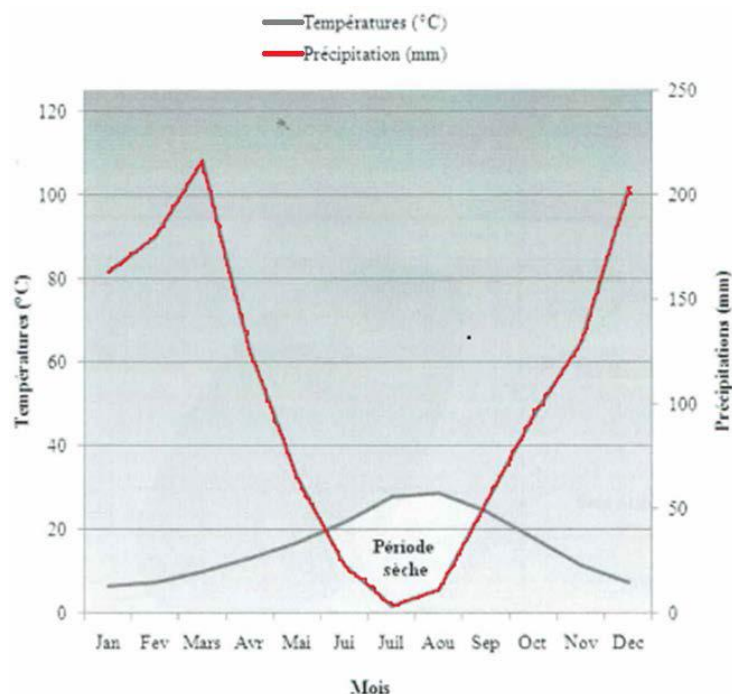
Le massif de Tikjda comporte des grès rouges du Trias (Benmouffok, 1995). L'assise géologique du Djurdjura central appartient aux formations des ères secondaires et tertiaires.

### II.1.2 Climat de la zone d'étude:

La station de Tikjda présente une période sèche et chaude de deux mois et demi (mi-juin à fin août), (Meddour, 2010). Selon Larbi(2015), les précipitations moyennes annuelles varient de 1 120 à 1 350 mm et la moyenne des températures annuelles mensuelles entre 10,5 et 11,5 °C, entre 1 450 et 1 650 m d'altitude.

#### II.1.2.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnols et Gausсен:

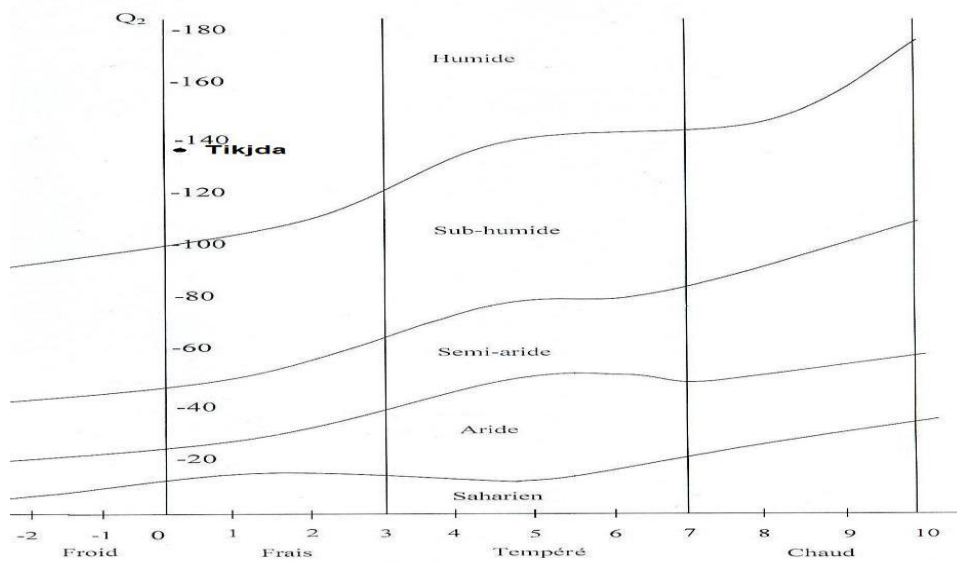
**BAGNOULS** et **GAUSSEN** considèrent qu'un mois est sec lorsque le total des précipitations (P) en mm est inférieur ou égale au double de la température (T) en °C :  $P \leq 2T$ .



**Figure 7 :** Diagramme Ombrothermique de Bagnols et Gausсен pour la station Tikjda (Derridj, 1990 in Larbi, 2015)

II.1.2.2 Climagramme d'Emberger:

Selon Derridj (1990 in Larbi, 2015) ; notre région d'étude est située dans l'étage bioclimatique humide à hiver frais (**fig3**)



**Figure 8** : Situation bioclimatique de la station Tikjda sur le Climagramme d'Emberger

**II.1.2.3 Enneigement:**

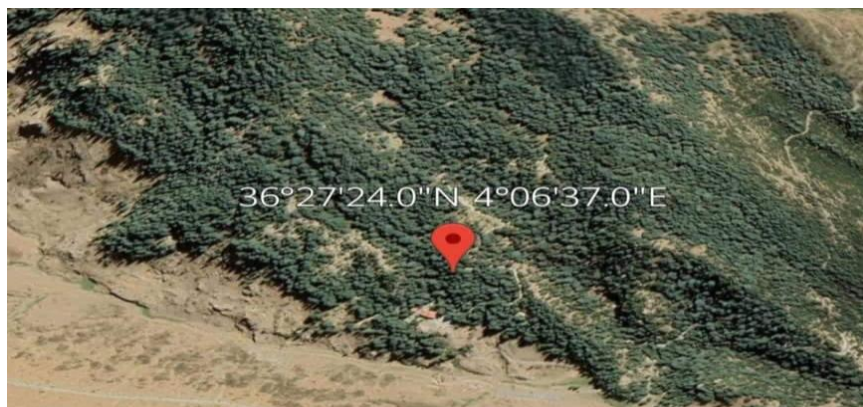
L'enneigement très variable selon les années, il est de 15 à 20 jours en moyenne par an (Benmouffok, 1995) et plus de 4 mois sur les sommets du Djurdjura (Derridj, 1990 *in* Larbi, 2015).

**II.2 Stations d'étude:**

Nos deux stations d'étude sont Aswel et Tigounatine. Leurs coordonnées sont données dans le Tableau 1.

**Tableau 1 :** La description des stations d'étude échantillonnées.

Stations	Coord.GPS	Altitude(m)	Etat du couvert
Tigounatine	36°27'24,034''N 04°06'37,437''E	1600	Couvert
Aswel	36°28'10,386''N 04°10'42,895''E	1800	Dégagé



**Figure 9 :** Localisation de la zone d'étude Tigounatine (Google Earth)



**Figure 10 :** Localisation de la zone d'étude Aswel (Google Earth)

### II.2.1 Station Aswel:

C'est une station dégagée à 1800 m d'altitude où le genévrier commun est couvert par la présence de cèdre de l'Atlas en présence aussi de quelque semis du cèdre.



**Figure 11** : Zone d'étude station Aswel. (Aliouane et Bouchiba, 2022)

### II.2.2 Station Tigounatine:

Dans la station de Tigounatine qui est à 1600 m d'altitude, le genévrier forme des nappes dans le sous-bois du cèdre de l'Atlas qui est en association avec de jeunes pousses de chêne vert.



**Figure 12** : Station Tigounatine (Aliouane et Bouchiba, 2022)

### II.3 Matériels utilisés:

Lors de notre expérimentation sur le terrain, nous avons utilisé le matériel suivant :

- GPS pour prendre des coordonnées géographiques des différentes espèces étudiées à savoir le genévrier commun, Cèdre de l'Atlas et d'autres espèces associées.
- Boussole pour déterminé l'azimut ( $\alpha$ ) : l'angle des espèces mesuré dans le plan horizontal entre le centre de placette et le nord géographique.

- Un ruban mètre pour mesurer : la hauteur (H), Longueur (L), le rayon (r) du genévrier commun, et la circonférence (C) du Cèdre d'Atlas et du chêne vert.
- Un décamètre pour mesurer la distance de chaque sujet par rapport au centre de la station
- Un jalon dans le centre pour fixer le décamètre et faciliter les mesures.



**Figure 13 :** Matériels utilisées pour mesure et le GPS

#### II.4 Méthode d'étude:

L'objectif d'étude est de faire ressortir le rôle écologique de *Juniperus communis subsp. hemisphaerica* sur la régénération et développement naturelle de Cèdre de l'Atlas et d'autres espèces associées.

##### II.4.1 Echantillonnage:

Pour réaliser notre travail, nous avons choisi des surfaces de 0,48 ha dans chaque station étudiée, nous avons également opté dans cette étude dendrométrique pour un échantillonnage de type systématique. Une fois qu'un point de départ fixe a été identifié, un intervalle constant est sélectionné pour faciliter la sélection des participants.

Pour les relevés dendrométriques, la surface d'échantillonnage au sein des formations forestières est le plus souvent de 4800m<sup>2</sup>, ces relevés sont réalisés sur des placettes de forme des carrées, de 1200m<sup>2</sup> de chaque carrées. Le choix de placettes de forme carrées est dicté par leur installation rapide et facile sur le terrain, elles permettent de réduire le nombre de cas douteux à la placette échantillonnée.

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé :

- 271 relevés dendrométriques dans la station d'Aswel.
- 561 relevés dendrométriques dans la station de Tigounatine.

Dans les deux stations étudiées, nous avons réalisé en totale 171 touffes de *J communis subsp. hemisphaerica* et 173 pieds de Cèdre de l'Atlas dont 14 sont des semis.



**Figure 14 :** Régénération des semis de cèdre dans des tapis *J.communis subsp. hemisphaerica* (vue générale) (Aliouane et Bouchiba, 2022)



**Figure 15 :** Pieds du cèdre avec quelques touffes de *J.communis subsp. hemisphaerica* rampant (Aliouane et Bouchiba, 2022)

Les principaux paramètres structuraux du *Juniperus communis L.* subsp. *hemisphaerica* collectés sont :

La hauteur, la longueur, la largeur, l'azimut ( $\alpha$ ) et le rayon et la distance par rapport au centre de la placette.

Concernant les autres peuplements, nous avons mesuré pour chaque arbre sa circonférence, houppier, l'azimut et sa distance par rapport au centre de la placette.



**Figure 16** : Méthode utilisée pour mesurer la distance des sujets *J.hemisphaerica*  
(Aliouane et Bouchiba, 2022)

### II.4.3 Logiciels utilisés:

#### II.4.3.1.La cartographie :

- Les coordonnées GPS de 171 touffes de *J. hemisphaerica* permet de donner la répartition géographique de cette espèce dans des deux zones d'étude : Aswel et Tigounatine. Le travail a été réalisé avec le logiciel (SIG) MapInfo Professional 8.0.
- Les fichiers qui ont été enregistrés dans l'Excel, sont importés et enregistrés dans le MapInfo 8.0 pour créer des tables de données.
- Après avoir chargé les deux images Raster, nous avons procédé à l'emplacement des points sur carte et à la digitalisation.
- Après avoir transformé les coordonnées GPS en degrés décimaux, nous avons procédé au calage à l'aide du logiciel SIG MapInfo 8.0.
- Pour cela, nous avons ouvert une table et on passe à la commande Caler (Register), et en utilisant la projection Universel Transverse Mercator (WGS 84), zone 31, hémisphère Nord et l'unité de mesure (Degrés), puis, on introduit nos données dans la boîte de dialogue affichée et nous calons l'image raster tout en tenant compte de l'erreur pixel (elle doit être la plus basse proche ou égale à 0).
- Une fois l'image est calée, nous procédons à la digitalisation qui se fait manuellement à l'aide de la souris et les outils de dessin et d'écriture qui se trouvent dans la barre des tâches du logiciel MapInfo 8.0. Cette étape, nous a permis de réaliser les différentes cartes pour les différentes stations des *J. communis*.
- Une fois la carte est achevée, nous l'exportons sous format image vers un

emplacement de notre choix.

**II.4.3.2. Logiciel Ripley :**

La présente notice a pour objectif d'introduire à l'utilisation de la méthode de Ripley afin d'analyser des structures spatiales de type « semis de points ». De tels semis de points peuvent représenter n'importe quel inventaire de populations d'êtres vivants ou d'objets dans un espace bidimensionnel. Ces populations peuvent être caractérisées par un attribut comme la couleur, l'espèce, etc., dont les individus sont représentés par leurs coordonnées  $x$ ,  $y$ .

#### II.4.3.2.1 La méthode d'utilisation du logiciel Ripley :

Supposons que le jeu de données à notre disposition soit un « semis de points » sur un espace rectangulaire. Chaque point représente la position du centre d'une plante, d'un arbre, selon ses coordonnées  $(x, y)$ , l'espace rectangulaire étant la fenêtre utilisée dans l'analyse. A chaque point, peut être associé un ensemble d'attributs quantitatifs (diamètre du tronc, hauteur de la couronne, etc.) et qualitatifs (taxon, modèle architectural, tolérance à l'ombre, vitalité, etc.). Ce type de données convient à un traitement statistique spatial utilisant la méthode de Ripley.

Cette approche a été appliquée aux données de dispositifs forestiers permanents de Guyane française (Paracou) et d'ailleurs (France ; Uppangala, Ghâts Occidentaux de l'Inde). Elle a été largement développée dans un certain nombre de thèses et de mémoires récents (Goreaud, 1995, 2000 ; Pélissier, 1995 ; Collinet, 1997 ; Gourlet-Fleury, 1997 ; Picard, 1999). Ces auteurs ont présenté en détail les bases théoriques de la méthode, accompagnées d'un support bibliographique. Ils ont ainsi pu proposer des interprétations biologiques aux structures spatiales observées, sur des bases quantitatives rigoureuses. Il est clair que le motif de dispersion spatiale des individus dépend d'une multitude de facteurs : les uns exogènes, de nature physico-chimique, topographique, climatique, les autres endogènes, de nature biologique, liés à la compétition, à la reproduction, aux relations entre plantes et animaux, à la régénération des espèces (Chessel, 1978). Comme les motifs de dispersion spatiale observés (Figure 1) sont l'expression d'interactions complexes de tous ces facteurs à diverses échelles d'espace et de temps, la première tâche est d'établir, autant que possible, la part qui revient aux facteurs exogènes et endogènes.

L'approche de Ripley appartient à la classe des *méthodes de distances* entre individus (point pattern analysis), littéralement « analyse des motifs, ou patrons, ponctuels », méthodes déjà anciennes, puisqu'elles remontent au début du XXe siècle (Urban, 2000). Ainsi, les méthodes d'*analyse de voisinage de premier ordre*, basées sur les distances au plus proche voisin, permettent-elles de détecter des motifs à échelle unique. Elles possèdent cependant des inconvénients : a) perte d'information sur les distances individuelles point par point, l'information ponctuelle étant noyée dans la moyenne, b) inadéquation pour détecter des structures complexes constituées de plusieurs motifs emboîtés à différentes échelles, c) manque d'élaboration numérique, de sorte que ces méthodes ne peuvent indiquer que la direction de l'écart à la distribution aléatoire, soit contagion, soit régularité. Par contre, les méthodes d'*analyse de voisinage de second ordre*, qui considèrent la distribution de toutes les

distances point par point, sont à même de détecter des structures complexes et d'offrir des outils efficaces pour l'interprétation.

La fonction  $K$  de Ripley est utilisée pour comparer le motif ponctuel observé avec un motif ponctuel engendré par un processus connu, par exemple un processus de Poisson (aléatoire) homogène. Elle est la distribution cumulative des fréquences d'observations à une distance donnée point par point, ou à l'intérieur d'une classe de distances. C'est parce qu'elle préserve les distances à toutes les échelles que la statistique de Ripley peut quantifier l'intensité du motif à de multiples échelles.

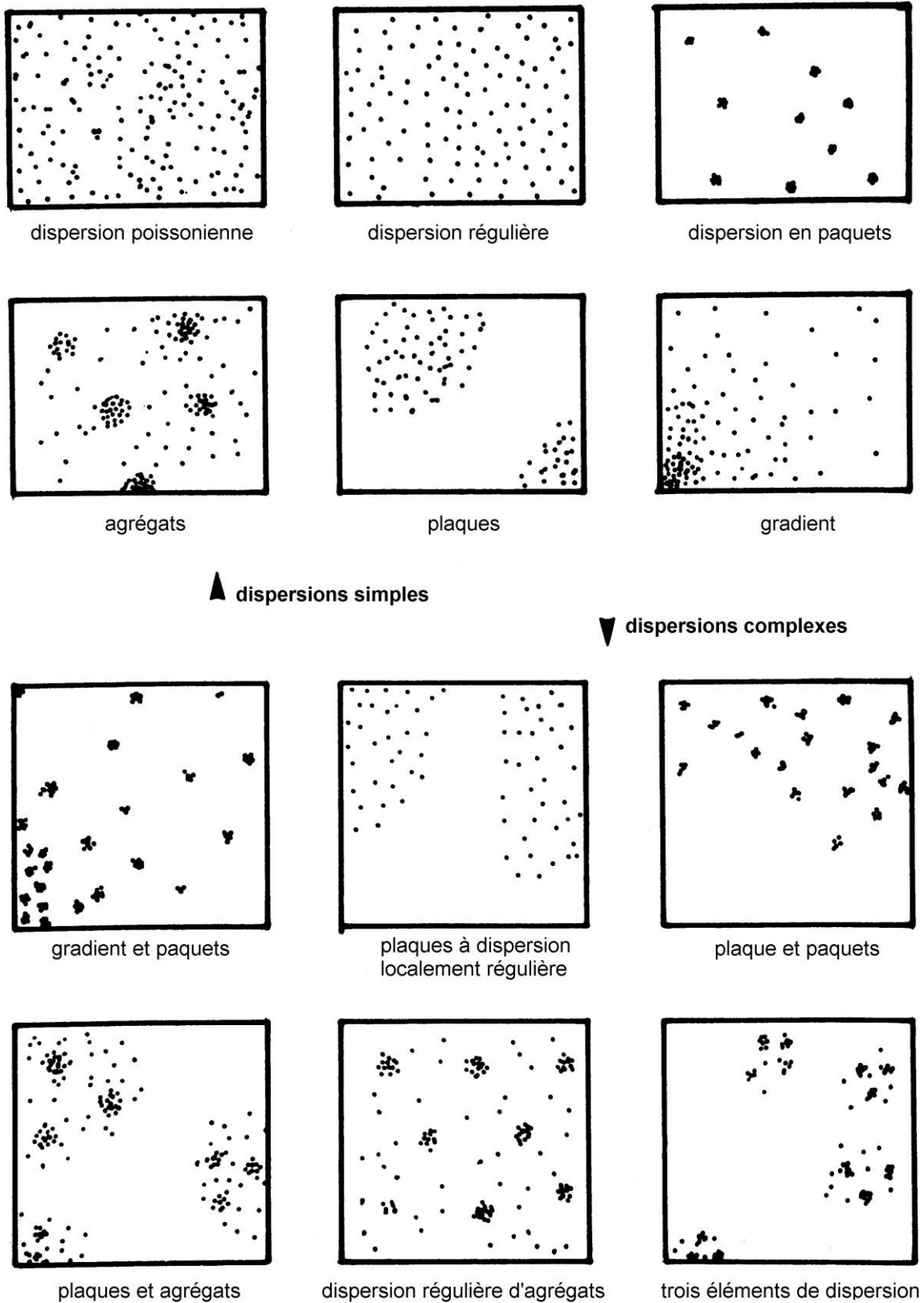


Figure 17 : Typologie de quelques motifs de dispersions spatiale. D'après Chessel, 1978.

La méthode de Ripley (Urban, 2000) est basée sur le nombre de points (« semis de points », ensemble des individus, ou des arbres d'un peuplement, ou de n'importe quels objets) recensés à une certaine distance ou classe de distance :

$$K(r) = \lambda^{-1} E(r) \tag{1}$$

Où :

- $E(r)$  : est l'espérance du nombre de points à l'intérieur d'une distance  $r$  d'un point quelconque du semis de points. L'intensité moyenne des points  $\lambda$  peut être estimée par leur densité  $n$  A, où  $n$  est le nombre total de points et  $A$  la surface totale échantillonnée.

La distribution cumulative  $E(r)$  est estimée empiriquement, ce qui demande un inventaire exhaustif des points et non pas des échantillons dispersés de points. La statistique  $K(r)$  de Ripley peut être estimée comme suit :

$$K(r) = \lambda^{-1} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n ((\delta_{ij}(\|x_i - x_j\| \leq r)) / n) \tag{2}$$

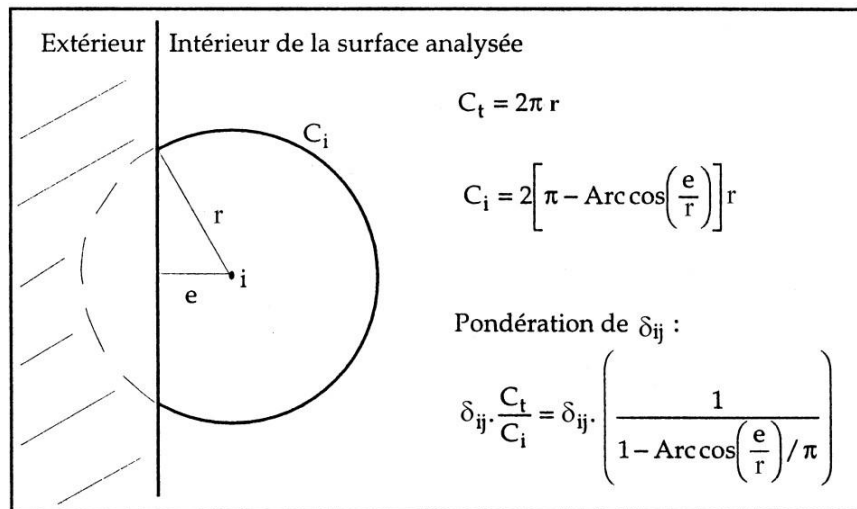
Pour tout  $i \neq j$ , où  $\delta_{ij}$  est une *fonction indicatrice* qui prend la valeur de 1 si la condition est vraie, sinon elle prend la valeur de 0. Ici, la condition est que la distance euclidienne entre les points soit  $\leq r$ .

Autrement dit,  $K(r)$  est un recensement de la proportion des points qui tombent à l'intérieur de chaque classe de distances. L'inverse de  $\lambda$  dans l'équation convertit  $K$  en unités de surface.

Des effets de bordure peuvent sérieusement dégrader les statistiques basées sur les distances. Une approche due à Ripley permet une correction géométrique de l'effet de bordure (Figure2). Dans ce cas,  $\delta_{ij}$  prend des valeurs différentes de 1 dans la sommation de l'équation(2).

Le semis de points observé est engendré par un processus spatial ponctuel, le plus souvent inconnu, dont il n'est qu'une réalisation parmi d'autres dans l'espace de la parcelle (Collinet, 1997). Son analyse impose de faire les hypothèses de *simplicité* (il ne peut y avoir plus d'un arbre au même endroit), d'*homogénéité* ou de *stationnarité* (invariance par translation : les arbres ont la possibilité de se localiser sur toute la surface étudiée) et d'*isotropie* (invariance par rotation : absence de direction privilégiée dans les données) du processus spatial.

Dans le cas d'une distribution de Poisson (processus poissonnien) d'une population, la valeur attendue de  $K(r)$  est :  $K(r) = \pi r^2$ . Si  $K(r) < \pi r^2$ , les points sont mis à distance les uns des autres et la distribution est régulière. Si  $K(r) > \pi r^2$ , la distribution est contagieuse (agrégative).  $K(r)$  s'interprète avec l'intensité de la population  $\lambda$ , avec pour le semis de points  $\lambda = n/A$ .



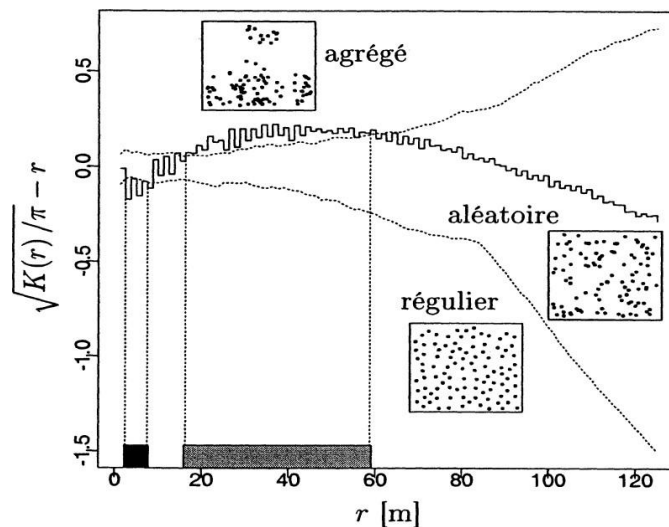
**Figure 18 :** Principe de correction des effets de bordure pour tout point  $i$  situé à une distance  $e < r$  de l'un des bords. Sous l'hypothèse que la densité des points est identique dans la fraction de cercle de rayon  $r$  exclue de la parcelle et dans l'intérieur de la surface testée, la correction consiste à pondérer, pour tout point  $i$  considéré, la valeur  $\delta_{ij}$  par le rapport entre le périmètre total et l'arc de cercle inclus, dans la parcelle. D'après Collinet (1997), Goreaud et Pélissier (1999), modifié.

Comme indiqué plus haut,  $\lambda K(r)$  est l'espérance  $E(r)$  du nombre de points distants d'une longueur  $\leq r$  d'un point quelconque du semis. En pratique, on utilise un estimateur linéarité de  $K(r)$  :

$$L(r) = \sqrt{k(r)/\pi} - r \quad (3)$$

Cette valeur s'annule pour une distribution aléatoire. Elle est positive pour une distribution contagieuse et négative pour une distribution régulière. Représentée graphiquement (Figure 3), cette transformation est plus facile à interpréter visuellement (Besag, 1977, in auteurs cités).

Pour tester l'hypothèse  $H_0$  d'une distribution de Poisson, des intervalles de confiance locaux sont calculés, par exemple à un seuil de 5% pour chaque distance  $r$ , avec la même intensité que pour le motif observé. On utilise pour cela la méthode de Monte Carlo (Besag and Diggle, 1977, *in* Pélissier, 1995). Pour un semis de  $n$  points, on génère  $S$  fois une série aléatoire de  $n$  couples  $(x, y)$ . À chaque pas de distance  $dr$ , les valeurs de  $L(r)$  sont calculées pour les  $S$  séries et ordonnées de façon croissante. Au risque de  $2k/S$ , les  $k$ ème et  $(S - k)$ ème valeurs simulées de  $L(r)$  fourniront les limites supérieures et inférieures de l'intervalle de confiance. Les 5ème et 95ème valeurs simulées de  $L(r)$  définiront les limites de l'enveloppe de confiance à 90% de  $H_0$  à la distance  $r$ . La précision des limites de l'intervalle de confiance ainsi que la qualité de lissage de l'enveloppe dépendent du nombre d'individus  $n$  et du nombre de simulations  $S$  (Collinet, 1997).



**Figure 19 :** Fonction  $K$  de Ripley (trait continu) et enveloppes de 100 réalisations (trait pointillé) d'un processus de Poisson de même intensité. La fonction  $L(r) = \sqrt{k(r)/\pi} - r$  est représentée. La bande sous-jacente indique les distances auxquelles un écart significatif à la répartition aléatoire se produit. D'après Picard (1999). En noir : régularité ; en gris : agrégation.

En général, il est recommandé que  $n$  soit  $> 30$ , et que  $S$  soit au minimum 100, de préférence 1000. Compte tenu des effets de bordure, il est conseillé de ne calculer  $L(r)$  que pour des valeurs de  $r$  au plus égales à la moitié de la largeur la plus petite de la parcelle (Ripley, 1977 ; *in* Collinet, 1997). Cependant, de nouvelles formules de correction permettent d'étendre le champ de l'analyse sans perte de précision (Goreaud and Pélissier, 1999). En tout

état de cause, il n'est guère recommandé d'utiliser l'approche de Ripley dans les situations de gradients ou lorsque la surface inventoriée est trop exiguë.

Jusqu'ici n'était considéré que le cas *uni variable* de la fonction de Ripley, c'est-à-dire ne concernant que les coordonnées cartésiennes de position des individus d'une espèce donnée, ou d'autres catégories, comme indiqué dans l'introduction. Ces données étiquetées, ou affectées d'un label, sont appelées « motifs ponctuels marqués », 'marked point patterns', (Urban, 2000). On définit ainsi des *processus ponctuels marqués*.

Lorsque deux catégories sont prises en compte, on se réfère à des processus ponctuels marqués (Picard, 1999). Cette approche *bi variable* (bi variée), ou *analyse inter type* de deux catégories (Diggle, 1983 in Pélissier, 1995), est une extension importante de l'approche de Ripley, qui a été particulièrement développée par Pélissier (1995), Goreaud (1995, 2000) et Picard (1999). Elle consiste à considérer les distances entre les individus des différents types. Elle permet, par exemple, de tester l'hypothèse de répartition aléatoire des étiquettes des catégories conditionnellement à une structure fixée, ou de tester l'indépendance des sous-populations (par exemple, est-ce que la répartition spatiale d'une espèce dépend de la répartition spatiale d'une autre espèce ?). Un traitement alternatif de l'intervalle de confiance local peuse présenté pour les catégories considérées. Dans le premier cas, la substitution ('randomlabelling') consiste à permuter aléatoirement les étiquettes des catégories en gardant la même structure spatiale globale. Dans le second cas, le décalage ('randomshifting') consiste à décaler d'un vecteur aléatoire l'une des catégories par rapport à l'autre en conservant la structure interne de chacune d'elles. Ces applications sont d'un grand intérêt général et peuvent être mises en œuvre en utilisant une extension remarquablement simple de la fonction de Ripley.

En effet, en rappelant que  $\lambda = n/A$ , et en réarrangeant l'équation (2) :

$$K(r) = \frac{A}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \delta_{ij}(r) \quad (4)$$

Où la fonction indicatrice a été simplifiée mais garde cependant sa signification. Le cas bi variable du  $K$  de Ripley devient alors, pour des semis de points de classe 1 et 2 :

$$K_{12}(r) = \frac{A}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \delta_{ij}(r) \quad (5)$$

Où la fonction indicatrice  $\delta_{ij}$  est vraie (=1) si deux points  $i$  et  $j$  sont dans les limites d'une classe de distances et sont de types 1 et 2, respectivement ;  $n_1$  et  $n_2$  sont les tailles des sous

échantillons des deux groupes. Comme dans le cas uni variable, la fonction indicatrice doit être pondérée pour tenir compte des effets de bordure.

L'interprétation de  $L_{12}(r)$  est basée sur les mêmes principes généraux que pour le cas uni variable (équation (3)). On considère que dans les limites de l'enveloppe de confiance, le rapport spatial qui s'établit entre les deux catégories relève de processus purement aléatoire, autrement dit il n'y a *pas de dépendance*, de ségrégation spatiale catégorielle entre elles. Lorsque la courbe  $L_{12}(r)$  dépasse la limite supérieure de l'enveloppe de confiance, l'agrégation des semis de points devient significative, il y a *contagion* entre les deux catégories. Au contraire, lorsque la courbe  $L_{12}(r)$  dépasse la limite inférieure de l'enveloppe de confiance, il y a mise à distance des points et la répartition des semis est significativement régulière. Cette *régularité* est habituellement interprétée comme un effet de compétition, ou de répulsion, entre les individus.



**CHAPITRE III : RESULTATS**

### III.1 Etudes structurale

#### III.1.1 Nombre d'espèces par stations

Les individus de chaque espèce présents dans les deux stations sont représentés dans la figure 20.

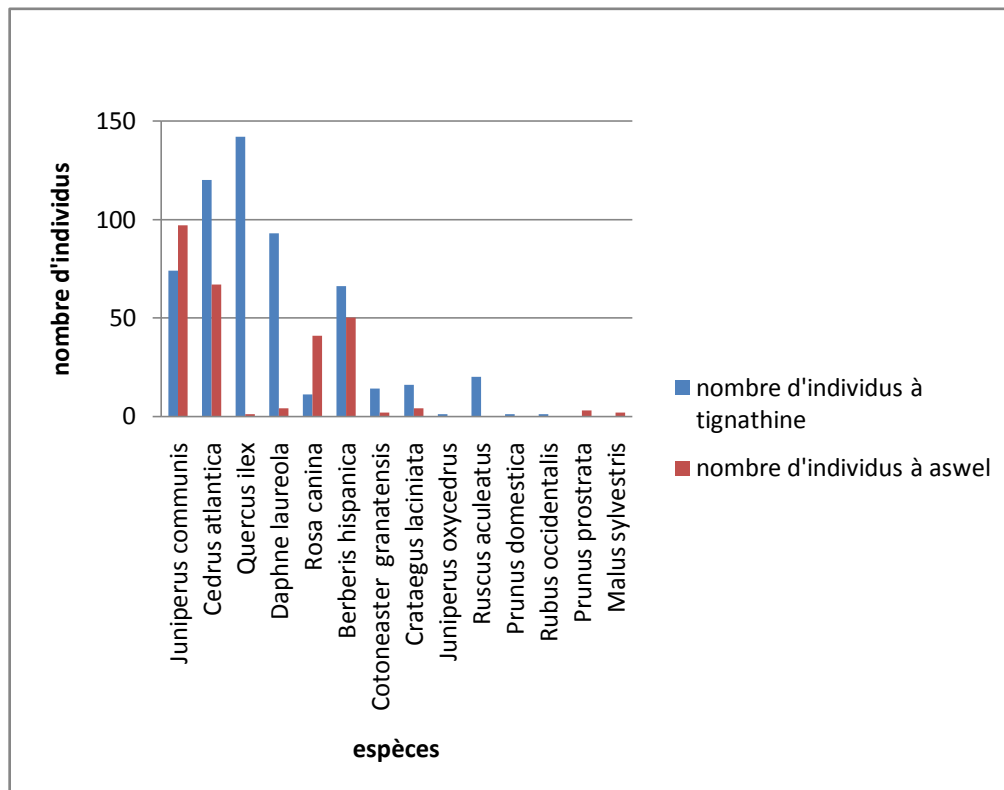


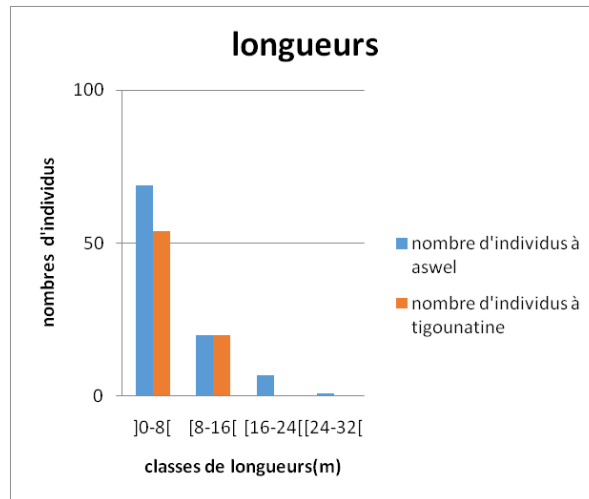
Figure 20 : Proportion de nombre d'individus présenté dans les 2 stations

#### III.1.2 Etudes structurale de *Juniperus communis*

##### III.1.2.1 Longueurs

Les résultats obtenus de la longueur de *J. communis* dans les deux stations échantillonnées sont représentés dans la figure 21. Il ressort de ces résultats une prédominance des individus de petite taille (0-8 m) dans les deux stations.

Pour les sujets ayant une longueur comprise entre 16 et 24 m, nous n'avons recensé que 7 pied dans Aswel et aucun pied à Tigounatine. Enfin, nous n'avons recensé qu'un seul pied de *J. communis* dont la longueur dépassant 30m et ce dans la station de Aswel.



**Figure 21 :** Histogramme de distribution des classes de longueur de *Juniperus communis*

**Tableau 2 :** Paramètres statistiques sur la longueur des touffes de *Juniperus communis* par stations

Longueur(m)	Valeurs absolues		Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation(%)
	MIN	MAX			
Aswel	0,6	30	6,68	5,16	77,24
Tigounatine	0,22	15,2	5,53	3,52	63,71
Tout l'échantillon			6,11	4,68	

Dans la station d'Aswel, la moyenne de la longueur des touffes de *J. communis* est de l'ordre de 6,68m. La valeur minimale est de 0,6m et la valeur maximale est de et 30m. Ces valeurs sont respectivement de l'ordre de 5,53 - 0,22 -15,2m dans la station de Tigounatine. En regroupant les deux stations, la moyenne générale est de 6,11 m (Tableau 02).

Les valeurs élevées du coefficient de variation (CV), indique que la population est hétérogène du point de vue des longueurs.

### III.1.2.2 Largeurs

Les résultats obtenus révèlent que la classe de la largeur des touffes dominante pour les deux stations est celle qui est comprise entre 0 à 5m (Fig.22).

Pour les sujets ayant une largeur comprise entre 5 et 10 m, nous n'avons recensé que 29 pieds dans Aswel et 13 pieds dans Tigounatine. Enfin, nous n'avons recensé 3 pieds de *J. communis* dont la largeur dépassant 10m et ce dans les deux stations.

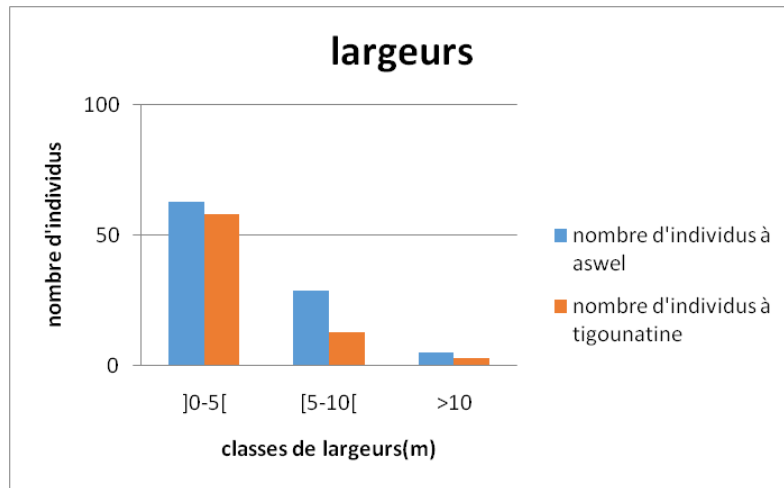


Figure 22 : Histogramme de distribution des classes de largeur des individus de *Juniperus communis*

Tableau 3 : Paramètres statistiques sur les largeurs

Largeurs(m)	Valeurs absolues		Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation(%)
	MIN	MAX			
Aswel	0,2	26,4	3,89	3,46	88,95
Tigounatine	0,5	14,5	3,55	2,86	80,61
Tout l'échantillon			3,71	5,11	

Dans la station d'Aswel, la valeur moyenne de la largeur des touffes de *J. communis* est de l'ordre de 3,89m avec une valeur minimale de 0,2 et une valeur maximale de 26,4. Ces valeurs sont respectivement de l'ordre de 2,86 ; 0,5 et 14,5m dans la station de Tigounatine. En regroupant les deux stations, la moyenne générale de la cette valeur est de 3,71 m (Tableau 03).

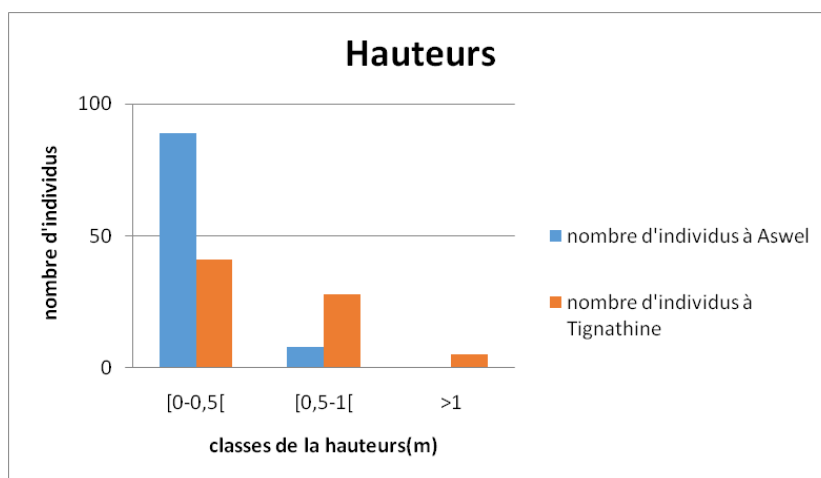
Le coefficient de variation (CV) est élevé, on en déduit une grande hétérogénéité dans la population étudiée du point de vue des largeurs. Plus la dispersion autour de la moyenne est grande, plus la valeur du coefficient de variation est élevée.

### III.1.2.3 Hauteurs

Les trois classes des hauteurs des individus de *Juniperus communis* sont représentées dans les 2 stations avec des effectifs variables. (Fig.23)

La classe des hauteurs comprise entre 0 à 0,5m est dominante dans les deux stations. Concernant, la classe comprise entre 0,5 à 1m, nous avons recensé 8 individus à Tigounatine contre seulement un seul individu à Aswel. Enfin, pour la classe dépassant 1m de hauteur, il

n’ya que 5 individus qui sont recensés dans la station de Tigounatine (sous la cédrie) (Fig. 23).



**Figure 23 :** Histogramme de distribution des classes des hauteurs des individus de *Juniperus communis*

**Tableau 4 :** Paramètres statistiques sur la hauteur

Hauteur(m) Stations	Valeurs absolues		Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation(%)
	MIN	MAX			
Aswel	0,1	0,75	0,29	0,12	41,37
Tigounatine	0,14	2,17	0,53	0,3	56,60
Tout l'échantillon			0,39	0,28	

L’analyse des résultats montrent que la valeur minimale de la hauteur des pieds dans la station de Aswal est de 0,1, la valeur maximale est de 0,75 et la moyenne est de 0.29 m contre respectivement des valeurs de 0,14 ; 2,17 (Fig.24) et 0,53m pour la station de Tigounatine. La moyenne générale est de l’ordre de 0,39m (Tableau 4).



**Figure 24** : Photo de *Juniperus communis* à Tigounatine avec 2,17m d'hauteur  
(Aliouane et Bouchiba, 2022)

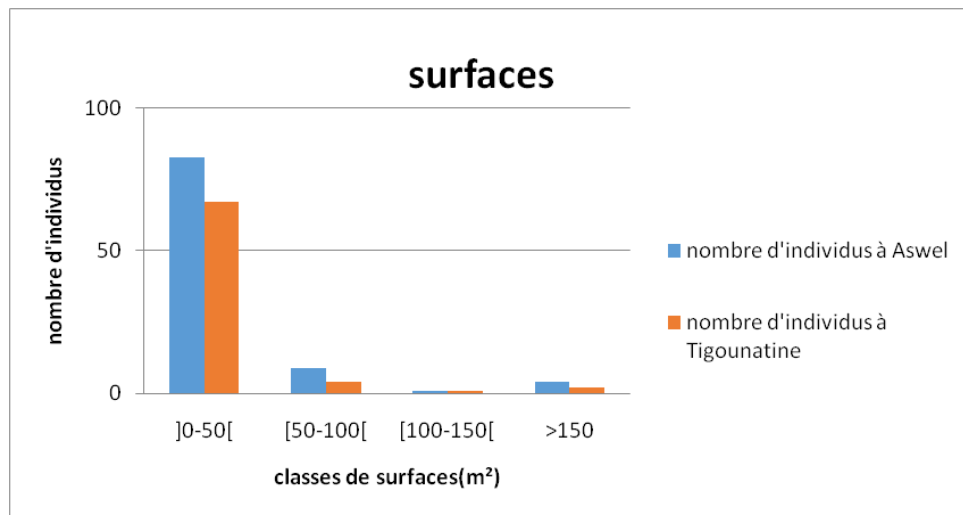
Le coefficient de variation (CV) est relativement élevé, on en déduit donc que la population est hétérogène du point de vue des hauteurs.

#### III.1.2.4 Surfaces

Les résultats obtenus de la surface de *J. communis* dans les deux stations échantillonnées sont représentés dans la figure 25. Il ressort de ces résultats une prédominance des individus de petite taille (0- 50m<sup>2</sup>) pour les deux stations étudiées.

Pour les sujets ayant une surface comprise entre 50 et 100m<sup>2</sup>, nous n'avons recensé que 9 pieds dans Aswel et 4 pieds dans Tigounatine. Nous n'avons recensé qu'un seul pied de *J. communis* dont la surface comprise entre 100 et 150m<sup>2</sup> dans les deux stations.

Enfin, nous n'avons recensé que 4 pieds de *J. communis* avec des surfaces dépassant 150m<sup>2</sup> dans Aswel et 2 pieds seulement pour Tigounatine.



**Figure 25 :** Histogramme de distribution des classes de surface des individus de *Juniperus communis*

**Tableau 5 :** Paramètres statistiques sur la surface

Surfaces (m²)	Valeurs absolues		Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation(%)	
	Stations	MIN				MAX
Aswel		0,25	621,72	32,87	69,84	201,47
Tigounatine		0,23	171,82	22,05	32,27	146,35
Tout l'échantillon				27,46	51,05	

Dans la station d'Aswel, la valeur moyenne de la surface des touffes de *J.communis* est de l'ordre de 32,87m<sup>2</sup> avec une valeur minimale de 0,25m<sup>2</sup> et une valeur maximale de 621,72m<sup>2</sup>. Ces valeurs sont respectivement de l'ordre de 22,05 ; 0,23 et 171,82m<sup>2</sup> dans la station de Tigounatine. En regroupant les deux stations, la moyenne générale de la cette valeur est de 27,46 m<sup>2</sup> (Tableau 5).

Les valeurs des coefficients de variation (CV) dans les deux stations sont très élevées, ce qui confirme une grande hétérogénéité dans la population étudiée du point de vue des surfaces.

### III.1.3 La corrélation entre les dimensions

D'après le tableau (6), Pour la station d'Aswel la surface des sujets est positivement corrélé à la longueur ( $r = 0,55$ ), faiblement corrélée avec la hauteur ( $r=0,21$ ) et fortement corrélée avec la largeur ( $r= 0,91$ ).

**Tableau 6** : Matrice de corrélation entre des dimensions des sujets (N=74) dans la station de Tigounatine

	Hauteur	Surface	Longueur	largeur
Hauteur	1			
Surface	0,21	1		
Longueur	0,36	<b>0,55</b>	1	
Largeur	0,14	<b>0,91</b>	0,36	1

Pour la station de Tigounatine, la surface est fortement corrélées avec la longueur et la largeur ( $r = 0,77$  ;  $r = 0,91$ ). La largeur est fortement corrélées avec la longueur avec  $r = 0,81$

**Tableau 7** : Matrice de corrélation entre des dimensions des sujets (N=97) dans la station d'Aswel

	Hauteur	Surface	Longueur	largeur
Hauteur	1			
Surface	0,25	1		
Longueur	0,30	<b>0,77</b>	1	
Largeur	0,37	<b>0,91</b>	<b>0,81</b>	1

### III.1.4 Mode de régénération de *Juniperus communis*

Chez le *Juniperus communis* nous n'avons observé qu'un seul mode de régénération : la voie asexuée (fig.26).

Le mode de régénération végétatif concerne les ramifications lorsqu'ils touchent le sol, ils se drageonnent. Ce qui peut aboutir à un assemblage entre les individus.



**Figure 26 :** Illustration de mode de régénération de *J. communis* dans la station de Tigounatine. (Asexuée). (Aliouane et Bouchiba, 2022).

### III.1.5 Menaces

Nos observations sur le terrain, montrent que le *Juniperus communis* est exposé à plusieurs menaces à savoir :

- Le surpâturage au niveau d'Aswel.
- La pollution causée par les touristiques au niveau de Tigounatine. (Fig.27)
- Les incendies.



**Figure 27 :** Illustration de l'un des menaces sur le *Juniperus communis* (la pollution)  
(Aliouane et Bouchiba, 2022)

III.2 Diamètre de *Cedrus atlantica*

La figure (28) montre une irrégularité de distribution des tiges dans les différentes classes de diamètre dans les deux stations étudiées (Aswel et Tigounatine).

La plus petite classe de diamètre < 10cm est fortement représentée pour la station Aswel avec une densité de 56 tiges, pour 9 seulement pour la station Tigounatine.

Les classes de diamètre moyen supérieur à 10 cm et < 40 cm sont fortement représentées à Tigounatine et faiblement représentés pour Aswel.

L'absence de la classe > 40 cm au niveau de la station d'Aswel est justifiée par le fait que le peuplement est très jeune. Pour la station de Tigounatine, les différentes classes de diamètre moyen > 40 cm sont faiblement représentées.

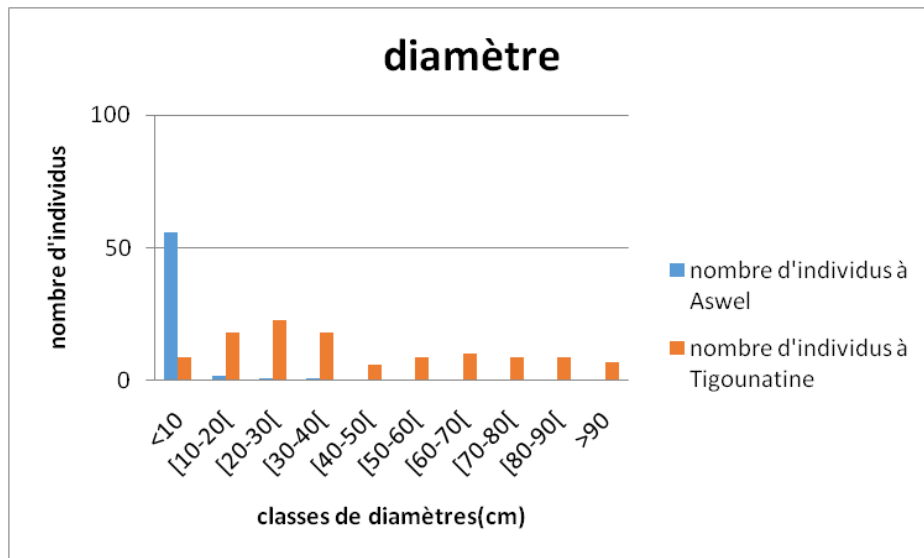


Figure 28 : Histogramme de distribution des classes de diamètre d'individus de *Cedrus atlantica*

Tableau 8 : paramètres statistiques sur le diamètre

Diamètres (cm)	Valeurs absolues		Moyenne	Ecart-type	Coefficient de variation(%)
	MIN	MAX			
Aswel	1,59	31,84	6,32	4,55	72,02
Tigounatine	2,22	133,75	43,42	28,82	66,37
Tout l'échantillon			30,74	29,41	

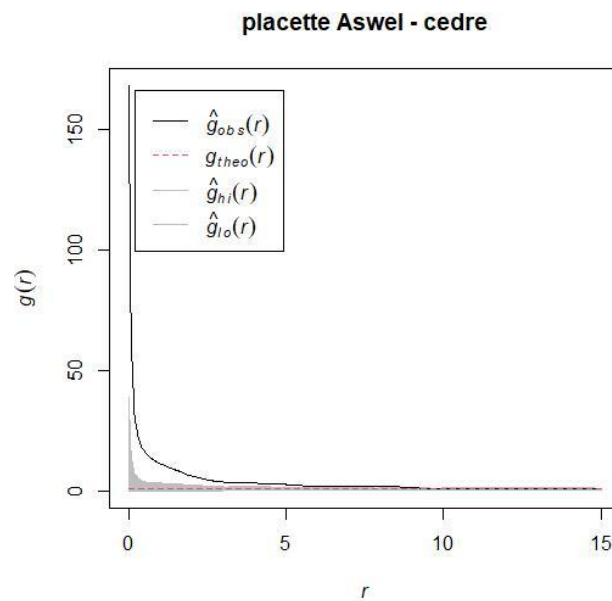
L'analyse des résultats Tableau (8).montrent que la valeur minimale de diamètre des pieds dans la station de Aswal est de 1,59, la valeur maximale est de 31,84 et la moyenne est

de 6,32cm contre respectivement des valeurs de 2,22 ; 133,75 et 43,42cm pour la station de Tigounatine. La moyenne générale est de l'ordre de 30,74cm

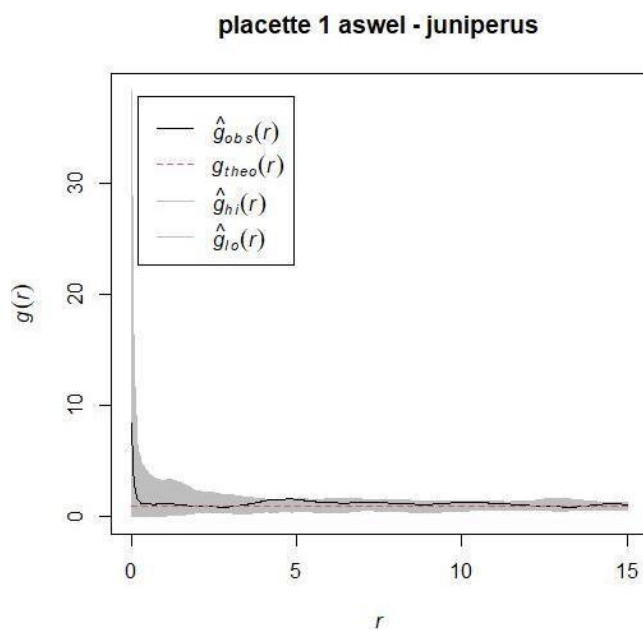
Le coefficient de variation (CV) est élevé, on en déduit donc que la population est hétérogène du point de vue des diamètres.

**III.3 Distribution spatiale des espèces à Aswel:**

Le test de distribution spatiale effectué par le biais de la fonction g de Ripley montré une agrégation de distribution des individus de cèdre (fig.30) et une distribution aléatoire des individus de *J. communis* (fig31).



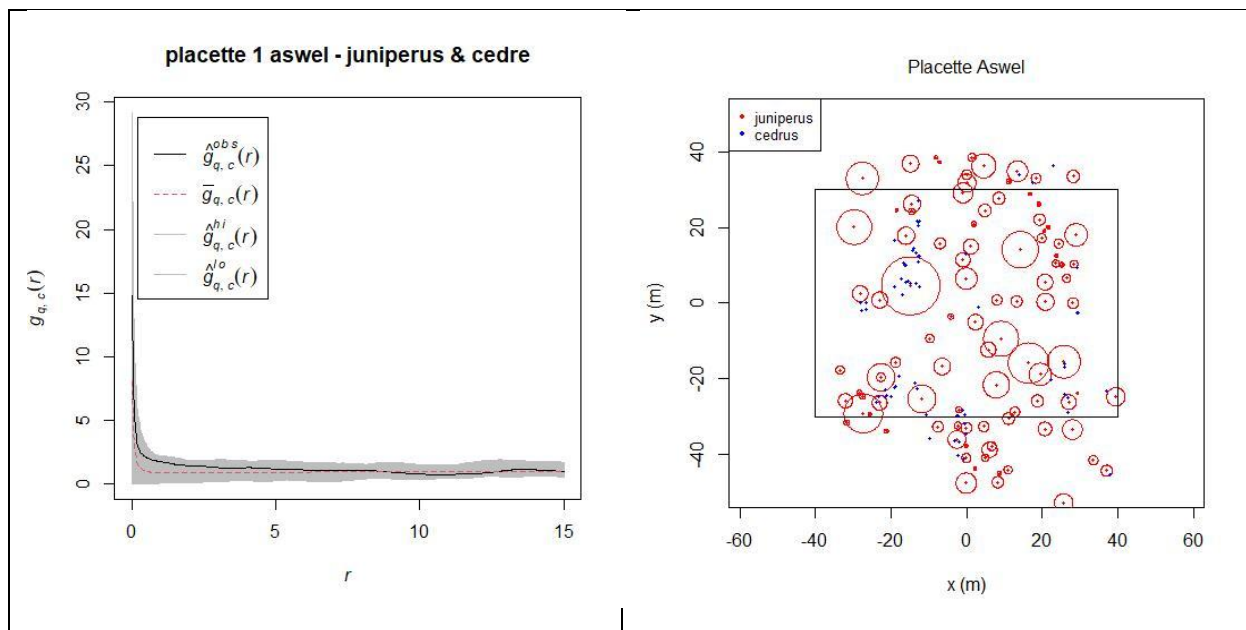
**Figure 29 :** La distribution spatiale de cèdre à Aswel



**Figure 30 :** Distribution spatiale de *J.communis* à Aswel

### III.3.1 Distribution spatiale de cèdre d'Atlas et le *Juniperus communis*

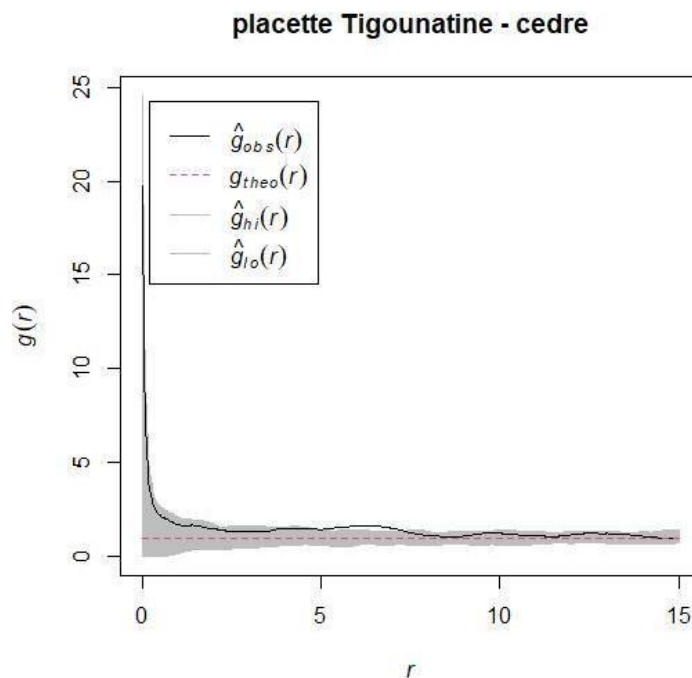
La figure (32) montre une légère agrégation des individus de cèdre et du *J. communis*. Une interaction entre les points est mise en évidence, ils s'attirent, créant des agrégats : une concentration géographique sera alors détectée. En se reportant à la figure 31 de répartition, il semble que le cèdre s'installe au centre des tapis de *J. communis*, il est aussi distribuer en plaque et agrégats.



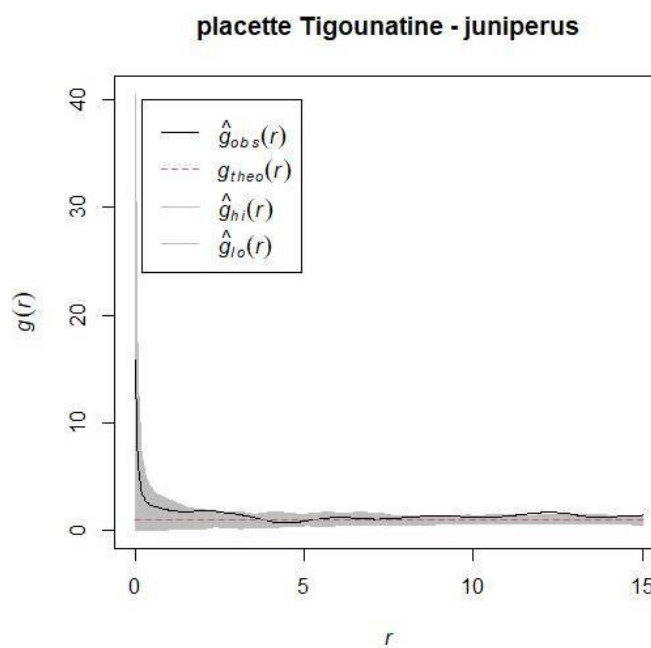
**Figure 31** : Distribution spatiale de cèdre et *J.communis* à Aswel

### III.4 Distribution spatiale des espèces à Tigounatine

Les résultats du test de distribution spatiale effectué par le biais de la fonction  $g$  Ripley montrent une agrégation des individus de cèdre (fig.33) et de *J. Communis* (fig.34) à Tigounatine.



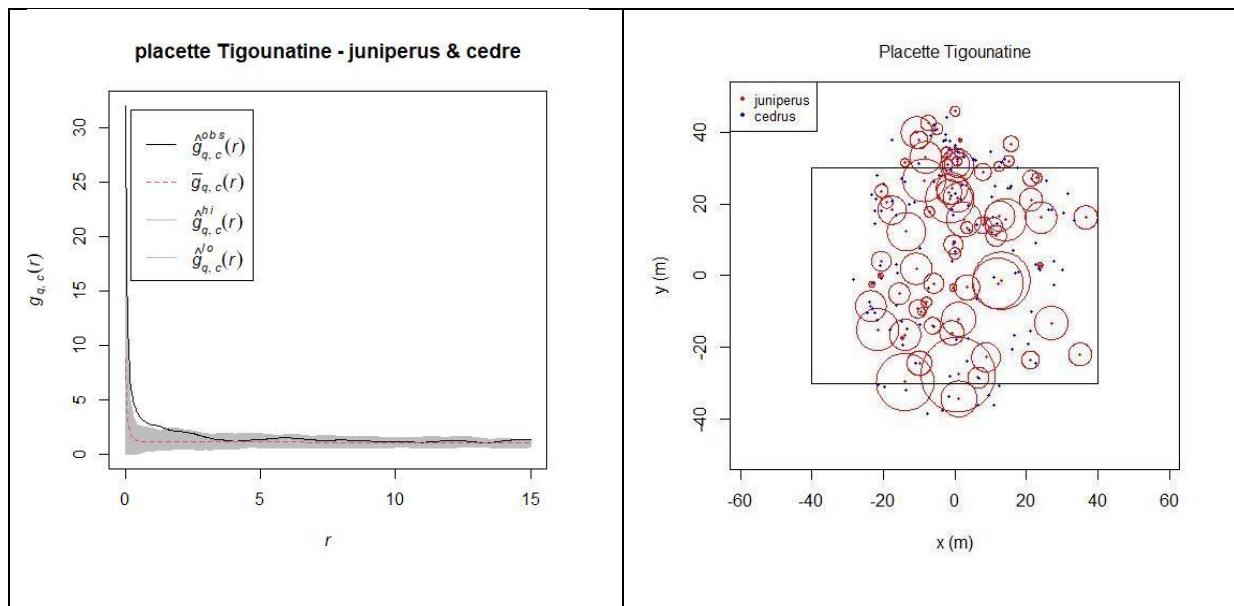
**Figure 32 :** Distribution spatiale de cèdre à Tigounatine



**Figure 33 :** Distribution spatiale de *J.communis* à Tigounatine

### III.4.1 Distribution spatiale de cèdre d'Atlas et de *J.communis* à Tigounatine

Les résultats du test de distribution spatiale effectué par le biais de la fonction  $g$  de Ripley montrent que la distribution de cèdre d'Atlas et le *J. communis* apparaît plus agrégé (fig. 35). Dans ce cas, une interaction entre les points est mise en évidence, ils s'attirent, créant des agrégats : une concentration géographique sera alors détectée. En se reportant à la figure 16 de répartition, il semble que le cèdre s'installe essentiellement dans les tapis de *J. communis*.



**Figure 34** : Distribution spatiale de cèdre et *J. communis* à Tigounatine

### III.5 Rastérisation des *Juniperus communis* et des Cèdres

Le *J. communis* considéré comme un ensemble de point.

Les résultats de test de distribution spatiale montrent que l'agrégation de cèdre de l'Atlas et le *J. communis* apparaît mieux après la rastérisions des données (fig. 36).pour la placette étudiant d'Aswelet aléatoire pour Tigounatine (fig. 37).

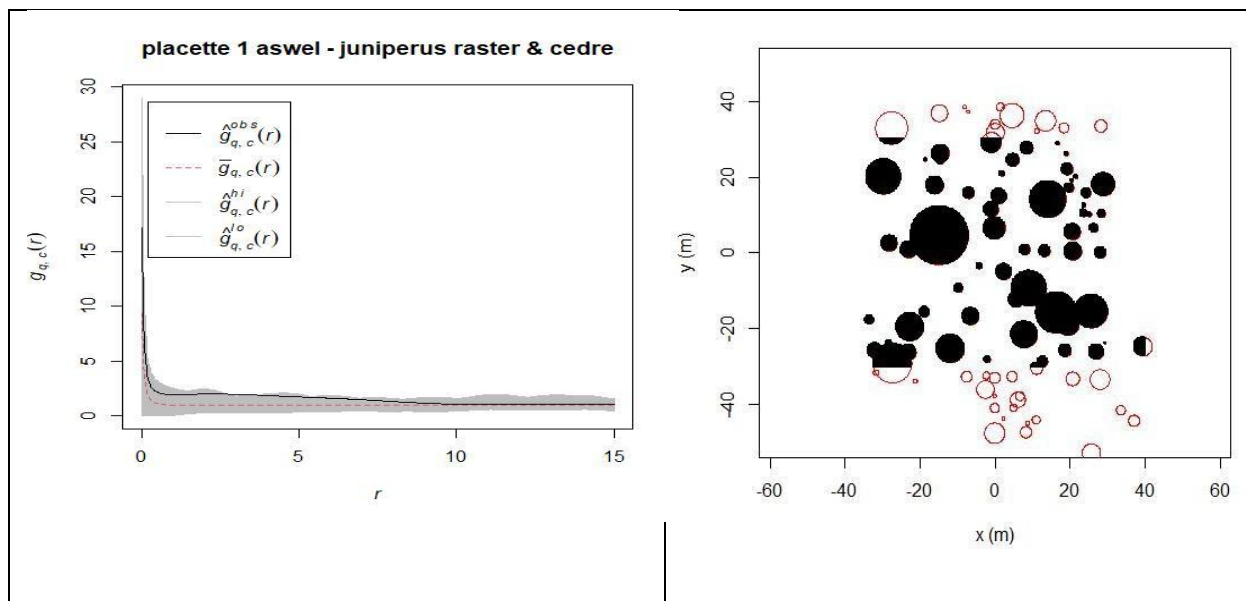


Figure 35 : Distribution spatiale de cèdre et *J. communis* à Aswel après rastérisation

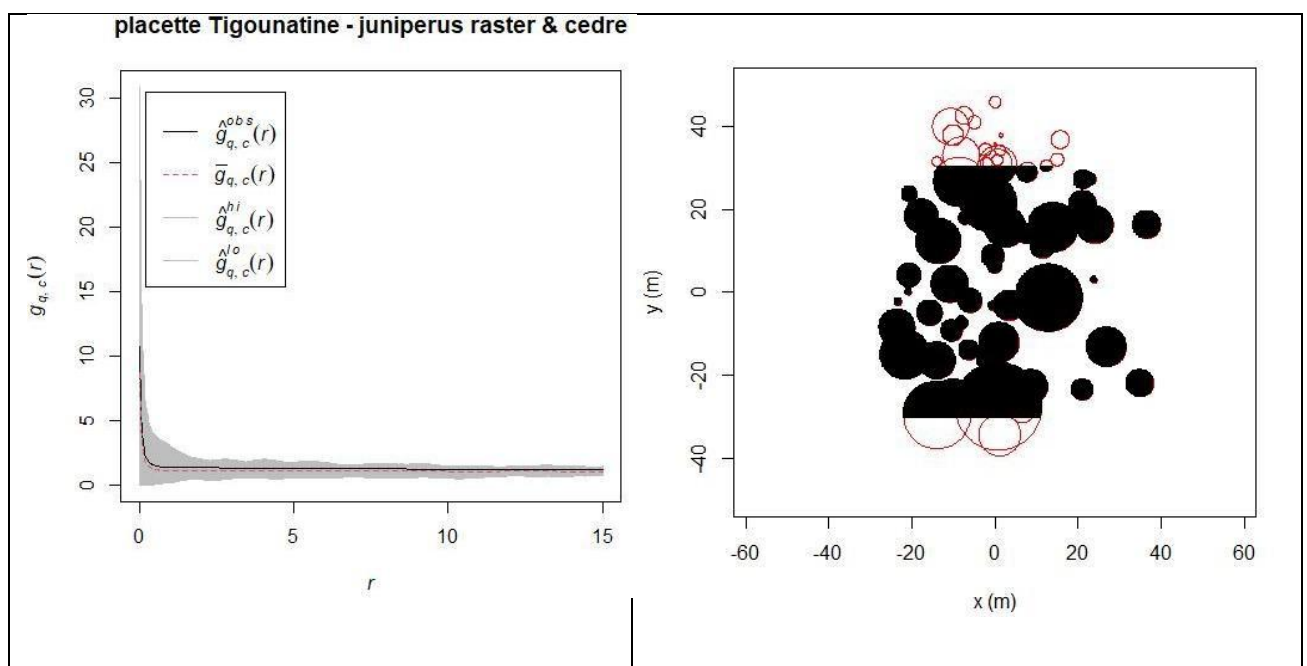


Figure 36 : Distribution spatiale de cèdre et *J. communis* à Tigounatine après rastérisation



**CHAPITRE IV : DISCUSSION DES  
RESULTATS**

Selon Larbi, 2015, nous avons trois groupements végétaux, qui sont :

- La cédraie forestière mésophile : localisées entre 1274 à 1501m d'altitude, avec une exposition qui varie de l'Est au Nord-Est.
- La cédraie préforestière à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* : localisées entre 1513 à 1812m d'altitude, avec une exposition de Ouest, Nord-Ouest et Nord-Est.
- La cédraie thermophile à chêne vert : représenté à une altitude supérieure à 1293m et inférieure à 1570m et une orientation diversifiée dominée par l'exposition Sud.

Solon Quézel et Médial, 2003, la cédraie de Tigounatine est un groupement présent à une altitude variant de 1513 à 1812m et en orientations Ouest, Nord-Ouest et Nord-Est. Cette cédraie préforestière est essentiellement constituée par des structures de végétation fortement anthropisées, à couverture plus ou moins dense. Notre étude à été réalisés dans une station localisée à une altitude de 1600 m à Tigounatine.

Ce groupement a été reconnu par Quézel et Barbero, (1989) au niveau des cédraies du Djurdjura et spécialement à Tikjda, représentée par la sous-association à *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*.

Ce groupement est caractérisé par la présence d'un couvert végétal à plusieurs strates riches et diversifiées, les espèces à forte contribution pour ce groupement sont pour la plupart caractéristiques des forêts montagnardes. Parmi les espèces qu'on recensées, on note :

La strate arborée dominée par le cèdre d'atlas est représentée par *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex*.

La strate arbustive représentée par *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica*, *Daphne laureola*, *Rosa canina*, *Berberis hispanica*, *Cotoneaster granatensis*, *Crataegus laciniata*, *Juniperus oxycedrus*, *Ruscus aculeatus*, *Prunus domestica* et *Rubus occidentalis*.

Les touffes de genévriers rampants jouent un rôle d'abri pour de nombreuses espèces forestières (Quézel, 1957), c'est ce que nous avons observé sur terrain. Il recouvert environ 36,46% de la surface total du notre placette étudiant.

A noter aussi que cette cédraie hétérogène regroupe ainsi à son niveau ces espèces préforestières indicatrices des conditions fraîches et humides, qui illustrent leur rôle dynamique dans la reconstitution de la cédraie (Quézel et Barbéro, 1989 ; Yahi, 1995 ; Yahietal., 1999).

La placette étudiée à Aswel localisée à 1800m d'altitude avec une exposition au sud.

La station d'Aswel est complètement dégagée, elle est caractérisée par la présence d'un couvert végétal peu diversifiées par apport à Tigounatine. Parmi les espèces qu'on à recensé, on note :

Des semis de : *Cedrus atlantica* et *Quercus ilex*.

On note aussi la présence de : *Juniperus communis* subsp. *hemispherica*, *Daphne laureola*, *Rosa canina*, *Berberis hispanica*, *Cotoneaster granatensis*, *Crataegus laciniata*, *Prunus prostrata*, *Malus sylvestris*.

A noter aussi que la présence de *Prunus prostrata*, qui est généralement une espèce indicatrice de la dégradation du milieu suite au surpâturage. (Larbi, 2015).

*Juniperus communis* recouvert environ 66,45% de la surface total du notre placette étudié.

Nous remarquons que la corrélation des paramètres structuraux des touffes de genévriers est corrélée à sa surface. Les valeurs moyennes des dimensions de l'ensemble des touffes de genévrier sondées permettent de caractériser la population à Tikjda au niveau de l'ensemble des stations écologiques (longueur  $0,22 \pm 30$  m, largeur  $0,2 \pm 41,2$  m, hauteur  $0,1 \pm 0,75$ m) nous avons trouvé une touffe de genévrier avec une hauteur de 2,17m et une surface de 4,37 m<sup>2</sup>, c'est un cas exceptionnel dans la station Tigounatine ou le genévrier a trouvé le chemin de la lumière pour poursuivre sa croissance. Les données biométriques comparatives (Maroc, Crimée, Angleterre) sur le genévrier hémisphérique permettent de constater une grande variabilité dimensionnelle, mais en général la hauteur entre 20 et 70 cm (Griffiths et Mc Clenaghan, 2011 ; Ruguzova, 2012 ; Rhanem, 2017, 2018), correspondant le plus souvent à des morphes altitudinaux prostrés ou semi-érigés, très étendus et tapissant, tout comme dans le Djurdjura méridional.

A Aswel on a recensé que des petits diamètres qui sont inférieur à 10 cm avec une densité de 56 tiges. Le diamètre maximal égal à 31,84 cm seulement, avec sept semis (inférieur à 1,30m d'hauteur pour mesurer leur diamètre). Est cela est justifiée par le fait que le peuplement est très jeune (que des semis), aussi par le fait que la placette est complètement dégagée, aussi que le cèdre à l'altitude de 1800m il ne se développe pas bien.

A noter, l'absence des vieux sujets de cèdre de l'Atlas à Aswel ce qui nous explique que les graine de cèdre sont transporter par le vent ou les animaux à cette station.

A Tigounathine on n'a recensé que 9/118 tiges de cèdre qui ont un diamètre inférieur à 10 cm, avec deux semis (inférieur à 1,30m d'hauteur pour mesurer leur diamètre), Les classes de diamètre moyen supérieur à 10 cm et inférieur à 40 cm sont fortement représentées avec 59/118 tiges. On note que le diamètre maximum est de 133,75cm. Cela est justifier par le fait que la cédraie de Tigounatine est pure. On a observé que les vieilles tiges domines dans la placette étudiée.

Le test de distribution spatiale de cèdre à Aswel effectué par le biais de la fonction g de Ripley, montrent une distribution légère agrégation des individus de cèdre et *J. communis*.

Concernant le rôle du genévrier commun dans la dynamique de la cédraie déjà largement souligné par les auteurs (Mediouni et al., 1989 ; Quézel et Barbero, 1989 ; Yahi, 2007; Bitam et Belhacène, 2012), les semis de cèdre et le *J. communis* subsp. *hemisphaerica* est très significative, nous avons vu aussi précédemment que *Juniperus communis* favorise le développement des jeunes semis de cèdre, stimule leur croissance en créant un microclimat favorable à leur maintien.

Les analyses spatiales des interactions interspécifiques de genévrier et de cèdre à Tigounatine aient été légèrement différentes, leurs motifs indiquant l'agrégation étaient très similaires et étendues jusqu'à des échelles fines. La relation entre les individus de la même espèce est généralement responsable de l'agrégation à petite échelle (Wiegand et al., 2007 in Ben Saïd A M. et al., 2021). L'un des causes de ces agrégations c'est la régénération naturelle après avoir les graines tombent sous les arbres.

Dans notre site d'étude, le schéma de distribution spatiale des peuplements mixtes étudiés (genévrier et cèdre)  $g(r)$  indiquait une agrégation forte et significative. Cela souligne que le genévrier a l'effet facilitateur pour la régénération de cèdre. Un résultat similaire a été trouvé pour *Cedrus libani* et *Quercus infectoria* par (Bassil et al., 2018 in Ben Saïd A M. et al., 2021). L'association positive entre les espèces co-existantes a généralement été liée à la facilitation (Nguyen et al., 2016; Erfanifard et Sterenczak, 2017 in Ben Saïd A M. et al., 2021), ce qui pourrait assurer, dans notre cas, un effet facilitateur entre le genévrier et cèdre. Le genévrier est considéré comme un abri pour les semis de cèdre, le chêne vert, et toutes les espèces qui se présente dans le courtage floristique du *Cedrus atlantica*, En plus il facilite la régénération de ces espèces comme il a souligné par les auteurs (Quézel, 1957; Mediouni et al., 1989 ; Quézel et Barbero, 1989 ; Yahi, 2007; Bitam et Belhacène, 2012) au Djurdjura, et avec notre étude spatiale nous confirmant ces résultats.



**CONCLUSION GENERALE**

Le résultat obtenu montre que le *J. communis* a une stratégie d'occupation de l'espace particulière. Il a un développement rampant, étalé, centrifuge, à partir d'un brin central. Il recouvre progressivement les espèces pionnières chamaephytiques héliophiles qu'il domine jusqu'à les éliminer complètement. Les espèces forestières sciaphiles qui se développent dans les touffes de genévriers, elles se placent dans la partie centrale profitant ainsi de l'espace libéré par le *J. communis*, acquiert un développement centrifuge pour fuir le couvert créé par *Cedrus atlantica*.

La comparaison des relevés effectués, montre clairement l'augmentation de la densité de *J. communis* liée à la diminution du couvert forestier, de même, le couvert du *J. communis* crée un microclimat humide favorable à l'installation et au développement du *Cedrus atlantica*. Nous avons vu précédemment que les semis de cèdre se développent dans les tapis de *J. communis*.

La corrélation des dimensions des sujets de *J. communis* existent entre les variables liées aux dimensions des touffes de genévrier hémisphérique, avec celles des paramètres traduisant la facilitation. Les paramètres structuraux (Longueur, largeur, hauteur et surface), sont positivement corrélés avec la diversité spécifique, au nombre de ligneux forestiers, y compris le cèdre, installés dans ces touffes. Ainsi, les grandes dimensions de touffes de genévrier jouent un rôle capital dans l'installation des espèces en particulier ligneuses.

Sur le plan de la conservation, deux points importants méritent d'être soulignés. En priorité, des dispositions doivent être prises pour empêcher la destruction des stations de *J. communis*, car il ne bénéficie actuellement d'aucun statut de protection. Cette mesure implique la mise en œuvre d'une collaboration étroite entre tous les acteurs concernés. Dans un second temps, il importera de prolonger l'effort de préservation par la prise en compte d'impératifs propres à la conservation des ressources génétiques du *J. communis*. Mais la délimitation des populations sur le terrain est loin d'être terminée. L'implication des forestiers pourrait aider à recueillir de riches informations sur leur répartition.

### References bibliographiques:

- Adams R. P., 2014; Junipers of the world: the genus *Juniperus*. 4<sup>ème</sup> édition, (Ed.) Trafford Publishing Co. Bloomington, IN. 415 P.
- Adams R. P., Schwarzbach A. E., 2013; Phylogeny of *Juniperus* using nrDNA and four cpDNA regions. *Phytologia*, 95(2): 179-187.
- Adams R.P., 2011: Junipers of the world: The genus *Juniperus* 3<sup>rd</sup> Edition. Trafford rev. Ouvrage. 426 p.
- Adams R.P., Rhanem M. et Schwarzbach A. E., 2015: *Juniperus* in Morocco, analyses of nrDNA and cpDNA regions. *Phytologia* 97 (2): 23-28.
- Addar A., Khedache Z., Righi H. et Dahmani-Megrerouche M., 2016 : Suivi de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans les premiers stades de développement dans quelques stations du massif forestier de Chréa (Atlas blidéen, Algérie). *Rev. Écol. (Terre et Vie)*. 71(4) : 367-384.
- Barbero M., Bayet C., Hammoud A., Laracine-Pittet C. et Lebreton PH., 1990 : Diversité biologique du genévrier commun, espèce collective flavoniquement polymorphe. *Ecol. Medit.* 16: 13-39. Tr
- Barbero.M., Quezel. P et Loisel. R, 1990 : Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens, *Forêt méditerranéenne*. T XII, n° 3: 194-215.
- Benmouffok A., 1995 : Description de formations à *Cedrus atlantica* Manetti du massif central du Djurdjura (Algérie), *Cahiers Agricultures* 1995;4:383-7.
- Bitam L., Belhacene D., 2012 : Contribution à l'étude de la facilitation et des plantes nurses dans la dynamique évolutive de la cédraie : cas de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* du secteur de Tikjda (Djurdjura centro-méridional). *Mém. Ing. Agr. Univ. Tizi-Ouzou*. 99 p.
- Bonnier G., Douin R., 1993 : La grande flore en couleur de Gaston Bonnier. Edition Belin, Paris, 1990. : 1354-1355.
- Bouyahyaoui A., 2017 : Contribution à la valorisation des substances naturelles: Etude des huiles essentielles des cupressacées de la région de l'Atlas algérien, Thèse doc. Univ. Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 115p.
- Callen G., 1976 : Les conifères cultivés en Europe, Ed. Baillière. Paris. V.1 : 321-388.
- Claracq P., 1951 : Étude géologique de la région de Tikdjda et du massif de l'Akouker-Thaltatt dans le Djurdjura central, *Mém. Elève, Ingénieur E.N.S.P. Univ. Grenoble*.

- Debazac E. F., 1991 : Manuel des conifères. 2ème édition. Ecole nationale de Génie Rural, des eaux et des forêts. Nancy, Paris, 137-141.
- Dubuis A. et Faurel L., 1949 : Essai sur la flore montagnarde de Djurdjura. Endémisme et affinités floristiques. Mém. Soc. Hist. Nat. D'Afr. Du Nord. Numéro Hors série(2), pp : 65-78.
- Farjon A., 2010; A Handbook of the World's Conifers. (Ed.) E.J. Brill, Leiden/Boston. 304 P.
- Garcia D., Zamora A., Goamez, J., Jordano P. et Hoadar J., 2000 :Géographical variation in seed production. Predation and abordation in *Juniperus communis* throughout its range in Europe, Jornal of Ecology 2000.88. pp 436-446.
- Garcia D., Zamora R., Gómez J.M. etHódar J.A., 2002: Annual variability in reproduction of *Juniperus communis* L. in a Mediterranean mountain: relationship to seed predation and weather. Ecoscience 9: 251-255.
- Hantemirova E. V., Berkutenko A. N., Semerikov V.L., 2012:Systematics and Gene Geography of *Juniperus communis*L. Inferred from Isoenzyme Data. Russian Journal of Genetics, 2012., Vol. 48, N°9: 920–926.
- Jean-Michel N. W., 2006 : La méthode de Ripley pour l'analyse des structures spatiales ponctuelles en écologie. Univ. Louis Pasteur, Institut de Botanique DEA de Géographie Physique et Aménagement.
- Kaddour S. et Irari S., 2018 : Etude de l'effet antibactérien des extraits poly phénoliques de *Juniperus communis* et *Juniperus phoenicea*). Mém. Mst. Agr. Univ.Bouira. 68p.
- Kerbouche L., 2010 : Composition chimique et activité biologique des huiles essentielles de quelques plantes des familles de labiacées et de cupressacées, Mém. Mag. Ecol. Agro. El-Harrach, alger, 183p.
- Larbi R., 2015 : Analyse de la diversité floristique et de la phytodynamique de la série de végétation à *Cedrus atlantica* au Djurdjura Centro-méridional (Secteur de Tikjda). Mém .Ing. Univ .Tizi-Ouzou, p103.
- Maire R., 1952 : Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique, Volume 01. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 366 p.
- Meddour R., 2010 : Bioclimatologie, Phytogéographie, et Phytosociologie en Algérie: Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjuréenne. Thèse doc. Agr. Univ. Tizi-Ouzou, 397 p.
- Meddour R., Sahar O., Bitam L. et Belhacene D., 2021 : Rôle facilitateur d'une plante nurse (*Juniperus communis*subsp. *hemisphaerica* (C. Presl) Nyman

- dans la reconstitution de la cédraie anthropisée du Parc national du Djurdjura (Algérie) - Evaxiana 8, 25 – 36.
- Mediouni K. et Yahy N., 1989 : Etude structurale de la série du cèdre à Aït-Ouabane Djurdjura. forêt méditerranéenne T. XI, N°2: 103-111.
- Miller CH. N., 1977; Mesozoic conifers. Bot. Rev., 43(2): 217-280.
- Negre R., 1950 : Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans: La Haute vallée du Vénéon (Massif Meije-Ecrins-Pelvoux), Phytion, V. 2: 23-50.
- Quezel P et Gast M., 1998 : Genévrier. Encyclopédie berbère. Edition sud. Volume n° 20. pp 3016-3023.
- Quezel P. et Gast M., 2011: Genévrier Encyclopédie Berbère, V.20: 3016-3023.
- Quezel P. et Santa S., 1962: Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre de la recherche scientifique, Vol.1, 1-565.
- QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003 : Ecologie et biogéographie des forêts méditerranéennes. Edition Scientifique et Médicale, Elsevier SAS. Paris, 573 p.
- RAATIKAINEN M. et Tanska T., 1993: Cone and seed yields of the juniper (*Juniperus communis*) in southern and central Finland. Acta Botanica Fennica, 149, 27–39.
- Rameau J. C., Mansion D., Dume G., 2008; Flore forestière française: Région Méditerranéenne. (Ed.) Inst. pour le développement forestière.
- Rhanem M., 2016 : Compléments à la distribution et au statut de relique géomorphologique de *Juniperus communis* L. au Maroc à la lumière de la découverte d'un géomorphosite remarquable sur le mont Maasker. Evaxiana 2 : 23-41.
- Rhanem M., 2018 : Aperçu des formes de croissance de l'irradiation de *Juniperus communis* L. au Maroc au sein de stations refuges écologiquement marginales. Evaxiana 4 : 19-33.
- Thierry G., Les genévriers du monde et du bassin occidental de la méditerranée : diversité, stabilité, expansion, régression, univ Paul Sabatier, bat 4R3/b2, F-31062 Toulouse Cedex 4, UMR5172 – UPS/CNRS.
- Thomas P. A., El-Barghathi M. et Polwart A., 2007: Biological Flora of the British Isles: *Juniperus communis* L. School of Life Sciences, Keele University, Staffordshire ST5 5BG, UK, and Department of Botany, Garyounis University, Benghazi, Libya , Journal of Ecology (2007) 95, 1404–1440.
- Toumi A., 2015 : Etude structurale et cartographique de *Juniperus communis* et *Juniperus sabina* au Djurdjura. Mém. Ing. Agr. Univ. Tizi-Ouzou. 57 p.

- Wojterski T.W., 1988 : Groupement à *Juniperus communis* var. *hemisphaerica*. In T.W. Wojterski, Guide de l'excursion internationale de Phytosociologie en Algérie du Nord 1985, Alger, Goltze, Göttingen, 274 p.
- Yahi N., 2007 : Les cédraies d'Algérie : Phytoecologie, Phytosociologie, Dynamique et Conservation des peuplements. Thèse Doc. Univ. Houari Boumediene. Alger. 265p.
- Zeraib A., 2016 : Etude phytochimique et chimiosystématique de *Juniperus thurifera* L. en Algérie. Thèse Doc. Univ. Ferhat Abbas Sétif. 211p.

## Liens

**<http://www.algerie-monde.com/parcs-naturels/djurdjura/>**

<https://biologie.ens-lyon.fr/ressources/Biodiversite/Documents/la-plante-du-mois/le-genevrier-de-phenicie-parmi-les-genevrier-de-france>

**<https://harba-dz.com/annuaire-algerie/10-wilaya-de-bouira/parc-national-du-djurdjura/>**

**<https://www.theoutsiders.travel/inspiration/lieu/tikjda/>**

**Résumé :**

Une étude structurale et spatiale de *Juniperus communis* a été réalisée au Djurdjura dans deux stations Aswel et Tigounatine dans l'objectif d'avoir une idée sur la superficie occupée par cette espèce et montrer son rôle facilitateur dans la régénération du cèdre d'Atlas et des autres espèces.

Sur le plan structural nous avons mesuré les dimensions des individus (longueur, largeur, hauteur et surface des touffes) et nous avons noté leurs coordonnées géographiques. Sur le plan spatial nous avons essayé de montrer la relation qui existe entre le genévrier commun et le cèdre de l'Atlas dans les stations étudiées.

Les résultats obtenus montrent qu'en moyennes la longueur des touffes de *Juniperus communis* est de 6,11m, leur largeur est de 3,71 m et leur hauteur est de 0,39 m. La valeur moyenne de la surface des touffes est de l'ordre de 27,46m<sup>2</sup>. Ces paramètres structuraux (Longueur, largeur, hauteur et surface), sont positivement corrélés entre eux.

La comparaison des différents paramètres, montre clairement l'augmentation de la densité de *Juniperus communis* liée à la diminution du couvert forestier, de même, le couvert du *Juniperus communis* crée un microclimat humide favorable à l'installation et au développement du *Cedrus atlantica*.

Ces résultats permettent de mettre en relief le rôle important du genévrier dans la reconstitution des cédraies.

**Mots clé :** *Juniperus communis*, *cedrus atlantica*, paramètres structuraux, étude spatiale, Djurdjura.

## Summary:

A structural and spatial study of *Juniperus communis* was carried out in Djurdjura in two stations Aswel and Tigounatine with the aim of having an idea of the area occupied by this species and showing its facilitating role in the regeneration of Atlas cedar and other species.

On the structural plan we measured the dimensions of the individuals (length, width, height and surface of the clumps) and we noted their geographical coordinates. On the spatial level we have tried to show the relationship that exists between the common juniper and the Atlas cedar in the stations studied.

The results obtained show that on average the length of the clumps of *Juniperus communis* is 6.11 m, their width is 3.71 m and their height is 0.39 m. The average value of the surface of the clumps is around 27.46m<sup>2</sup>. These structural parameters (length, width, height and area) are positively correlated with each other.

The comparison of the different parameters clearly shows the increase in the density of *Juniperus communis* linked to the decrease in forest cover, similarly, the cover of *Juniperus communis* creates a humid microclimate favorable to the installation and development of *Cedrus atlantica*.

These results shighlight the important role of juniper in the restoration of cedar forests.

Key words: *Juniperus comminus*, *cedrus atlantica*, structural parameters, spatial study, Djurdjura.