



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire

Présenté par
GUECHOU D IDR

En vue d'obtention du titre de
MAGISTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité : Ecologie forestière, biodiversité et dynamique des peuplements et
des communautés forestières.

Thème :

**Cartographie et structure de *Taxus baccata* à Chréa en relation
avec la structure de l'espèce dominante (Cèdre de l'Atlas).**

Soutenu le : 18/07/2016

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Lieu d'exercice	Qualité
DERRIDJ Arezki	Professeur	U.M.M.TO.	Président
KROUCHI Fazia	Maitre conférencier classe A	U.M.M.TO.	Directeur
AIT SAID Samir	Maitre conférencier classe A	U.M.M.TO.	Examineur
MESSAOUDENE Mahand	Directeur de recherche	I.N.R.F.	Examineur
SLIMANI Said	Maitre conférencier classe B	U.M.M.TO.	Examineur

Remerciements

Louange au bon dieu le tout puissant et le tout miséricordieux.

Au terme de ce modeste travail je tiens à exprimer mes remerciements les plus chaleureux à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Mes remerciements vont tout particulièrement à ma promotrice **Melle KROUCHI F**, auprès de laquelle j'ai pratiquement tout appris, pour sa confiance et sa foi en moi et en mes compétences, pour ses motivations qui m'ont poussé à aller aussi loin et pour avoir accepté de m'encadrer, pour ces précieux conseils avisés, pour sa gentillesse, son soutien, et son humanisme. La femme pour laquelle je ne saurais comment exprimer ma gratitude et mon respect par des mots.

Mr DERRIDJ A, professeur en écologie à l'UMMTO, pour avoir accepté d'être le président de jury pour ce mémoire.

Mr MESSAOUDENE M, directeur de recherche à l'INRF d'Azazga, pour avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Mr AIT SAID S, maître de conférences classe A à l'UMMTO, pour avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Mr SLIMANI S, maître de conférences classe B à l'UMMTO, pour avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce travail.

Je tien aussi a remercier ces Messieurs qui sont mes maitres et enseignants auprès desquels j'ai énormément appris que ce soit dans l'école de la science ou de la vie.

Je tiens à remercier les deux promotions magister et toutes l'équipe du laboratoire.

Je remercie de tout cœur tout les amis qui m'ont accompagné au terrain **Yacine, Abderrahmane, Achour, Zaki, Salah, Hassen et Rezak.**

A toi qui m'as soutenue durant cette période.

Je remercie la direction du Parc National de Chréa pour nous avoir facilité l'accès au Parc.

Puissent tout ceux a qui de droit recevoir ici mes sincères remerciements.

Dédicaces

A ma défunte grand mère qui a prédit mon parcours contre toute attente en disant

'yidhir atsaftsar dh'oukaryoun'.

A mes chers parents.

A mes chers frères.

A ma belle sœur et ses adorables Nelya et Abdellah.

A toute la famille GUECHOU.

A tout mes amis.

A tout les membres de l'association 'MAZAL DENIA BKHIR' et de l'association 'BESMET IHSANE'.

A tous ceux que j'aime.

Sommaire :

Introduction :	1
Généralités sur l'espèce :	3
1.1. Historique de l'if :	3
1.2. Taxonomie de l'if :	3
1.3. Description de l'espèce :	4
1.4. Conditions écologiques de l'if :	8
1.5. Distribution de l'espèce :	9
1.6. Intérêts de l'if :	12
Zone d'étude :	13
2.1. Localisation et limites géographiques :	13
2.2. Climat et bioclimat :	13
2.3. Relief :	14
2.4. Géologie :	14
2.5. Pédologie :	15
2.6. Diversité floristique et formations végétales :	15
2.6.1. Diversité végétale :	15
2.6.2. Formations végétales (série du cèdre) :	15
2.7. Description de la station d'étude :	16
Matériel et méthodes :	18
3.1. Cartographie :	18
3.2. Plan d'échantillonnage :	18
3.3. Etude structurale :	20
3.3.1. Mesures dendrométriques :	20
3.3.2. Stratification :	20
3.3.3. Fermeture du couvert :	21
3.4. Régénération :	21
3.5. Identification du sexe :	22
3.6. Méthode d'analyse des données :	22
Résultats :	24
4.1. Dénombrement et carte de positionnement des individus :	24
4.1.1. Dénombrement des individus :	24
4.1.2. Carte de positionnement des sujets d'ifs :	24
4.2. Structure selon les classes d'abondance de l'if :	28
4.2.1. Diamètres du cèdre selon les classes d'abondance de l'if :	28
4.2.2. Diamètres de l'if selon ses classes d'abondance :	29

4.2.3.	Hauteur du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:	30
4.2.4.	Hauteur de l'if selon ses classes d'abondance:	31
4.2.5.	Diamètre des houppiers du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:	32
4.2.6.	Hauteur du houppier du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:	33
4.2.7.	Densité du cèdre et de l'if selon les classes d'abondance de l'if:	35
4.2.8.	Participation des ligneux à la stratification du couvert selon les classes d'abondance de l'if :	37
4.3.	Structure selon le degré de recouvrement :	39
4.3.1.	Diamètres du cèdre selon le degré de recouvrement:	39
4.3.2.	Diamètres de l'if selon le degré de recouvrement:	39
4.1.3.	Hauteur du cèdre selon le degré de recouvrement:	42
4.1.4.	Hauteur de l'if selon le degré de recouvrement:	42
4.4.	Etude de la régénération de l'if :	45
4.4.1.	Etude de la régénération selon les classes d'abondance de l'if :	45
4.4.2.	Etude de la régénération selon le degré de recouvrement :	45
4.5.	Influence du degré de recouvrement sur l'état des ifs :	46
4.6.	Identification du sexe :	47
Discussion :	48
Conclusion :	52
Références bibliographiques :	54

Liste des figures :

Figure 1: Port de l'if.....	4
Figure 2: Chatons mâles	5
Figure 3: Fruits (Arille).....	5
Figure 4 : Illustration des différents organes de l'if (<i>Taxus baccata</i> L.) Planche tirée de Thomé (1885) in Martin et Thiébault (2010).	7
Figure 5 : Carte de répartition naturelle des Taxaceae (Cope, 1998).....	11
Figure 6 : Carte de répartition de <i>Taxus baccata</i> en Algérie (Hamidouche et al., 2013).	11
Figure 7 : Situation géographique du Parc National de Chréa (faite par Bouahmed, 2011).	13
Figure 8 : Localisation du site d'étude sur une image satellitaire de Googlemap, 2012.	16
Figure 9 : Dispositif d'échantillonnage (placettes tirées aléatoirement colorées en rouge).....	19
Figure 10 : Semis de <i>Taxus baccata</i>	21
Figure 11 : Carte de distribution des sujets d'if dans la cédraie de Chréa (compilation des données de Ihdene et Ouvarab (2011), Ait Iken, (2014); Guellal et Guechoud, (2013).	25
Figure 12 : Carte de distribution des sujets d'if selon leurs circonférences au niveau de la station de Ain Kechout.....	26
Figure 13 : Carte de distribution des sujets d'if selon leurs hauteurs au niveau de la station Ain Kechout.	27
Figure 14 : Histogramme de distribution des classes de diamètre du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.....	28
Figure 15 : Histogramme de distribution des classes de diamètre de l'if selon ses classes d'abondance.	30
Figure 16 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.....	31
Figure 17 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur de l'if selon ses classes d'abondance.	32
Figure 18 : Histogramme de distribution des classes de diamètre du houppier du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.....	33
Figure 19 : Boite de dispersion des dimensions du cèdre et de l'if selon les classes d'abondance de l'if.	34
Figure 20 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur du houppier du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.....	35
Figure 21 : Surface terrière des sujets d'if et de Cèdre.	36
Figure 22 : Densité des sujets d'if et de Cèdre.....	36
Figure 23 : Abondance des différentes espèces ligneuses.....	37
Figure 24 : Participation des espèces ligneuses aux différentes strates du couvert selon les classes d'abondance de l'if.....	38
Figure 25 : Histogramme de distribution des classes de diamètre du cèdre selon le degré de recouvrement.....	39
Figure 26 : Histogrammes de distribution des classes de diamètre de l'if selon le degré de recouvrement.....	40
Figure 27 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur du cèdre selon le degré de recouvrement.....	42

Figure 28 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur des ifs selon le degré de recouvrement.	43
Figure 29 : Boite à moustache des variables mesurées du cèdre et de l'if selon le degré de recouvrement.	44
Figure 30 : Histogramme de distribution des classes de régénération des ifs à l'hectare selon ses classes d'abondance.	45
Figure 31 : Histogramme de distribution des classes de régénération des ifs à l'hectare selon le degré de recouvrement.	46
Figure 32 : Régression linéaire simple entre les hauteurs et les diamètres des sujets d'ifs selon les différents degrés de fermeture du couvert du cèdre.	47
Figure 33 : Répartition des individus d'ifs selon leur expression sexuelle.	47

Liste des tableaux:

Tableau 1 : Résultat du test de Shapiro et du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.	29
Tableau 2 : Résultat du test de Shapiro et du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions de l'if selon ses classes d'abondance.	29
Tableau 3 : Résultats du test post-hoc pour les dimensions du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.	29
Tableau 4 : Attributs démographiques de l'if et du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.	36
Tableau 5 : Résultat du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions du cèdre selon le degré de recouvrement.	40
Tableau 6 : Résultat du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions de l'if selon le degré de recouvrement.	41
Tableau 7 : Résultats du test post-hoc de comparaison multiple des moyennes pour les dimensions du cèdre selon le degré de recouvrement.	41
Tableau 8 : Résultats du test post-hoc de comparaison multiple des moyennes pour les dimensions de l'if selon le degré de recouvrement.	41

Introduction :

L'if (*Taxus baccata* L.) est une gymnosperme dioïque présente à travers toute l'Europe et qui s'étend en Afrique du nord et au moyen orient avec des populations isolées et des individus dispersés (Sauvage 1941, Maire 1952, Mossadegh 1971, Thomas et Polwart 2003, Piovesan et *al.*, 2009). Malgré la large distribution géographique de l'if, ses populations ont enregistré un déclin considérable durant le dernier millénaire, en devenant de plus en plus isolées où localement éteintes dans différentes régions (Dubreuil et *al.*, 2008 in Piovesan et *al.*, 2009). Plusieurs études concernant la conservation et l'état des populations de cette espèce ont été faites en Europe (Svenning et Magård 1999, Dhar et *al.*, 2006 ; Piovesan et *al.*, 2009, Iszkuło et *al.*, 2012, Katsavou et Ganatsas 2013, Linares 2013). En Algérie, l'espèce est très peu connue si on excepte quelques études partielles récentes dédiées à sa cartographie, à sa structure (Abdelli 2011 ; Ihedane et Ouarab, 2012 ; Guellal et Guechoud 2013 ; Benallaoua et Hocine 2013 ; Ait iken, 2014 ; Amrani, 2014) et à sa morphologie (Hamidouche *al.*, 2013 ; Baroun et Belloucif, 2014 ; Mouhoub , 2015).

La présence de l'if à l'état marginal en Algérie par rapport à sa distribution en Europe, revêt une valeur biogéographique certaine. Son maintien dans cette frange méridionale de son aire lui confère une importance nationale voire régionale.

Son aire actuelle en Algérie, est incluse partiellement dans quelques aires protégées (réserve naturelle des Babors, Parc National du Djurdjura et de Chréa), en dehors desquelles, il ne bénéficie pas de mesures de conservation particulières.

Pour une meilleure conservation de cette relique tertiaire en Algérie, il est nécessaire de mettre à la disposition du gestionnaire des outils d'aide à la décision comprenant une base de données sur l'espèce. Selon Piovesan et *al.*, (2009) l'efficacité des mesures de gestion et de conservation des peuplements d'espèces peut être augmentée par les études visant à comprendre les mécanismes sous-tendant leur structure. Et c'est dans ce contexte que nous proposons d'apporter une contribution.

Les travaux de Ihedane et Ouarab (2012), Guellal et Guechoud (2013) et Ait Iken (2014) ce sont intéressés à la cartographie et au dénombrement des individus d'ifs dans la cédraie de Chréa sans tenir compte des paramètres structuraux du cèdre et des autres ligneux. Ces études ont révélé une distribution spatiale hétérogène des individus de l'if, ce qui a suscité un complément d'investigation pour chercher les facteurs régissant sa distribution

spatiale. Ainsi, cette présente étude complète les précédentes par l'examen de la structure de l'if à une échelle spatiale fine en tenant compte de la structure de l'espèce dominante (i.e. cèdre de l'Atlas) et des autres ligneux du sous-bois en vue de comprendre les mécanismes de son installation et de son maintien.

Dans ce contexte nous avons analysé : (a) les paramètres structuraux de l'if (hauteur, diamètre et densité) selon la densité du couvert ; (b) les paramètres structuraux du cèdre en tant qu'espèce dominante (hauteur et diamètre des tiges, hauteur et diamètre du houppier, densité et surface terrière) ; (c) les paramètres structuraux des autres ligneux du sous-bois (hauteur, densité) ; (d) la participation de l'if aux différentes strates forestières (e) la composition en espèces ligneuses ; (f) la régénération de l'if selon le degré de recouvrement et la structure du cèdre.

Généralités sur l'espèce :

1.1. Historique de l'if :

Selon des estimations récentes basées sur l'horloge moléculaire, le genre *Taxus* serait apparu à la transition entre le Crétacé et le Tertiaire il y a 66 millions d'années (Gonzalez-Martinez et al., 2010; Schirone et al., 2010; Linares, 2013), mais la plus grande différenciation de l'espèce est supposée avoir eu lieu au cours du Miocène. En particulier, le *T. baccata* était présent au cours du Miocène supérieur il y a 10-15 millions d'années (Hageneder, 2007 in Schirone et al., 2010).

L'if (*Taxus baccata* L.), est l'une des plus anciennes espèces arborescentes en Europe, avec des origines allant au-delà de la fin de la période Tertiaire il y a 2 millions d'années (Dhar, 2008 ; Dhar et al., 2015). Selon Spjut (2000), les Taxaceae auraient migré de l'ouest de la Chine et évolué en plusieurs espèces en Europe durant la période Tertiaire. *T. baccata* serait le résultat d'un croisement entre une espèce éteinte russe (*T. contorta*) et une relique Tertiaire du nord de l'Afrique.

Il y a seulement quelques siècles, l'if faisait partie intégrante des forêts de l'Europe (Dhar, 2008). L'enregistrement palynologique montre que le genre *Taxus* était beaucoup plus répandu qu'aujourd'hui durant la plupart des périodes interglaciaires du Pléistocène Moyentardive (il y a 781,000-11,500 années). L'if a été le mieux représenté à la fin des périodes glaciaires (il y a 17,000-11,900 années) et surtout à la moitié de l'Holocène (il y a 7,400-5,300 années). On peut supposer que depuis le milieu du Miocène (il y a environ 15 Millions d'années), et surtout durant le Pliocène, l'aridité croissante a forcé le retrait dans la gamme des populations d'ifs ancestrales (Linares, 2013).

1.2. Taxonomie de l'if :

L'if de son nom latin (*Taxus baccata* L.) est une Gymnosperme appartenant à la famille des Taxaceae. Cette famille comprend cinq genres (*Cephalotaxus*, *Torreya*, *Podocarpus*, *Saxegothaea* et *Taxus*) (Cope, 1998 ; Martin et Thiébault, 2010).

Le genre *Taxus*, auquel appartient l'if, présente une classification systématique quelque peu controversée. Pour certains auteurs, il est composé de 5 ou 7-8 espèces très proches les unes de autres, tandis que pour d'autres auteurs, il est simplement composé d'une seule espèce répartie en plusieurs sous-espèces ou de variétés géographiques qui se distinguent par leurs origines et leurs caractères morphologiques et chimiques (Zarek, 2007 ;

Shah et *al.*, 2008a ; Shah et *al.*, 2008b; Schirone et *al.*, 2010 ; Presutti Saba, 2013). En effet, les constituants du duramen entre les différentes espèces sont similaires, mais différent en teneurs d'une espèce à une autre (Thomas et Polwart, 2003). Cependant, de grandes variations morphologiques entre les variétés de *T. baccata* ont été observées, mais aucune différence interspécifique suffisamment distinctive entre les différentes espèces n'a été trouvée (Dempsey et Hook, 2000 ; Collins et *al.*, 2003).

Liste des espèces du genre *Taxus* (Zarek, 2007):

<i>Taxus baccata</i> L.	(Europe et Asie),
<i>Taxus cuspidata</i> Sieb. et Zucc	(Asie - Japon),
<i>Taxus celebica</i> Sieb. et Zucc	(Asie),
<i>Taxus wallichiana</i> Zucc	(Asie - Himalaya),
<i>Taxus brevifolia</i> NUTT	(Amérique du Nord - Pacifique côte nord-ouest),
<i>Taxus canadensis</i> Marsh	(Amérique du Nord - Canada),
<i>Taxus floridana</i> NUTT	(Amérique du Nord - Floride),
<i>Taxus globosa</i> SCHLECHDT	(Amérique du Nord - Mexique).

1.3. Description de l'espèce :

L'if « *Taxus baccata* » est une espèce relique du Tertiaire (Gonzalez-Martinez et *al.*, 2010), à feuilles persistantes, sciaphile, non résineuse, à longue durée de vie et à croissance lente (Svenning et Magård, 1999 ; Delahunty, 2002 ; Thomas et Polwart, 2003; Thomas, 2010 ; Presutti Saba, 2013). On estime l'âge d'un spécimen d'if en Angleterre, appelé le « darley dale yew », à 3000 ans (Delahunty, 2002). Selon Milner (1992) in Moire (1999), certains spécimens encore vivants pourraient remonter jusqu'au néolithique.

Bien que l'if soit considéré comme un conifère, il ne produit pas de cônes. De par sa diocie, c'est une espèce qui se distingue parmi les Gymnospermes (Martin et Thiébault, 2010). Cependant, il est signalé que le même arbre peut changer de sexe plusieurs fois dans sa vie et dans le cas extrême, il peut développer les deux sexes au même temps (Thomas et Polwart, 2003).

La maturité sexuelle est atteinte à environs 30-35 ans dans de bonnes conditions, alors qu'elle survient aux environs de 70-120 ans dans des conditions de faible luminosité (Thomas et Polwart, 2003 ; Thomas, 2010).

Le port de l'arbre (figure 1) a aspect très variable, il peut avoir une forme arrondie ou pyramidale (Maire, 1953). Le tronc est souvent multibrins. Il peut atteindre 20 à 30 m de hauteur et 5m de diamètre (Rameau et *al.* 1993 in Martin et Thiébault, 2010, Thomas et Polwart, 2003).



Les troncs sont souvent cannelés, avec des branches inférieures très basses au ras du sol (Maire, 1953 ; Delahunty, 2002).

L'écorce est de couleur brun rougeâtre, mince et écailleuse, d'un aspect variant de lisse à squameux. Les écailles, de couleur brun-foncées, sont imbriquées, arrondies et étroitement plaquées (Cope, 1998; Delahunty, 2002; Thomas et Polwart, 2003).

Le feuillage de l'if est persistant et peut survivre jusqu'à 8 ans (Delahunty, 2002). Il est constitué d'aiguilles simples (Delahunty, 2002), alternes disposées sur un seul plan, brièvement pétiolées, atteignant 35x2 mm (Maire, 1953 ; Cope, 1998), linéaires et aplaties, de couleur vert foncé brillant au-dessus, vert clair mat en dessous (Maire, 1953 ; Cope, 1998), terminées par une courte pointe mais non piquantes, solitaires et insérées en spirale (Cope, 1998 ; Thomas et Polwart, 2003 ; Martin et Thiébault, 2010).

Les organes femelles sont de couleur jaune brunâtre à 6-15 microsporophylles, entourées d'écailles brunes, naissant à l'aisselle d'une feuille d'un rameau de 2ans (Maire, 1953).



Les organes mâles sont des chatons jaunes produisant 6 à 14 étamines, dont chacun renferme de 5 à 8 sacs polliniques (Delahunty, 2002).

La floraison a lieu en mars-avril (Maire, 1953).

Figure 2: Chatons mâles. (Guechoud I, 2014)

Le pollen est sans vésicules aérifères (Maire, 1953). Il est diffusé par le vent en Février et Mars (Delahunty, 2002 ; Thomas et Polwart, 2003 ; Martin et Thiébault, 2010).

Le fruit est la seule partie comestible de l'arbre. C'est un faux fruit charnu, au goût sucré, d'une taille de 9x7 mm avec une extrémité ouverte et de couleur rouge appelé « arille ». (Maire, 1953; Delahunty, 2002 ; Thomas et Polwart, 2003).



Figure 3: Fruits (arille) (Guechoud I, 2014).

La graine est ovoïde, à tégument ligneux lisse et brillant (Maire, 1953), de couleur brun-jaunâtre, d'une taille de 6-7x5 mm, repliée à l'intérieur de l'arille (Thomas et Polwart, 2003 ; Delahunty, 2002).

La fructification a lieu durant la période Août-Octobre (Maire, 1953). Les principaux agents de dispersion des graines sont les oiseaux, et particulièrement les grives (*Turdus* sp.). Ces dernières consomment l'arille et rejettent les graines, soit en les régurgitant, soit en les expulsant dans leurs déjections (Thomas et Polwart, 2003 ; Martin et Thiébault, 2010).

Le système racinaire est fort et élargi, peu profond, essentiellement horizontal avec de nombreuses radicelles secondaires très ramifiées. Ce système est parfaitement capable de se développer sur les zones rocheuses car il est capable de pénétrer les crevasses des rochers (Presutti Saba, 2013; Thomas et Polwart, 2003).

Le bois est dépourvu de canaux résinifères et de résine (Maire, 1953 ; Cope, 1998). Il est caractérisé par une extrême variabilité et une densité irrégulière (Moire, 1999). La présence abondante de cristaux d'oxalate de calcium dans le phloème et la faible teneur en composés celluloseux lui confère une grande durabilité (Presutti Saba, 2013). Malgré sa grande résistance à la pourriture, le bois du cœur des arbres de plus de 4,5m est souvent pourri et creux (Moire, 1999).

Les troncs d'ifs se développent d'une manière déséquilibrée selon l'aspect de la pente du terrain, de l'ombre et de l'humidité, produisant ainsi un tronc très asymétrique (Moire, 1999).



Au centre, deux branches feuillées portant en bas les boutons floraux, en haut les fruits (arilles).

1 et 2 : fleurs femelles à différents stades de maturité ;

3 et 8 : fleur mâle et sa coupe ;

4 à 6 : développement de la graine et de l'arille ;

7 : coupe du fruit (graine entourée de l'arille).

Figure 4 : Illustration des différents organes de l'if (*Taxus baccata* L.). Planche tirée de Thomé (1885) in Martin et Thiébault (2010).

1.4. Conditions écologiques de l'if :

Habitat : En règle générale, l'if se développe dans un environnement similaire à celui des feuillus (Delahunty, 2002). Il est une composante mineure des forêts de feuillus, de conifères, ou mixtes (Martin et Thiébault, 2010). Il pousse bien et rapidement dans les zones à forte humidité avec un climat océanique tempéré (Presutti Saba, 2013).

En effet, dans les régions montagneuses de l'Europe, l'if est souvent relégué principalement aux pentes ombragées à exposition nord en mélange avec des espèces à feuilles caduques qui facilitent la formation de microclimats favorables (Thomas et Polwart, 2003). L'if est aussi désigné comme une espèce qui pousse principalement dans des ravins ou des vallées où il jouit d'une grande humidité avec des accumulations discrètes du sol (Presutti Saba, 2013).

Sol : Les exigences pédologiques de l'if sont réduites. Il se développe sur presque tous les sols (Thomas et Polwart, 2003). Son système racinaire fasciculé lui permet de coloniser les sols de pente, d'éboulis mal stabilisés et d'affleurements rocheux (Thomas et Polwart, 2003 ; Martin et Thiébault, 2010).

Bien que les sols calcaires soient favorables à l'installation de l'if, sa croissance est bien meilleure sur des sols limoneux profonds humides et riches en humus. Il peut aussi s'établir sur des sols sableux humides et des sols argileux bien drainés, alors qu'il se développe moins bien sur les sols secs, rocheux et sableux (Moir, 1999 ; Delahunty, 2002 ; Thomas et Polwart, 2003 ; Presutti Saba, 2013).

Humidité : Il nécessite de fortes précipitations allant jusqu'à 1000mm/an, de préférence concentrées en Février et Juillet, avec une bonne humidité durant toute l'année et des hivers relativement doux (Moir, 1999; Presutti Saba, 2013). L'if peut tolérer des inondations temporaires mais il est sensible à l'engorgement à long terme (Thomas, 2010).

À l'autre extrémité de l'échelle de l'humidité, *T. baccata* est très tolérant à la sécheresse. En effet, le contrôle stomatique est efficace en conditions de déficit hydrique (Thomas, 2010).

L'if préfère généralement les sols humides, mais il se développe aussi dans les milieux où les niveaux des eaux souterraines sont faibles. Sur les substrats secs, le manque d'eau est compensé par la forte humidité de l'air ou par de fortes pluies (Moire, 1999).

Températures : La gamme de températures de l'if est très étendue par rapport à d'autres gymnospermes. La gamme des températures optimales pour la photosynthèse est située entre 14 et 25°C. Pendant la saison estivale, la photosynthèse se poursuit entre un maximum de 38 à 41°C et un minimum de -3 à -5°C pendant l'hiver (Thomas, 2010).

Taxus baccata est sensible au gel grave et prolongé, même si les feuilles et les bourgeons peuvent résister aux dommages causés par de basses températures allant de -21 à -35°C. La sensibilité au gel au début du printemps est sans aucun doute le facteur limitant principal de la distribution de l'if au nord de l'Europe (Thomas, 2010).

L'if est résistant aux températures relativement élevées mais une longue exposition peut se révéler problématique. Une exposition de 30 minutes à une température de 48-50°C peut endommager les structures cellulaires des aiguilles (Moir, 1999; Thomas, 2010 ; Presutti Saba, 2013).

Lumière : L'if est une espèce sciaphile, il supporte très bien l'ombre et peut accomplir son cycle de développement complet en sous-bois (Martin et Thiébault, 2010). Il est considéré comme étant l'arbre le plus tolérant à l'ombre en Europe (Iszkuło et Boratyński, 2005, 2006). Il est même capable de produire des graines viables à moins de 5% de l'éclairement relatif (Thomas, 2010).

Bien que la photosynthèse soit possible dans un large éventail de conditions de température, l'if est néanmoins sensible à des changements brusques de lumière et d'exposition au soleil. Les aiguilles d'ifs peuvent survivre jusqu'à 4-8 ans, bien que la photosynthèse soit réduite de 50% avec l'âge (Thomas, 2010).

1.5. Distribution de l'espèce :

La répartition géographique de *T. baccata* s'étend vers le nord, à la Norvège et la Suède, au sud, vers l'Italie, l'Espagne, la Grèce et l'Afrique du Nord, à l'ouest, vers les archipels des Açores et de Madère, et vers l'est, à l'Estonie, la Pologne, l'Ukraine, la Turquie et les montagnes du Caucase (Svenning et Magård, 1999; Thomas et Polwart, 2003 ; Schirone et al., 2010 ; Vessella et al., 2015)..

En Europe, l'if est une espèce typique des climats océaniques tempérés avec des hivers relativement doux, des précipitations abondantes et une humidité élevée (Moir, 1999 ; Thomas et Polwart, 2003 ; Martin et Thiébault, 2010; Thomas, 2010). Il est sensible à la

sécheresse et au gel prolongé (Thomas, 2010). Par conséquent, l'if forme des peuplements denses et purs uniquement dans les îles britanniques, l'Europe centrale (de la Pologne à la Roumanie) et les montagnes du Caucase où le climat est tempéré par l'influence de la mer Noire et de la mer Caspienne (Svenning et Magård, 1999; Thomas et Polwart, 2003 ; Thomas, 2010 ; Presutti Saba, 2013).

En dehors de ces zones optimales, l'if s'étend vers le nord à 63° de latitude en Norvège et en Suède (éventuellement limité par des températures basses), vers l'est à l'Estonie et les pays baltes (limité ici par le climat continental sévère), et vers le sud, à la Grèce, au nord de l'Espagne, Portugal et en Afrique du nord, Algérie et Maroc, (limité par la sécheresse, les températures élevées et une faible humidité). Il est absent des régions les plus continentales de l'Europe, y compris le nord et le sud-est de la Russie et aussi la Crète, les îles Féroé et l'Islande (Delahunty, 2002; Thomas, 2010 ; Linares, 2013; Presutti Saba, 2013).

Bien que sa répartition naturelle soit large, l'if est devenu localement éteint ou réduit en petites populations isolées dans de nombreuses parties de l'Europe au cours des derniers siècles (Gonzalez-Martinez et *al.*, 2010).

En plus de l'effet général du macroclimat d'altitude, l'if est également fortement influencé par le microclimat, en particulier les marges de son extension vers le sud, où il a tendance à prospérer dans des milieux humides, microsites protégés tels que ceux à proximité de zones humides et sous la canopée des arbres ou dans des crevasses rocheuses, vallées profondes et à l'abri des rochers (Thomas, 2010).

Dans le bassin méditerranéen, comme dans le cas d'autres espèces d'origine boréo-alpines favorisées par les refuges Quaternaire, l'if est présent sous forme de petites populations séparées et d'individus isolés, situés principalement dans les ravins humides et les pentes exposées au nord (Moir, 1999 ; García et *al.*, 2000; Thomas, 2010 ; Linares, 2013).

Il est clair que la limite altitudinale de l'if, diminue en allant du sud vers le nord de son aire de répartition. Il atteint les 2500m d'altitude en Afrique du nord (Maire, 1953) et va jusqu'au niveau de la mer dans les îles Anglaises. Les plus hautes altitudes où se trouve l'espèce sont les suivantes: 2050m sur le Caucase; 660-1000 m dans le sud de la Slovaquie; 1400m en Iran; 1400-1900 m en Turquie; 1400-1650 m dans les Pyrénées; 1600-1900 m dans le sud de l'Espagne; 1660 m dans les Carpates; 1800 m en Macédoine; 1950 m dans le centre

de la Grèce; 2000-2500 m en Afrique du Nord; 1100-1400 m dans les Alpes; 400-1500 m dans les Apennins; 1700 m en Sardaigne (Presutti Saba, 2013).

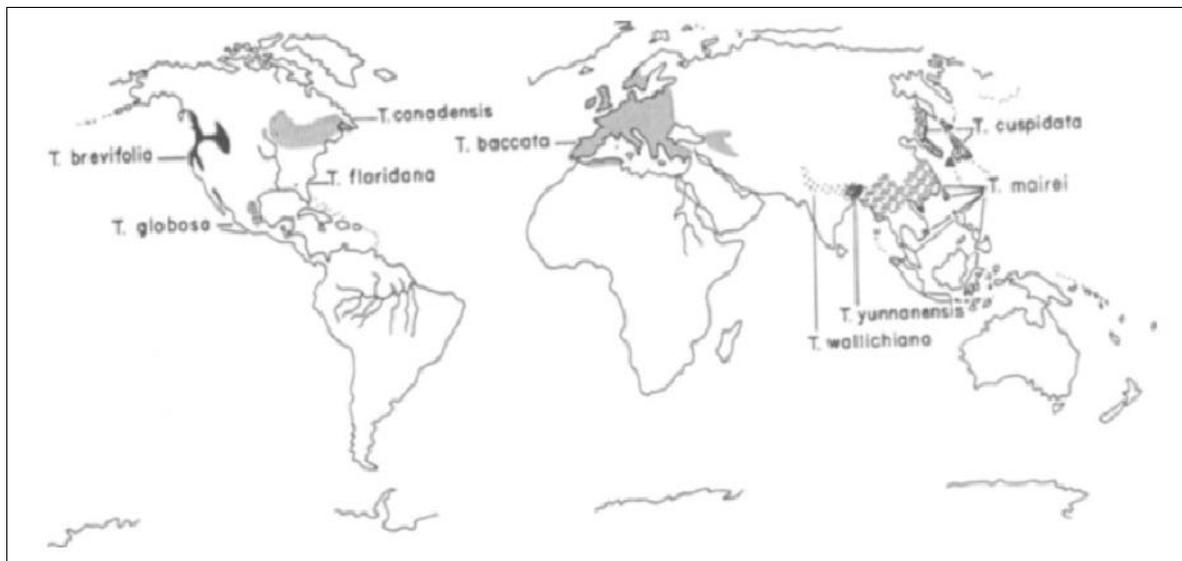


Figure 5 : Carte de répartition naturelle des Taxaceae (Cope, 1998).

En Algérie, l'if est présent dans les forêts des hautes montagnes calcaires et siliceuses bien arrosées, souvent localisé dans les ravins humides et les milieux ombragés de l'Atlas de Blida, Djurdjura, Babors et Aurès entre les altitudes 500 à 2500m (Lapie et Maige, 1914 ; Maire, 1953).

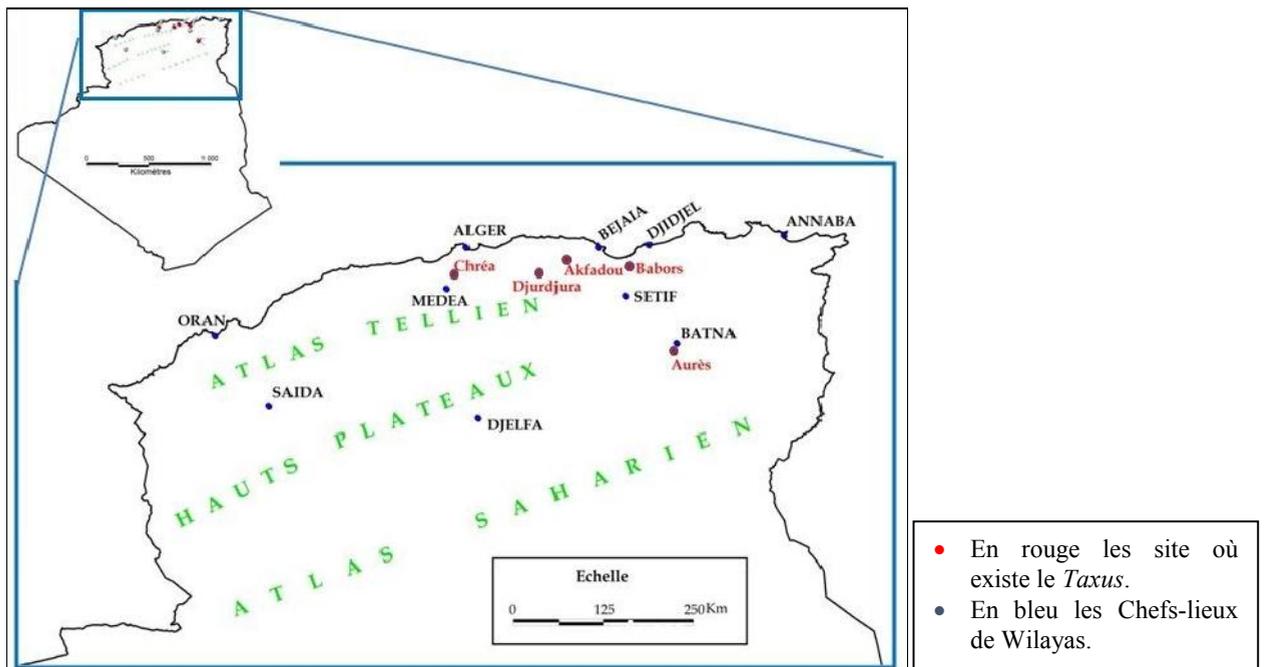


Figure 6 : Carte de répartition de *Taxus baccata* en Algérie (Hamidouche et al., 2013).

1.6. Intérêts de l'if :

Selon Givnish (1980) et Ward (2002) in Cedro et Iszkuło (2011), seulement 6% de la flore mondiale est dioïque, cependant la contribution de ces espèces dépasse souvent les 25%.

L'if joue un rôle particulier en écologie ; il est une espèce intermédiaire entre les espèces pionnières et le climax, il constitue aussi l'intermédiaire entre l'étage dominant et le sous-bois. D'un point de vue morpho-physiologique il est intermédiaire entre les espèces à feuilles larges et les espèces à aiguilles (Piovesan et *al.*, 2009).

L'if est considéré comme une espèce à potentiel considérable dans les études de dendrochronologie, il peut vivre plus de 500 ans et contient 40 cernes en 1 cm, ce qui lui a permis de figurer parmi les cinq principales espèces les plus importantes dans ce domaine (Moire, 1999).

En écologie, l'if est considéré comme étant une espèce indicatrice de la santé des écosystèmes forestiers (Thomas et Polwart, 2003).

Par le passé, l'if était vénéré par de nombreuses cultures et a joué de nombreux rôles dans l'histoire de la civilisation occidentale et orientale. L'arbre préhistorique fournissait la matière première pour les outils et objets religieux (Delahunty, 2002). Au moyen âge, l'if a été considéré comme « l'or vert » pour la qualité de son bois utilisé dans la fabrication d'armes (Bissery et *al.*, 1991 in Katsavou et Ganatsas, 2012). Actuellement, il fait l'objet d'un intérêt en ébénisterie.

Bien que l'if soit depuis longtemps utilisé en tant que plante médicinale, notamment par Avicenne (Ibn Sina) qui l'a listé parmi les remèdes pour les problèmes cardiaques (Küpeli et *al.*, 2003), le genre *Taxus* attire actuellement l'attention de l'industrie médicale grâce à une molécule appelée « taxol », une substance « miracle » très efficace pour guérir certains types de cancer (Purohit et *al.*, 2001 ; Delahunty, 2002 ; Dhar et *al.*, 2007 ; Vessella et *al.*, 2015).

Zone d'étude :

2.1. Localisation et limites géographiques :

L'Atlas Blidéen est situé dans la partie centrale de l'Atlas tellien, entre 36°30' et 36° de Latitude Nord et entre 3°20' et 2°40' de Longitude Est. Le Parc National de Chréa qui abrite la forêt de cèdres, est localisé dans la partie occidentale de cet Atlas (Meddour, 1994, 2002). Il s'étend en écharpe sur une superficie de 26587 ha qui chevauche entre les wilayas de Blida et Medea. Il est limité au Nord par la plaine de la Mitidja, à l'Ouest par l'Oued Chiffa, au Sud par l'Oued Melah et à l'Est par le col des deux bassins.

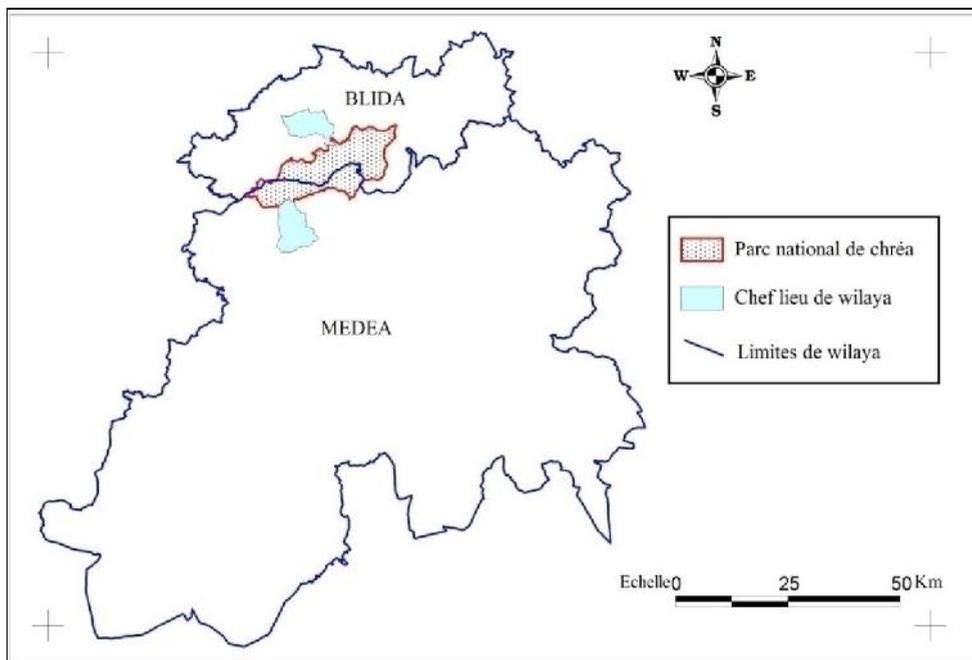


Figure 7 : Situation géographique du Parc National de Chréa (faite par Bouahmed, 2011).

2.2. Climat et bioclimat :

Le massif de Blida, par ses deux versants, s'inscrit entièrement dans les bioclimats humide et subhumide, qui sont prédominants dans la région (Daget, 1977 in Meddour, 2002).

Situé au carrefour de deux ambiances climatiques, l'une caractérisée par les influences xériques provenant du continent et l'autre, par les influences maritimes venant du nord du pays, le Parc National de Chréa est compris entre les isothermes 8° et 11°C de températures moyennes annuelles. Les sommets étant plus froids et les piémonts plus chauds. Les températures les plus basses sont enregistrées à Chréa avec 3°C, alors que les températures maximales varient entre 26,3 et 33,6°C.

Du point de vue des précipitations, il est compris entre les isohyètes 700-1400 mm/an. Celles-ci sont plus importantes dans les stations situées sur le versant nord-ouest.

Trois étages bioclimatiques ont été dégagés par Meddour (2002) dans le Parc de Chrèa:

- Thermoméditerranéen à bioclimats humides doux couvrant la zone entre 200 et 600 m d'altitude ;
- Mésoméditerranéen à bioclimats humides tempérés et humides frais couvrant toutes les zones entre 600 et 1000 m d'altitude ;
- Supraméditerranéen à bioclimats perhumides frais couvrant les zones supérieures à 1000 m d'altitude.

2.3. Relief :

Le Parc National de Chrèa est une région à aspect structural très accidenté (Meddour, 2002). Il regroupe le relief montagneux composé respectivement d'est en ouest des monts de Hammam Melouane, du massif de Chrèa et des monts de Mouzaia. Sa ligne de crête oscille entre 1400 et 1600m d'altitude, sur une longueur d'environ 8km (Meddour, 2002). Il enregistre une dénivelée très importante marquée par le point culminant à 1627m à Koudiat Sidi-Abdel-Kader (Crêtes de Chrèa) et le point le plus bas 217m (Chiffa) (Meddour, 2002 ; Yah, 2007). L'orientation générale W-SW et E-NE entraîne entre les deux versants principaux une dissymétrie tant climatique que phytocénotique (Meddour, 2002).

2.4. Géologie :

Le massif de Blida, sur lequel s'étend le Parc National de Chrèa, fait partie des zones externes de la chaîne alpine en Algérie (Faurel, 1947 in Meddour, 2002). Il se situe au sud des massifs anciens kabyles et des massifs du Chenoua et de Bouzaréah dont il est séparé par le synclinal plio-quaternaire de la Mitidja. Ce massif a été le théâtre de violents mouvements orogéniques datant de la dernière partie du tertiaire, lui donnant surtout dans sa partie centrale un aspect très mouvementé. Il se compose presque entièrement de schistes d'âge crétacé inférieur sans fossiles, avec quelques affleurements de calcaires marneux (Faurel, 1947 in Meddour, 2002). Ces schistes se prolongent régulièrement vers le sud sud-est sous des argiles variant entre 40 et 60% et forment la base sur laquelle se sont accumulés les dépôts des terrains postérieurs: calcaires marneux, grés, argiles sableuses et conglomérats.

2.5. Pédologie :

Selon Killian et Martin (1957) in Douaer et Selmane (1994), les sols du massif de Chréa sont toujours très décalcifiés, même si la roche mère est calcaire ; les pentes et les sommets présentent un sol maigre schisteux prédominant avec un PH voisin de la neutralité (6,2 à 7,2). Par contre, les sols des bas-fonds et des pentes douces sont plus épais, plus évolués et riches en matière organique dans la zone Nord et Nord-Ouest.

2.6. Diversité floristique et formations végétales :

2.6.1. Diversité végétale :

Les inventaires de la flore supérieure ont permis d'estimer la diversité du Parc à 778 espèces. Cela représente 24,78% de toute la flore sauvage nationale. Les espèces protégées par Décret sont au nombre de 17 soit 1,92% des espèces végétales du Parc et 0,47% de la flore du pays.

2.6.2. Formations végétales (série du cèdre) :

Selon Meddour 1994, au niveau de l'Atlas Blidéen, au-delà de 1350m d'altitude, on peut individualiser deux séries principales de végétation, la série silicole à *Cedrus atlantica* et la série acidiphile méditerranéenne supérieure à *Quercus rotundifolia* :

La série silicole à *Cedrus atlantica* est située en bioclimat perhumide frais, s'encarte entièrement dans l'horizon supérieur de l'étage supraméditerranéen. L'analyse de la végétation conduit à l'intégrer à la classe des *Quercetea pubescentis*. De nombreux représentants de cette classe y figurent tel que *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer obtusatum*, *Sorbus aria*, *Ranunculus spicatus*, *Calamintha clinopodium*, *Rumex tuberosus*, *Lamium flexuosum*, *Rosa canina*, *Viola silvestris* (Meddour, 1994).

La sous-association mésophile *Taxetosum baccatae*, est individualisée surtout au-dessus de 1350 m en revers septentrional, où les différentielles retenues sont *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Viola munbyana*, *Sorbus aria*, *Rumex tuberosus*, *Arabis alpina*, *Galium tunetanum*, *Geranium lucidum*, *Silene italica* et *Arabis verna*. Ce syntaxon représente les cédraies les plus mésophiles que l'on rencontre notamment dans la zone du Chabet Bou Raliou (petite source). Ces cédraies constituent souvent des futaies denses où les cèdres atteignent parfois des hauteurs de l'ordre de 30 à 35m et sont à cimes jointives. En sous-bois, les arbres ou arbustes sont fréquents, citons *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Crataegus*

monogyna et *Rosa canina*; *Sorbus aria*, *Acer obtusatum*, dans les endroits particulièrement accidentés et escarpements rocheux, et *Prunus spinosa*, dans les thalwegs. Par ailleurs, ces cédraies sur sols relativement frais et profonds, localisées dans les stations les plus fraîches, en exposition NE en général, sont caractérisées par l'abondance des herbacées du mull forestier, comme *Bunium alpinum*, *Balansaea glaberrima*, *Viola munbyana*, *Galium rotundifolium*, *Calamintha clinopodium*, *Geranium purpureum* (Meddour, 1994).

2.7. Description de la station d'étude :

La station de Ain-Kechout est distante de 400m du chef-lieu de la commune de Chréa, entre les altitudes 1300 et 1450m (Figure 8). Elle est limitée à l'est par la ligne du téléphérique, au sud et au nord respectivement par les routes principales qui mènent au chef-lieu de Chréa et à la Chifa et à l'Ouest par un cours d'eau.

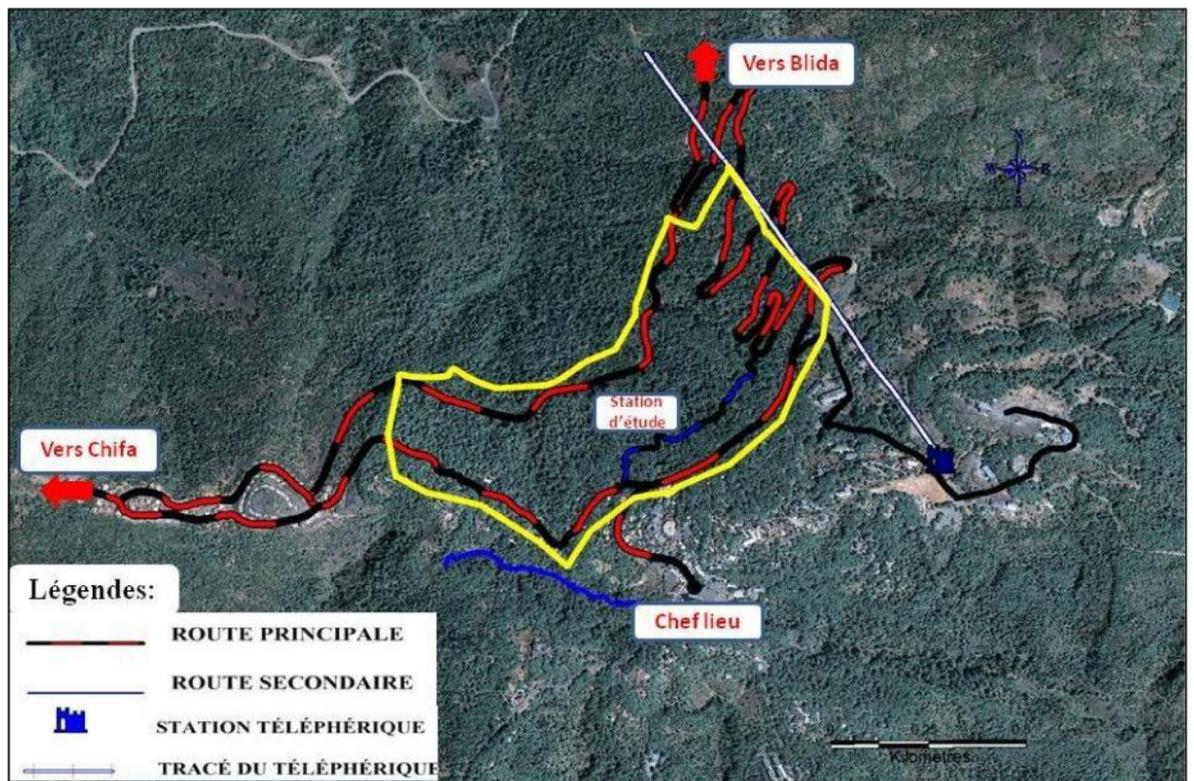


Figure 8 : Localisation du site d'étude sur une image satellitaire de Googlemap, 2012.

La station d'étude est en expositions nord-ouest et nord. Le relief est peu accidenté, avec toutefois des pentes plus ou moins raides à certains endroits difficiles d'accès, près des cours d'eau, où apparaissent quelques rares affleurements rocheux schisteux.

Le sol est plus ou moins profond, riche en matière organique (humus) et perméable. À ce sol correspond une végétation riche, et des peuplements de cèdre plus denses par rapport au versant sud. *Taxus baccata* fait partie du sous-bois de la cédraie.

Le bioclimat est subhumide (Meddour, 1994).

L'ambiance à l'intérieur de la station d'étude est fraîche et humide, on peut observer une légère brume, qui apparaît avec les rayons du soleil que laissent passer les ouvertures du couvert de Cèdre.

Au niveau de la station de Ain-Kechout, l'if appartient à une formation végétale mésophile à *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium* et y individualise une sous-association à *Taxetosum baccatae*, installée sur des sols profonds et frais une grande partie de l'année, où on trouve aussi d'autres espèces tel que le grand houx (*Ilex aquifolium*), le chêne vert (*Quercus ilex*), la ronce (*Rubus ulmifolius*), l'alisier blanc (*Sorbus aria*), l'érable (*Acer obtusatum*), le merisier (*Prunus avium*) et le saule.

Matériel et méthodes :

3.1. Cartographie :

Dans cette étude, nous avons réalisé plusieurs sorties de prospection à travers la partie centrale de la cédraie de Chréa, durant lesquelles nous avons repéré les endroits où l'if est présent, englobant la station de Ain-Kechout, la station de Ain-Djerdanou, sur le versant nord, et quelques micro-stations parsemées sur le versant sud. Cependant, certaines parties de la cédraie (zone militaire) n'ont pas été prospectées à cause de l'interdiction d'accès.

Nous avons relevé les coordonnées GPS de tous les individus que nous avons pu observer dans la partie accessible de la cédraie. Les semis et plantules de petite hauteur sont difficilement repérables. Par conséquent il est probable qu'une petite proportion d'entre eux soit omise lors du dénombrement. Ce dénombrement inclut les données obtenues par Ihedene et Ouvarab (2011), Guellal et Guechoud (2013) et Ait Iken (2014) qui ont travaillé sur la structure et la cartographie de l'if à Chréa.

La carte de répartition des sujets d'if a été réalisée à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) avec le logiciel Mapinfo 10.0.

3.2. Plan d'échantillonnage :

Sur la carte de répartition de l'if à Chréa (Figure 9), où une hétérogénéité de la dispersion des sujets est nettement remarquable, nous avons mis en place une grille régulière de placettes sur une superficie de 20ha dans la station de Ain-Kechout pour toutes les plages où l'if est présent et celle où il est absent. En se basant sur plusieurs études antérieures sur la structure des peuplements de l'if (Kassioumis et al., 2004 ; Iszkuło and Boratyński, 2005; Piovesan et al., 2009; Linares, 2013), nous avons choisi de travailler sur des placettes de forme carrée et d'une taille de 25x25m, ce qui est relativement grand comparé à la taille des placettes retenues en Europe par les auteurs sus cités et ceci en raison de la densité relativement faible des sujets d'ifs et du cèdre dans la station de Chréa.

A travers la grille des placettes que nous avons préalablement numérotées et classées selon un gradient de densité de l'if, quatre classes d'abondance des sujets d'if dont la hauteur est supérieure à 1,30m sont dégagées en divisant la plus grande densité retrouvée sur 4:

- C0** : [absence] ;
- C1** : [1-5 pieds] ;
- C2** : [6-10 pieds] ;
- C3** : ≥ 11 pieds.

Nous avons établi ces classes sur la base de la densité des sujets d'if observés sur une surface de 25x25m dont le maximum retrouvé est de 22 sujets.

Nous avons effectué un échantillonnage aléatoire stratifié de 37 carrés sur la grille de placettes obtenues (Figure 9). Pour chaque classe d'abondance de l'if 'C0' et 'C1' nous avons tiré au hasard 10 placettes. Les classes d'abondance C2 et C3 sont représentées par seulement 9 et 4 placettes respectivement. Pour des raisons d'accessibilité et faute de moyens, nous n'avons pu échantillonner que sur 21 sur 37 placettes soit une surface de 1,31ha et un taux d'échantillonnage avoisinant 6,55%.

En raison des erreurs de précision du matériel GPS utilisé et donc de la faible précision de la carte de distribution des ifs, les classes d'abondance de l'if dégagées au laboratoire à partir de la grille ne correspondent pas tout à fait à la réalité sur le terrain avec pour conséquence un écart de représentativité des classes (C0 : 5 placettes, C1 : 10 placettes, C2 : 2 placettes, C3 : 4 placettes).

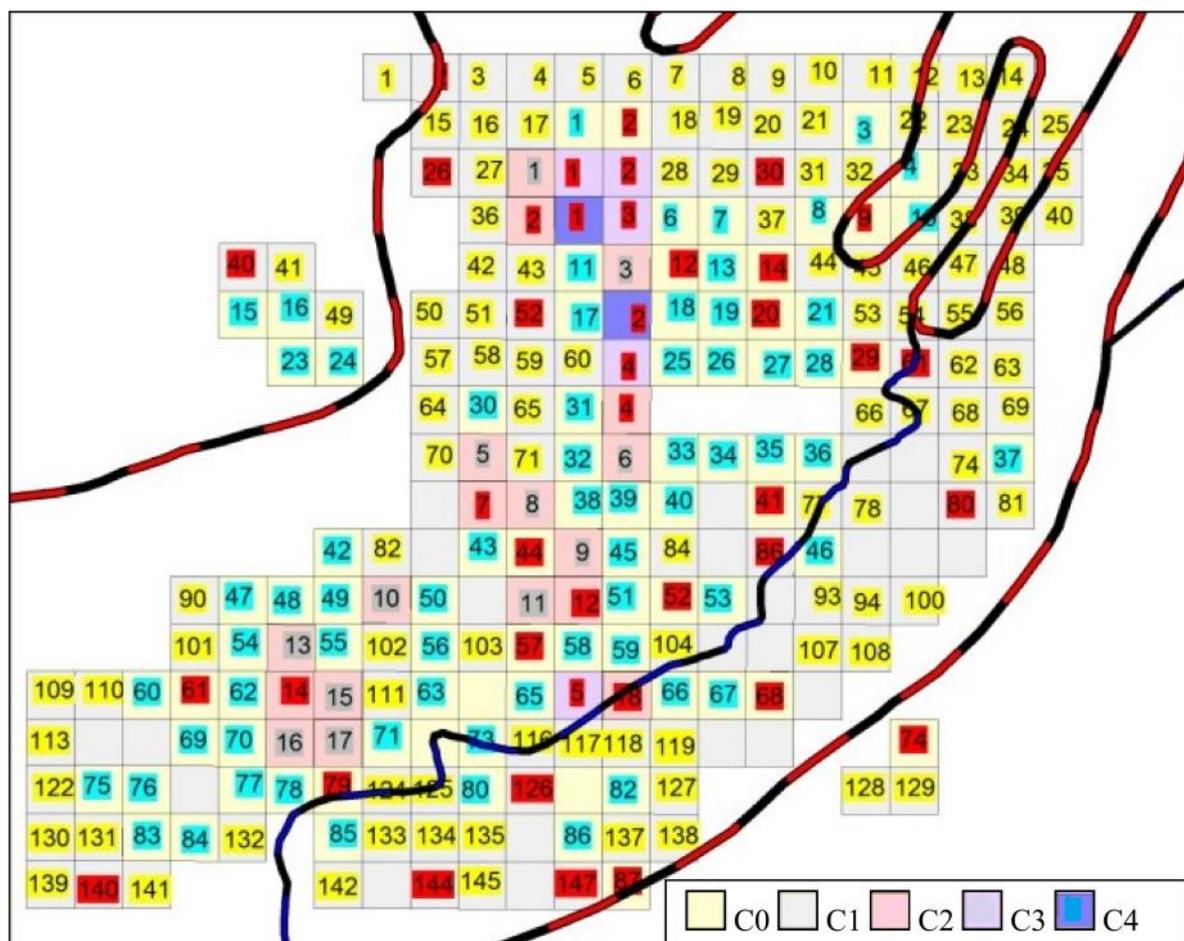


Figure 9 : Dispositif d'échantillonnage (les placettes choisies aléatoirement sont colorées en rouge).

3.3. Etude structurale :

3.3.1. Mesures dendrométriques :

Afin de quantifier la structure forestière de notre zone d'étude, nous avons noté les positions GPS et mesuré la hauteur et la circonférence à hauteur de poitrine (DBH) des individus de toutes les espèces ligneuses de hauteur supérieure à 1,30m comprises dans les placettes échantillonnées. Nous avons aussi dénombré les espèces ligneuses dont la hauteur est inférieure à 1,30m.

Les hauteurs qui ne dépassent pas les 5m ont été mesurées à l'aide d'un double décimètre et d'une perche de 3m. Celles dépassant les 5m, ont été mesurées avec le Relascope de Bitterlich (voire annexe 1). Les circonférences ont été mesurées à l'aide d'un ruban-mètre. Concernant les individus multibrins, la hauteur retenue est celle du brin le plus haut et la circonférence correspond à la somme des circonférences des différents brins.

L'espèce dominante (i.e. cèdre de l'Atlas) a fait l'objet d'une analyse plus détaillée : En plus, de la hauteur et de la circonférence, nous avons aussi mesuré la hauteur et le diamètre du houppier. En parallèle, nous avons aussi noté certains paramètres du milieu notamment la pente et l'exposition.

3.3.2. Stratification :

Afin d'analyser la participation des différentes espèces ligneuses à la stratification verticale de la cédraie, nous avons calculé la densité à l'hectare des ligneux pour chaque strate. Les différentes strates ont été établies selon la méthode suivie par Katsavou et Ganatsas (2012), par division de la hauteur maximale atteinte qui est de 30m en 4 strates. Ce qui a donné quatre niveaux de stratification :

- Premier niveau : 0 à 1/4 de la hauteur maximale : h [0 - 7,5 [m ;
- Deuxième niveau : 1/4 à 2/4 de la hauteur maximale : h [7,5 - 15 [m ;
- Troisième niveau : 2/4 à 3/4 de la hauteur maximale : h [15 -22,5[m ;
- Quatrième niveau : 3/4 à 4/4 de la hauteur maximale : h [22,5- 30 [m.

3.3.3. Fermeture du couvert :

Les placettes échantillonnées ont été classées selon le degré de recouvrement que nous avons visuellement évalué selon les classes de degré de fermeture suivantes :

- Couvert clair : [0 - 25 % [;
- Couvert assez clair : [25- 50 % [;
- Couvert dense : [50- 75 % [;
- Couvert très dense : [75-100 % [.

3.4. Régénération :

Sur les mêmes placettes d'échantillonnage ayant fait l'objet de l'étude de la structure, nous avons procédé à l'étude de la régénération (Figure 10). Nous avons choisi de classer la régénération en différents stades de développement en nous basant sur plusieurs travaux antérieurs notamment (Iszkuło et Boratyński, 2005 ; Piovesan et al., 2009 ; Dobrowolska et al., 2012; Iszkuło et al., 2012; Katsavou et Ganatsas, 2012).

Les semis et les gaules dont le diamètre est inférieur à 3cm, ont été classés dans les catégories de régénération suivantes :

- Semis (R0) : h [0 - 0,05[m ;
- Jeunes pousses (R1) : h [0,05- 0,2[m ;
- Jeunes arbres (R2) : h [0,2 - 1 [m,
- Juvéniles (R4) : h > 1m.

Les arbres établis ont été définis comme des ifs de plus de 3cm de diamètre ou avec des signes clairs de maturité sexuelle.



Figure 10 : Semis de *Taxus baccata*. (Guechoud I, 2014)

3.5. Identification du sexe :

Nous avons procédé à l'identification du sexe des sujets d'if présents à la station de Ain Kechout en se basant sur les observations faites sur le terrain en 2013 par Guellal et Guechoud, en 2014 par Ait Iken et en 2015/2016 par nous-même.

L'identification du sexe s'est basée sur le repérage des chatons mâles ou des baies femelles. Nous avons aussi noté les individus qui n'ont pas produit d'organes reproducteurs.

3.6. Méthode d'analyse des données :

La base de données obtenue a été compilée puis traitée sur Excel pour les statistiques descriptives et sur logiciel R pour les statistiques analytiques.

Sur Excel, nous avons réalisé des histogrammes de distribution pour les variables mesurées qui sont la hauteur, le diamètre à hauteur de poitrine (DBH : diameter at breast high), la hauteur du houppier et le diamètre du houppier pour le cèdre ; la hauteur et le diamètre des tiges pour l'if. Les classes de hauteur utilisées pour le cèdre sont d'une amplitude de 5m et les classes de diamètre sont d'une amplitude de 20cm. Pour l'if, nous avons travaillé avec des classes de hauteur d'une amplitude de 2m et des classes de diamètre d'une amplitude de 5cm.

La densité à l'hectare a été graphiquement représentée par des histogrammes de fréquence pour toutes les espèces ligneuses.

La participation des espèces ligneuses (cèdre, if, chêne, merisier, micocoulier, aubépine, alisier, grand houx, genévrier, oxycèdre) aux différentes strates du couvert a été mise en évidence par des histogrammes de fréquence. Les différentes strates ont été établies par division de la hauteur maximale atteinte en 4 strates.

L'étude de l'influence du degré de fermeture du couvert sur l'état des ifs, a été faite par une analyse de corrélation non paramétrique de Spearman entre la hauteur et la circonférence des ifs dans les différents degrés de recouvrement. La comparaison entre les différents coefficients de détermination donne une idée de l'état des sujets dans les différentes situations de recouvrement. A noter que le lien entre la hauteur et le diamètre est fort quand l'arbre est en bon état, autrement dit, quand il a un port intact non endommagé.

Les statistiques analytiques concernent la vérification de la normalité des données à l'aide du test de Shapiro, un test non-paramétrique de comparaison des moyennes « Kruskal-Wallis », au seuil de signification de 5%, pour comparer les moyennes des variables étudiées dans les différentes situations de densité de l'if et dans les différentes situations de degré de recouvrement.

Le test non paramétrique de comparaison des moyennes de « Kruskal-Wallis », admet comme hypothèse nulle, l'égalité des moyennes : " $H_0 : \mu_i = \mu_j = \dots$ ". Dans le cas où la P-value est significative (supérieure à 5%), l'hypothèse nulle H_0 est rejetée et l'hypothèse alternative H_1 indique qu'il y a au moins une moyenne qui est différente des autres, sans préciser laquelle (Siegel and Castellan., 1988). C'est pourquoi en cas de différence significative, un test post-hoc de comparaison des moyennes est recommandé.

Un test post-hoc de comparaison multiple du package « *pgirmess* » dans R (élaboré par Patrick Giraudoux, 2016) au seuil de signification 5% a été appliqué pour une comparaison des moyennes deux à deux.

Résultats :

4.1. Dénombrement et carte de positionnement des individus :

4.1.1. Dénombrement des individus :

Le dénombrement des sujets d'if au niveau de la cédraie de Chréa a révélé la présence de 592 sujets. Une proportion n'a pas pu être inventoriée, en l'occurrence les sujets isolés de petite taille non visibles, cachés par la couverture végétale, ainsi que les sujets présents dans des endroits inaccessibles et dans les zones militaires ou à l'intérieur d'enclos privés. Toutefois, leur nombre reste moindre par rapport à ceux inventoriés.

4.1.2. Carte de positionnement des sujets d'ifs :

La carte de distribution des pieds d'if au sein de la cédraie de Chréa (figure 11) montre clairement que ces sujets se retrouvent sous le couvert du cèdre. La grande majorité des sujets suit le sous-bois de la cédraie dense, quelques rares sujets sont observés en dehors du sous-bois de la cédraie dense. Nous remarquons aussi que la distribution spatiale des sujets d'if sous le couvert du cèdre n'est pas tout à fait homogène : certaines plages présentent une grande densité des sujets d'if, apparaissant sous forme de groupes denses sur la carte, alors que d'autres plages montrent une distribution parsemée avec des sujets distants les uns des autres et quelques autres sujets sont isolés et distants des autres.

La carte de distribution des ifs par classe de hauteur (figure 13) et de diamètre (figure 12) montre des groupes d'individus de même hauteur et de même diamètre formant des cohortes. Les individus de faible hauteur et diamètre (représentés par des points de couleur bleu et vert) sont spatialement groupés et rapprochés et un peu isolés des individus de grandes dimensions (représentés par des points jaune et rouge). Les sujets de grande hauteur et diamètre forment eux aussi des groupes plus ou moins isolés.

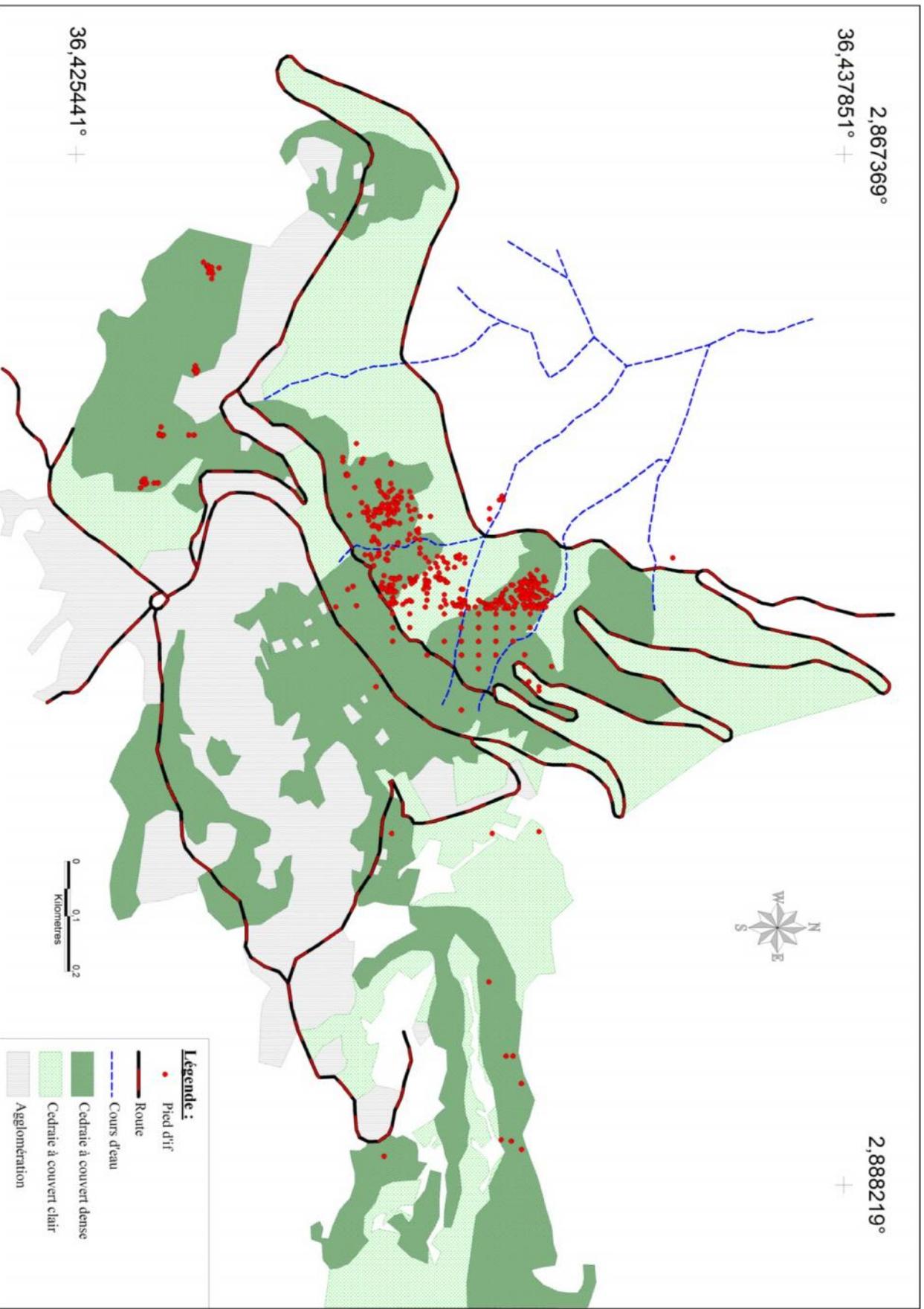


Figure 11 : Carte de distribution des sujets d'rif dans la cédraie de Chréa (compilation des données de Ihdene et Ouarab (2011), Ait Iken, (2014), Guellal et Guechoud, (2013).

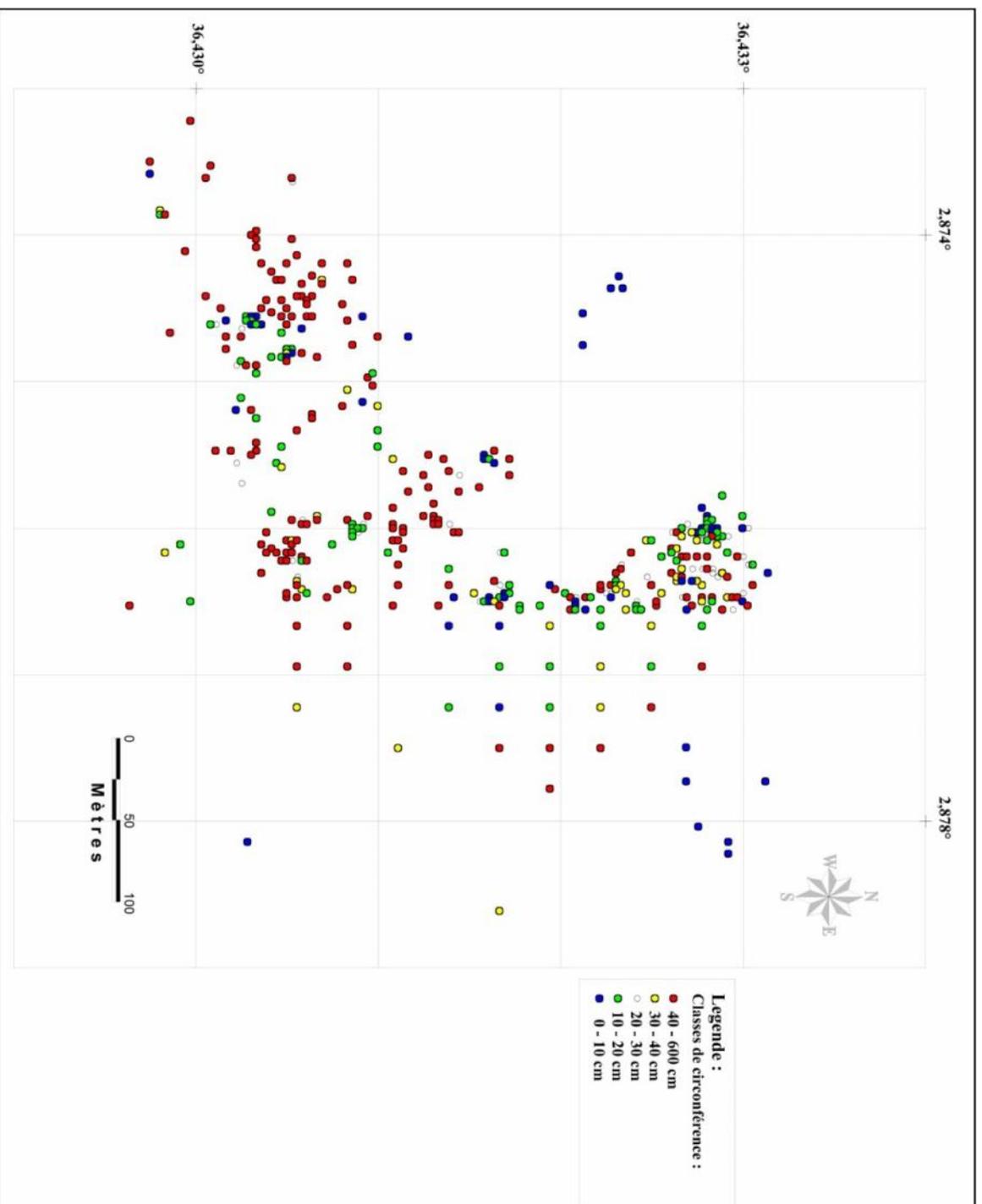


Figure 12 : Carte de distribution des sujets d'if selon leurs circonférences au niveau de la station de Ain Kechout.

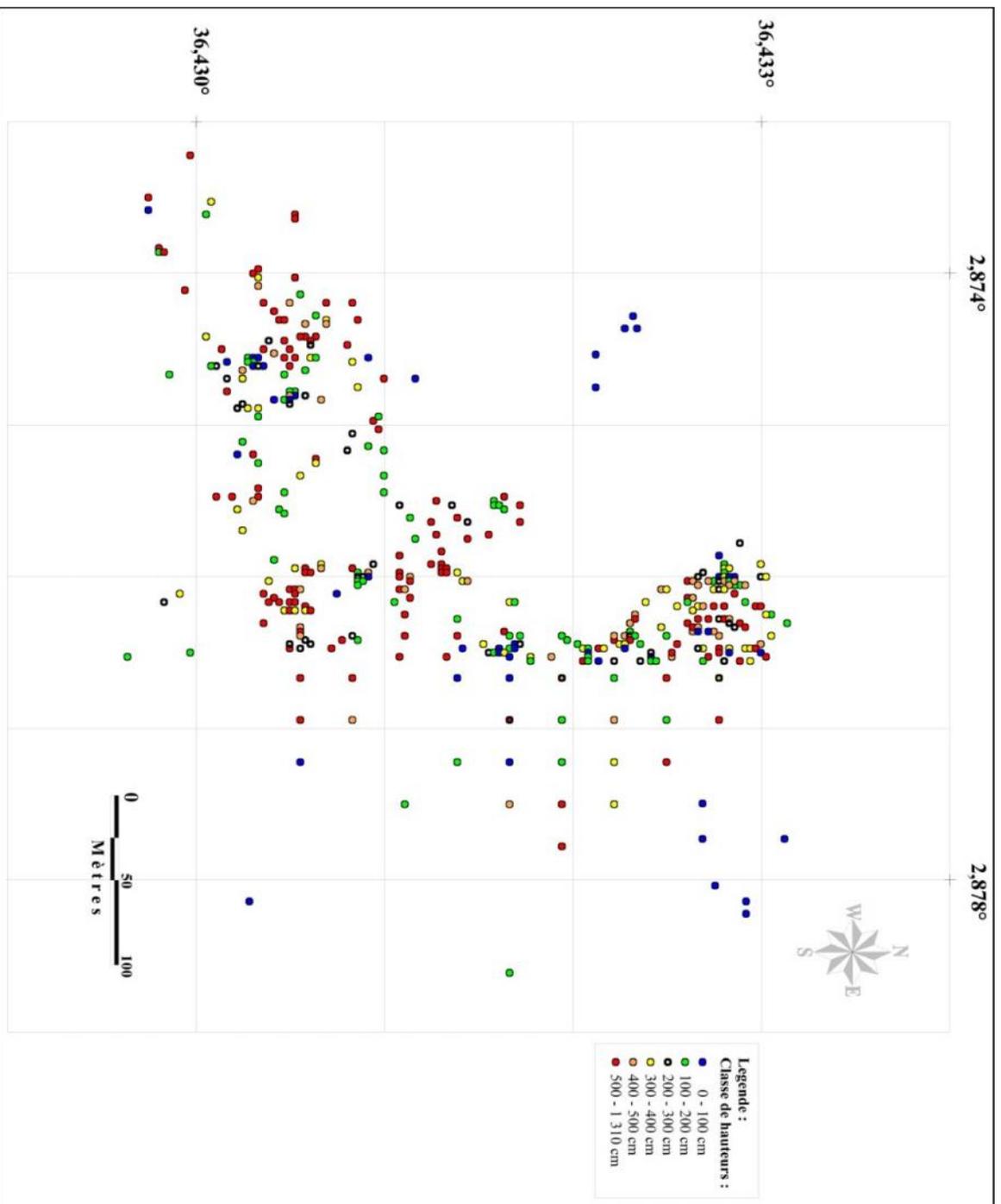


Figure 13 : Carte de distribution des sujets d'if selon leurs hauteurs au niveau de la station Ain Kechout.

4.2. Structure selon les classes d'abondance de l'if:

4.2.1. Diamètres du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:

La figure 14 indique la présence de toutes les classes de diamètres du cèdre (DBH) dans les 4 classes d'abondance de l'if C0, C1, C2 et C3 avec toutefois une plus grande représentativité des DBH<60cm en C0. Les placettes correspondant aux trois classes C1, C2 et C3 sont relativement comparables pour la distribution des classes de DBH du cèdre avec une faible représentativité des diamètres <40cm et une plus grande représentativité de la classe de diamètre [60-80[cm. Les classes de DBH >100cm sont mieux représentées dans les classes C2 et C3 qu'en C0 et C1.

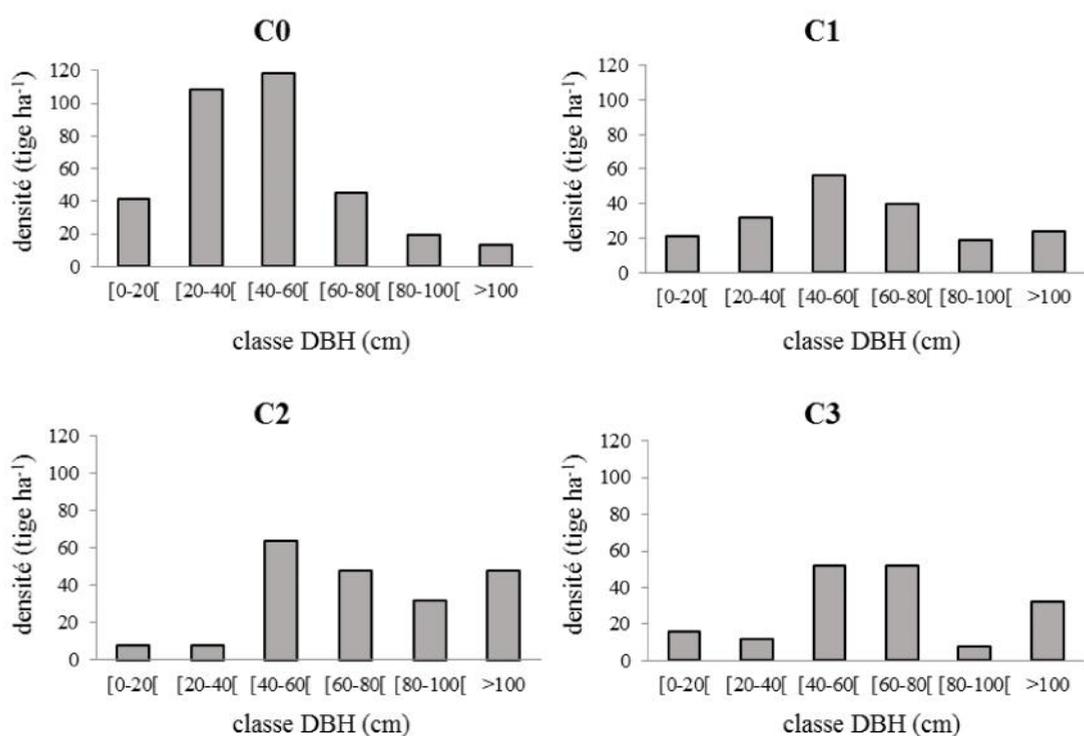


Figure 14 : Histogramme de distribution des classes de diamètre (DBH) du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

Le test non paramétrique de comparaison des moyennes de Kruskal-Wallis révèle qu'il y a au moins une moyenne qui diffère des autres (tableau 1), l'application du test post-hoc de comparaison multiple (tableau 3) montre que la classe C0 est différente des autres classes (C1, C2, C3) qui, pour leur part, ne montrent pas de différences significatives entre elles (figure 19).

Tableau 1 : Résultat du test de Shapiro et du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

	Shapiro-test		Kruskal-test		
	P-value	X ²	ddl	P-value	
Hauteur	1.3e-13	20.35	3	0.0001433	
DBH	< 2.2e-16	23.78	3	2.767e-05	
Hauteur du houppier	6.5e-08	15.65	3	0.001335	
Diamètre du houppier	8.5e-11	30.05	3	1.342e-06	

DBH = diamètre à hauteur de poitrine.

Tableau 2 : Résultat du test de Shapiro et du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions de l'if selon ses classes d'abondance.

	Shapiro-test		Kruskal-test		
	P-value	X ²	ddl	P-value	
Hauteur	1.8e-09	3.84	2	0.14	
DBH	1.1e-14	2.98	2	0.22	

DBH = diamètre à hauteur de poitrine.

Tableau 3 : Résultats du test post-hoc pour les dimensions du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

	kruskalmc(hauteur~class)			(diamètre~class)			(haut.houp~class)			(dim.houp~class)		
	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif
C0-C1	41.29	29.95	T	35.28	30.02	T	28.08	29.09	F	45.94	29.09	T
C0-C2	53.87	49.32	T	75.91	49.37	T	65.29	48.08	T	63.57	48.08	T
C0-C3	52.56	41.06	T	51.77	40.77	T	9.52	39.25	F	65.09	39.25	T
C1-C2	12.57	48.84	F	40.63	48.84	F	37.20	47.50	F	17.62	47.50	F
C1-C3	11.26	40.48	F	16.48	40.13	F	18.56	38.53	F	19.14	38.53	F
C2-C3	1.31	56.34	F	24.14	56.09	F	55.77	54.31	T	1.519	54.31	F

DBH = diamètre à hauteur de poitrine ; Haut houp = hauteur du houppier ; T = true ; F = false.

4.2.2. Diamètres de l'if selon ses classes d'abondance:

La figure 15 montre que les 3 classes d'abondance de l'if partagent les mêmes classes de diamètre de cette espèce exceptée la classe de diamètre [20-25[cm qui est absente en C1. La classe de diamètre [0-5[cm est bien représentée dans les trois classes d'abondance de l'if, mais elle est le mieux représentée en C2 et C3 par rapport à C1, ce qui indique une bonne régénération dans les deux classes d'abondance. Cette classe est dominante dans la classe C2 d'abondance de l'if. Les classes de diamètres >25cm sont les mieux représentées en C3.

Les tests statistiques (Tableau 2 et Figure 19) indiquent qu'il n'y a pas de différence significative des moyennes entre les trois classes d'abondance.

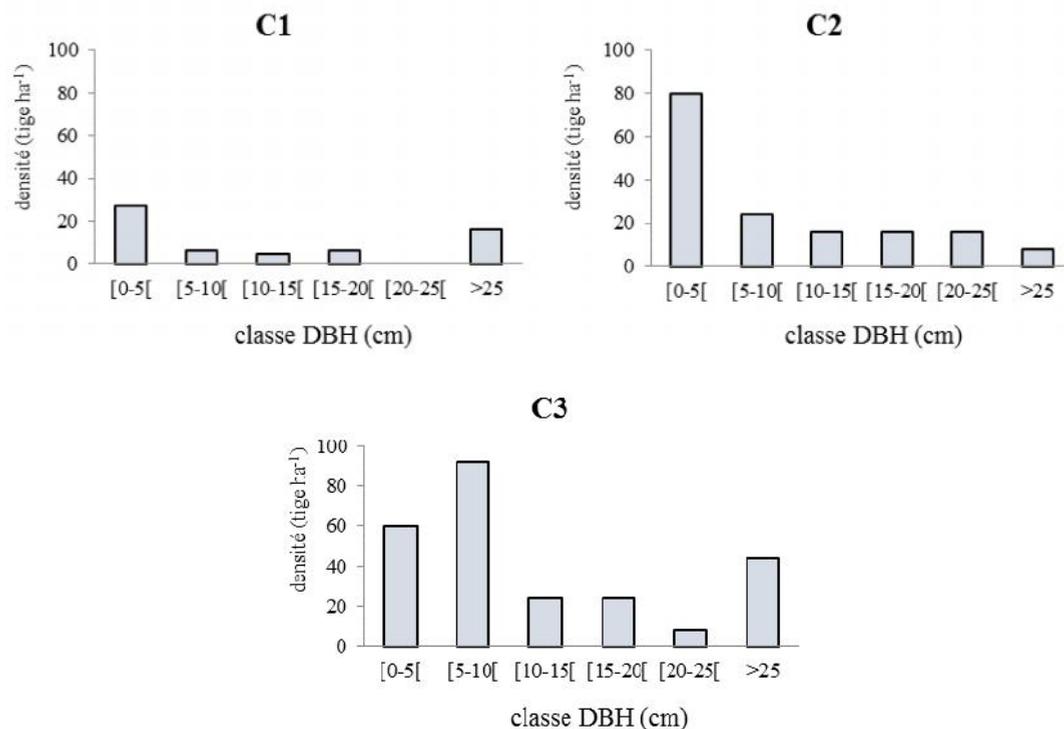


Figure 15 : Histogramme de distribution des classes de diamètre de l'if selon ses classes d'abondance.

4.2.3. Hauteur du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:

La figure 16 montre la présence de l'ensemble des classes de hauteur du cèdre dans les 4 classes de présence de l'if (C0, C1, C2, et C3) sauf la classe de hauteur [5-10[m qui est absente en C2. La classe de hauteur [20-25[m est nettement dominante dans les 3 classes d'abondance de l'if (C0, C1 et C3) et elle est co-dominante en C2 avec la classe des hauteurs >25cm. Nous remarquons que dans les classes d'abondance de l'if (C1, C2 et C3), les classes de hauteurs des cèdres inférieures à 20 m sont faiblement représentées par rapport aux hauteurs supérieures à 20 m qui dominent, alors que dans la classe C0, où l'if est absent, les classes inférieures à 20 m sont bien représentées. La distribution des classes de hauteur est comparable pour C1, C2 et C3 où l'if est présent alors qu'elle est différente en C0 où l'if est absent.

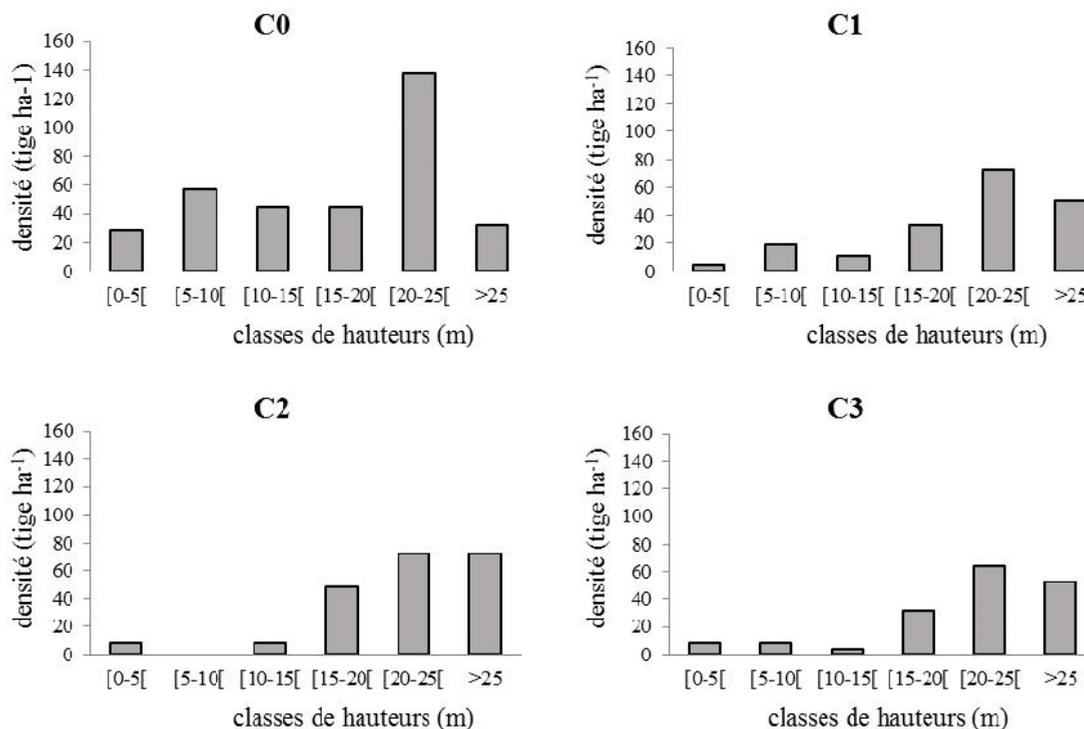


Figure 16 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

Les tests statistiques (tableau 1, 3 et figure 19) indiquent que la hauteur moyenne du cèdre de la classe C0 (où l'if est absent) diffère significativement des autres classes (où l'if est présent).

4.2.4. Hauteur de l'if selon ses classes d'abondance:

Nous remarquons pour les classes de hauteur de l'if une distribution en dents de scie (Figure 17). Les 6 classes de hauteur sont présentes en C1 et C3 alors qu'en C2 les classes de hauteur [6-8[m et [8-10[m sont absentes et sont de même très faiblement représentées en C1. La classe de hauteur [0-2[m est dominante dans les trois situations d'abondance de l'if (C1, C2, C3), ce qui indique une bonne régénération. Les hauteurs d'if >8m sont mieux représentées en C3 qui est la classe de densité la plus élevée.

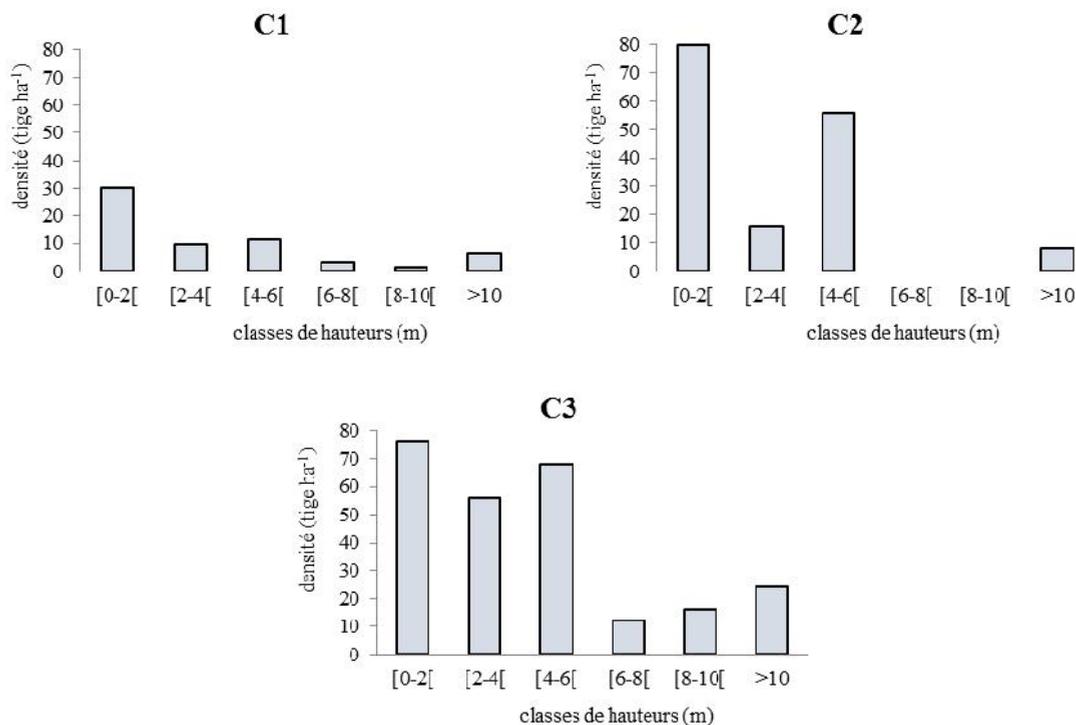


Figure 17 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur de l'if selon ses classes d'abondance.

Le test de comparaison des moyennes de Kruskal-Wallis (tableau 2) montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes étudiées (figure 19).

4.2.5. Diamètre des houppiers du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:

Nous remarquons, sur la figure 18, la présence de toutes les classes de diamètre du houppier en C0, C1, C2 et C3 avec toutefois l'absence de la classe [20-25[m en C1. La classe de diamètre du houppier [10-15[m est dominante dans les quatre situations d'abondance de l'if (C0, C1, C2, C3). Les classes de diamètres <10m sont mieux représentées en C0 par rapport aux autres situations. Les placettes correspondant aux 3 classes d'abondance de l'if (C1, C2 et C3) sont relativement similaires, la distribution des classes de diamètre a une allure comparable, avec la dominance de la classe [5-10[m.

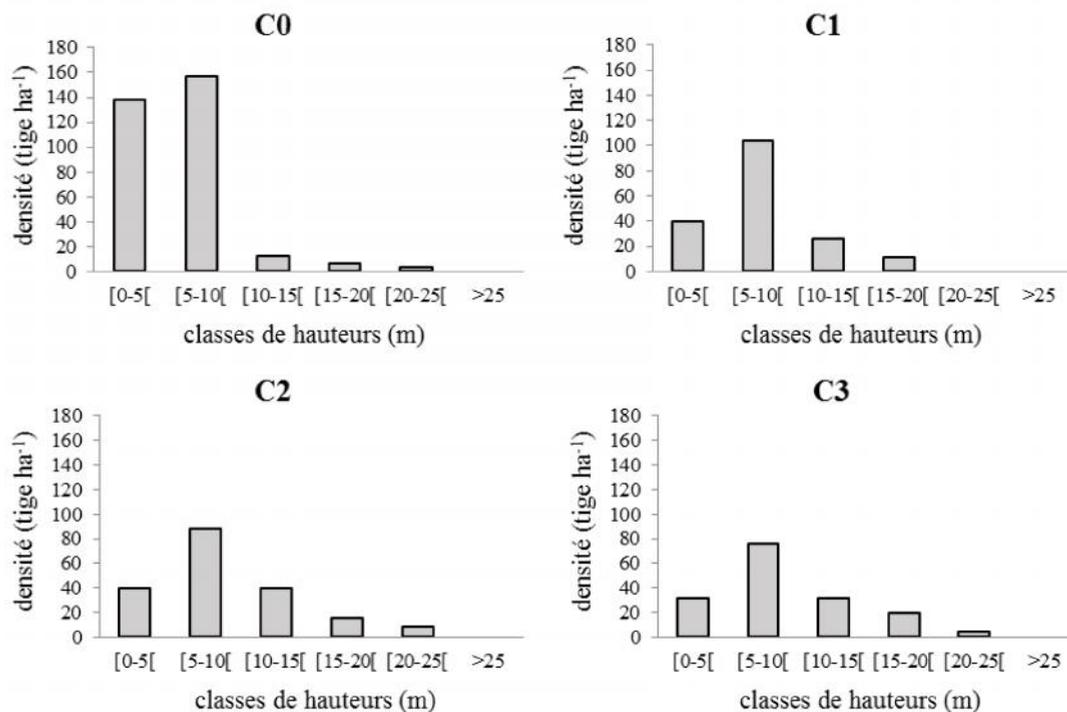


Figure 18 : Histogramme de distribution des classes de diamètre du houppier du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

Les tests statistiques (tableau 2 et 4, figure 19) n'indiquent pas de différences significatives des hauteurs moyennes de l'if selon ses classes d'abondance.

4.2.6. Hauteur du houppier du cèdre selon les classes d'abondance de l'if:

La figure 20 montre la présence de l'ensemble des classes de hauteur du houppier en C0, C1, C2, et C3. La classe de hauteur [25-30[m est présentée uniquement en C1 et elle est absente dans le reste des situations. Mise à part la classe C3 d'abondance de l'if où la distribution des classes de hauteur du houppier du cèdre est plus ou moins régulière, dans les autres classes (C0, C1 et C2) elle est en forme de dents de scie. C0 se différencie des autres classes d'abondance de l'if par la dominance des hauteurs inférieures à 5m alors qu'en C1, C2 et C3 cette classe de hauteur est faiblement représentée.

Les tests statistiques (tableau 1 et 3, figure 19) indiquent que la hauteur des cèdres de la classe C0 d'abondance de l'if diffère des trois autres classes C1, C2 et C3, qui elles forment un groupe homogène.

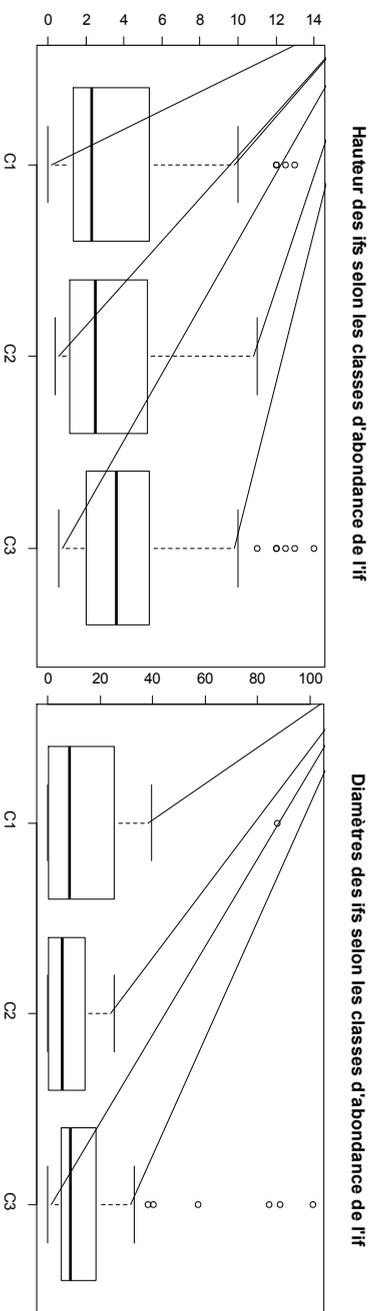
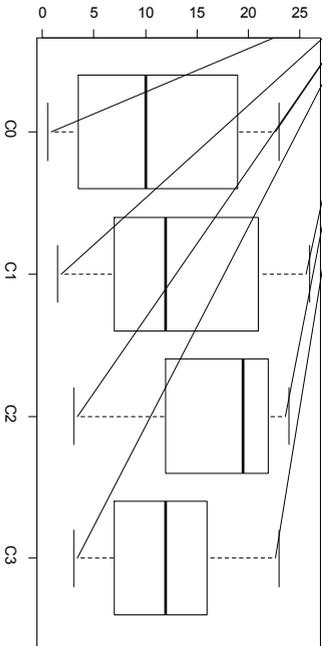
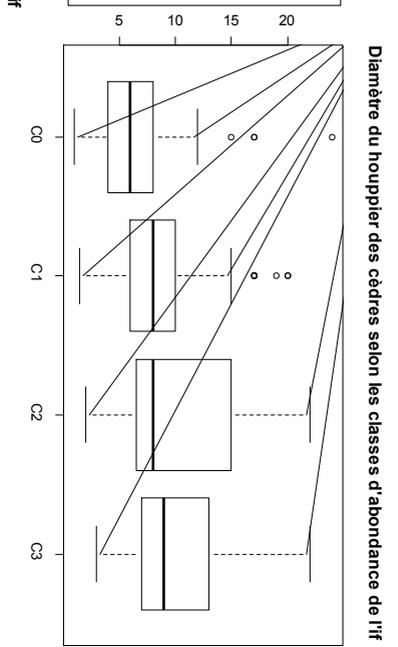
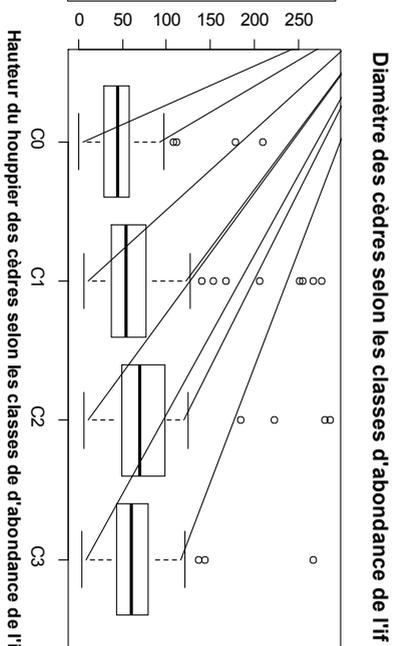
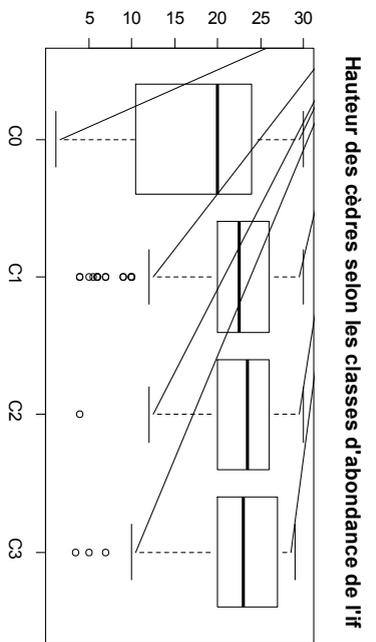


Figure 19 : Boite de dispersion des dimensions du cèdre et de l'if selon les classes d'abondance de l'if.

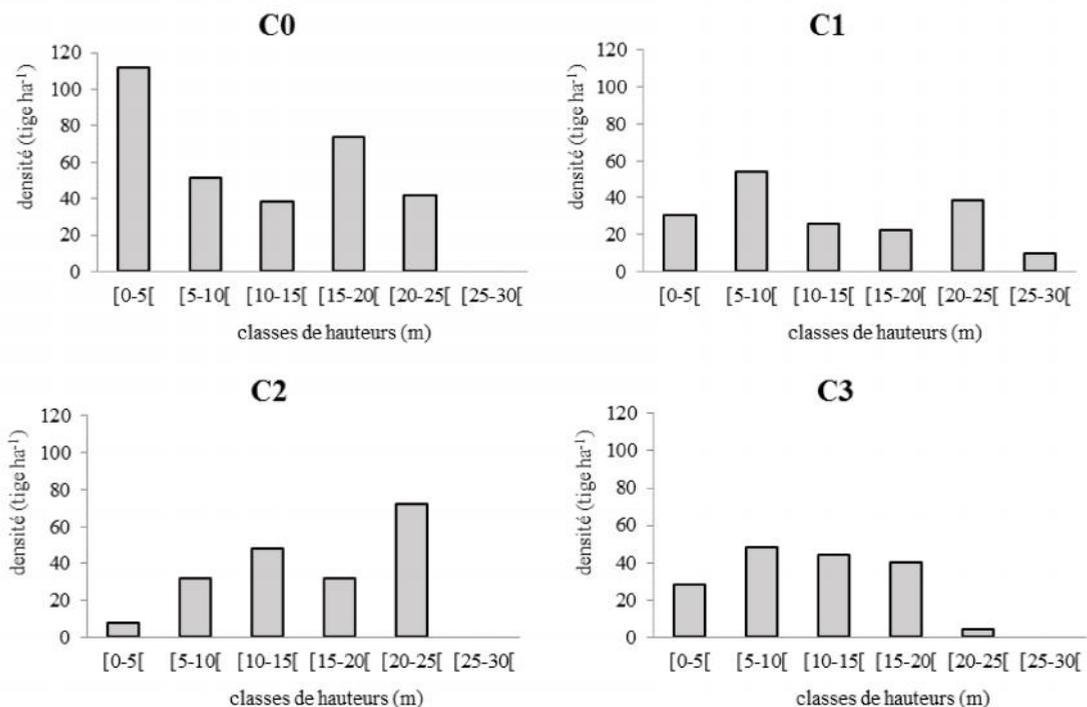


Figure 20 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur du houppier du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

4.2.7. Densité du cèdre et de l'if selon les classes d'abondance de l'if:

Les densités et les surfaces terrières des cèdres et des ifs dans les placettes correspondant à différentes classes d'abondance de l'if sont données dans le tableau 4. La classe C0 où l'if est absent montre la plus grande densité de cèdre, la plus faible surface terrière, le plus faible rapport surface terrière sur densité 'ST/D' de (0,24m²/tige), ce qui reflèterait une grande compétition entre l'if et le cèdre. La plus grande surface terrière à l'hectare pour le cèdre est retrouvée en C2 (pour une densité de 208 sujets/ha et un rapport 'ST/D' le plus élevé (1,07m²/tige)). Inversement, pour l'if le même rapport est le plus faible en C2 par rapport aux autres classes avec ST/D = 0,01m²/ET. Ce qui reflète une grande présence de jeunes sujets d'ifs et suggère que les structures de cèdre à grande surface terrière seraient plus favorables à l'installation (recrutement) de l'if. Les résultats obtenus en C1 et C3 sont comparables pour le cèdre et totalement différents pour l'if. Les classes de densités C1 et C2 montrent que pour un écart de densité de l'if de l'ordre du double on a une surface terrière comparable. Pour ce qui est du cèdre, pour une densité comparable entre les deux classes nous avons un écart de surface terrière de l'ordre du double.

Tableau 4 : Attributs démographiques de l'if et du cèdre selon les classes d'abondance de l'if.

	C0		C1		C2		C3	
Attributs démographiques	CEDRE	IF	CEDRE	IF	CEDRE	IF	CEDRE	IF
Densité (AE ha⁻¹)	345	0	192	46,4	208	112	172	232
Surface terrière (m² ha⁻¹)	86,22	0	102,25	2,27	224,08	1,733	90,61	103,41
Rapport (ST/D)	0,24	0	0,53	0,048	1,07	0,015	0,52	0,44

AE : arbre établi ; ST : Densité ; D : surface terrière.

Les figures 21 et 22 confirment visuellement les résultats obtenus dans le tableau 4. La surface terrière de l'if est nettement plus importante en C3 et très faible en C1 et C2.

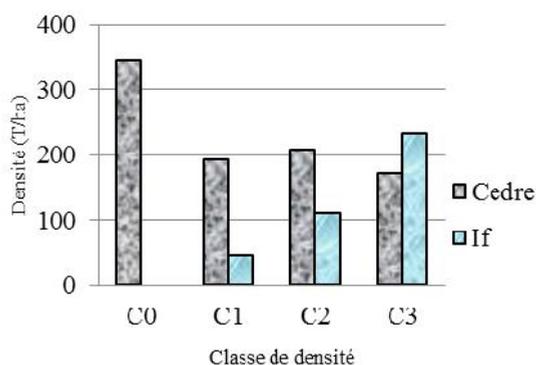


Figure 22 : Densité des sujets d'if et de Cèdre.

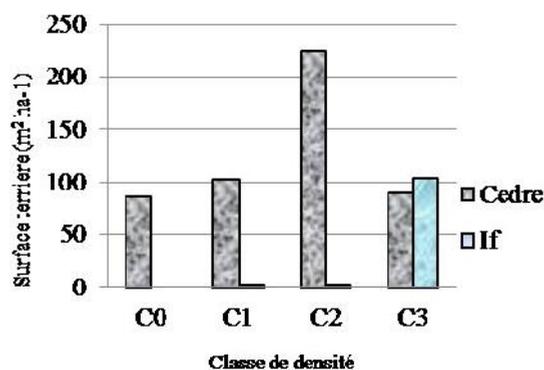


Figure 21 : Surface terrière des sujets d'if et de Cèdre.

Nous remarquons sur la figure 23 que le chêne vert est présent dans les 4 classes d'abondance de l'if, mais il est le mieux représenté dans la classe C0 où l'if est absent. Le merisier est lui aussi présent dans les 4 classes. Le grand houx est présent dans les 3 classes d'abondance de l'if (C1, C2, C3), il est le mieux représenté dans la classe C3 où l'if est le plus présent et absent dans la classe C0 où l'if est aussi absent. La cytise est présente uniquement dans les deux premières classes C0 et C1 et elle est absente dans les classes où l'if est abondant.

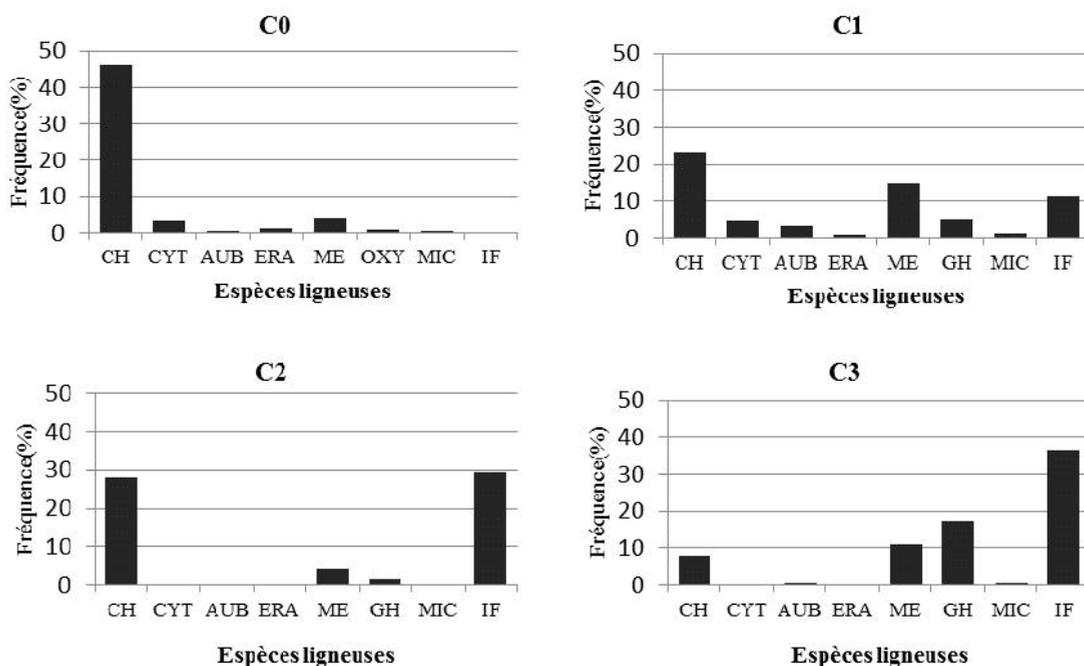


Figure 23 : Abondance des différentes espèces ligneuses selon les classes d'abondance de l'if.

CH : chêne ; CYT : cytise ; AUB : aubépine; ERA : érable; ME: merisier ; GH : grand houx ; MIC : micocoulier ; IF : if.

4.2.8. Participation des ligneux à la stratification du couvert selon les classes d'abondance de l'if :

La figure 24 montre que les strates les plus élevées du troisième et quatrième niveau sont exclusivement occupées par le cèdre bien que dans une situation (C1) il y ait présence d'un pied de chêne et d'un pied de merisier dans la strate du troisième niveau [2/4-3/4].

Au niveau de la strate du deuxième niveau [1/4-2/4], l'if domine dans la classe d'abondance C3 où il représente 70% de la composition ligneuse. Dans la classe d'abondance de l'if C2, ce dernier et le cèdre occupent chacun 50% de cette strate. Dans la classe C1 d'abondance de l'if, celui-ci participe avec seulement 33%.

Dans le premier niveau [1/4], l'if domine uniquement dans la classe d'abondance de l'if C3 avec 43% de participation, le grand houx et le merisier sont présents avec des proportions de 22 et 13% respectivement, le chêne est présent dans une moindre proportion de 11% et le cèdre avec une faible proportion de 2%. Dans la classe C2 d'abondance de l'if, le chêne représente une proportion de 45% et l'if est présent avec une proportion de 41%. Les autres espèces participent avec de moindres proportions qui sont de 5% pour le merisier, 4% pour le grand houx et 2% pour le cèdre. Dans la classe C1 d'abondance de l'if, le chêne est dominant avec 38% suivi du merisier avec 22%, de l'if avec 14% et du cèdre avec 5% de

participation. Les autres espèces ligneuses participent avec 18% dont 7% reviennent à la cytise et 5% à l'aubépine. Le grand houx, le merisier, l'érable et le micocoulier participent avec des taux proches de 1%. Dans la classe C0 où l'if est absent, le chêne domine nettement le ¼ inférieur de la stratification avec une proportion de 62%, le cèdre, le grand houx et le merisier y représentent 10%. Parmi les autres espèces ligneuses la cytise participe avec 4% et les espèces restantes participent avec 1%.

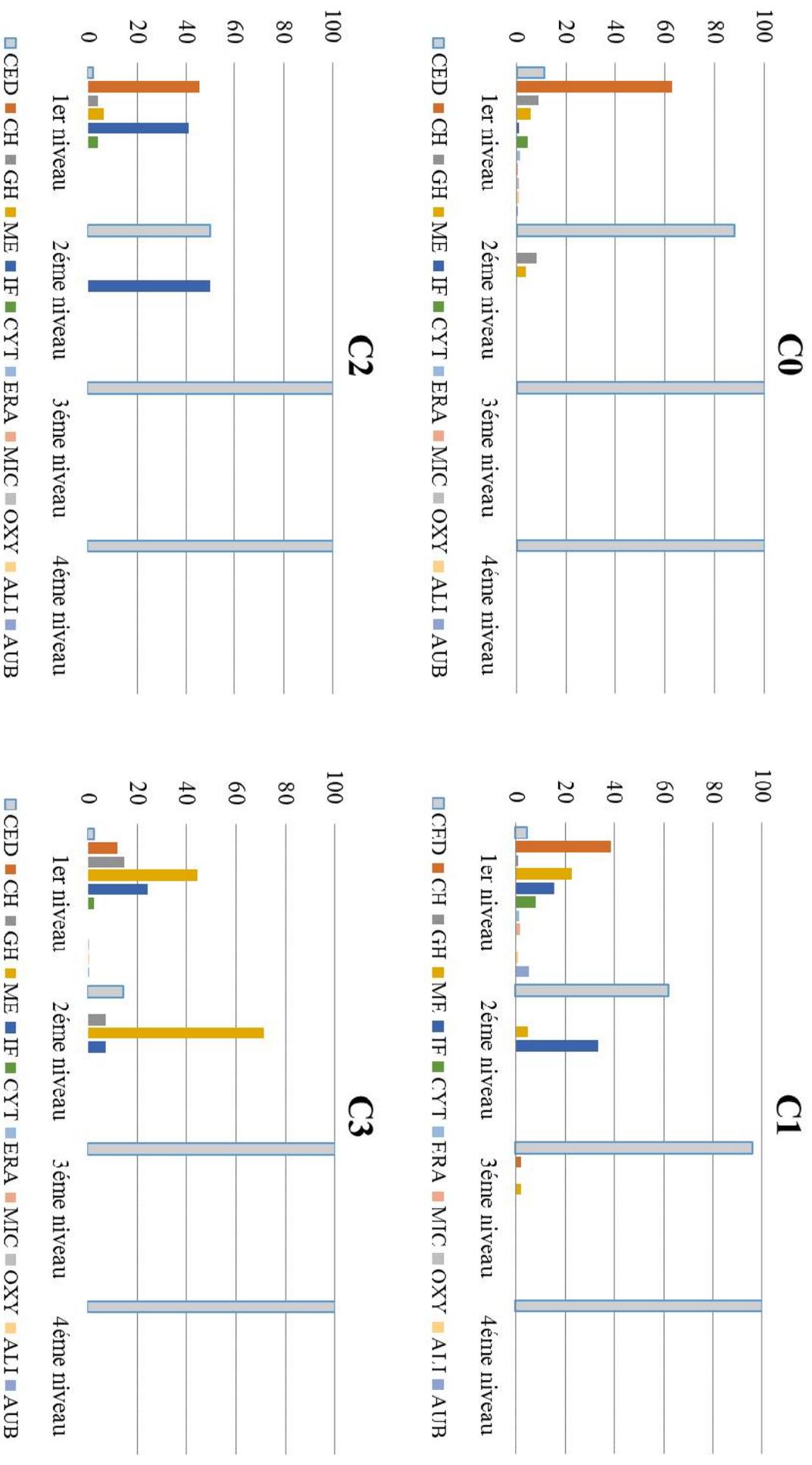


Figure 24 : Participation des espèces lignieuses aux différents strates du couvert selon les classes d'abondance de l'if.

4.3. Structure selon le degré de recouvrement :

4.3.1. Diamètres du cèdre selon le degré de recouvrement:

Les histogrammes de distribution des diamètres du cèdre selon les degrés de fermeture de couvert (figure 25) révèlent que le recouvrement [0-25[% est caractérisé par une diminution progressive des effectifs en allant vers les classes de diamètres les plus élevés, avec la dominance de la classe des diamètres inférieurs à 20m. On note aussi l'absence de la classe des diamètres supérieurs à 100cm. La classe des diamètres dominante dans les autres niveaux de recouvrement est celle de [40-60[m avec une faible représentativité des diamètres inférieurs à 40cm et une bonne représentativité des diamètres supérieurs à 60cm.

Les tests statistiques (tableau 7 et 9, figure 30) indiquent une différence des diamètres du cèdre entre le recouvrement [0-25[% et les autres recouvrements.

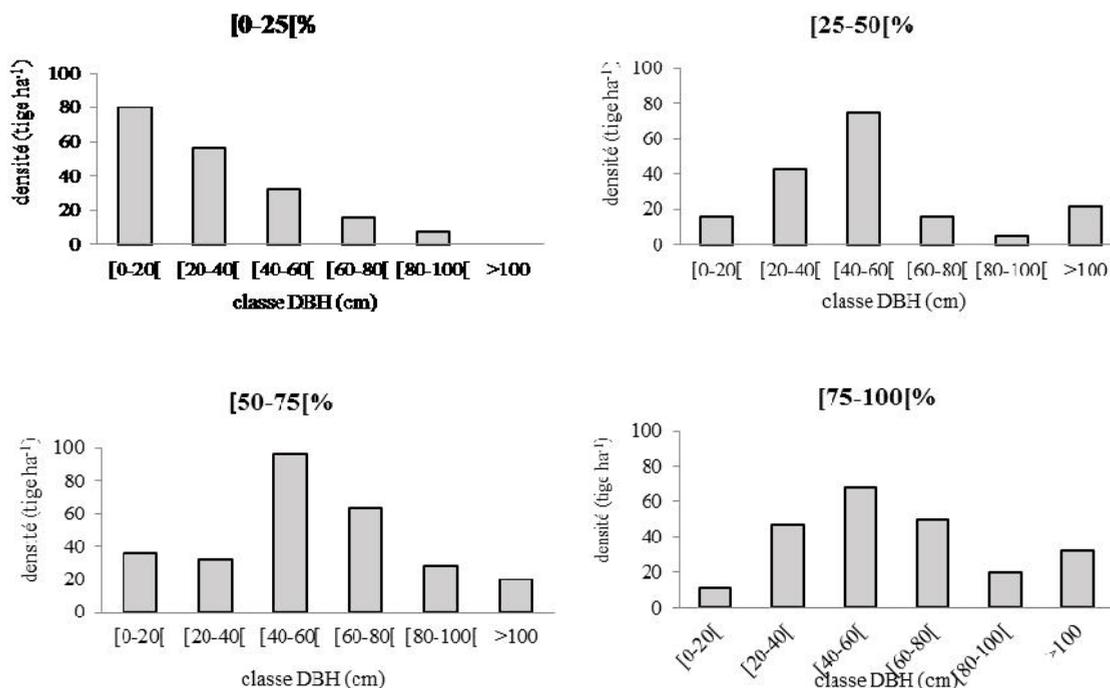


Figure 25 : Histogramme de distribution des classes de diamètre du cèdre selon le degré de recouvrement.

4.3.2. Diamètres de l'if selon le degré de recouvrement:

Les histogrammes de distribution des diamètres des ifs à l'hectare (figure 26) révèlent que le recouvrement clair [0-25[% montre le plus faible effectif avec l'absence des classes de diamètres [5-10[cm et [20-25[cm. La classe des diamètres supérieurs à 25cm est largement

dominante dans le recouvrement [25-50[% alors qu'elle est moins importante dans les autres recouvrements. La classe de diamètres [0-5[cm est dominante dans les recouvrements supérieurs à 50% avec une importante présence des sujets de diamètres inférieurs à 15cm.

Les deux recouvrements [50-75[et [75-100[% montrent une distribution comparable des classes de diamètre, on remarque une diminution progressive en partant des faibles diamètres jusqu'à la classe de diamètre [20-25[puis la tendance augmente légèrement pour la classe de diamètre supérieur à 25m (figure 26).

Les tests statistiques pour le diamètre de l'if (tableau 6 et 8) indiquent que la classe de recouvrement assez dense [25-50[% diffère de la classe de recouvrement très dense [75-100[% . Les autres classes de recouvrement ne montrent pas de différence significative entre elles.

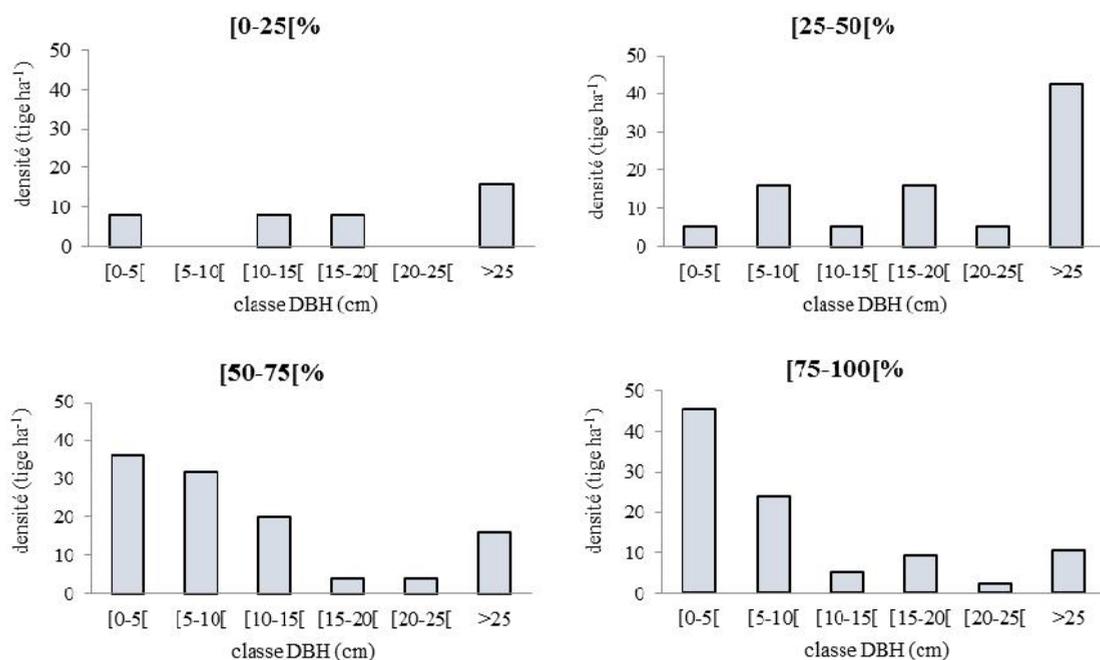


Figure 26 : Histogrammes de distribution des classes de diamètre de l'if selon le degré de recouvrement.

Tableau 5 : Résultat du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions du cèdre selon le degré de recouvrement.

	Kruskal test		
	X ²	ddl	P-value
Hauteur	52.36	3	2.5e-11
DBH	28.95	3	2.2e-06
Hauteur du houppier	58.96	3	9.8e-13
Diamètre du houppier	20.54	3	0.00013

DBH = diamètre à hauteur de poitrine.

Tableau 6 : Résultat du test de Kruskal-Wallis pour les dimensions de l'if selon le degré de recouvrement.

	Test de Kruskal-Wallis		
	X ²	ddl	P-value
Hauteur	16.68	3	0.0008
Diamètre	16.91	3	0.0007

Tableau 7 : Résultats du test post-hoc de comparaison multiple des moyennes pour les dimensions du cèdre selon le degré de recouvrement.

	kruskalmc(haut~couvert)			(diamètre~couvert)			(haut.houp~couvert)			(dim.houp~couvert)		
	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif
A1-A2	75.77	60.20	T	63.61	60.57	T	37.96	62.37	F	103.89	62.37	T
A1-A3	111.60	53.51	T	87.20	53.51	T	118.96	55.21	T	76.20	55.21	T
A1-A4	127.69	49.25	T	96.95	49.24	T	117.97	51.20	T	75.65	51.20	T
A2-A3	35.83	47.31	F	23.58	47.79	F	81.00	47.30	T	27.68	47.30	F
A2-A4	51.92	42.44	T	33.33	42.95	F	80.01	42.55	T	28.23	42.55	F
A3-A4	16.08	32.26	F	9.74	32.23	F	0.98	31.12	F	0.55	31.12	F

haut = hauteur ; Haut houp = hauteur du houppier ; couvert : degré de fermeture ; T= True ; F = False ;

A1 = [0-25[% ; A2 = [25-50[% ; A3 = [50-75[% ; A4 = [75-100[%.

Tableau 8 : Résultats du test post-hoc de comparaison multiple des moyennes pour les dimensions de l'if selon le degré de recouvrement.

	kruskalmc(hauteur~couvert)			kruskalmc(diamètre~couvert)			
	obs.dif	critical.dif	dif	obs.dif	critical.dif	dif	
A1-A2	6.41	47.46	F	A1-A2	12.75	46.68	F
A1-A3	20.33	45.29	F	A1-A3	14.17	44.68	F
A1-A4	30.03	43.14	F	A1-A4	24.37	42.46	F
A2-A3	26.75	28.68	F	A2-A3	26.92	28.41	F
A2-A4	36.44	25.15	T	A2-A4	37.12	24.77	T
A3-A4	9.69	20.77	F	A3-A4	10.20	20.74	F

haut = hauteur ; T= True ; F = False.

4.1.3. Hauteur du cèdre selon le degré de recouvrement:

La figure 27 montre la présence de l'ensemble des classes de hauteur des cèdres sauf celles supérieures à 25m dans le recouvrement [0-25[% et celle de [10-15[m dans le recouvrement [25-50[%. Dans les recouvrements >25%, la classe de hauteur la mieux représentée est celle de [20-25[m. La classe de hauteur [5-10[m est bien représentée dans le recouvrement [0-25[% où les classes de hauteur supérieures à 15m sont faiblement représentées et les classes de hauteur inférieures à 15m sont bien représentées.

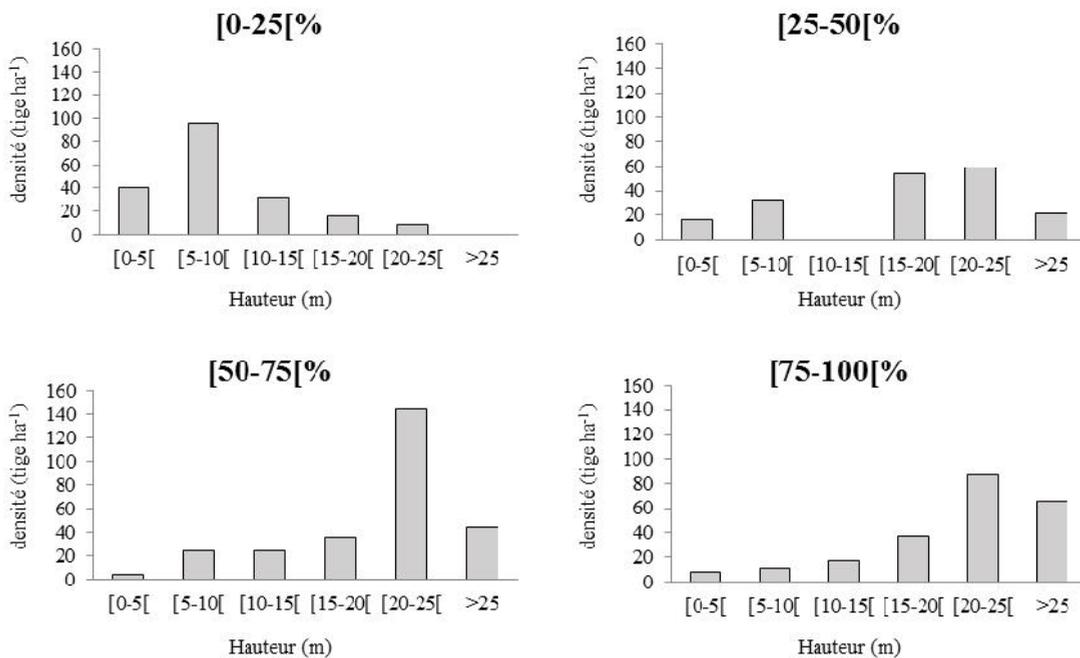


Figure 27 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur du cèdre selon le degré de recouvrement.

Les tests statistiques (tableau 5 et 7) (figure 29) indiquent une différence significative des hauteurs moyennes du cèdre entre la classe de recouvrement clair [0-25[% et les autres classes de recouvrement et une différence significative entre la classe de recouvrement assez clair [25-50[% et la classe de recouvrement très dense [75-100[% (figure 29).

4.1.4. Hauteur de l'if selon le degré de recouvrement:

La figure 28 montre l'absence d'une ou plusieurs classes de hauteur dans chaque classe de recouvrement. Dans le recouvrement [0-25[% , sur un ensemble de six classes de hauteur, seules trois sont présentes. La classe de hauteur dominante est celle de [4-6[m, celle de hauteur [0-2[m est la plus faiblement représentée dans cette situation par rapport aux

autres, la classe de hauteur de [8-10[m est présente avec 8 individus à l'hectare. Dans le degré recouvrement de [25-50[%, la distribution des classes de hauteur est en forme de « U », la classe de hauteur de [6-8[m est absente, la classe dominante est celle de hauteur supérieure à 10m, elle est nettement la plus importante dans les 4 situations de recouvrement. Les recouvrements [50-75[et [75-100[% sont caractérisés par une importante présence de la classe de hauteur [0-2[m. Cette classe de hauteur est dominante dans le recouvrement [75-100[% alors que dans le recouvrement [50-75[% la classe de hauteur dominante est celle de [4-6[m. La classe de hauteur supérieure à 10m est faiblement représentée.

Les tests statistiques pour la hauteur des ifs (tableau 6 et 8) (figure 29) montrent que le recouvrement dense [50-100[% diffère significativement du recouvrement très dense [75-100[%.

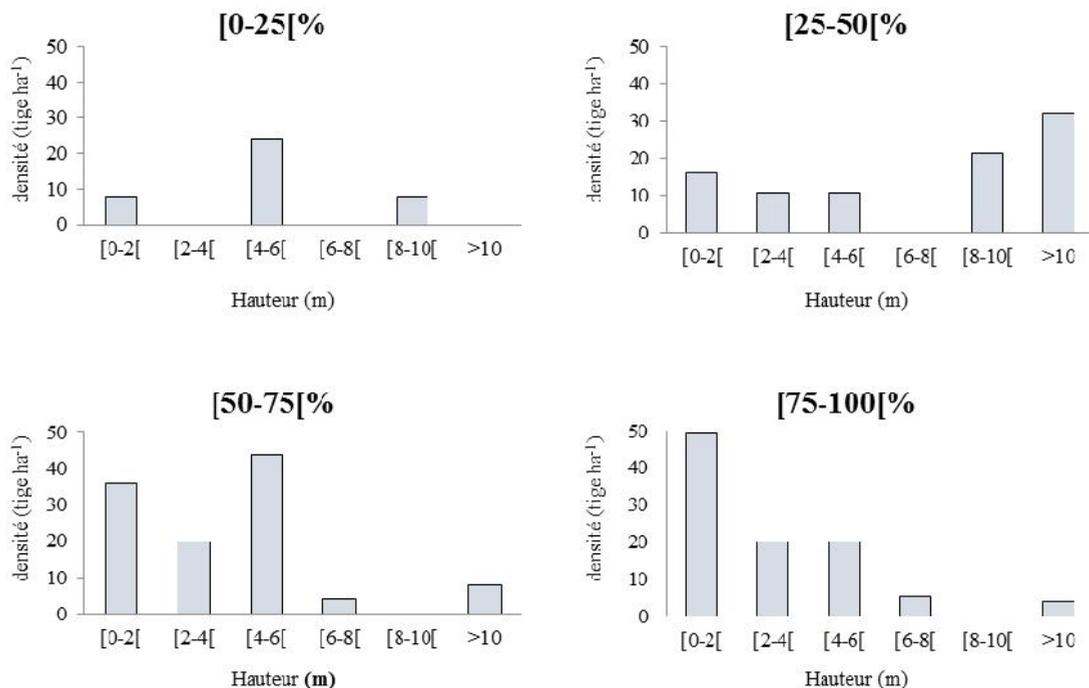


Figure 28 : Histogrammes de distribution des classes de hauteur des ifs selon le degré de recouvrement.

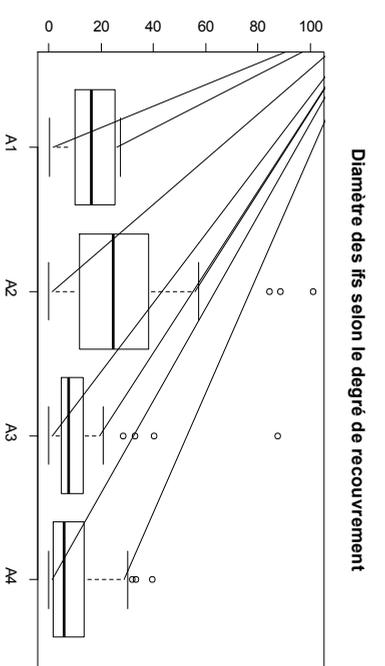
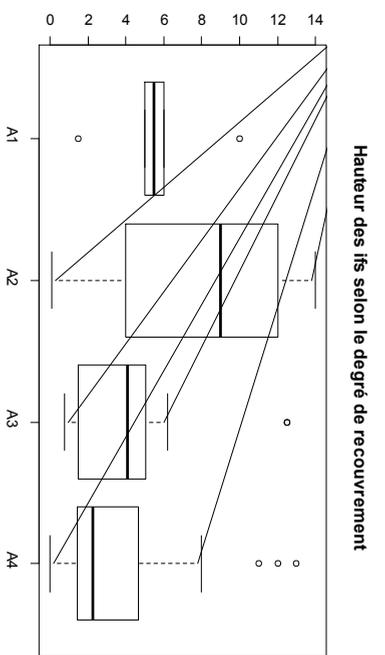
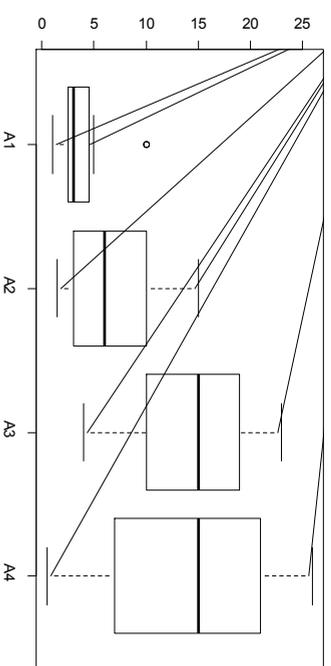
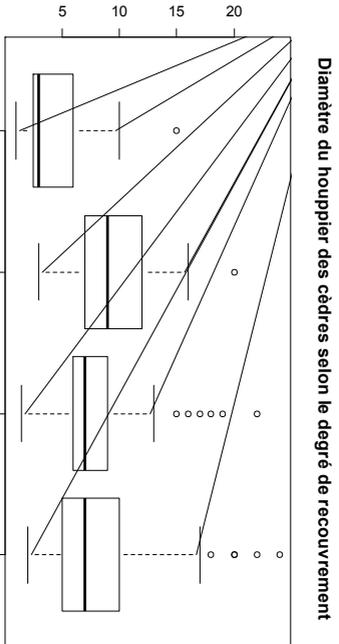
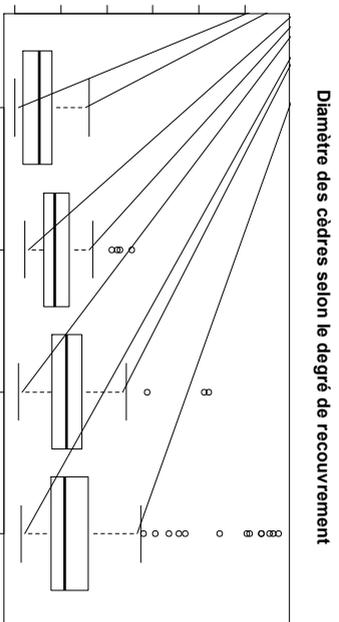
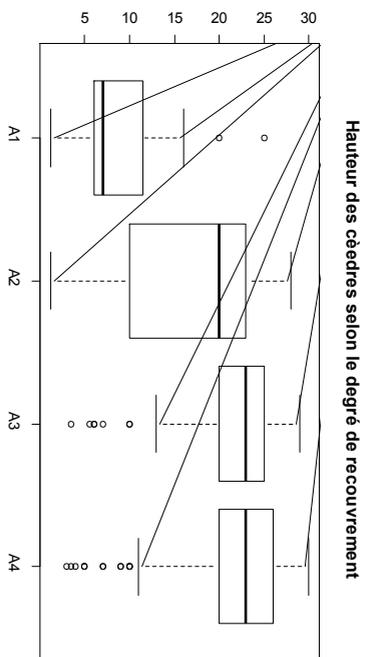


Figure 29 : Boîte à moustache des variables mesurées du cèdre et de l'if selon le degré de recouvrement.

4.4. Etude de la régénération de l'if :

4.4.1. Etude de la régénération de l'if selon ses classes d'abondance :

Nous remarquons sur la figure 30 que dans l'ensemble des classes de densités de l'if, la classe de régénération dominante est celle des sujets établis (ET), qui est très importante en C3. Les semis (R0) et plantules (R1) sont faiblement présents dans la classe C1 et absents dans les autres classes. Les classes de régénération R2 et R3 sont présentes dans toutes les classes avec une représentativité variable : R2 est le plus abondant en C2 et le moins présent en C1 ; R3 est le plus abondant en C3 et le moins présent en C1 ; R3 est plus abondant que R2 en C1 et C3 alors qu'en C2, R2 est le plus présent.

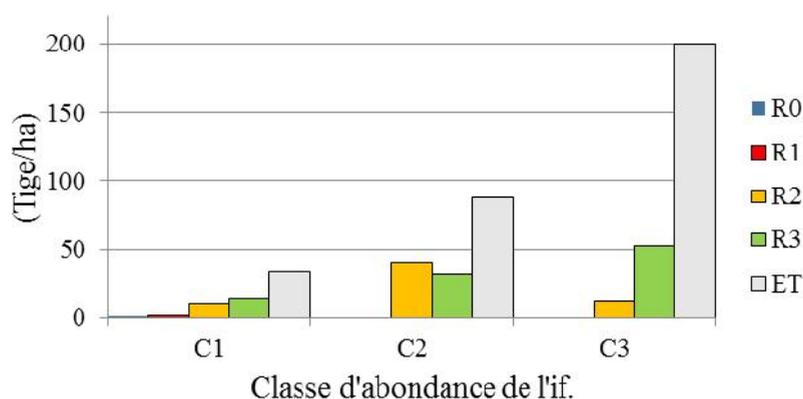


Figure 30 : Histogramme de distribution des classes de régénération des ifs à l'hectare selon ses classes d'abondance.

4.4.2. Etude de la régénération de l'if selon le degré de recouvrement :

La figure 31 montre clairement une variabilité des effectifs des différents stades de maturité de l'if à travers les degrés de recouvrement. Le recouvrement [0-25[% montre une absence des semis (R0) et des plantules (R1) et (R2), une faible présence des stades (R3) et des sujet établis (ET). Le recouvrement [25-50[% révèle l'absence de 3 stades de maturité (R0, R2, R3) avec une faible présence de R2 et une présence moyenne des sujets établis. Le recouvrement [50-75[% montre une présence moyenne des 3 stades de maturité R2, R3 et des sujets établis (ET) alors que les autres stades de maturité sont absents. Le recouvrement [75-100[% révèle une importante présence des sujets d'ifs établis (ET), des plantules R3 et R2, une faible présence des sujets R0 et l'absence des sujets R1.

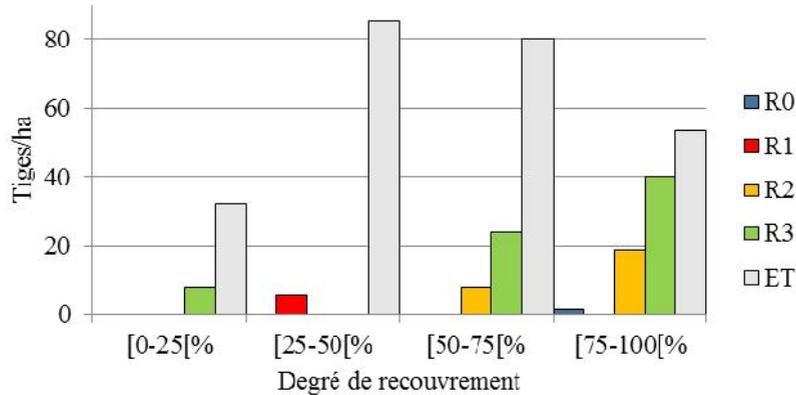


Figure 31 : Histogramme de distribution des classes de régénération des ifs à l'hectare selon le degré de recouvrement.

4.5. Influence du degré de recouvrement sur l'état des ifs :

L'état des ifs est apprécié à travers l'étroitesse du lien entre la hauteur et le diamètre. Les courbes de tendances entre les diamètres et les hauteurs (figure 32) révèlent que le recouvrement clair [25-50] présente le plus faible coefficient de corrélation de Spearman ($r=0,664$, $p\text{-value}= 0,0036$, $n=34$) avec un coefficient de détermination ($R^2= 0,44$). Le coefficient de corrélation est plus élevé dans les recouvrements supérieurs à 50%, $r=0,777$, $p\text{-value}= 1,146e^{-06}$, $n=56$ avec un coefficient de détermination ($R^2= 0,60$) dans le recouvrement [50-75]%. Il est le plus important pour le recouvrement [75-100] ($r=0,881$, $p\text{-value} < 2,2e^{-16}$, $n= 150$) avec un coefficient de détermination ($R^2= 0,77$). Ceci suggère un meilleur état de l'if sous les couverts fermés.

Le recouvrement [0-25] ne contient pas assez d'ifs. Par conséquent, les résultats de la corrélation sont peu fiables.

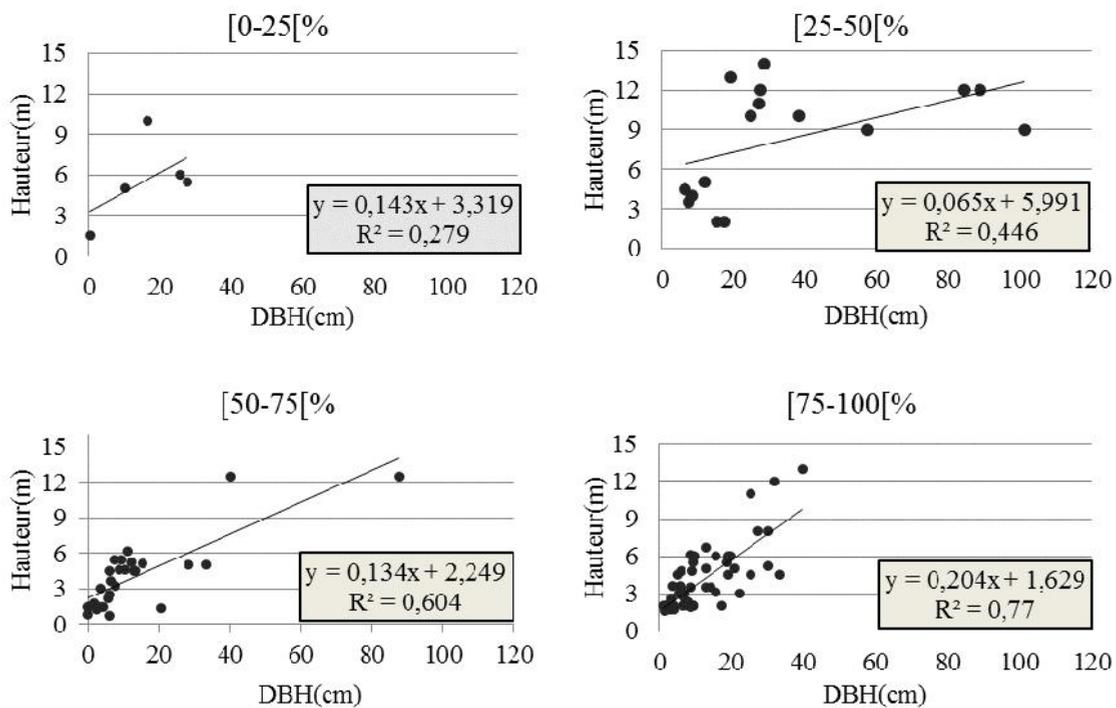


Figure 32 : Régression linéaire simple entre les hauteurs et les diamètres des sujets d'ifs selon les différents degrés de fermeture du couvert du cèdre.

4.6. Identification du sexe :

L'étude du sexe ratio (figure 33) montre une dominance des sujets mâles avec 46% des individus répertoriés. Les individus femelles représentent 24%, les sujets jeunes et ceux n'ayant pas produit d'organes reproducteurs, durant la période de prospection, représentent respectivement 19 et 11%. La dominance des sujets mâles ne changerait pas même si on considérait les individus à sexe indéterminés e, tant que femelles.

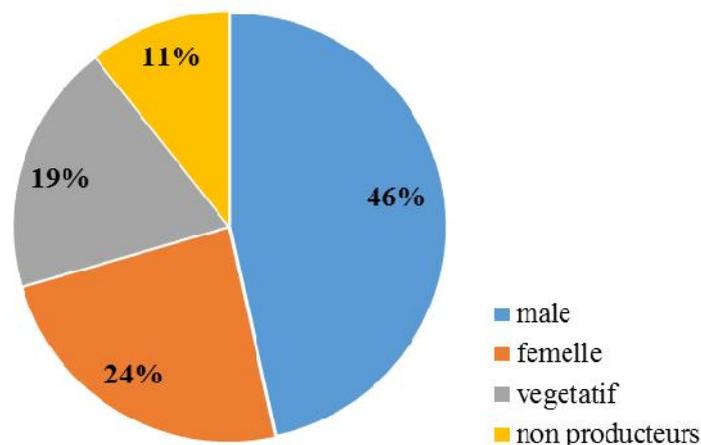


Figure 33 : Répartition des individus d'ifs selon leur sexe.

Discussion :

Distribution spatiale :

L'analyse de la carte de positionnement de l'if à Chr a montre qu'il se retrouve sous le couvert du cèdre sur une superficie avoisinant 20ha. Sur le versant nord, il est présent entre les altitudes 1250 et 1450m dans les stations de Ain-Kechout (10ha), qui contient la population principale avec 540 individus, de Ain-Djardanou (4ha) avec 38 individus et dans d'autres micro-stations où quelques sujets d'ifs sont présents à l'état d'individus isolés. Sur le versant sud, l'espèce est présente entre les altitudes 1450m et 1550m avec seulement 15 individus parsemés. Selon USDA Forest Service (1992) in Piovesan *et al.*, (2009) le nombre d'individus minimum considéré pour la conservation de la viabilité d'une population d'if est de 500 individus.

La grande majorité des sujets suit les sous-bois de la cédraie à couvert dense. L'analyse à l'échelle fine (25x25m) de la densité de l'if et de sa structure, montre qu'il préfère les couverts à fermeture supérieure à 25% correspondant aux trois classes de recouvrements [25-50[, [50-75[et [75-100[%. En effet, dans les recouvrements supérieurs à 25%, le nombre d'ifs est de 88 à 112 sujets/ha alors qu'il n'est que de 40 sujets/ha dans le recouvrement inférieur à 25%. Toutefois, l'examen de la distribution des tiges selon le DBH montre que les trois classes de recouvrement supérieurs à 25% ne sont pas tout à fait similaires, les tiges de DBH>25cm sont les mieux représentés dans le recouvrement [25-50[% alors que dans les recouvrements supérieurs à 50% ce sont les DBH<25cm qui sont les mieux représentés. Ce qui suggère une meilleure dynamique de renouvellement dans les recouvrements supérieurs à 50%.

La carte de distribution des sujets d'ifs montre que la population d'ifs étudiée évolue le plus souvent en formation grégaire. En effet, dans la station de Ain-kechout la répartition spatiale des sujets d'if montre une grande hétérogénité, il est facilement remarquable que certaines plages renferment des groupes d'individus plus ou moins denses, alors que certains sujets sont isolés de leurs congénères. Les analyses géostatistiques, réalisées par Piovesan *et al.* (2009) sur l'if dans les montagnes des Apennins (Italie), ont révélé qu'il se développe en groupes à une échelle spatiale de 40   110m. Dans le cas de notre étude, les groupes retrouvés ne sont pas aussi importants en nombre, en densité et en surface que ceux retrouvés dans les Apennins.

L'analyse des groupes de sujets d'ifs selon la hauteur et le diamètre, considérés comme indicateurs de l'âge, montre qu'ils sont constitués de cohortes de sujets d'âges plus ou moins proches. La carte de distribution selon le diamètre d'une part et selon la hauteur d'autre part, montre une structure répulsive des jeunes sujets vis-à-vis des vieux sujets. Plusieurs auteurs ont signalé un effet négatif des densités élevées des congénères adultes de l'if sur le succès de son recrutement ainsi qu'une régénération pauvre sous son propre couvert (Hulme, 1996 ; Iszkuło et Boratyński, 2006 ; Piovesan et *al.*, 2009 ; Watt, 1926 in Devaney et *al.*, 2014). Toutefois, dans notre cas, certains jeunes sujets se sont installés à proximité des vieux sujets et vice-versa. Selon Piovesan et *al.*, (2009), à l'échelle des 10m, la présence d'arbres matures (DBH>5cm, hauteur> 1,5m) favorise la régénération dans les peuplements relativement peu denses, alors que dans les peuplements à densité élevée en ifs matures, la régénération est difficile voire absente.

Aspect structural :

Cette présente étude a révélé que l'if préfère les micro-stations à grande surface terrière caractéristique des vieilles cédraies avec des densités relativement faibles où la régénération de l'espèce dominante et des autres espèces ligneuses du sous-bois ainsi que le niveau de compétition sont faibles. L'étude de la structure du cèdre en rapport avec la présence de l'if montre que qu'il est absent dans les micro-stations où la densité des cèdres est élevée soit 86 pieds ha⁻¹ (en C0), alors qu'il est présent là où la densité des cèdres est moindre soit respectivement 48, 52 et 43 pieds ha⁻¹ (en C1, C2 et C3). Cela pourrait être dû à la faible capacité concurrentielle de l'if (Iszkuło et *al.*, 2012). En effet, les micro-stations où l'if est présent montrent une forte présence de cèdres de grand diamètre (i.e. supérieur à 80 cm) et de grande hauteur (i.e. supérieure à 25m) alors que les micro-stations où il est absent (C0) montrent une prédominance des petits diamètres et des hauteurs moyennes de cèdre.

Régénération :

L'étude indique que le recrutement de l'if semble dépendre en grande partie du degré de recouvrement. En effet, l'analyse de la régénération révèle que les semis d'if de hauteur $h < 5\text{cm}$, bien que rares, sont retrouvés uniquement dans les recouvrements très denses (75-100%) alors que les plantules « R1 » ($5\text{cm} < h < 20\text{cm}$) sont retrouvées uniquement dans les recouvrements assez clairs (25-50%). Selon Krol (1975) in Dhar et *al.*, (2007), les semis de l'if survivent et se développent le mieux dans les couverts denses alors que le maintien des

jeunes pousses (gaules) est favorisé par une ouverture de la canopée. De même, selon Iszkuło et Boratyński (2006) les jeunes plants d'ifs, âgés de 2 à 3 ans, peuvent survivre sur des sites ombragés, mais la demande en lumière augmente avec l'âge croissant, alors que Dhar et *al.*, (2007) n'ont pas mis en évidence la préférence des semis et des jeunes plants d'if pour des microsites particuliers.

Dans cette présente étude, la plus faible densité des sujets d'ifs établis « ET » est retrouvée dans le recouvrement clair [0-25[% où sa régénération est très faible avec quelques jeunes sujets « R3 ». Cela pourrait suggérer que ces individus auraient pu s'établir à la faveur d'années climatiques épisodiquement favorables, ou bien qu'ils auraient survécu à une dégradation du milieu qui s'est traduite par une ouverture du couvert et qui aurait causé une réduction du nombre d'individus de la population autrefois plus importante.

Participation à la stratification :

L'if participe principalement aux strates inférieures à 15 m, il est l'espèce qui participe le plus à la strate moyenne avec le cèdre. Effectivement, dans les classes d'abondance C1 et C2 il est le plus présent dans la strate de [7,5-15[m alors qu'en C3, où l'if est le plus abondant, il participe le plus dans la strate inférieure de [0-7,5[m. Le cèdre, quant à lui, occupe seul les strates supérieures à 15m. Il participe grandement à la strate de [7,5-15[m et faiblement à la strate inférieure à 7,5m. Les autres espèces ligneuses (i.e. Chêne vert, Houx, Cytise, Erable, Merisier, Micocoulier, Oxycèdre, Alisier blanc, Aubépine) participent le plus souvent à la strate inférieure à 7,5 m dans les quatre classes d'abondance de l'if avec toutefois une moindre participation du Houx et du Merisier à la strate [7,5-15[m.

Etat des ifs :

L'étude montre que les sujets d'ifs sont le mieux conservé dans les micro-stations fermées. Le lien entre la hauteur et le diamètre est plus fort dans ces micro-stations ($R^2=0,77$), alors qu'il est le plus faible dans les micro-stations claires à assez claires ($R^2=0,27$ et $0,44$ respectivement). La différence entre ces valeurs du coefficient de détermination, est due à la présence de sujets à flèche cassé ou détériorés, chez lesquels il n'y a pas de proportionnalité entre le diamètre et la hauteur, ce qui suggère que l'if se porte mieux dans les couverts très denses et denses.

Sexe :

Le sex-ratio des individus est en faveur des sujets mâles qui représentent 46%. Le déséquilibre du sex-ratio est un phénomène courant chez l'if. Des déséquilibres en faveur des mâles et d'autres en faveur des femelles, ont été signalés dans différentes populations d'if en Europe (Svenning et Magård., 1999, Dhar et *al.*, 2007).

Le déséquilibre du sex-ratio d'une population peut être pris comme indicateur de la capacité d'une espèce à s'adapter à des conditions environnementales particulières (Vessella et *al.*, 2015). Les mâles l'emportent souvent sur les femelles dans des conditions de stress pour de nombreuses espèces, même si l'inverse peut parfois être observé (Freeman et *al.*, 1981; Arista et *al.*, 1997; Obeso 2002; Nuñez et *al.*, 2008 in Vessella et *al.*, 2015). L'effort de reproduction est plus élevé chez les femelles. Cet effort entraîne une diminution de vigueur, et par conséquent, une mortalité plus élevée dans des conditions de stress (Sawyer et Anderson 1998; Espirito Santo et al, 2003; Massei et *al.*, 2006 in Vessella et *al.*, 2015).

Etat de conservation :

Dans la station de Ain-Kechout, l'if forme une population continue sur une superficie de 15ha, ce qui dépasse la surface de 5ha proposée par Piovesan et *al.*, (2009), comme surface minimale pour le maintien d'une population d'if avec toutefois une densité de sujets à l'hectare très faible comparée aux populations d'if en Europe. Selon Garcia et *al.*, (2005), le recrutement et l'installation de l'if est déterminé par des facteurs à l'échelle du micro-habitat (100 m²). À cette échelle, nous avons observé plusieurs perturbations anthropiques du milieu (déchets ménagers, constructions, gravats de construction, etc.) et des dommages (arbres déracinés, couchés au sol, dépérissements) sur différentes espèces protégées par la loi algérienne (if, grand houx, cèdre) et aussi des signes d'érosion le long des cours d'eau. Or la détérioration des conditions à l'échelle du micro-habitat pourrait causer une perte de viabilité de la population d'if sur le long terme voire sa disparition. Piovesan et *al.*, 2009 et Vessella et *al.*, 2015, ont fait une brève allusion à la structure horizontale et verticale des formations végétales où cette espèce évolue en soulignant l'importance de la conservation des forêts vieilles avec un couvert continue et un régime relativement peu perturbé pour le maintien de ses peuplements.

Conclusion :

L'étude réalisée dans la cédraie de Chréa sur la structure dendrométrique de l'if et sa répartition spatiale en relation avec la structure de l'espèce dominante (i.e. Cèdre de l'Atlas) et des autres espèces ligneuses du sous-bois, montre que l'if affectionne les vieilles cédraies à grandes surfaces terrières, à grandes hauteurs et à couverts fermés. Ce type de structure est aussi favorable à la régénération ainsi qu'au maintien des sujets en bon état (i.e. réitération moindre).

Bien que présente, la régénération comporte de très rares semis alors que des indicateurs d'une reproduction sexuée abondante sont visibles sur plusieurs années, d'où l'utilité d'une étude poussée des facteurs intrinsèques et extrinsèques sous-tendant ce phénomène.

Sur le plan de la superficie, l'if s'étend sur plus de 20ha mais qu'il occupe de façon hétérogène : il est plus abondant au nord par rapport au sud. Dans la partie nord, il comporte deux îlots relativement discontinus (Ain-kechout et Ain-djardanou). Il faudrait rechercher si cette fragmentation à l'intérieur de la cédraie est le résultat de contraintes du milieu ou bien due aux vicissitudes anthropiques.

Les paramètres structuraux analysés indiquent que la cédraie de Chréa est favorable à l'if. Cependant nous avons relevé des indicateurs de perturbations anthropiques du milieu (coupes, décharge sauvages, constructions, érosion, fragmentations par des routes, des habitations, téléphérique et autres aménagements touristiques, etc.) qui risquent d'entraver le maintien de l'espèce sur le long terme, d'où la nécessité de prendre des mesures de conservation renforcées pour garantir sa pérennité.

Il serait aussi souhaitable d'affiner le travail de géo-référencement des sujets (en raison de la contrainte de précision du GPS à laquelle nous avons été confrontés) pour aboutir à un modèle de distribution spatiale de type variogramme pour mieux comprendre les facteurs sous-tendant la distribution de l'if à l'échelle fine.

Pour affiner l'étude structurale il serait souhaitable d'établir des classes d'abondance de l'if non sur la seule base du nombre de sujets par unité de surface mais plutôt par classes de dimensions ou de maturité des sujets.

La régénération gagnerait à être étudiée indépendamment de l'aspect structural et par un échantillonnage à une échelle spatiale plus fine (5X5 m au lieu de 25x25m retenus dans ce présent travail).

Pour offrir des outils d'aide à la décision aux gestionnaires chargés de la protection de cette espèce, il serait utile de définir son aire potentielle par la modélisation écologique à l'échelle de l'ensemble de son aire de distribution en Algérie.

Références bibliographiques :

- ABDELLI, D. 2011. Dénombrement, dendrométrie, cartographie et sex-ratio dioïque de *Taxus baccata* dans la cédraie de Tala-Guilef (Djurdjura Nord-Ouest). Mém Ing. Université Mouloud Mammeri. 52p.
- AIT IKEN, S. 2014. Dénombrement, dendrométrie, cartographie et sexratio de *Taxus baccata* dans la cédraie de Chréa. Mém.Ing., Université Mouloud Mammeri. 39p.
- BAROUN, T et BELLOUCIF, F. 2013. Contribution à l'étude de la variabilité morphologique et anatomique de *Taxus baccata* dans deux massifs forestier (Ait-Ouabane et Akfadou) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mém Ing. Université Mouloud Mammeri. 62p.
- BEN ALLAOUA, K. et HOCINE, F. 2013. Dénombrement, dendrométrie, cartographie partielle et sex-ratio dioïque de *Taxus baccata* L. au niveau de la partie ouest de la forêt des Ait Ouabane (Djurdjura oriental). Mém Ing. Université Mouloud Mammeri. 44p.
- BUSING, R. T., HALPERN, C. B. et SPIES, T. A. 1995. Ecology of Pacific Yew (*Taxus brevifolia*) in Western Oregon and Washington. *Conservation Biology*, 9, 1199-1207.
- CEDRO, A. et ISZKUŁO, G. 2011. Do Females Differ from Males of European Yew (*Taxus baccata* L.) in Dendrochronological Analysis. *Tree-Ring Research*, 67, 3-11.
- COLLINS, D., MILL, R. R. et MOELLER, M. 2003. Species separation of *Taxus baccata*, *T. canadensis*, and *T. cuspidata* (Taxaceae) and origins of their reputed hybrids inferred from RAPD and cpDNA data. *American Journal of Botany* 90, 175-182.
- COPE, E. A. 1998. Taxaceae: The Genera and Cultivated Species. *The Botanical Review*, 64, 291-320.
- DELAHUNTY, J. L. 2002. Religion, war, and changing landscapes: An historical and ecological account of the yew tree (*Taxus baccata* L.) in Ireland. Doct, University of Florida. 213p.
- DEMPSEY, D. et HOOK, I. 2000. Yew (*taxus*) species - chemical and morphological variations. *Pharmaceutical Biology*, 38, 274-280.
- DEVANEY, J. L., JANSEN, M. A. K. et WHELAN, P. M. 2014. Spatial patterns of natural regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); Negative neighbourhood effects. *Forest Ecology and Management*, 321, 52-60.
- DHAR, A. 2008. Biodiversity of English yew (*Taxus baccata* L.) Populations in Austria. PHD, University of Natural Resources and Applied Life Sciences. 107p.
- DHAR, A., RUPRECHT, H., KLUMPP, R. et VACIK, H. 2007. Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. *Journal of Forestry Research*, 18, 181-186.
- DHAR, A., RUPRECHT, H., KLUMPP, R. et VACIK, H. 2015. Stand structure and natural regeneration of English yew (*Taxus baccata* L.) at Stiwollgraben in Austria. *Dendrobiology*, 56, 19-26.

- DOBROWOLSKA, D., OLSZOWSKA, G. et NIEMCZYK, M. 2012. Stand structure and populations of yew (*Taxus baccata* L.) in the Cisy Rokickie and Bogdanieckie Cisy reserves. Forest Research Papers, 73.
- DOUAER, M. et SELMANE, M. (1990). Contribution à l'étude phytosociologique et phytodynamique de la végétation de la partie centrale du Parc National de Chr a. M m. Ing. Agro. UMMTO. 118p.
- GARCÍA, D., OBESO, J. R. et MARTÍNEZ, I. 2005. Spatial concordance between seed rain and seedling establishment in bird-dispersed trees: does scale matter? Journal of Ecology, 93, 693-704.
- GARCÍA, D., ZAMORA, R., H DAR, J. A., G MEZ, J. M. et CASTRO, J. 2000. Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. Biological Conservation, 95, 31-38.
- GIRAUDOUX, P. 2016. Data Analysis in Ecology. <http://perso.orange.fr/giraudoux> . CRAN.
- GONZALEZ-MARTINEZ, S. C., DUBREUIL, M., RIBA, M., VENDRAMIN, G. G., SEBASTIANI, F. et MAYOL, M. 2010. Spatial genetic structure of *Taxus baccata* L. in the western Mediterranean Basin: past and present limits to gene movement over a broad geographic scale. Mol Phylogenet Evol, 55, 805-15.
- GUELLAL, A. et GUECHOUD, I. 2013. Dénombrement, dendrométrie et cartographie partielle de *Taxus baccata* dans la Cédraie de Chr a (Wilaya de Blida). Ingenieur, Universit  Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou. 52p.
- HULME, P. E. 1996. Natural Regeneration of Yew (*Taxus Baccata* L.): Microsite, Seed or Herbivore Limitation? Journal of Ecology, 84, 853-861.
- IHEDENE, K. et OUARAB, A. 2011. Dénombrement, dendrométrie et cartographie partielle de *Taxus baccata* dans la Cédraie de Chr a (Wilaya de Blida). Ing., Universit  Mouloud MAMMERI. 43p.
- ISZKUŁO, G. et BORATYŃSKI, A. 2005. Different age and spatial structure of two spontaneous subpopulations of *Taxus baccata* as a result of various intensity of colonization process. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 200, 195-206.
- ISZKUŁO, G. et BORATYŃSKI, A. 2006. Analysis of the relationship between photosynthetic photon flux density and natural *Taxus baccata* seedlings occurrence. Acta Oecologica, 29, 78-84.
- ISZKUŁO, G., DIDUKH, Y., GIERTYCH, M. J., JASIŃSKA, A. K., SOBIERAJSKA, K. et SZMYT, J. 2012. Weak competitive ability may explain decline of *Taxus baccata*. Annals of Forest Science, 69, 705-712.
- KASSIOUMIS, K., PAPAGEORGIOU, K., GLEZAKOS, T. et VOGIATZAKIS, I. N. 2004. Distribution and stand structure of *Taxus baccata* populations in Greece; Results of the first national inventory. Ecologia mediterranea, 30, 27-38.
- KATSAVOU, I. et GANATSAS, P. 2012. Ecology and conservation status of *Taxus baccata* population in NE Chalkidiki, northern Greece. Dendrobiology, 68, 55-62.

- KÜPELİ, E., ERDEMOĞLU, N., YEŞİLADA, E. et ŞENER, B. 2003. Anti-inflammatory and antinociceptive activity of taxoids and lignans from the heartwood of *Taxus baccata* L. Journal of Ethnopharmacology, 89, 265-270.
- LAPIE, G. et MAIGE, A. 1914. Flore Forestière d'Algérie Paris, Orlhac.
- LINARES, J. C. 2013. Shifting limiting factors for population dynamics and conservation status of the endangered English yew (*Taxus baccata* L., Taxaceae). Forest Ecology and Management, 291, 119-127.
- MAIRE, R. C. J. 1953. Flore de l'Afrique du Nord, Paris, Paul Lechevalier éditeur.
- MARTIN, L. et THIÉBAULT, S. 2010. L'if (*Taxus baccata* L.) : histoire et usage d'un arbre durant la Préhistoire récente. L'exemple du domaine alpin et circum-alpin. Anthropobotanica, 1, 20.
- MEDDOUR, R. 1994. La cédraie de l'atlas Blideen (Algérie). Valeur bioclimatique, syntaxonomique et dynamique. Ann. Rech. For. Maroc, 27, 105-127.
- MEDDOUR, R. 2002. Bioclimats, étages et séries de végétation de l'Atlas Blidéen (Algérie). Phytocoenologia, 32, 101-128.
- MOIR, A. K. 1999. The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK. New Phytologist, 144, 479-488.
- MOSSADEGH, A. 1971. Contribution à l'étude des populations de *Taxus baccata* L. en Iran. Revue Forestière Française 23:645-648.
- MOUHOUB, Z. 2015. Contribution à l'étude des variabilités inter-arbre de la morphologie des aiguilles de *Taxus baccata* dans la cédraie de Tala-Guilef (Wilaya de Tizi-Ouzou). Mém Ing., Université Mouloud Mammeri. 55p.
- PIOVESAN, G., PRESUTTI SABA, E., BIONDI, F., ALESSANDRINI, A., DI FILIPPO, A. et SCHIRONE, B. 2009. Population ecology of yew (*Taxus baccata* L.) in the Central Apennines: spatial patterns and their relevance for conservation strategies. Plant Ecology, 205, 23-46.
- PRESUTTI SABA, E. 2013. Monitoraggio e gestione di faggete con tasso (*Taxus baccata* L.) nell'Appennino centrale. Doct, Università degli Studi della Tuscia. 173p.
- PUROHIT, A., MAIKHURI, R. K., RAO, K. S. et NAUTIYAL, S. 2001. Impact of bark removal on survival of *Taxus baccata* L. (Himalayan yew) in Nanda Devi Biosphere Reserve, Garhwal Himalaya, India. Current science, 81, 586-590.
- SPJUT, R. W. 2000. Introduction to *Taxus*: Methodology, Taxonomic Relationships, Leaf and Seed Characters, Phytogeographical Relationships, Cultivation, and Chemistry [Online]. The World Botanical Associates.
- SAUVAGE, C. 1941. L'if dans le Grandatlas. Bull. Sci.Nat.du.Maroc 21:82-90.
- SCHIRONE, B., FERREIRA, R. C., VESSELLA, F., SCHIRONE, A., PIREDDA, R. et SIMEONE, M. C. 2010. *Taxus baccata* in the Azores: a relict form at risk of imminent extinction. Biodiversity and Conservation, 19, 1547-1565.

- SHAH, A., LI, D.-Z., GAO, L.-M., LI, H.-T. et MÖLLER, M. 2008a. Genetic diversity within and among populations of the endangered species *Taxus fuana* (Taxaceae) from Pakistan and implications for its conservation. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36, 183-193.
- SHAH, A., LI, D.-Z., MOELLER, M., GAO, L.-M., HART, M. L. et GIBBY, M. 2008b. Delimitation of *Taxus fuana* Nan Li et R.R. Mill (Taxaceae) based on morphological and molecular data. *TAXON*, 57.
- SIEGEL. et CASTELLAN. (1988). Non parametric statistics for the behavioural sciences. MacGraw Hill Int., New York. pp 213-214.
- SPJUT R.W. 2000. Introduction to *Taxus*. <http://www.worldbotanical.com/Introduction.htm>.
- SVENNING, J.-C. et MAGÅRD, E. 1999. Population ecology and conservation status of the last natural population of English yew *Taxus baccata* in Denmark. *Biological Conservation*, 88, 173-182.
- THOMAS, P. 2010. Response of *Taxus baccata* to environmental factors. II Jornades sobre el teix a la Mediterrània occidental, 4, 5-10.
- THOMAS, P. A. et POLWART, A. 2003. *Taxus baccata* L. *Journal of Ecology*, 91, 489-524.
- VESSELLA, F., SALIS, A., SCIRÈ, M., PIOVESAN, G. et SCHIRONE, B. 2015. Natural regeneration and gender-specific spatial pattern of *Taxus baccata* in an old-growth population in Foresta Umbra (Italy). *Dendrobiology*, 73, 75-90.
- YAHY, N. 2007. Les cédraies d'Algérie : phytoecologie, phytosociologie, dynamique et conservation des peuplements. Doct, Université des sciences et de la technologie « Houari Boumediene ». 265p.
- ZAREK, M. 2007. Variability of morphological features of needles, shoots and seeds of *Taxus baccata* L. in nature reservations of Southern Poland. *Forestry*, 10, 1-17.

Résumé :

Une étude structurale de l'if (*Taxus baccata*), une espèce rare en Algérie, a été envisagée au niveau de la station de Ain Kechout, cédraie de Chréa, Atlas blidéen).

Des placettes de 25x25m ont été délimitées au sein desquelles ont été examinés les paramètres structuraux de l'if (hauteur, diamètre et nombre de tiges) ; ceux du cèdre en tant qu'espèce dominante (hauteur, diamètres des tiges ; hauteur et diamètre du houppier) et ceux des autres ligneux du sous-bois (hauteur et nombre de tiges). Des paramètres stationnels ont été notés (degré de recouvrement, pente, altitude et orientation). Cette étude a été appuyée par un SIG qui a permis d'établir des cartes de distribution spatiale des individus d'ifs par classes de diamètre et de hauteur.

Les résultats indiquent une préférence de l'if pour les couverts fermés. Préférence traduite par l'abondance des sujets de cette espèce ; leur port plus conservé et la présence d'une régénération.

Bien que la régénération soit présente, des facteurs de perturbations susceptibles de mettre en péril la conservation de l'espèce sur le long terme ont été notés d'où la nécessité de renforcer les mesures sa conservation en vue de mieux protéger la régénération en place et de garantir des régénérations futures.

Mots clef : *Taxus baccata*, Chréa, Atlas blidéen, S.I.G, structure, conservation.

Summary

A structural study of the yew (*Taxus baccata*), a rare species in Algeria, was undertaken at Ain-Kechout stand, Chréa cedar forest, Atlas of Blida). Plots of 25 x 25m were delineated in which were examined structural features of yew (height, diameter and number of stems); those of Atlas cedar as the dominant species (stem height and diameter; crown height and diameter) and those of other understory woody species (height and number of stems). Stand parameters were also recorded (degree of canopy closure, slope, elevation and aspect). This study was supported by a GIS which helped establishing yew individual spatial distribution maps by classes of diameter and height.

Results indicate yew preference for closed forest covers as illustrated by the abundance of its individuals; their best conserved shape and the presence of regeneration.

Despite the presence of regeneration, factors of disturbance likely to jeopardize yew long term conservation were noticed, hence the need to strengthen its conservation measures to better protect the existing regeneration and to guarantee future regenerations.

Keywords: *Taxus baccata*, Chréa, Atlas of Blida, S.I.G, structure, conservation.