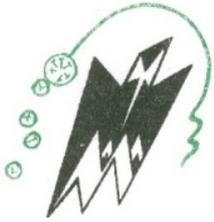


REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU MAMMARI TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire



De fin d'études
En vue de l'obtention du Diplôme Magister en
Sciences Agronomiques
Spécialité : Foresterie
Option : Ecologie, Biodiversité, et Dynamique des espèces et des communautés forestières

Thème

Etude structurale et cartographique de *Juniperus communis* et *Juniperus sabina* au Djurdjura.

Devant le jury :

Réalisé par : TOUMI Ahmed

Président : M^r DERRIDJ A. (Prof. à l'U.M.M.T.O.).

Promotrice : M^{me} KROUCHI F. (M. C. A., U.M.M.T.O.).

Examineurs : M^r MESSAOUDENE M. (Directeur de Recherche à l'I.N.R.F. T.O.).

M^r BEKDOUCHE F. (M.C.A., U. Béjaia).

Année 2015

Remerciements

Je tiens à remercier ma promotrice, M^{lle} KROUCHI F. pour son aide, son soutien et sa disponibilité durant tout le long de ce modeste travail;

Nous remercions M^r DERRIDJ A., professeur à l'UMMTO de nous avoir honoré en acceptant de présider le jury et de son aide précieuse (documentations, laboratoire, ...etc.);

Nous remercions: M^r MESSAOUDENE M., Directeur de Recherche à l'INRF d'Azazga, M^r BEGDOUCHE F., Maître de Conférences classe A à l'Université de Béjaïa, d'avoir accepter d'être parmi les membres de Jury de notre travail;

Mes sincères reconnaissances à Monsieur le Directeur du PND qui m' a donné la permission d'accéder au terrain et toute la facilitation et l'aide qu'il m'a fourni, tout le personnel du Parc National du Djurdjura: Tikjda (HADDAD M., HADDAD S., A.AREZKI, A. FERRADJI) Tala Guilef (MAHDI A., Youcef, Si Saïd, Moussa, Hamad, Saïd et Ramdane), Tirourda (MELIKECHE K., Lounas, Ahcene, Hamow), Tala Rana et Ait Ouabane) pour leur aide et leur disponibilité sur terrain;

Nous remercions aussi M^r BOUAHMED ABK. ,Yacina, Hayat, Zakia, Nadia Pour leur aide précieuse qui nous ont donnée;

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

A calligraphy brush with a black handle and white ferrule is positioned vertically on the left side of the page. The background is a light-colored paper with a subtle, faint pattern of bamboo stalks and leaves. The overall aesthetic is traditional and artistic.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La mémoire de mon père, et ma très chère mère;

*Mon adorable femme Nadia qui a toujours été avec moi
surtout dans mes moments les plus difficiles;*

Ma petite princesse ALAA ;

Mes frères et mes sœurs;

Mon oncle AB Kader et sa famille;

Toute la famille ASKEUR;

Tous mes amis;

Tous les militants de la nature.

Ahmed

Sommaire

Liste des figures	01
Liste des Tableaux	03
Introduction générale	04
Chapitre I : Partie bibliographique	
I. Généralités	06
1. <i>Juniperus communis</i> var. <i>hemisphaerica</i>	06
1.1. Aire de répartition de <i>J. communis</i>	06
1.2. L'usage.	07
1.3. Rôle écologique de <i>J. communis</i>	07
2. <i>Juniperus sabina</i> L.	08
2.1. Localisation de la sabine	09
3. Conclusion	11
Chapitre II : Matériels et Méthodes	
II. Matériels et méthodes	12
1. Description de la région d'étude	12
1.1. Géologie et Pédologie	12
2. Stations d'étude de <i>J. communis</i>	12
2.1. Station Tirourda (TRD).....	13
2.2. Station Restaurant d'Altitude (Tala Guilef)	14
2.3. Station Haïzer (Tala Guilef)	14
2.4. Station Tizi Tumlilt (Tala Guilef).....	15
3. Stations d'étude de <i>J. sabina</i>	15
3.1. Station d'Aswel	15
3.2. Station d'Issig-Issig	16
4. Dimensions des 02 espèces	17
5. Sexe des individus	19
6. Fertilité de <i>J. communis</i> et potentiel de régénération	19
7. Cartographie de l'aire de répartition des 2 espèces	19
7.1. Calage.....	20
7.2. Digitalisation	20
7.3. Mise en page	20
8. Autres aspects	20
Chapitre III : Résultats	
III. Résultats.....	21
1. Etude structurale de <i>J. communis</i>	21
1.1. Nombre d'individus par station	21
1.2. Sexe des individus par station.....	21
1.3. Dimensions	23
1.3.1. Longueurs	23
1.3.2. Largeurs	25
1.3.3. Hauteurs	27

1.3.4. Corrélations entre les dimensions.....	29
2. Etude structurale de <i>J. sabina</i>	29
2.1. Nombre d'individus par station	29
2.2. Sexe des individus	30
2.3. Dimensions	31
2.3.1. Longueurs	31
2.3.2. Largeurs	33
2.3.3. Hauteurs	34
2.3.4. Corrélations entre les dimensions.....	36
3. Potentiel de régénération de <i>J. communis</i>	37
4. Menaces.....	37
5. Rôle de <i>Juniperus communis</i> dans la dynamique de la cédraie.....	39
6. Cartographie des 2 espèces <i>J. communis</i> et <i>J. sabina</i>	41
 Chapitre IV : Discussion	
IV. Discussion	42
 Conclusion générale	46
 Bibliographie	47
 Annexes	50

Liste des figures

Fig. 1 : Aires de répartition de <i>J. communis</i> (Callen,1976).....	07
Fig. 2 : Feuilles jeunes aciculaires de <i>J. sabina</i> aux extrémités (Toumi, 2011).....	09
Fig. 3 : Ecailles adultes squamiformes de <i>J. sabina</i> (Toumi, 2011)	09
Fig. 4 : Distribution de <i>J. sabina</i> : X : Populations marginales ; AR : <i>J. sabina</i> subsp. <i>arenaria</i> ; MS : <i>J. sabina</i> des dunes de Mongolie (Adams et al.,2006)	10
Fig. 5 : Localisation sur photo Google Earth des 3 stations de <i>J. sabina</i> L. au niveau du Djurdjura.....	10
Fig. 6 : Photos de la station Tirourda.....	13
Fig. 7 : Photos de la station Restaurant d'Altitude.....	14
Fig. 8 : Photos de la station Haïzer	14
Fig. 9 : Photos de la station Tizi Tumlilt	15
Fig. 10 : Photo Google Earth de la station de <i>J. sabina</i> d'Aswel.....	16
Fig. 11 : Photo Google Earth de la station de la sabine d'Issig-Issig	17
Fig. 12 : Photo des sujets de <i>J. sabina</i> de la station Issig-Issig (Toumi et al., 2010).....	17
Fig. 13 : Schéma montrant la méthode utilisée pour mesurer la longueur (Rouge) et la largeur (Jaune).....	18
Fig. 14 : Proportion des femelles et dimensions des individus de <i>J. communis</i> par station (I : Tirourda).....	21
Fig. 14 (suite) : Proportion des femelles et dimensions des individus de <i>J. communis</i> par station (II : Restaurant d'Altitude ; III : Tizi Tumlilt ; IV : Haïzer).....	22
Fig. 15 : Distribution des individus par classes de longueurs dans les 4 stations (I : Tirourda; II : Restaurant d'Altitude; III : Tizi Tumlilt; VI : Haïzer).....	23
Fig. 16 : Boite à moustache de distribution des longueurs par station. (HZR : Haizer ; RAlt : Restaurant d'Altitude ; Trd : Tirourda ; Ttum : Tizi Tumlilt).....	24
Fig. 17 : Distribution des individus par classes de largeurs dans les 4 stations (I : Tirourda; II : Restaurant d'Altitude; III : Tizi Tumlilt; VI : Haïzer).....	25
Fig. 18 : Boite à moustache de distribution des largeurs par station. (HZR : Haizer ; RAlt : Restaurant d'Altitude ; Trd : Tirourda ; Ttum : Tizi Tumlilt).....	26
Fig. 19 : Distribution des individus par classes de hauteurs dans les 04 stations (I : Tirourda; II : Restaurant d'Altitude; III : Tizi Tumlilt; VI : Haïzer).....	27
Fig. 20 : Boite à moustache de distribution des hauteurs par station. (HZR : Haizer ; RAlt : Restaurant d'Altitude ; Trd : Tirourda ;Ttum : Tizi Tumlilt).....	28
Fig. 21 : Cartes de localisation des sujets de <i>J. sabina</i> de la station Aswel et Azrou Ougougam... Fig. 22 : Cartes de localisation de quelques sujets de <i>J. sabina</i> de la station Issig-Issig	29 30
Fig. 23 : Proportion des femelles et dimensions des individus de <i>J. sabina</i> de la station Aswel.....	30
Fig. 24 : Proportion des femelles et dimensions des individus de <i>J. sabina</i> de la station Issig-Issig	31
Fig. 25 : Distribution des individus par classes de longueurs dans les 02 stations (I : Aswel; II : Issig-Issig).....	31
Fig. 26 : Boite à moustache de distribution des longueurs par station. (Aswel ; ISG : Issig-Issig)..	32
Fig. 27 : Distribution des individus par classes de largeurs dans les 02 stations (I : Aswel; II : Issig-Issig).....	33
Fig. 28 : Boite à moustache de distribution des largeurs par station. (Aswel ; ISG : Issig-Issig)....	34
Fig. 29 : Distribution des individus par classes de hauteurs dans les 02 stations (I : Aswel; II : Issig-Issig).....	35
Fig.30 : Boite à moustache de distribution des hauteurs par station. (Aswel ; ISG : Issig-Issig)....	36

Fig. 31 : Illustration des 2 modes de régénération de <i>J. communis</i> dans la station Tirourda (A : végétative ; B : sexuée).....	37
Fig. 32 : Illustration des différentes menaces sur <i>J. communis</i>	38
Fig. 32 (suite) : Illustration des différentes menaces sur <i>J. communis</i>	39
Fig. 33 : Illustration de quelques espèces abritées par <i>J. communis</i> (Tirourda).....	39
Fig. 33 (suite) : Illustration de quelques espèces abritées par <i>J. communis</i> (A :Tirourda ; B :Haïzer; C :Aslad).....	40
Fig. 34 : Illustration de l'effet facilitateur de la dynamique de la cédraie à Tirourda.....	41

Liste des tableaux

Tab. 1 : Descripteurs des stations de <i>J. communis</i> échantillonnées	13
Tab. 2 : Descripteurs des stations de <i>J. sabina</i> échantillonnées.....	15
Tab. 3 : Les différentes classes des mesures retenues.....	19
Tab. 4 : Paramètres statistiques sur la longueur des individus par station	24
Tab. 5 : Paramètres statistiques sur la largeur des individus par station	26
Tab. 6 : Paramètres statistiques sur la hauteur des individus par station	28
Tab. 7 : Matrice de corrélation entre les dimensions des sujets (N=134)	29
Tab. 8 : Paramètres statistiques sur la longueur des individus par station chez <i>J. sabina</i>	32
Tab. 9 : Paramètres statistiques sur la largeur des individus par station.....	33
Tab. 10 : Paramètres statistiques sur la hauteur des individus par station.....	35
Tab. 11 : Matrice de corrélation entre les dimensions des sujets (N=99)	36

Introduction générale :

Les genévriers sont généralement des espèces pionnières jouant un rôle appréciable dans la dynamique des groupements surtout préforestiers (Quézel et Médail, 2003 ; Quézel et Gast, 2011), et se développent dans des situations extrêmes (Quézel et Médail, 2003). Ils sont des arbustes dioïques et anémophiles (Thomas et *al.*, 2007 ; Ormon et *al.*, 2010).

C'est le deuxième genre le plus diversifié des conifères (Achak et *al.*, 2009). Il comporte plus soixante espèces (Adams 2011, 2000, 1998 ; Adams et *al.*, 2003 ; Adams et *al.*, 2002 ; Debazac, 1991 ; Kangshan et *al.*, 2010 ; Haluk et *al.*, 2000), il est divisé en trois sections qui sont *Juniperus* (= *Oxycedrus*), *Caryocedrus* et *Sabina* (Adams, 2011 ; Hantemirova et *al.*, 2012). Cette division est essentiellement basée sur le caractère morphologique des feuilles pour *Juniperus* et *Sabina*. Par contre, la section *Caryocedrus* prend en considération en plus de la morphologie de la feuille, la taille du cône. Les genévriers entrent dans la reproduction dès leur jeune âge à partir de 6-8 ans (Raatikainen et Tanska, 1993 ; in Thomas et *al.*, 2007).

Parmi les quinze espèces recensées dans le bassin méditerranéen, l'Algérie en possède cinq qui sont *J. phoenicea*, *J. oxycedrus*, *J. thurifera*, *J. communis* et *J. sabina*. Ces deux dernières espèces ont une forme prostrée, elles se trouvent dans les hautes montagnes méditerranéennes (Quézel et Médail, 2003) et qui sont l'objet de la présente étude.

Selon Adams (2011), *J. communis* a plusieurs variétés par exemple *communis*, *hemisphaerica*, *megistocarpa*, *depressa*, *charlottensis*, *jackii*, *saxatilis*, et *nipponica*.

Ces genévriers rampants se trouvent dans des conditions écologiques particulières suite à leur emplacement, d'une part, dans les hautes montagnes du Djurdjura au dessus de 1500 m d'altitude, et d'autre part, du fait qu'ils y sont présents à leurs limites marginales Sud de leurs aires de répartition. Ces deux espèces ont une valeur patrimoniale en plus du rôle facilitateur joué par *J. communis* dans la régénération du cèdre (Mediouni et Yahi, 1989) mais elles sont peu étudiées. Et c'est pour contribuer à une meilleure connaissance de ces deux espèces que nous nous proposons de les étudier sur le plan structural et cartographique.

L'étude structurale dans notre travail traite essentiellement la longueur, la largeur et la hauteur des deux espèces *J. communis* et *J. sabina*. L'étude structurale de *J. communis* nous renseigne sur l'importance de l'espace occupé par cette espèce pour favoriser et protéger la régénération du cèdre de l'Atlas et des autres espèces.

Introduction générale

Cette étude structurale de *J. communis* inclut une station orientale (Tirourda) et trois stations occidentales (Tala Guilef). Celle de *J. sabina* concerne deux stations sur les trois qu'il compte au Djurdjura (Aswel et Issig-Issig).

Suite à l'observation de très petits sujets de *J. communis* au niveau de Tirourda, nous avons pensé à analyser les galbules de cette espèce pour en apprécier la fertilité, de voir sa dynamique de régénération et si elle peut occuper de nouveaux terrains par voie sexuée afin de favoriser l'arrivée du cèdre et des autres espèces.

L'étude cartographique, consiste à circonscrire l'aire de répartition des deux espèces dans le massif montagneux du Djurdjura.

I. Généralités:**1. *Juniperus communis* var. *hemisphaerica* :**

Rare en Afrique du Nord, *Juniperus communis* var. *hemisphaerica* est un élément européen qui se localise sur les massifs montagneux bien arrosés (Quezel et Gast, 2011). Il se trouve dans les pelouses et rocailles des hautes montagnes (Quézel et Santa, 1962), calcaires et siliceuses, de 1500 à 3300 m (Maire, 1952). C'est un arbrisseau (Maire, 1952 ; Quezel et Medail, 2003) de forme buissonnante basse, souvent hémisphérique, s'élevant dans les lieux abrités jusqu'à 1,50 m (Maire, 1952 ; Quezel et Santa, 1962) exceptionnellement 2,50 m (Maire, 1952). Il a un port prostré, semi-dressé ou dressé (Quezel et Medail, 2003).

Les aiguilles sont piquantes (Quezel et Medail, 2003 ; Gaston et Douin, 1993), denses, assez courtes (dépassant peu 1 cm). Elles offrent au-dessus (au moins dans la partie supérieure) une seule bande blanchâtre (Quezel et Santa, 1962 ; Adams, 2011), formée en fait de deux bandes à peine séparées l'une de l'autre (Gaston et Douin, 1993). Elles ont une largeur de 1 à 2 mm (Maire, 1952).

Les fleurs mâles sont solitaires, ovoïdes et elles sont entourées de bractées courtes (Maire, 1952).

Le fruit mûr est de couleur bleue ou noir-bleuâtre avec un diamètre qui varie de 5 à 7 mm (Quezel et Santa, 1962 ; Gaston et Douin, 1993 ; Adams, 2011), globuleux et charnu (Gaston et Douin, 1993). Il est couvert d'une efflorescence glauque (Quézel et Santa, 1962).

L'étude d'Adams et Pandey (2003) a montré une similitude parfaite entre la sous espèce *hemisphaerica* de la Sicile et la sous espèce *communis* de la Suède. La sous espèce *hemisphaerica* est traitée comme synonyme de la variété *communis* (Adams, 2011).

1.1. Aire de répartition de *J. communis* :

Il se trouve au niveau de l'Europe, en Asie occidentale jusqu'à l'Himalaya et en Amérique septentrionale. En ce qui concerne la sous espèce *hemisphaerica*, on la trouve en Italie et en Grèce (Maire, 1952) (**cf. Fig. 1**).

En Algérie, il est abondant sur les crêtes du Djurdjura (Quezel et Gast, 2011) dans un bioclimat humide froid à perhumide froid (Yahi, 2007 ; Meddour, 2012) et plus rare dans les Aurès et les Babors, où il se situe dans l'étage de la cédraie (Quezel et Gast, 2011).

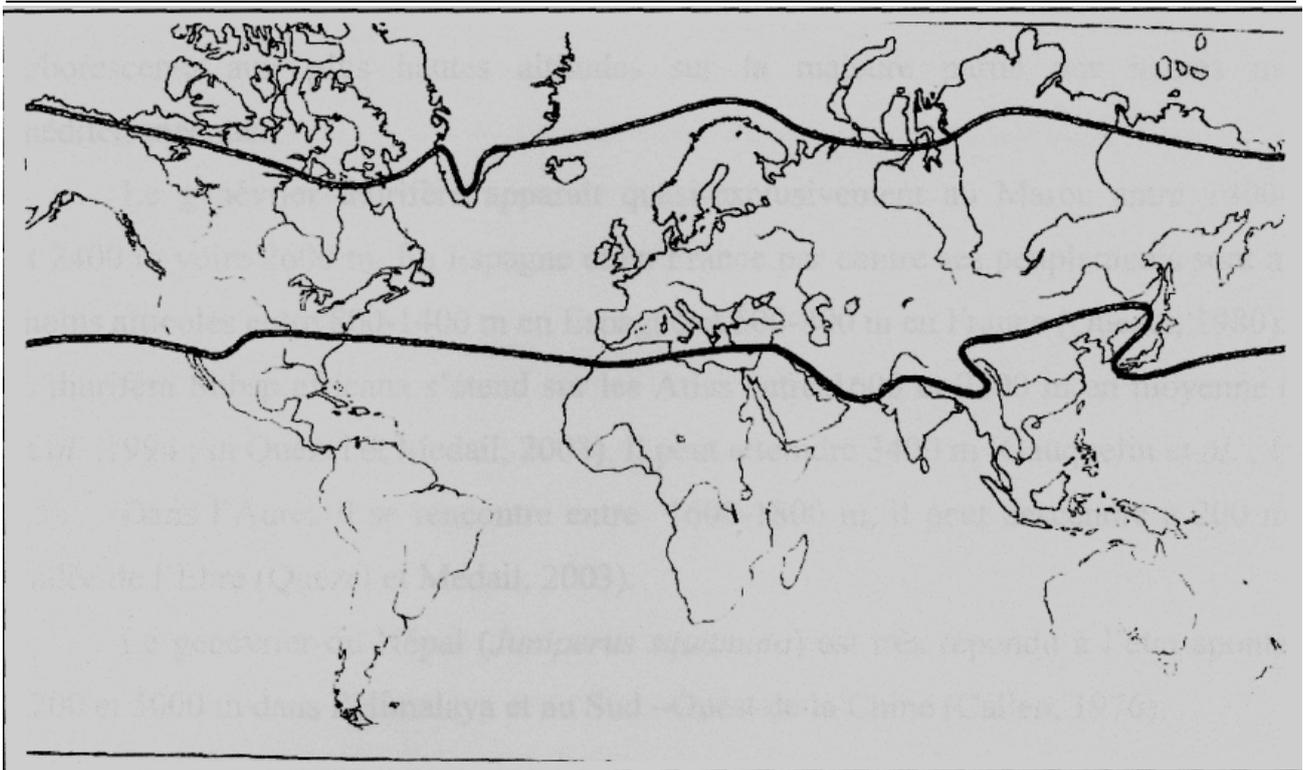


Fig.1 :  Aire de répartition de *J. communis* dans le monde (Callen, 1976)

1.2. L'usage :

Selon Bonnier et Douin (1993), le genévrier commun, grâce à ses propriétés, est utilisé de différentes façons :

- Parfois planter pour faire des haies ou des abris contre le vent ;
- Les feuilles et les sommités sont purgatives ;
- Le fruit est diurétique, stomachique (favorise la digestion), tonique (servant à nettoyer, purifier, rafraîchir), fortifiant et stimulant ;
- Utilisé comme condiment (relever le goût des aliments ou des préparations notamment les sauces);
- Le bois compact et durable, sert à fabriquer les échelas (piliers), les manches, et il est utilisé aussi pour le chauffage.

1.3. Rôle écologique de *J. communis* :

Selon Negre (1950), *Juniperus communis* joue un rôle très important dans la dynamique de la végétation, d'abord, *Juniperus* fixe les blocs par le réseau de ses branchages, puis, constitue un sol en facilitant l'accumulation de poussières et de nombreux débris végétaux, puis vient l'installation des graminées, et si le pâturage n'intervient pas, l'évolution se poursuit lentement par la libre germination des graines de Pin et de Sorbier.

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

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

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

En phase meso-phanerophytique (phase 4), les semis se développent dans les plaques du *Juniperus communis* alors que ce dernier continue de recouvrir les espèces pionnières. Ces semis se développent vigoureusement. Ils sont caractérisés par des tiges élancées et une dominance apicale très prononcée qui les amène à surpasser leurs protecteurs. *Juniperus communis* favorise le développement des jeunes semis de cèdre, stimule leur croissance en créant un microclimat favorable à leur maintien.

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

2. *Juniperus sabina* L. :

Arbrisseau très rameux dès la base, formant des buissons (Wesche et *al.*, 2005) très touffus, verts, dépassant rarement 1-1,5 m, mais pouvant atteindre 3-4 m dans les stations abritées (Quezel et Santa, 1962 ; Maire, 1952 ; Gaston et Douin, 1993), voire 8 à 10 m de hauteur (Gaston et Douin, 1993). Ses branches sont longues et étalées, redressées vers le haut, les jeunes rameaux arrondis, minces et effilés, mais du fait de sa très grande longévité, il peut devenir un petit arbre tortueux. Il est d'une couleur vert sombre qui dégage, par froissement, une odeur désagréable (Gaston et Douin, 1993). Il porte souvent sur l'adulte de petites ramules

isolées à feuilles aciculaires du type juvénile (Maire, 1952). Ramules sub-cylindriques (Quezel et Santa, 1962). Plante monoïque ou dioïque (Maire, 1952).

Le cône globuleux est pendant à l'extrémité d'un court pédoncule recourbé (Gaston et Douin, 1993), non réticulé (Maire, 1952), porté par des ramules plus au moins arquées (Quezel et Santa, 1962), dépassant peu les 5 mm (Maire, 1952 ; Gaston et Douin, 1993), il est à chaire molle, d'un noir bleuâtre, couvert d'une fine poussière glauque à maturité (Gaston et Douin, 1993). Les graines sont de diamètre de 3 à 4 mm (Maire, 1952), voir de 5 mm (Gaston et Douin, 1993). Elles sont au nombre de 1 à 4, petites, ovoïdes, grisâtres, rugueuses, non striées (Maire, 1952 ; Callen, 1976 ; Gaston et Douin, 1993).

Les feuilles, appliquées par leurs bases qui se prolongent sur le rameau, sont d'un vert assez sombre, opposées et disposées sur 4 rangs, plus rarement sur 6 (Gaston et Douin, 1993), elles sont aciculaires à l'état juvénile puis deviennent squamiformes à l'état adulte (**cf. Fig.2, 3**).



Fig. 2 : Feuilles jeunes aciculaires de *J. sabina* aux extrémités (Toumi A., 2011).



Fig. 3 : Ecailles adultes squamiformes de *J. sabina* (Toumi A., 2011).

La sabine se trouve au niveau des rochers et rocailles des hautes montagnes (Quezel et Santa, 1962). Cette espèce préfère les terrains calcaires, croît entre 1400 et 2500 m d'altitude dans les Alpes et entre 1400 et 1800 m dans les Pyrénées (Gaston et Douin, 1993).

2.1. Localisation de la sabine :

Cet arbuste prostré est caractéristique des hautes montagnes eurasiatiques (Quézel et Gast, 2011). Nous le trouvons dans le centre et le sud de l'Europe, le nord et le centre de l'Asie (Gaston et Douin, 1993) (**cf. Fig. 4**).

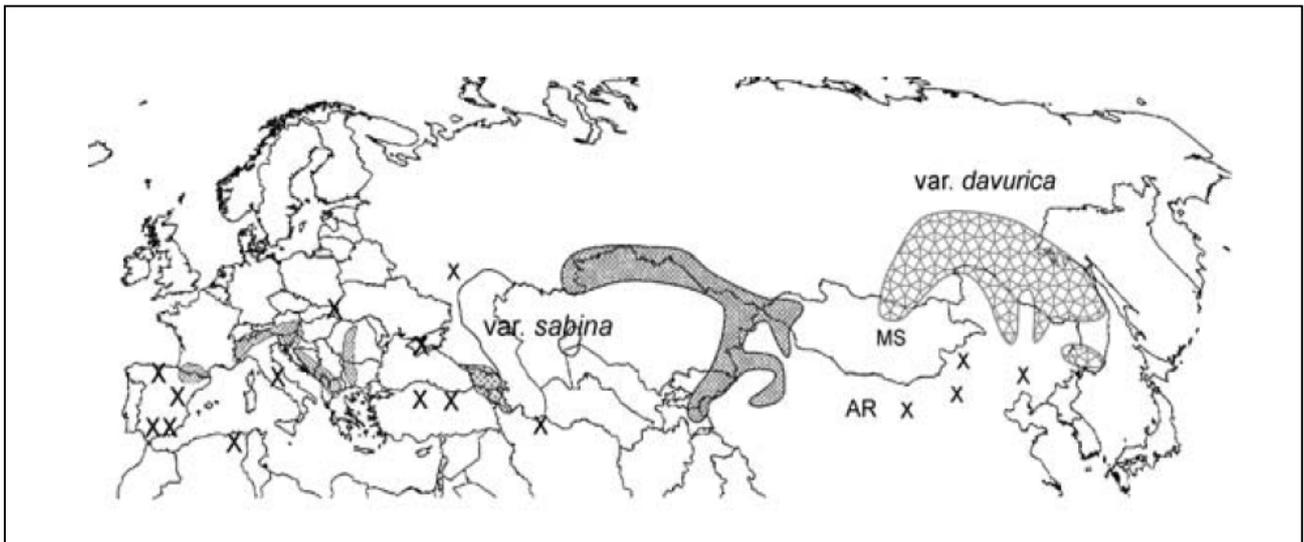


Fig. 4: Distribution de *J. sabina*: **X** : Populations marginales ;
AR : *J. sabina* subsp. *arenaria* ; **MS** : *J. sabina* des dunes de Mongolie (Adams et al., 2006).

Constitue un élément résiduel extrêmement localisé en Afrique du Nord où il est uniquement présent dans très rare localité (Quézel et Barbéro, 1989) sur les lapiaz très arrosés du Djurdjura (moins de cent individus). Il mérite d'être au moins signalé pour sa valeur historique et biogéographique (Quézel et Gast, 2011). Les trois stations de *J. sabina* qui sont décrites par Toumi A. (2011), elles se retrouvent au niveau d'Aswel, Issig-Issig et Azrou Ougougam (Mediouni et al., 1994 ; Toumi, 2011) (cf. **Fig. 5**).

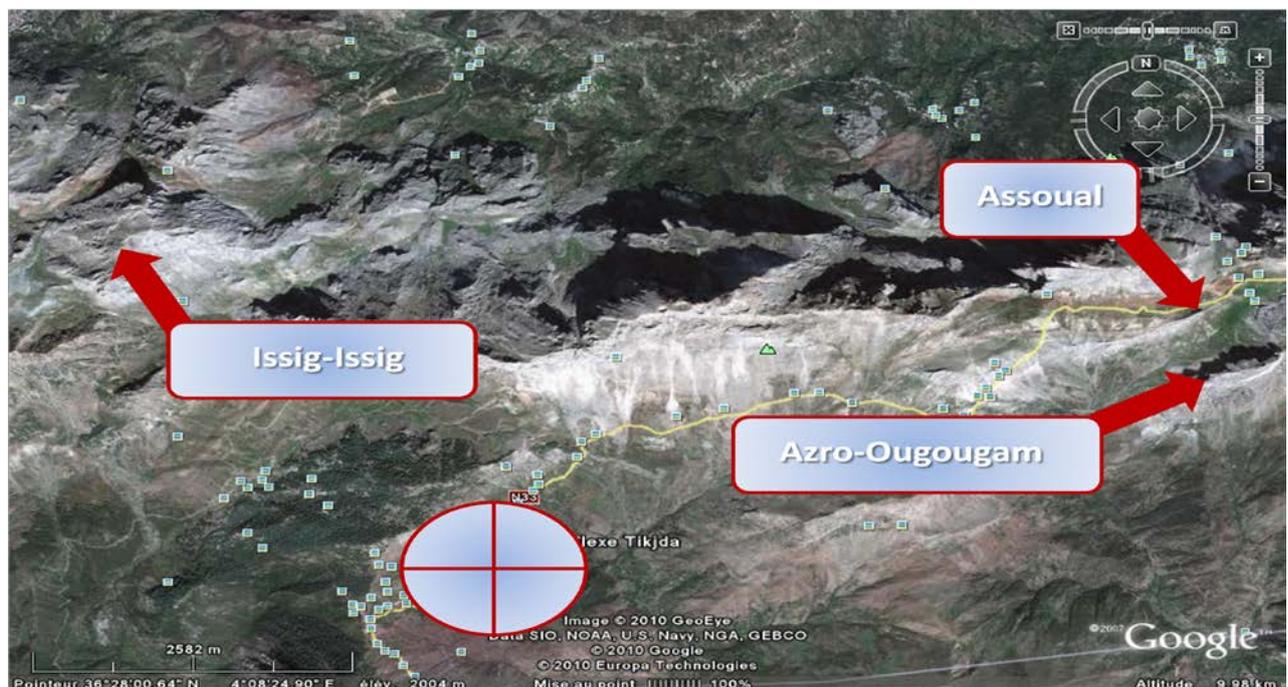


Fig.5 : Localisation sur photo Google Earth des 3 stations de *J. sabina* L. au niveau du Djurdjura

3. Conclusion :

Les deux genévriers à savoir *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* et *Juniperus sabina* sont des espèces rampantes de hautes altitudes en Algérie.

Ces espèces sont très rares en Afrique du nord et elles sont très localisées en Algérie. En ce qui concerne *J. communis* subsp. *hemisphaerica*, il se trouve au niveau du Djurdjura, les Aurès et les Babors dans un bioclimat humide froid à perhumide froid.

Tandis que *J. sabina* se trouve uniquement dans le grand massif du Djurdjura avec le même étage bioclimatique que *J. communis*, cette espèce se localise dans les trois localités qui sont Aswel, Issig-Issig et Azro Ougougam.

Le rôle que joue le genévrier commun dans la dynamique de la Cédraie, tout en favorisant la régénération du *Cedrus atlantica* par la facilitation de la germination et la protection des plantules, rend cette espèce (*J. communis*) très précieuse dans l'installation des formations végétales très complexes. Il faut noter que ce rôle facilitateur n'a pas été observé au niveau des Aurès.

J. sabina ne semble pas qu'elle a ce rôle facilitateur dans toutes les stations que nous avons étudiées. Avec ses trois stations, nous trouvons que la station d'Azrou Ougougam qui est la mieux préservée suite à son emplacement dans un endroit très escarpé et très dangereux à explorer. Par contre, les deux stations Aswel et Issig-Issig présentent des accès plus au moins faciles par rapport à la première station. Il faut signaler aussi qu'au niveau de la station Issig-Issig, nous avons même trouvé les traces de passage des bovins au milieu de cette station, ce qui indique qu'elle est très fréquentée.

L'étude structurale que nous avons menée sur les deux espèces *J. communis* et *J. sabina*, où nous avons mesuré la longueur, la largeur et la hauteur des sujets, est la première de son genre pour caractériser ces espèces.

En plus de la première étude, nous avons sillonné le Djurdjura de l'extrême Est (Col de Chellata) à l'extrême Ouest (Haïzer) et du Nord au Sud, afin de cerner l'aire de répartition de ses deux espèces et d'établir une carte de localisation de *J. communis* dans le Djurdjura, chose qui n'a jamais été faite auparavant d'où l'originalité de cette étude.

II. Matériels et méthodes :**1. Description de la région d'étude :**

Cette étude concerne le Djurdjura qui se compose de trois grands massifs qui sont Haïzer du côté Ouest, l'Akouker au centre, et Lala Khedidja vers l'Est. Les facteurs physiques des stations comme l'altitude, l'orientation et la pente, permettent une meilleure compréhension biologique et écologique des espèces (Lebreton et *al.*, 2013). Ce massif s'étend sur environ 50 km de long sur 10 km de large.

Concernant le genévrier commun, les stations se présentent différemment : Tirourda et Tizi Tumlilt sous forme des peleuses avec quelques pieds de cèdre, Restaurant d'altitude comme manteau forestier et Haïzer sous forme d'une pelouse dégagée.

Pour le genévrier sabine, les deux stations Aswel et Issig-Issig, sont dégagées et elles se trouvent toutes les deux dans des stations rocheuses.

1.1. Géologie et Pédologie :

La place occupée par le Djurdjura dans la littérature alpine et géologique de l'Algérie est due beaucoup plus à ses parois calcaires. Cette chaîne s'allonge sur au moins 50 km depuis le village Kabyle de Halouane et Tizi Djaboub à l'Ouest jusqu'aux abords du Col de Chellata à l'Est. Elle représente la couverture sédimentaire, fortement plissée et fracturée, du massif métamorphique de Grande Kabylie (Flandrin, 1952).

D'après la carte de ce dernier, nos stations d'études de *J. communis* se présentent différemment. Nous trouvons que au niveau du bloc oriental, la station de Tirourda appartient à la formation de Lias inférieur (calcaires massifs parfois dolomités) traversé par une autre formation de l'Infralias indifférencié (cargneules, dolomies pulvérulentes et dolomies litées). Concernant le bloc occidental qui comporte les trois autres stations, nous trouvons que les deux stations Restaurant d'Altitude et Haïzer appartiennent à la formation de Lias inférieur et la station de Tizi Tumlilt appartient à la formation d'Oligocène (Conglomérats).

Pour *J. sabina*, la station d'Issig-Issig appartient à la formation d'Infralias et la station d'Aswel appartient à la formation d'Oligocène (Grès, marnes sableuses, microbrèches et calcaire).

2. Stations d'étude de *J. communis*:

Pour l'étude structurale de *J. communis*, nous avons procédé à l'échantillonnage de quatre stations: trois au niveau du Djurdjura occidental plus précisément dans la région de Tala Guilef (Station Restaurant d'Altitude, Tizi Tumlilt et Haïzer à l'extrême Ouest de l'aire de distribution

de l'espèce) et une quatrième station au niveau du Djurdjura oriental, plus précisément près du col de Tirourda (cf. **Tab.1**).

Pour l'appréciation des limites de distribution de cette espèce au Djurdjura, nous avons visité d'avantage de stations en différents lieux y compris la partie Ouest, Est et Centrale du massif.

Tab. 1 : Descripteurs des stations de *J. communis* échantillonnées.

Partie du Djurdjura	Stations	Codes	Coord. GPS	Altitude (m)	Versant	Etat du Couvert
orientale	Tirourda	TRD.	36°28'27"N 04°20'35"E	1745	N	Dégagé
occidentale	Restaurant d'altitude	R.ALT.	36°28'23"N 04°01'23"E	1715	N	Couvert
	Tizi Tumlilt	T.TML.	36°28'21"N 04°01'43"E	1845	N	Dégagé
	Haïzer	HZR.	36°27'33"N 04°01'02"E	2080	N	Dégagé

2.1. Station Tirourda (TRD) :

C'est une station dégagée qui se trouve sur le versant Nord du Djurdjura à l'extrême Est des limites du PND, nommée Azrou Amellal, en exposition NE, c'est une station incendiée auparavant.

Parmi les espèces végétales rencontrées nous citons: *Amelanchier ovalis* subsp. *ovalis*, *Ampelodesma mauretanicum*, *Artemisia absinthium*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, *Berberis hispanica*, *Bupleurum spinosum*, *Cedrus atlantica*, *Cotoneaster granatensis*, *Crataegus laciniata*, *Daphne gnidium*, *Daphne laureola*.



Fig. 6: Photos de la station Tirourda.

2.2. Station Restaurant d'Altitude (Tala Guilef) :

C'est une station du versant Nord du Djurdjura. Elle se trouve dans le manteau forestier, en exposition NW en amont du Restaurant d'Altitude. Le couvert du Cèdre diminue la quantité de lumière qui le traverse, chose qui a causé, peut être, l'exclusion de *J. communis* à la périphérie de la Cédraie et atténuant la strate basse.

Comme le cas de la station de Tirourda, cette station renferme presque les mêmes espèces, parmi lesquelles, *Amelanchier ovalis* subsp. *ovalis*, *Ampelodesma mauretanicum*, *Artemisia absinthium*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, *Berberis hispanica*, *Cedrus atlantica*, *Cotoneaster granatensis*, *Crataegus laciniata*, *Daphne laureola*.



Fig. 7: Photos de la station Restaurant d'Altitude.

2.3. Station Haïzer (Tala Guilef) :

C'est une station dégagée, elle se trouve sur le versant Nord, à l'extrême Ouest du Djurdjura, vers les 2080 m d'altitude avec une exposition NE. On y accède en passant par Ifri L'Khaloua et près du lieu dit Taq N'Nvi.

Cette station renferme les espèces suivantes : *Artemisia absinthium*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, *Berberis hispanica*, *Bupleurum spinosum*.



Fig. 8: Photos de la station Haïzer.

2.4. Station Tizi Tumlilt (Tala Guilef) :

C'est une station dégagée, qui se trouve sur le versant Nord du Djurdjura à 1845 m d'altitude avec deux micro-expositions NE et NW.

Nous avons trouvé les espèces suivantes : *Amelanchier ovalis* subsp. *ovalis*, *Artemisia absinthium*, *Astragalus armatus* subsp. *numidicus*, *Berberis hispanica*, *Bupleurum spinosum*, *Cedrus atlantica*, *Daphne laureola*.



Fig. 9: Photos de la station Tizi Tumlilt.

3. Stations d'étude de *J. sabina* :

Pour *J. sabina*, deux stations ont fait l'objet de l'étude structurale, il s'agit de la station d'Aswel et la station d'Issig-Issig (Tizi Guessig ou le Pic Pressoir selon Flandrin, 1952) (cf. **Tab. 2**).

Tab. 2 : Descripteurs des stations de *J. sabina* échantillonnées.

Partie du Djurdjura	Stations	Codes	Coord. GPS	Altitude (m)	Versant	Etat du Couvert
Orientale	Assoual	Aswel	36°28'05"N 04°11'07"E	1780	N	Dégagé
Occidentale	Issig-Issig	ISG	36°28'36"N 04°05'59"E	2000	N	Dégagé

3.1. Station d'Aswel :

La station d'Aswel se trouve sur le rocher. Elle présente une pente de 60% avec un substrat calcaire. Sur une superficie d'environ 0,2025 ha (Toumi, 2011), nous avons trouvé 28 sujets, tous rampants avec 27 pieds sur le rocher et 1 seul pied isolé sur le replat en aval parmi les sujets de *J. communis* et quelques pieds de cèdres plantés. Le pied le plus haut se trouve à 1784 m d'altitude et le plus bas est à 1775 m : soit 9 m de dénivelée. Nous avons constaté une

forte présence des baies sur tous les sujets en Juin 2009, par contre pour l'année 2013, la production grainière était faible (cf. Fig. 10).

Parmi les espèces trouvées dans cette station figure : *J. sabina*, *Berberis hispanica*, *Prunus prostrata*, *Avena macrostachys*, *Amelanchier ovalis*.

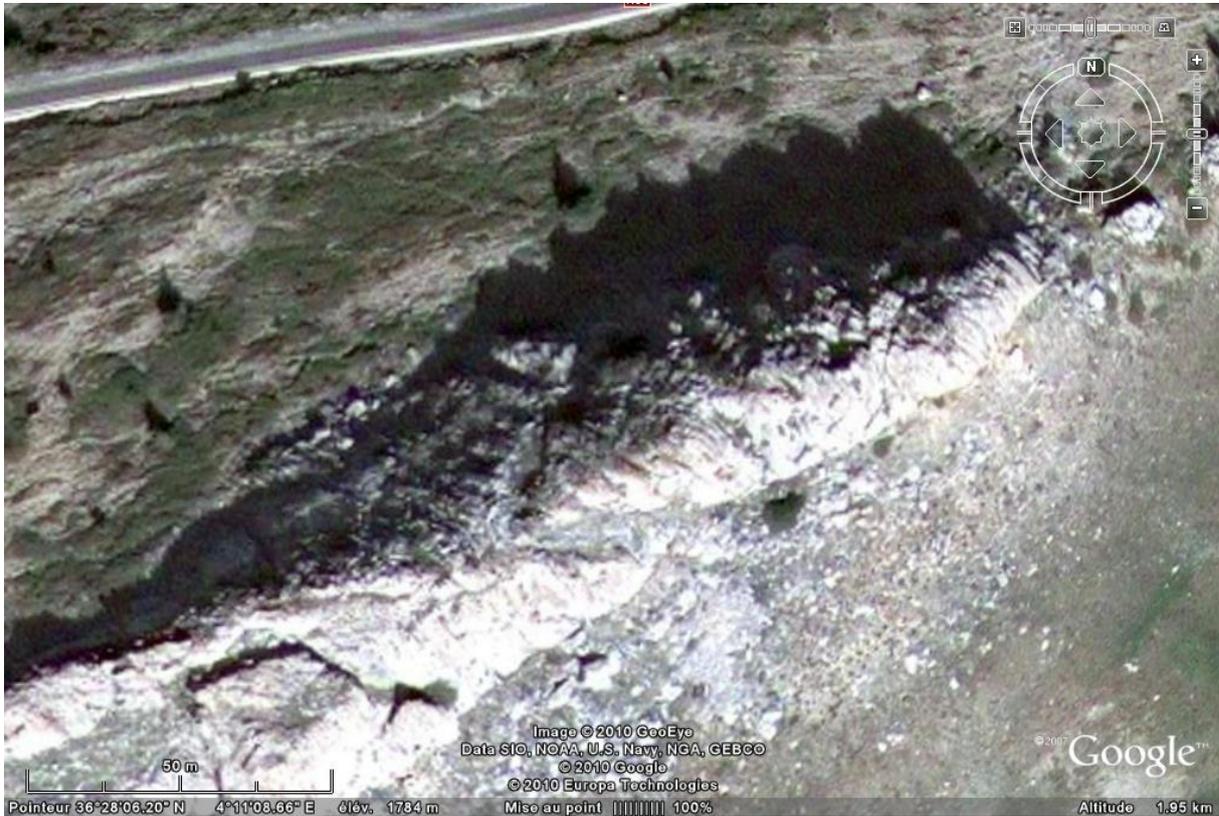


Fig. 10 : Photo Google Earth de la station de *J. sabina* d'Aswel.

3.2. Station d'Issig-Issig :

Avec un accès très difficile, la station d'Issig-Issig est une station rocheuse. Elle présente une pente douce avec un substrat calcaire. Sur une superficie d'environ 0,4885 ha. Nous avons mesuré 71 sujets. Le pied le plus haut se trouve à 2009 m d'altitude et le pied le plus bas est à environ 1977 m sur une dénivelée de 102,45 m. Nous n'avons pas remarqué la présence de baies lors de nos passages en 2010 mais lors du passage en aout 2014 nous en avons observé (cf. Fig. 11, 12).

D'après Mediouni et al. (1994), les espèces trouvées dans cette station sont les suivantes : *J. sabina*, *Berberis hispanica*, *Prunus prostrata*, *Acer monspessulanum*, *Lonicera kabylica*, *Avena macrostachys*, *Dactylis glomerata*, *Gallium molugo*, *Festuca desertii*, *Arrhenatherum elatius*, *Alyssum linifolium*, *Thymus algeriensis*, *Festuca algeriensis*, *Erysimum bocconeii*, *Petroselinum crispum*, *Draba hispanica*, *Amelanchier ovalis*, *Dianthus caryophyllus*, *Senecio perralderianus*, *Smyrniium perfoliatum*, *Trisetaria flavescens*.

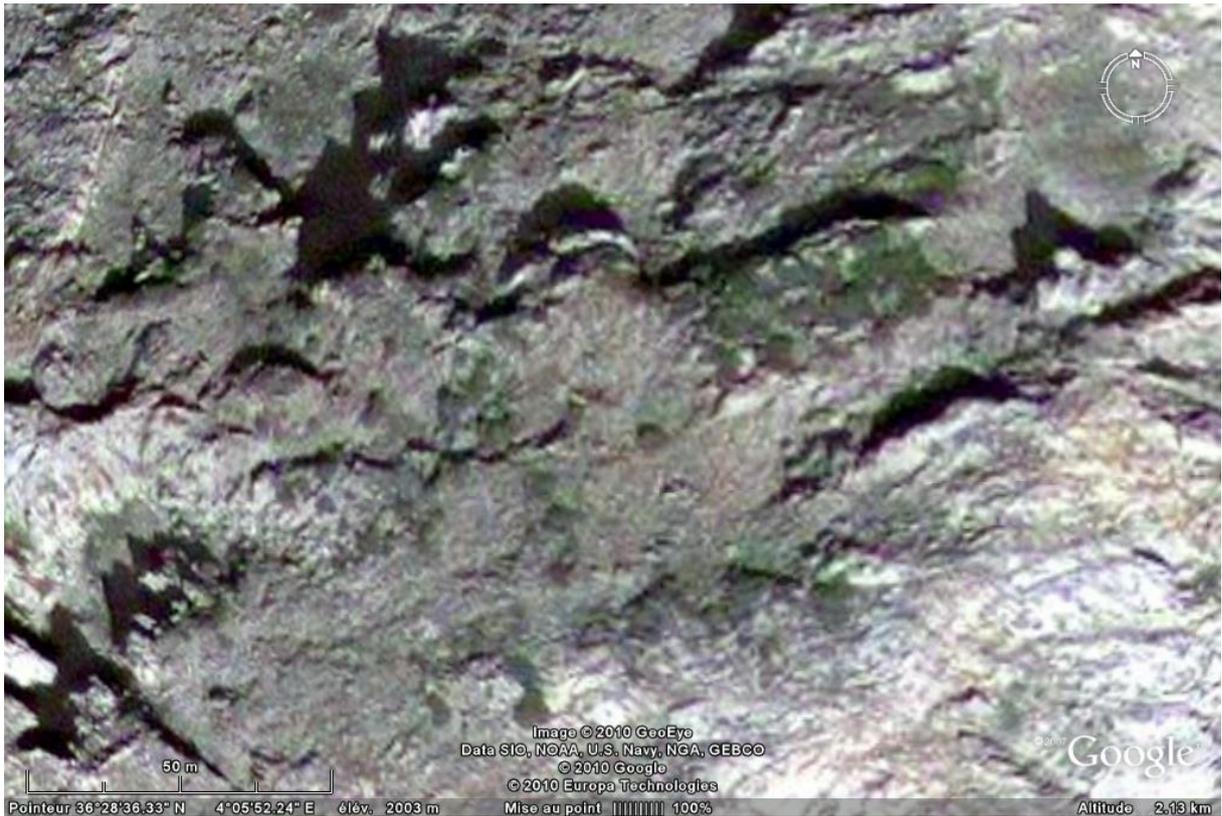


Fig. 11 : Photo Google Earth de la station de la sabine d'Issig-Issig.



Fig. 12 : Photo des sujets de *J. sabina* de la station Issig-Issig.

4. Dimensions des 02 espèces:

Les données morphologiques sont très importantes pour comprendre le cycle de vie, la distribution géographique et écologique, l'évolution, le statut de conservation, et la délimitation des espèces (Kaplan, 2001). Concernant les arbustes rampants comme le cas de *J. communis* et *J. sabina*, il n'y a pas beaucoup de travaux sur cette approche. McGowan et *al.*, (2001) ont pris en

considération la longueur, largeur et hauteur de *J. nana* et Zeidler M. et al., (2009) ont multiplié ces trois paramètres pour avoir les tailles globale des individus.

Notre étude structurale concerne 134 sujets de *J. communis*. Sur chacun d'eux, nous avons mesuré la longueur, la largeur et la hauteur puis nous avons déduit la taille par le produit de ces trois mesures.

99 sujets de *J. sabina* répartis entre les deux stations Aswel et Issig-Issig ont été échantillonnés et mesurés de la même façon.

Pour les deux paramètres longueur et largeur, la méthode consiste à mesurer, à l'aide d'un décimètre, la plus grande longueur et la plus grande largeur, à condition qu'elles soient perpendiculaires l'une par rapport à l'autre. La hauteur est prise perpendiculairement par rapport au niveau du sol (cf. Fig. 13).



Fig. 13: Schéma montrant la méthode utilisée pour mesurer la longueur (Rouge) et la largeur (Jaune).

Pour illustrer les résultats de ces mesures, nous avons opté pour trois classes de dimension pour toutes les stations, tout individu confondu (cf. Tab. 3).

Tableau.3 : Les différentes classes des mesures retenues.

	Longueur	Largeur	Hauteur
Classes	[0, 2[m	[0, 2[m	[0, 20[cm
	[2, 4[m	[2, 4[m	[20, 40[cm
	> 4 m	> 4 m	> 40 cm

Les données sont traitées avec le Logiciel R. En premier lieu, nous avons vérifié la normalité des données avec le test de Shapiro et nous avons trouvé que les données ne sont pas normales. Dans ce cas, nous avons utilisé le test non paramétrique de Kruskal-Wallis.

Pour les paramètres quantitatifs nous avons vérifié les différentes corrélations avec le test de corrélation non paramétrique de Spearman.

5. Sexe des individus :

Le sexe des individus a été déterminé par la présence d'organes de reproduction mâles (chatons) ou femelles (galbules). Mais en l'absence de ces organes nous avons considéré le sexe comme indéterminé.

6. Fertilité de *J. communis* et potentiel de régénération:

Pour se faire une idée de la fertilité de cette espèce, nous avons échantillonné un total de 200 galbules saines sur 20 sujets, à raison de 10 galbules par sujet. Sur chaque 10 galbules, nous avons mesuré le poids total, le poids total des téguments et le poids total des graines de 10 galbules réunies.

Sur chaque galbule nous avons mesuré la longueur, la largeur et nous avons compté le nombre de graines qu'elle renferme.

7. Cartographie de l'aire de répartition des 2 espèces :

Nous avons effectué plusieurs sorties sur terrain afin de prendre les coordonnées GPS pour voir la répartition du *J. communis* au niveau du Djurdjura. A cet effet, nous avons pris 187 points GPS pour entourer les endroits qui renferment cette espèce. Ces points concernent essentiellement les endroits suivants :

- Dans la région de Tala Guilef (Ouest du Djurdjura) : Restaurant d'altitude, Tizi Tumlilt, 1^{er} plateau de Haïzer, Pic Fischer, Tachgagalt, Haizer, dent du lion, station Télé-Ski, Inguel Aqarjouj, Inzathen, Azrou Djamaa, Lac Goulmim, Barres Rocheuses, Ahnay Bouwaman, Tizi Tvawalt, Ighzer Guiche, Tavawalt Bouada.
- Dans la région de Tikjda : Tigounatine, Tizi Alouane, Isettifene, Chalet du CAF.
- Dans la région des Aït Ouâbane : Aswel.
- Tirourda : Col de Tirourda, et l'extrême Est près d'Azrou N'Thor.

Pour *J. sabina*, les trois stations où il se trouve (Aswel, Azrou Ougougam et Issig-Issig), ont été délimitées sur le plan cartographique (Toumi, 2011).

Ce travail de cartographie a été réalisé avec le logiciel (SIG) MapInfo Professional 8.0 en utilisant d'une part, une carte altimétrique et d'autre part, une image satellitaire Google Map pour plus de précision sur terrain.

Dans un premier temps, nous avons enregistré tous les points dans des fichiers Excel puis nous les avons importés et enregistrés dans le MapInfo 8.0 pour créer des tables de données. Après avoir caller les deux images raster, nous avons procédé au semis des points sur carte et à la digitalisation.

7.1. Calage :

Après avoir convertir les coordonnées GPS, qui sont en Degrés Minutes Secondes, en degrés décimaux, nous avons procédé au calage à l'aide du logiciel SIG MapInfo 8.0.

Pour cela on ouvre une table et on passe à la commande Caler (Register), et en utilisant la projection Universel Transverse Mercator (WGS 84), zone 31, hémisphère Nord et l'unité de mesure (Degrés), puis, on introduit nos données dans la boîte de dialogue affichée et on cale l'image raster tout en tenant compte de l'erreur pixel (elle doit être la plus basse proche ou égale à 0).

7.2. Digitalisation :

Une fois l'image est calée, on procède à la digitalisation qui se fait manuellement à l'aide de la souris et les outils de dessin et d'écriture qui se trouvent dans la barre des tâches du logiciel MapInfo 8.0. Cette étape, nous permis de réaliser les différentes cartes pour les différentes stations des *J. sabina* et *J. communis*.

7.3. Mise en page :

Après la digitalisation, on procède à la mise en page et la finalisation de la carte élaborée. Une fois la carte est finie, on l'exporte sous format d'image vers un emplacement de notre choix.

8. Autres aspects :

En plus des mesures structurales, nous avons relevé les menaces sur les deux genévriers et leur état phytosanitaire. Comme nous avons noté la présence de la facilitation de *Juniperus communis* pour les autres espèces végétales de la cédraie.

III. Résultats :

1. Etude structurale de *J. communis* :

1.1. Nombre d'individus par station :

Le nombre d'individus recensés dans 01 ha est de 63 à Tirourda (Djurdjura oriental) ; de 32 à Tizi Tumlilt ; de 28 à Haïzer et de 11 au niveau de la station du Restaurant d'Altitude.

1.2. Sexe des individus par station:

A Tirourda, sur les 63 sujets répertoriés, 34 sont des femelles et 29 sont de sexe indéterminé. Ce qui fait une proportion de 54% de femelles au minimum (**Fig.14 I.A**). Au niveau de la station Restaurant d'Altitude, parmi les 11 individus recensés il ya 36% de femelles (**Fig.14 II.A**).

Au niveau de la station Haïzer, parmi les 28 sujets recensés 61% sont des femelles (**Fig.14 III.A**). A Tizi Tumlilt, parmi les 32 sujets recensés 53% sont de femelles (**Fig.14 IV.A**).

Pour ce qui est des individus dont le genre n'a pas été identifié, ils ont des tailles suffisantes pour une reproduction sexuée sauf 03 de Tirourda, supposés végétatifs vu que leurs dimensions ne dépassent pas 1,18 m de longueur, 0,73 m de largeur et 0,27 m de hauteur.

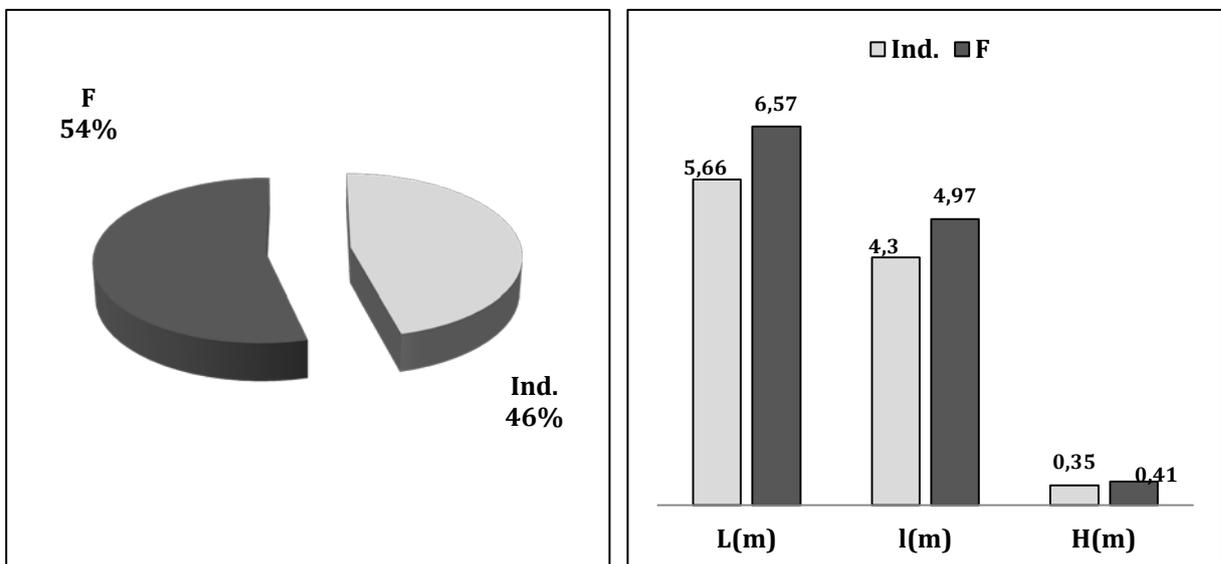


Fig. 14: Proportion des femelles et dimensions des individus de *J. communis* par station (I : Tirourda).

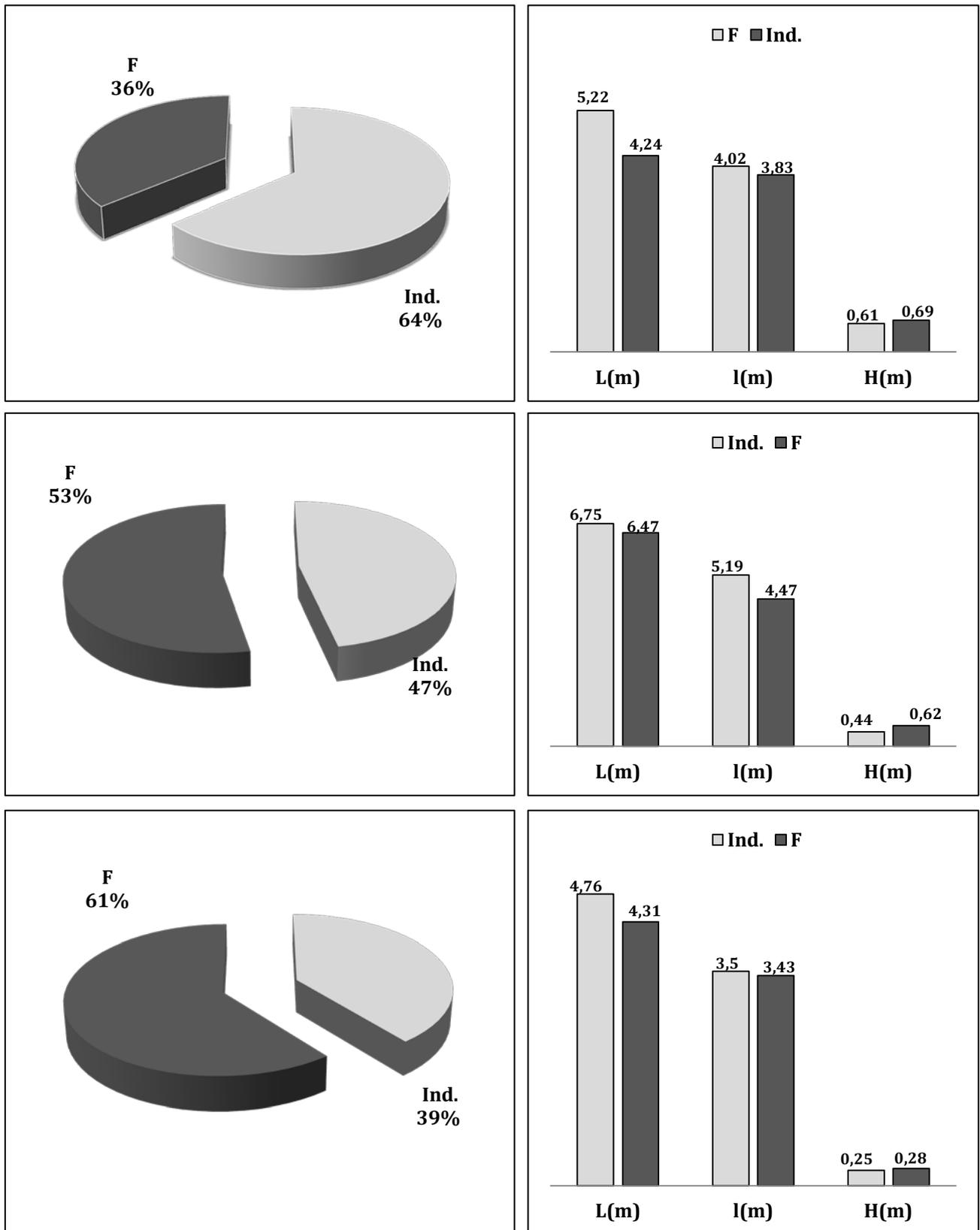


Fig. 14 (Suite): Proportion des femelles et dimensions des individus de *J. communis* par station (II : Restaurant d'Altitude ; III : Tizi Tumlilt ; IV : Haizer).

1.3. Dimensions :

1.3.1. Longueurs :

A l'échelle des 4 stations, les 3 classes de longueurs des sujets sont présentes mais y sont représentées par des effectifs variables. La classe de 0 à 2 m de long n'est représentée que par un seul individu dans les stations « restaurant d'altitude » et « Tizi Tumlilt » et par 4 à 5 sujets dans les deux autres (Fig. 15).

La classe de longueur >4 m est dominante au niveau de Tirourda et Tizi Tumlilt, tandis qu'au niveau de Haïzer elle est représentée par un nombre d'individus comparable avec la classe de 2 à 4 m (Fig. 15).

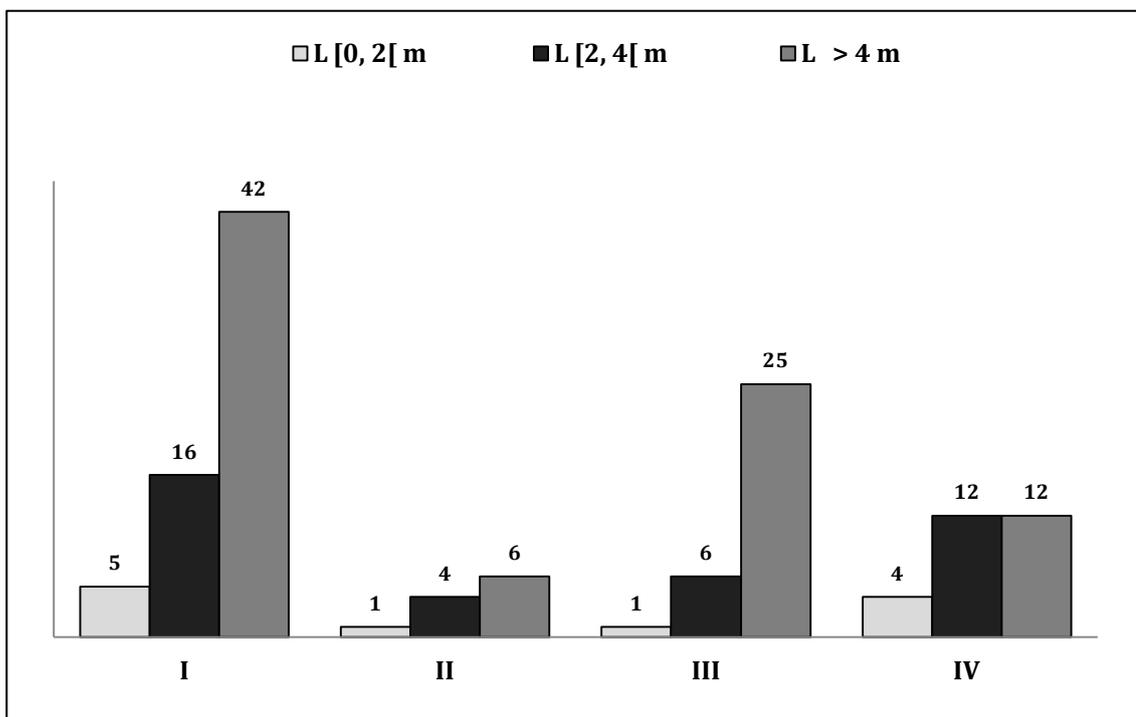


Fig. 15: Distribution des individus par classes de longueurs dans les 4 stations (I: Tirourda; II: Restaurant d'Altitude; III: Tizi Tumlilt; VI: Haïzer).

La moyenne générale de la longueur des sujets à l'échelle des 4 stations est de $5,83 \pm 3,69$ m avec un intervalle par station de 4,60 à 6,60 m (cf. Tab. 4 et Fig.16). La différence inter-station pour ce paramètre est statiquement significative selon le test non paramétrique de Kruskal & Wallis (cf. Annexe 1).

Tab. 4 : Paramètres statistiques sur la longueur des individus par station.

Longueurs (m)	Valeurs absolues		Moy	Ecar-type
	Min	Max		
Stations				
Tirourda	0,59	23,15	6,15	± 4,46
Restaurant d'Altitude	1,46	8,18	4,60	± 2,33
Tizi Tumlilt	1,82	13	6,60	± 2,95
Haïzer	1,36	10,81	4,70	± 2,53
Tout l'échantillon			5,83	± 3,69

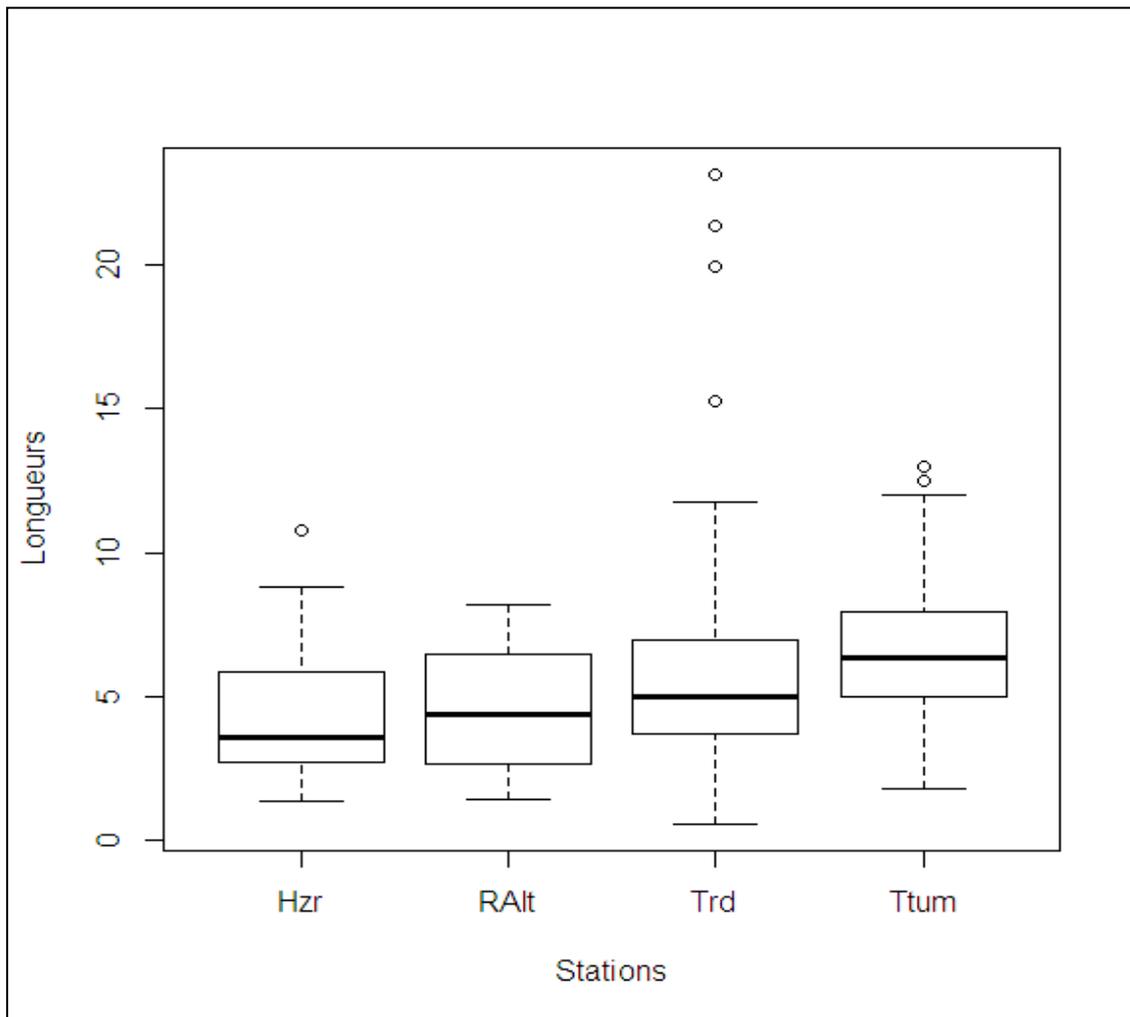


Fig.16 : Boite à moustache de distribution des longueurs par station.
(Hzr : Haïzer ; RAlt : restaurant d'Altitude ; Trd : Tirourda ;Ttum : Tizi Tumlilt).

1.3.2. Largeurs :

Les trois classes de largeurs des sujets sont représentées dans les 4 stations avec des effectifs variables. A Tirourda et Tizi Tumlilt, la classe de largeur >4 m domine (**Fig. 17**). A Haïzer c'est la classe de 2 à 4 m qui est légèrement mieux représentée.

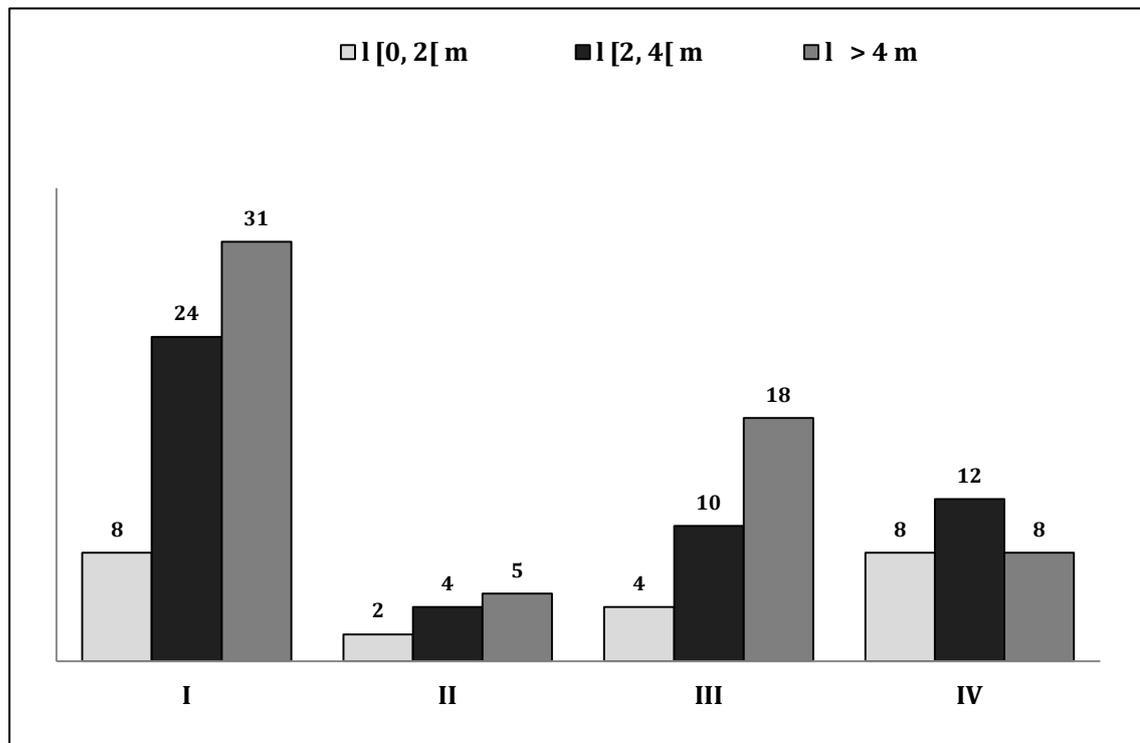


Fig. 17 : Distribution des individus par classes de largeurs dans les 4 stations (**I**: Tirourda; **II**: Restaurant d'Altitude; **III**: Tizi Tumlilt; **IV**: Haïzer).

La moyenne générale de la largeur est de $4,34 \pm 2,81$ m avec un intervalle par station de 3,24 à 4,80 m. Cet écart n'est pas statistiquement significatif (**Tab. 5**).

La figure 12 montre une homogénéité au niveau des largeurs des individus dans les différentes stations étudiées.

Tab. 5 : Paramètres statistiques sur la largeur des individus par station.

Largeurs (m)	Valeurs absolues		Moy	Ecar-type
	Min	Max		
Stations				
Tirourda	0,38	16,03	4,66	± 3,31
Restaurant d'Altitude	1,13	6,27	3,90	± 1,90
Tizi Tumlilt	1,5	11	4,80	± 2,48
Haizer	1,06	8,76	3,24	± 1,92
Tout l'échantillon			4,34	± 2,81

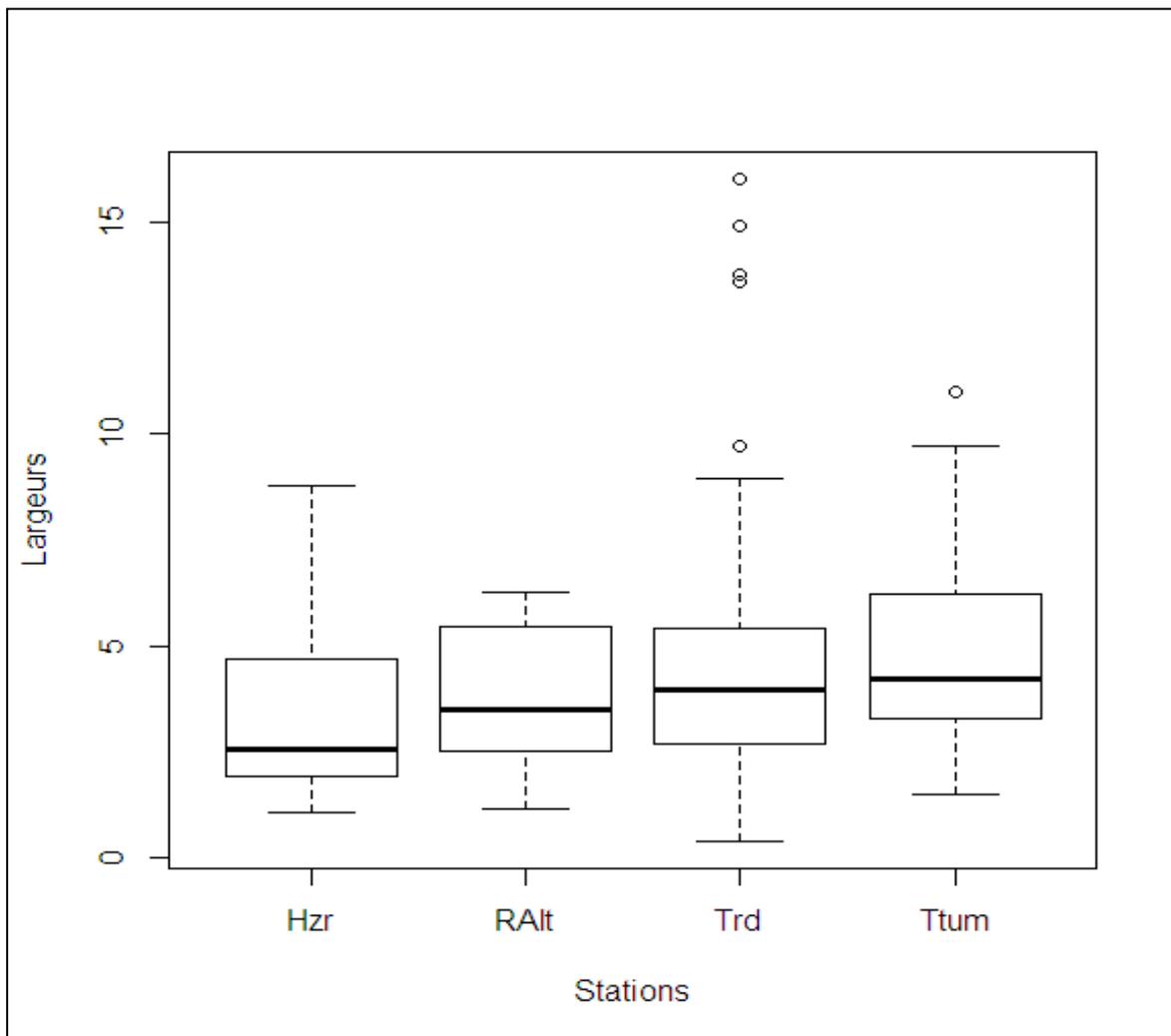


Fig.18 : Boite à moustache de distribution des largeurs par station.
 (HZR : Haizer ; RAlt : restaurant d'Altitude ; Trd : Tirourda ; Ttum : Tizi Tumlilt).

1.3.3. Hauteurs :

Les trois classes de hauteurs des sujets ne sont pas représentées dans les 4 stations. La classe 0 à 20 cm est absente au Restaurant d'Altitude et Tizi Tumlilt. A Tirourda et Haïzer, la classe de hauteur 20 à 40 cm domine. A Tizi Tumlilt, c'est la classe de >40 cm qui est mieux représentée (Fig. 19).

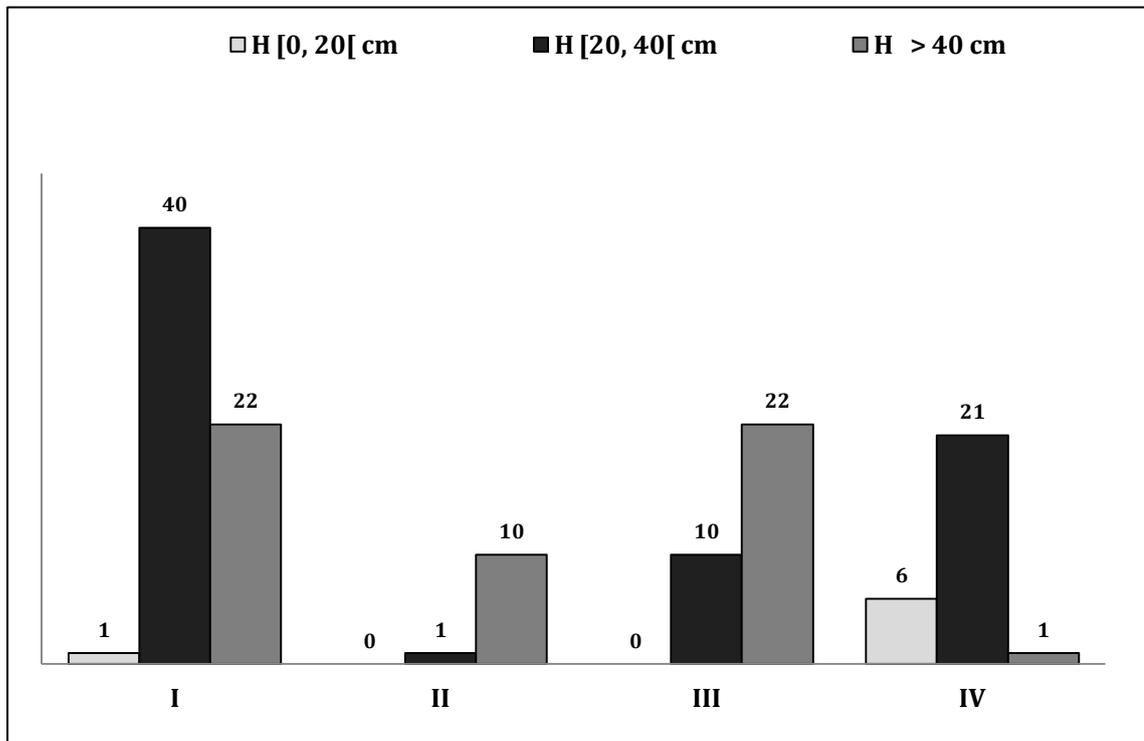


Fig. 19 : Distribution des individus par classes de hauteurs dans les 04 stations (I: Tirourda; II: Restaurant d'Altitude; III: Tizi Tumlilt; VI: Haïzer).

La moyenne générale de la largeur est de $0,42 \pm 0,19$ m avec un intervalle par station de 0,27 à 0,66 m. Cet écart est statistiquement significatif (Tab. 6). Parmi les 4 stations, c'est au niveau du restaurant d'altitude (sous le manteau forestier) que nous avons enregistré une hauteur légèrement supérieure aux autres stations. Parmi les stations du bloc occidental se dessine un léger gradient altitudinal de hauteur des sujets avec un écart de l'ordre du double entre la station restaurant d'altitude située à 1648 m et le plateau de Haïzer situé à 2080 m (Fig.20). La différence inter-station pour ce paramètre est statistiquement significative selon le test non paramétrique de Kruskal & Wallis (cf. Annexe 1).

Tab. 6 : Paramètres statistiques sur la hauteur des individus par station.

Hauteurs (cm)	Valeurs absolues		Moy	Ecar-type
	Min	Max		
Stations				
Tirourda	0,14	0,79	0,39	± 0,14
Restaurant d'Altitude	0,39	0,89	0,66	± 0,15
Tizi Tumlilt	0,23	1,20	0,53	± 0,23
Haïzer	0,15	0,40	0,27	± 0,07
Tout l'échantillon			0,42	± 0,19

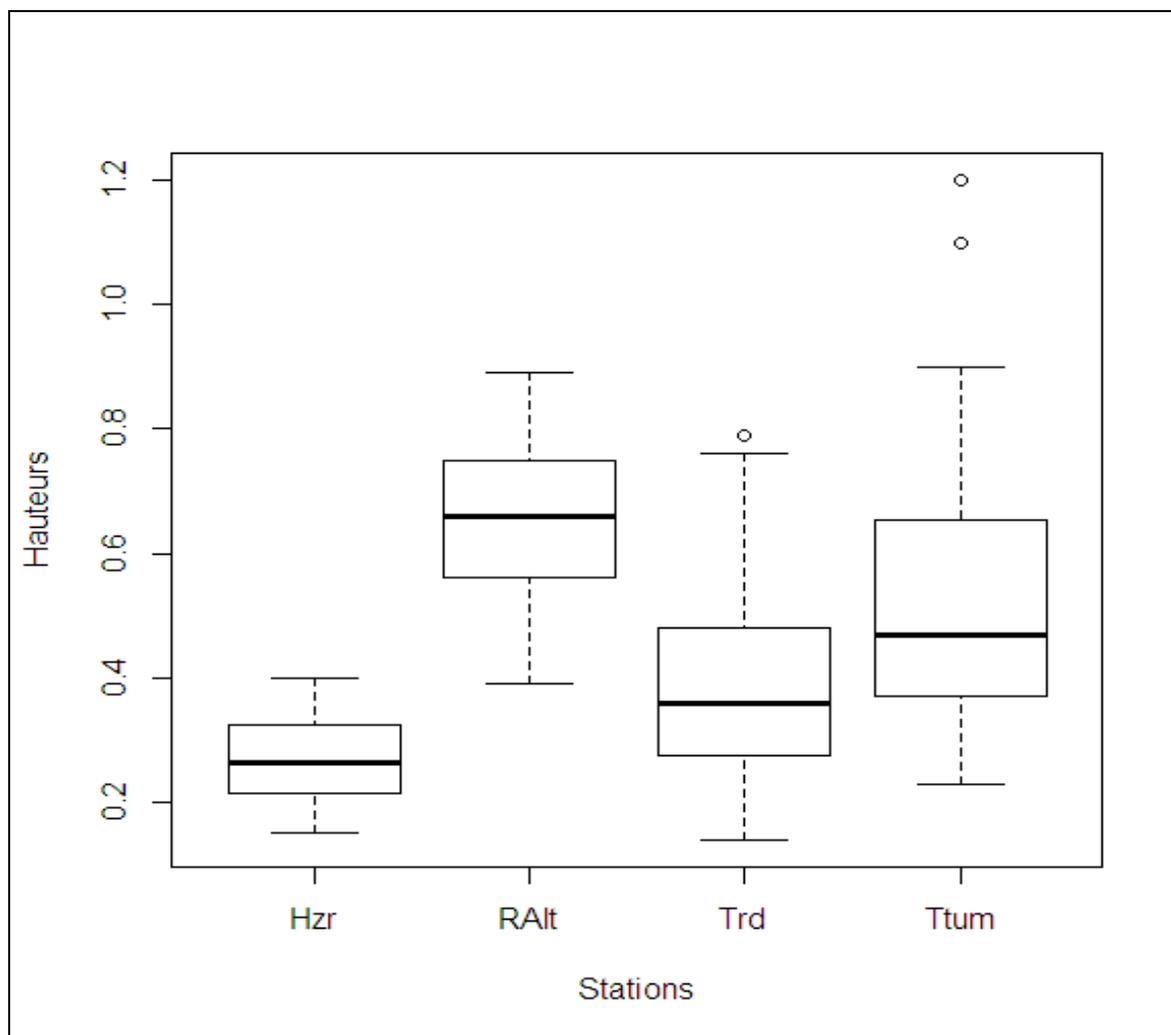


Fig.20 : Boite à moustache de distribution des hauteurs par station.
 (HZR : Haïzer ; RAlt : restaurant d'Altitude ; Trd : Tirourda ; Ttum : Tizi Tumlilt).

1.3.4. Corrélations entre les dimensions:

D’après le coefficient de corrélation de Spearman, la longueur des sujets est fortement corrélée à leur largeur et dans une moindre mesure à leur hauteur. La taille qui est le produit de ces 3 variables dimensionnelles est plus corrélée à la longueur et la largeur qu’à la hauteur avec des coefficients de 0,93, 0,92 pour les premières dimensions et 0,68 pour la hauteur des sujets. (Tab. 7).

Tab. 7 : Matrice de corrélation entre les dimensions des sujets (N=134)

	L	l	H	T
L	1			
l	0,87 ***	1		
H	0,47 ***	0,45***	1	
T	0,93 ***	0,92***	0,68***	1

*** Significatif à 1⁰/₀₀ (Selon le test de corrélation de Spearman)

2. Etude structurale de *J. sabina* :

2.1. Nombre d’individus par station :

Le nombre total d’individus mesuré dans les stations concernées est de 99. Cet échantillon correspond à 28 sujets de la station d’Aswel et qui représentent la totalité des individus existants et à 71 de la station d’Issig-Issig qui ne représentent qu’une partie de l’effectif total du fait qu’elle n’est pas totalement échantillonnée.

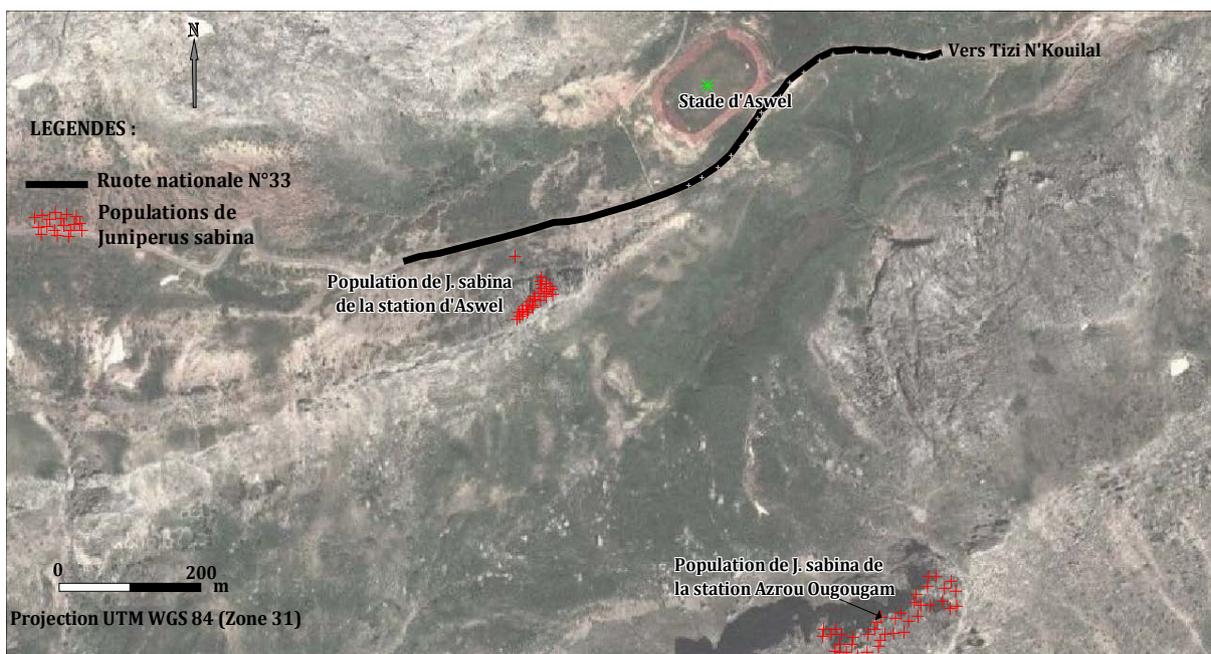


Fig. 21 : Cartes de localisation des sujets de *J. sabina* de la station Aswel et Azrou Ougougam



Fig. 22 : Cartes de localisation de quelques sujets de *J. sabina* de la station Issig-Issig

2.2. Sexe des individus:

A Aswel, sur les 28 sujets répertoriés, 22 sont des femelles et 06 sont de sexe indéterminé. Ce qui fait une proportion de 79% de femelles au minimum (Fig. 23 I.A). Au niveau de la station Issig-Issig, parmi les 71 individus mesurés sur le plan structural, il ya 76% de femelles (Fig. 23 II.A).

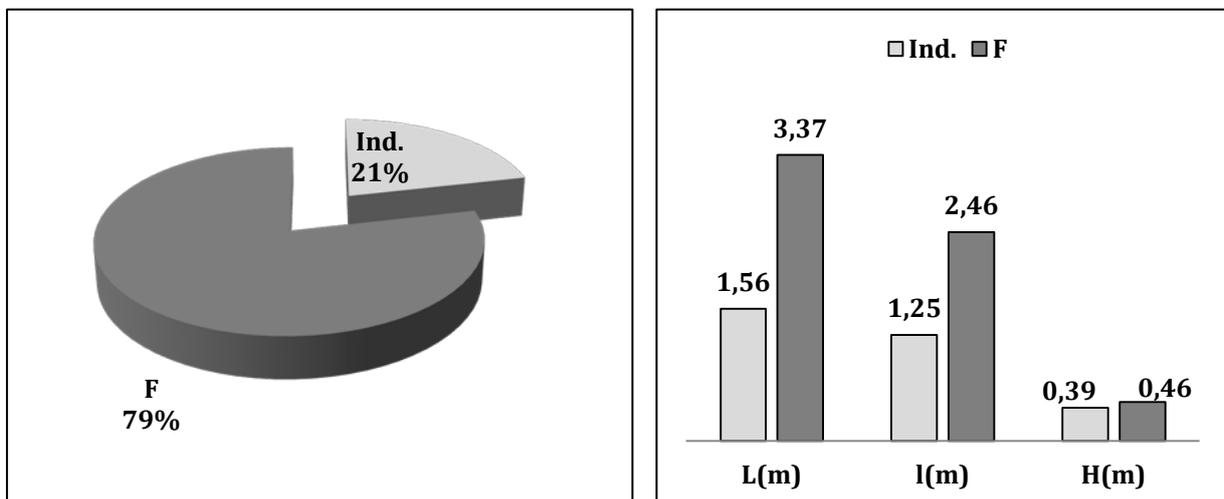


Fig. 23 : Proportion des femelles et dimensions des individus de *J. sabina* de la station Aswel.

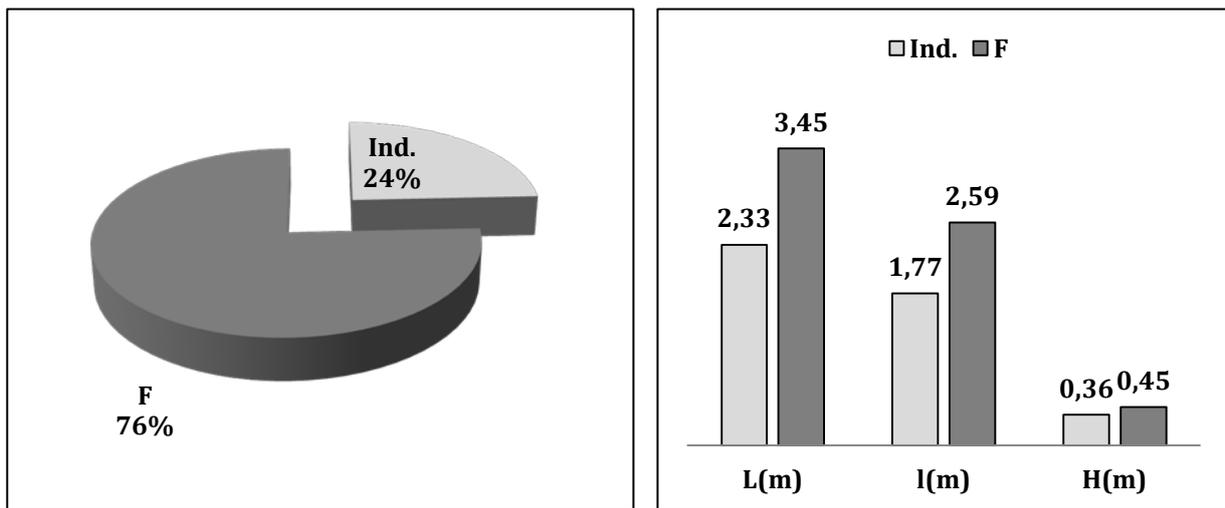


Fig. 24: Proportion des femelles et dimensions des individus de *J. sabina* de la station Issig-Issig

2.3. Dimensions :

2.3.1. Longueurs :

A l'échelle des 2 stations, les 3 classes de longueurs des sujets sont présentes mais y sont représentées par des effectifs variables. La classe de 2 à 4 m de long est mieux représentée à Issig-Issig avec 30 sujets contrairement à la station d'Aswel où elle correspond à la classe la moins représentée. (Fig. 24).

Les 2 autres classes de longueur de 0 à 2 m et >4 m sont représentées par un nombre d'individus comparable dans chaque station (Fig. 24).

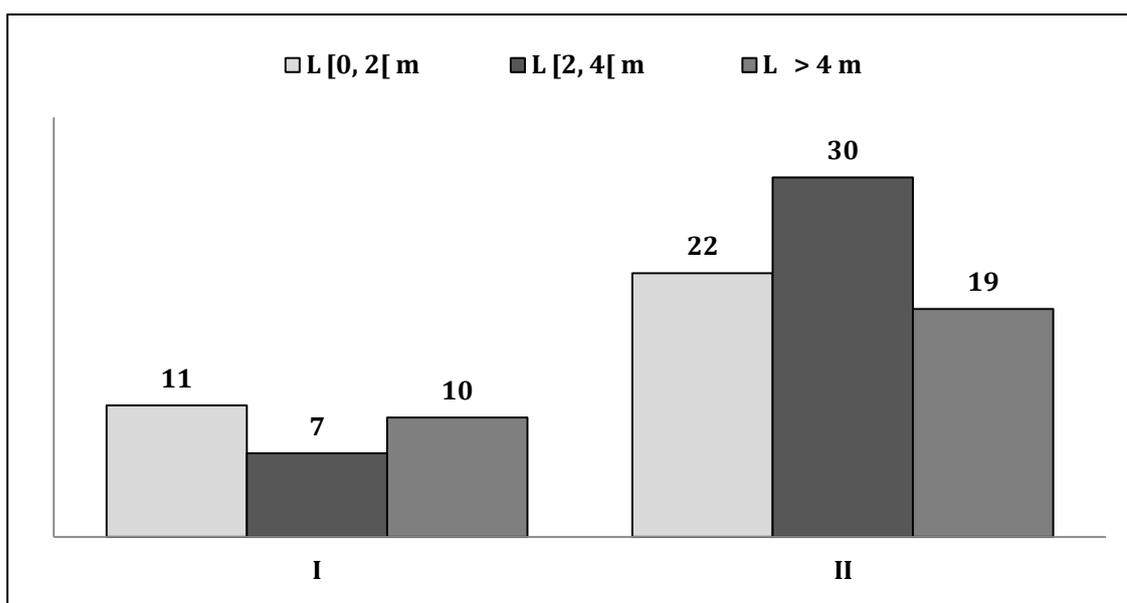


Fig. 25 : Distribution des individus par classes de longueurs dans les 02 stations (I: Aswel; II: Issig-Issig).

La moyenne générale de la longueur des sujets à l'échelle des 2 stations est de $3,11 \pm 1,81$ m avec un intervalle par station de 2,98 à 3,16 m (cf. **Tab. 8** et **Fig. 25**).

Tab. 8 : Paramètres statistiques sur la longueur des individus par station chez *J. sabina*

Longueurs (m)	Valeurs absolues		Moy	Ecar-type
	Min	Max		
Stations				
Aswel	0,54	4,42	2,98	$\pm 1,68$
Issg-Issig	1,02	8,53	3,16	$\pm 1,86$
Tout l'échantillon			3,11	$\pm 1,81$

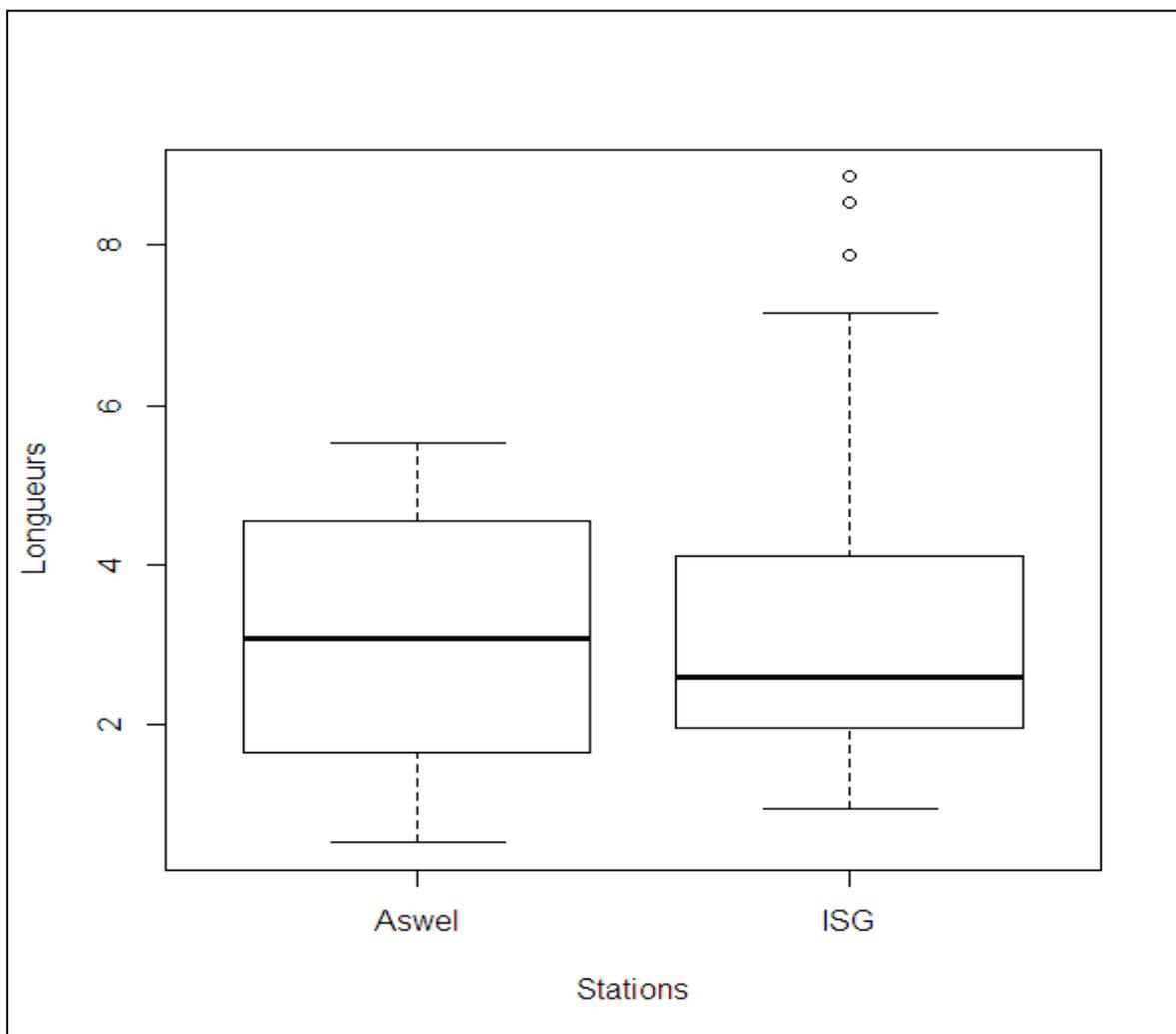


Fig.26 : Boite à moustache de distribution des longueurs par station. (Aswel ; ISG : Issig-Issig).

2.3.2. Largeurs :

Les trois classes de largeurs des sujets sont représentées dans les 2 stations. L'allure de la distribution des individus par classes de largeur est similaire à l'échelle des 2 stations. A Aswel comme à Issig-Issig, la classe de largeur de 0 à 2 m est la plus représentée (Fig. 26), et celle de largeur >4 m la moins représentée.

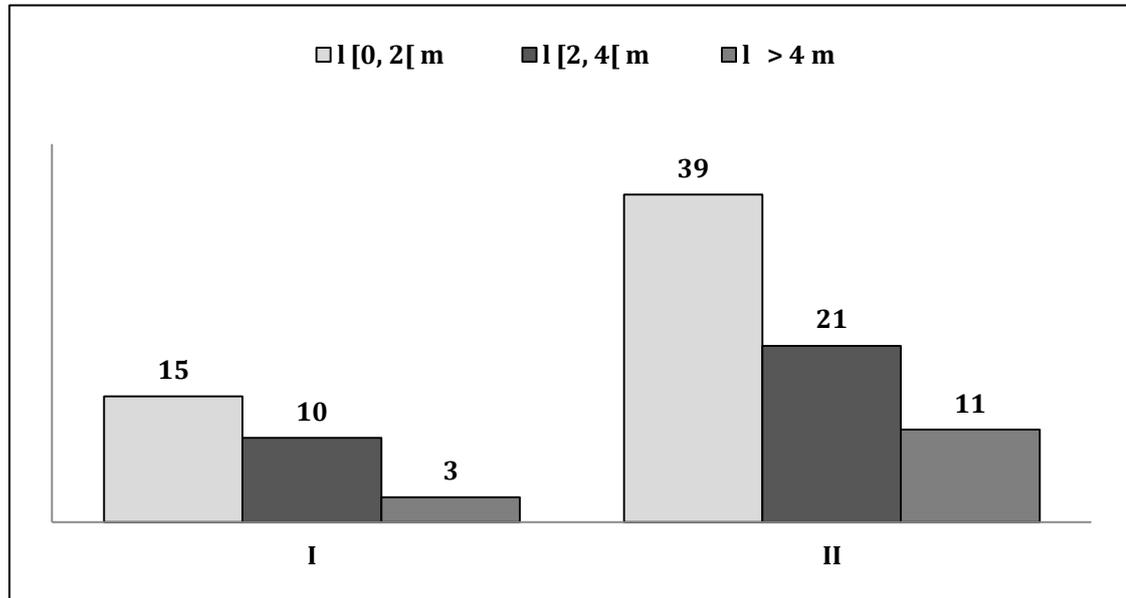


Fig. 27: Distribution des individus par classes de largeurs dans les 02 stations (I: Aswel; II: Issig-Issig).

La moyenne générale de la largeur est de $2,33 \pm 1,44$ m avec un intervalle par station de 2,20 à 2,38 m. Les 02 stations sont homogènes pour ce paramètre (cf. Tab. 9 et Fig. 27).

Tab. 9 : Paramètres statistiques sur la largeur des individus par station.

Largeurs (m)	Valeurs absolues		Moy.	Ecar-type
	Min	Max		
Stations				
Aswel	0,52	3,12	2,20	$\pm 1,24$
Issg-Issig	0,86	6,81	2,38	$\pm 1,52$
Tout l'échantillon			2,33	$\pm 1,44$

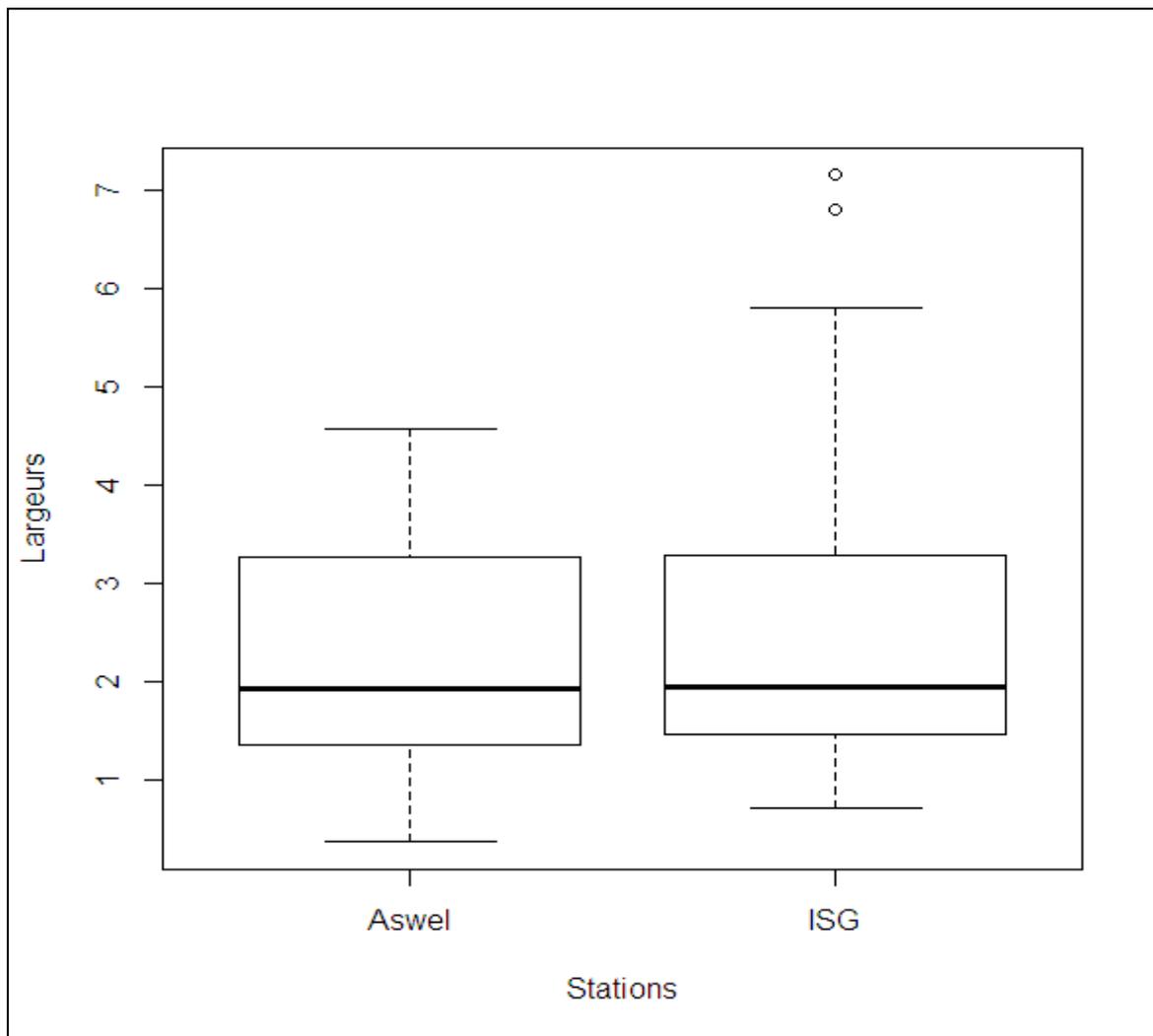


Fig.28 : Boite à moustache de distribution des largeurs par station.
(Aswel ; ISG : Issig-Issig).

2.3.3. Hauteurs :

Les trois classes de hauteurs des sujets ne sont pas toutes représentées dans l'une des 2 stations. La classe 0 à 20 cm est absente au niveau d'Aswel et ne comporte que 4 sujets à Issig-Issig. Les 2 classes de 20 à 40 cm et >40 cm dominent à Issig-Issig et y sont représentées par un nombre d'individus similaire (**Fig. 28**).

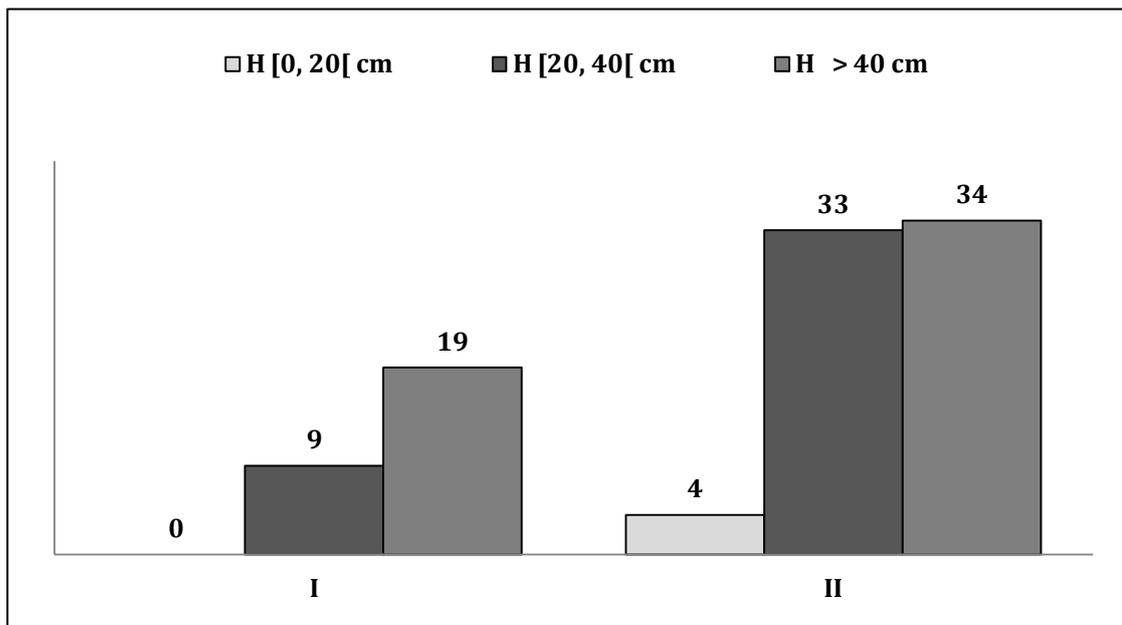


Fig. 29 : Distribution des individus par classes de hauteurs dans les 02 stations (I: Aswel; II: Issig-Issig).

La moyenne générale de la hauteur à l'échelle des deux stations est de $0,43 \pm 0,16$ m (cf. **Tab. 10**), avec un écart de 0,02 m entre elles en faveur de la station Aswel (cf. **Tab. 10** et **Fig. 29**) Il faut noter que les deux stations étudiées (Aswel et Issig-Issig) ne présentent pas de différences significatives vis-à-vis des paramètres étudiés (longueur, largeur et hauteur) (Annexe 2).

Tab. 10 : Paramètres statistiques sur la hauteur des individus par station.

Hauteurs (cm)	Valeurs absolues		Moy.	Ecar-type
	Min	Max		
Stations				
Aswel	0,21	0,66	0,44	$\pm 0,12$
Issig-Issig	0,13	0,90	0,42	$\pm 0,18$
Tout l'échantillon			0,43	$\pm 0,16$

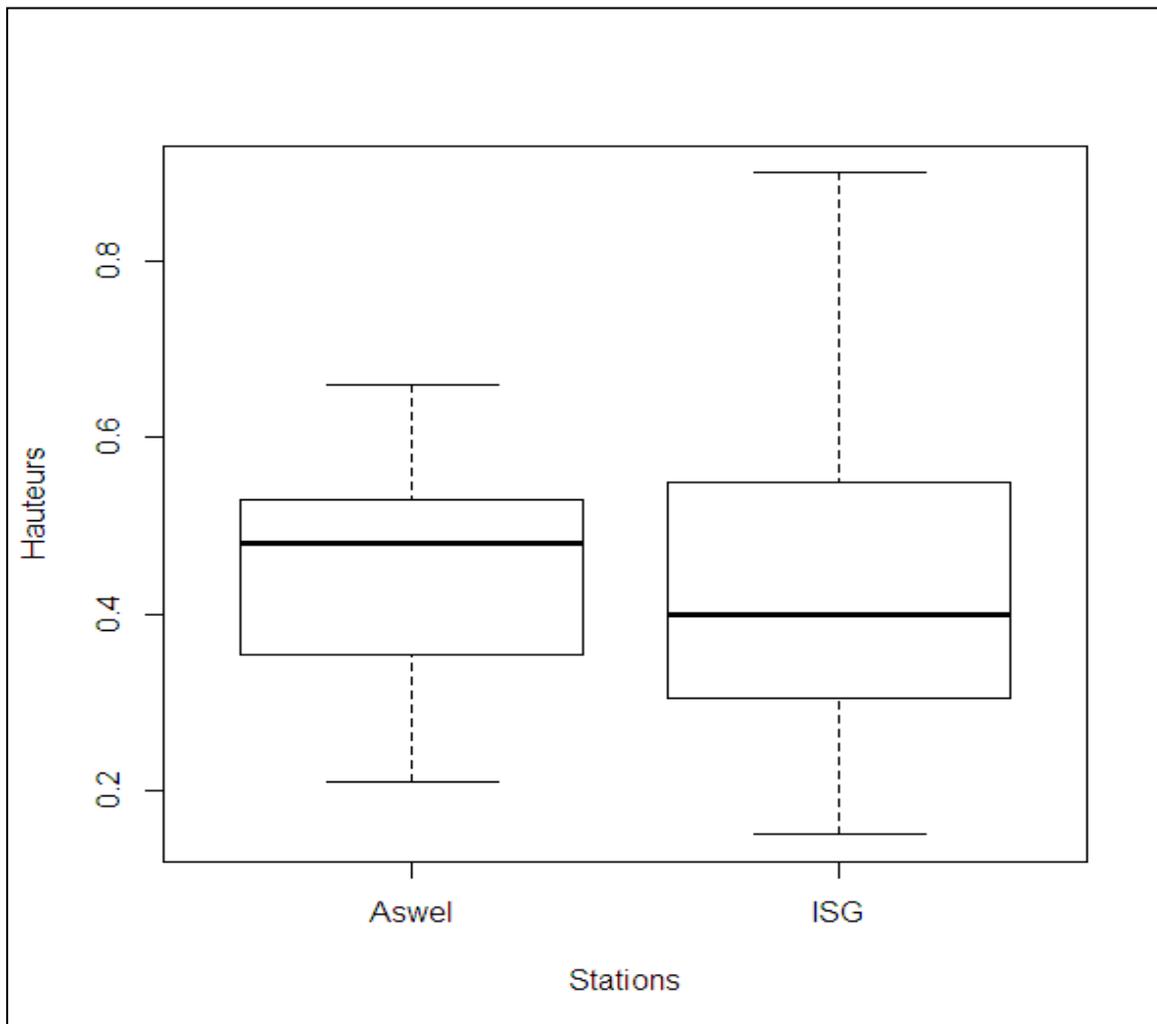


Fig.30 : Boite à moustache de distribution des hauteurs par station.
(Aswel ; ISG : Issig-Issig).

2.3.4. Corrélations entre les dimensions:

D’après le coefficient de corrélation de Spearman, la longueur des sujets est fortement corrélée à leur largeur et dans une moindre mesure à leur hauteur. La taille qui est le produit de ces 3 variables dimensionnelles est plus corrélée à la longueur et la largeur qu’à la hauteur avec des coefficients de 0,93, 0,95 pour les premières dimensions et 0,72 pour la hauteur des sujets. (Tab. 11).

Tab. 11: Matrice de corrélation entre les dimensions des sujets (N=99)

	L	l	H	T
L	1			
l	0,88 ***	1		
H	0,53***	0,57***	1	
T	0,93***	0,95***	0,72***	1

*** Significatif à 1⁰/₀₀ (selon le test de corrélation de Spearman)

3. Potentiel de régénération de *J. communis*:

Chez *J. communis*, nous avons observé les 2 modes de régénération : par voie végétative et sexuée. Le mode de régénération végétatif concerne les ramifications qui drageonnent au contact du sol. Ce qui peut aboutir à un chevauchement entre les individus (**Fig. 30 A**). Le mode de régénération sexuée est indiqué par la présence de jeunes semis (**Fig. 30 B**).



Fig. 31 : Illustration des 2 modes de régénération de *J. communis* dans la station Tirourda.
(A : végétative ; B : sexuée).

L'étude de 200 galbules de 20 individus récoltés à travers les 4 stations, montre qu'en moyenne, elles présentent une longueur de 7,4 mm et une largeur de 6,36 mm et renferment 2,19 graines par galbule avec un minimum de 1 à et un maximum de 3 graines par galbule. Ce qui indique l'absence de galbule dépourvue de graines dans cet échantillon.

Le poids total moyen des graines est d'environ 0,40 g avec 0,35 g à Tirourda et 0,42 g à Tizi Tumlilt et Haïzer, alors que le poids total moyen des téguments est d'environ 0,60 g avec 0,65 g pour la 1^{ère} station et 0,58 g pour les 2 autres. D'après ces résultats, la partie charnue représente environ 60 % de la baie ce que lui permet d'assurer la dispersion de la graine par l'intermédiaire des animaux afin de pouvoir conquérir plus d'espace.

4. Menaces:

Les observations sur terrain, indiquent que le genévrier commun est exposé à plusieurs menaces parmi lesquelles : **a**) la pression anthropique au niveau de la station de Tirourda qui est localisée en bordure de la RN15 qui relie Bouira et Tizi Ouzou (**Fig. 31 a, b**); **b**) la surfréquentation touristique niveau du site Azro N'Thor qui est un lieu de pèlerinage ; **c**) le feu à l'échelle stationnelle (cas de Tirourda d'après les agents du PND) ou individuelle (traces de feu à l'intérieur de quelques tapis à Azro N'Thor) ; **d**) le pâturage ayant causé le dessouchement partiel de quelques tapis au niveau de Tala Guilef (**Fig. 31 c**).

En plus de ces menaces, nous avons noté aussi des signes d'attaque d'insectes (cochenilles) sur baies comme sur feuillage (**Fig. 31 d, e**) et un brunissement des aiguilles sur quelques sujets (**Fig. 31 e, f, g, h**).



Fig. 32 : Illustration des différentes menaces sur *J. communis*.



Fig. 32 (suite) : Illustration des différentes menaces sur *J. communis*.

5. Rôle de *Juniperus communis* dans la dynamique de la cédraie:

Bien que non quantifié sur le plan floristique, le rôle facilitateur de *Juniperus communis* a été noté aussi bien dans la partie orientale (**Fig. 32 A, B**) qu'occidentale (**Fig. 32 C, D**) de son aire de distribution au Djurdjura.

Nous avons en effet, remarqué qu'il abrite et protège plusieurs espèces. A Tirourda comme à Tala Guilef, il facilite la régénération du cèdre (**Fig. 32 A**), de l'Erable (**Fig. 32 B, D**) et il abrite d'autres espèces comme l'Absinthe (**Fig. 32 C**) et *Daphne laureola* (**Fig. 32 D**).



Fig. 33 : Illustration de quelques espèces abritées par *J. communis* (Tirourda).



Fig. 33 (Suite): Illustration de quelques espèces abritées par *J. communis* (B: Tirourda ; C: Haïzer ; D : Aslad).

A Tirourda, cet effet facilitateur est illustré par la figure 33 montrant en amont (sur la crête), des semenciers de cèdre, et en aval, des sujets plus jeunes issus de la régénération naturelle de cette espèce et protégés à l'intérieur de touffes de *Juniperus communis*.



Fig. 34 : Illustration de l'effet facilitateur de la dynamique de la cédraie à Tirourda.

6. Cartographie des 2 espèces *J. communis* et *J. sabina* :

L'exploration de *Juniperus communis* au Djurdjura nous renseigne qu'il s'étend au-delà des limites actuelles du Parc National du Djurdjura dans sa partie Est du massif qui englobe Azro N'Thor. Cette dernière partie qui est réservée pour faire une ZEST (Zone d'extension touristique) n'est pas protégée actuellement, mérite d'être conservée.

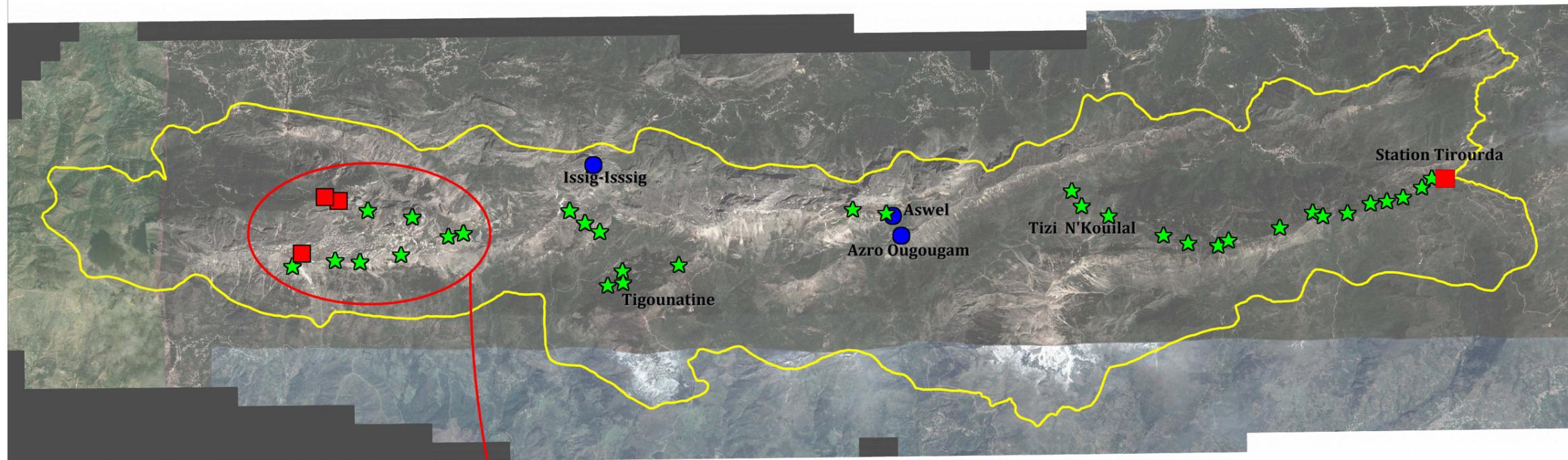
Concernant la carte, les étoiles correspondent aux endroits prospectés où nous avons vérifié réellement l'existence du *J. communis*, cette espèce s'étend d'Est en Ouest sur 37,70 Km à vol d'oiseau et sur une largeur, du Nord au Sud, de 2,38 Km (cas de Haïzer). Au niveau du versant nord du Djurdjura et dans la partie Ouest, elle varie de 1640 à 2100 m d'altitude (Carte 1 et 2). Ce bloc Ouest a été totalement prospecté et cartographié (Carte 2).

Les carrés rouges correspondent aux stations d'étude de *J. communis* avec trois stations (Restaurant d' Altitude, Tizi Tumlilt et Haïzer) du côté Ouest et Tirourda du côté Est.

Les cercles bleus représentent les stations de *J. sabina* avec ses trois localités (Aswel, Azro Ougougam et Issig-Issig) que nous avons déjà cartographiées en 2011. Cette espèce s'étend d'Est en Ouest sur un rayon d'environ 7 Km.

Voir la carte de localisation de ces deux espèces dans le grand massif du Djurdjura.

Carte 1: Localisation des 2 espèces au niveau du massif du Djurdjura



★ Azro N'Thor ★

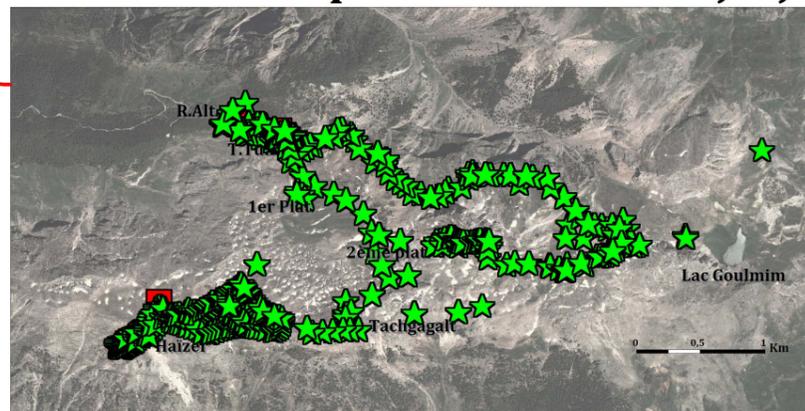
Légendes:

- *Juniperus sabina*
- ★ *Juniperus communis*
- Station d'études de *J. communis*
- Limites du Parc National du Djurdjura



Projection UTM (WGS 84) : Zone 31.

Carte 2: Détail de la partie Ouest du Dujrdjura



IV. Discussion :

Sur le plan dimension, le genévrier commun a une forme prostrée au Djurdjura. Ses dimensions moyennes sont de l'ordre de 5,78 m en longueur, 4,38 m en largeur et 0,42 m en hauteur. Le rapport longueur sur largeur (L/l) est en moyenne de 1,38 ce qui indique une forme légèrement ellipsoïdale. Pour *J. sabina* les dimensions moyennes sont de l'ordre de 3,22 m pour la longueur, 2,42 m en largeur et 0,44 m en hauteur avec un ratio (L/l) de 1,39 indiquant aussi une forme légèrement ellipsoïdale.

J. communis peut attendre jusqu'à 2 dizaines de mètres de longueur mais ne dépasse pas 1,5 m de hauteur et il n'est pas facile de voir sa tige principale. Ailleurs en Europe, il a un port érigé avec dominance apicale. En Espagne, Garcia et *al.* (2000) a rapporté des dimensions de plus de 5 m de hauteur sur ce taxon. Concernant les stations de *J. sabina*, les individus que nous avons trouvés ne forment dans aucune station un sous-bois. Par contre, il y a lieu de signaler qu'en Europe, cette espèce forme un sous-bois au sein des groupements forestiers. Cette espèce a été observée dans la haute vallée de la Stura di Demonte dans les groupements de la série supérieure du Pin sylvestre et dans la Vallée d'Aosta où ce genévrier joue un rôle physiologique majeur dans les groupements internes des *Pino-Juniperetea* (Barbero, 1979).

Sur le plan de la répartition altitudinale, le *J. sabina* est observé entre 1780 m à Aswel et 2000 à Issig-Issig. *Juniperus communis* apparaît à 1500 m au pied du rocher Azro N'Thor (cédraie orientale) voire à 1472 m à Tigounatine, cédraie de Tikjda (Krouchi, observations personnelles) et à 1640 m au niveau de la station Restaurant d'Altitude (cédraie de Tala Guilef) et atteint les sommets dont celui du plateau de Haïzer culminant à 2080 m. A l'échelle des 03 stations de Tala Guilef comprenant les altitudes 1640, 1845 et 2080 m, se dessine un léger gradient altitudinal de hauteur des sujets. Mais, il ne semble pas y avoir de gradient Est-Ouest entre le bloc occidental représenté par les stations de Tala Guilef et oriental représenté par Tirourda. Les hauteurs peuvent aussi varier selon le degré de fermeture du couvert, du fait que c'est sous le manteau forestier (station Restaurant d'Altitude) que nous avons trouvé les hauteurs les plus élevées.

Zeilder et *al.* (2009) rapportent, sur *J. communis* subsp. *alpina* de la république Tchèque, une taille qui varie entre 0,25 à 5,70 m³, alors que nos résultats indiquent une taille qui varie entre 5,54 et 23,12 m³ pour le genévrier commun et entre 1,61 et 13,89 m³ pour *J. sabina*, ce qui nous permet de dire que les 2 genévriers rampants que nous avons étudiés sont plus grands du point de vue taille.

Une homogénéité interstationnelle des dimensions des aiguilles de *J. communis* a été relevée par Laib et *al.* (2005) et par Fergane et *al.* (2014) et une homogénéité a été observée aussi sur les baies dans le cas de la présente étude.

Pour ce qui est du potentiel de régénération, le genévrier commun adopte deux stratégies : la reproduction végétative et la reproduction sexuée. Les rameaux de cette espèce sont capables de drageonner dès qu'ils touchent le sol. Sur le plan de la reproduction sexuée, selon Shahid et *al.* (2007), les organes de reproduction apparaissent à l'âge de 20 ans au minimum et cet âge peut aller jusqu'à 55 ans. Bien que nous n'ayons pas observé de traces de chatons mâles et/ou de baies sur un certain nombre de sujets dont la taille est pourtant suffisante pour une reproduction sexuée lors de notre échantillonnage cela n'exclut pas que ces individus puissent se reproduire d'autres années, car le genévrier commun produit abondamment de pollen et de graines mais cette production peut varier entre individus une année donnée et d'une année à l'autre (Krouchi, observations personnelles).

Les baies que nous avons récoltées ont un diamètre moyen de 6,36 mm qui légèrement inférieur au diamètre mesuré par Garcia et *al.* (2000) qui est de 6,50 mm. Concernant le contenu en graines, sur 200 baies décortiquées aucune n'était vide. Nous avons en effet, trouvé au minimum 1 et au maximum 3 graines par baie avec une moyenne de 2,19 graines. Ailleurs en Espagne, ce nombre peut arriver rarement à 4 graines (Garcia et *al.*, 2000, 2002), De même selon Shahid et *al.* (2007), les cas où il y a 4 ou 5 graines par baies sont peu fréquents. Le nombre moyen de graines par baie trouvé dans cette présente étude est légèrement supérieur à celui rapporté par Ortiz et *al.* (2002) qui est de 1,22 à 1,44 graines par galbule (G/G) et plus proche de celui rapporté par Shahid et *al.* (2007) qui est de 1,99 G/G. Ce qui suggère que cette espèce au Djurdjura bien que marginale sur le plan géographique maintient une certaine efficacité de la reproduction sexuée.

Nous avons trouvé chez ce taxon quelques jeunes semis et d'avantage de sujets adultes. Ce qui laisse penser qu'il est peut-être plus facile aux sujets déjà établis de se maintenir qu'à des jeunes semis d'échapper au piétinement par le bétail en raison du surpâturage qui sévit dans l'ensemble du massif.

Chez *Juniperus sabina*, d'après les observations faites à Aswel, soit par Krouchi en 2004, 2009, 2012 ou par Toumi 2008, 2009, 2011 et 2014, et à Issig-Issig par Toumi en 2010 et Toumi et Krouchi, 2014, il n'y aurait pas de production de chatons mâles dans les 02 stations et seules les baies y sont observées. Toutefois, Bouadam (2013) a noté la présence de chatons chez cette espèce au niveau de la troisième station (Azro Ougougam).

Au Sud de la Mongolie (Wesche et *al.*, 2004) et en Pologne (Tylkowski, 2010), cette espèce ne montre pas une régénération naturelle par voie sexuée à cause du manque de plantules relevé dans ces endroits. Selon ces auteurs, ce fait est dû au nombre de graines pleines très réduit, à la mort et au développement incomplets des embryons.

Dans ces 2 pays, la survie de cette espèce est assurée grâce à la capacité de ses rameaux de s'enraciner facilement dès qu'ils touchent le sol. Ce constat a été observé également dans le cas de l'étude structurale de *J. sabina* au niveau du Djurdjura. Dans ce mode de reproduction, le pool génétique n'est pas conservé ce qui pourrait accentuer le risque de disparition de cette espèce au niveau du Djurdjura.

Pour ce qui est de leur étendue, la sabine est actuellement cantonnée à l'état résiduel au niveau de 3 stations éparpillées dans un rayon de 500 m au minimum et de 7 km au maximum et occupant une très faible superficie dans chacune d'elles. Elle est aussi représentée par un nombre très faible d'individus (au minimum 28 à Aswel et plus d'une centaine à Issig-Issig).

Le genévrier commun s'étend sur une plus large étendue depuis Azro N'Thor à l'Est, au plateau de Haïzer à l'Ouest. Soit sur une distance de 37,70 km à vol d'oiseau. Il s'étend sur une largeur variable du nord au sud : sur 2,38 km à Haïzer, sur 2,27 Km à Tikjda. Approximativement, il occuperait une superficie de 87,46 Km² au Djurdjura. Aux Aurès (Chélia et Ouled Yacoub), il occupe une superficie de 13,56 Km² dans le premier site et de 15,28 Km² dans le second (Boudehane et *al.*, 2015). Superficie délimitée par ces auteurs au moyen de techniques de géomatique.

Concernant le rôle du genévrier commun dans la dynamique de la cédraie déjà largement souligné par les auteurs (Mediouni et *al.*, 1989 ; Quézel et Barbero, 1989 ; Yahi, 2007; Bitam et Belhacène, 2012) au Djurdjura, nous l'avons aussi observé dans les stations concernées par l'étude structurale et celles visitées dans le cadre de la délimitation des limites de distribution du taxon. En plus de faciliter la régénération du cèdre, il permet à d'autres espèces comme l'érable, d'échapper à la dent du bétail dans les stades juvéniles. Toutefois, sur le plateau de Haïzer cette facilitation ne semble pas concerner les ligneux.

Pour ce qui est des expositions occupées, le *J. sabina* occupe les orientations N et NW. *J. communis* occupe les orientations N, NE, NW, S, et SW. Sur les orientations chaudes, sa limite inférieure se rétracte.

Sur le plan de l'occupation spatiale, il apparait une relative exclusion entre les deux espèces avec aucun individu de *J. communis* dans les petites superficies occupées par *J. sabina* à l'exception de la station d'Aswel où un seul individu de *J. sabina* se trouve sur le replat.

Pour ce qui est de leur statut sur le plan conservatoire, les 02 espèces de genévriers sont classées dans l'OFF LIST de la liste de l'U.I.C.N, mais pour l'Algérie elles ont une importance biogéographique du fait qu'elles y sont présentes à leur limite d'aire vers le sud.

Sur le plan des menaces actuelles pesant sur les deux espèces: les stations où se trouve actuellement la sabine (en particulier celle d'Azro Ougougam) sont moins accessibles que celles où se trouve le genévrier commun qui subit de ce fait d'avantage les effets de l'action anthropique directe (pâturage, feu).

Sur le plan phytosanitaire, des cochenilles blanches ont été observées sur les baies des deux espèces voire sur les aiguilles du genévrier commun. Garcia et *al.*, (2000) en Espagne et Abbassen (2015) au Djurdjura (Tigounatine) et ont identifié à l'intérieur des baies du genévrier la présence de *Megastigmus sp.* un insecte parasite des graines.

Concernant la cartographie de *J. communis*, nous n'avons fait que l'ébaucher en contournant ses limites d'extension dans la partie occidentale du massif du Djurdjura à partir du sommet de Haïzer jusqu'au Lac Goulmim où nous avons vérifié les limites inférieures et supérieures, et partiellement à Tigounatine et Aswel. Pour *J. sabina*, nous avons représenté les 3 localités de cette espèce dans la carte de répartition du genévrier commun au niveau du grand massif du Djurdjura.

Conclusion générale :

Les seuls genévriers rampants qui se trouvent en Algérie sont le genévrier commun et la sabine. Et du fait de leur rareté et de leur valeur biogéographique au niveau du bassin méditerranéen, il est impératif de les bien étudier. Les conditions écologiques de l'Afrique du Nord et précisément de l'Algérie diffèrent beaucoup de celles de l'Europe, alors, il est nécessaire de mener des études afin de voir comment ces deux espèces se comportent dans leurs limites marginales Sud et de comprendre leurs mécanismes d'adaptation aux conditions parfois défavorables de leur biotope.

Notre étude structurale a permis de construire une première base de données qui va servir comme référence pour les études qui vont la suivre dans le cadre du suivi de l'évolution de ces espèces. Concernant *J. communis*, les stations étudiées sont homogènes. Il faut noter que les paramètres structuraux étudiés sont fortement liés entre eux, Et l'influence du couvert du cèdre sur la structure de cette espèce (hauteur plus élevée sous couvert).

Pour *J. sabina*, les deux stations montrent une homogénéité des paramètres structuraux (Longueur, Largeur, Hauteur, et Taille), et qui sont aussi fortement liés entre eux comme dans le cas de *J. communis*.

Pour compléter cette étude, voici quelques perspectives que nous proposons :

- Contourner tout le massif du Djurdjura afin d'achever la carte de l'aire de répartition de *J. communis* ;
- Acquérir une image satellitaire pour élaborer l'aire potentielle des deux espèces ;
- Investir d'autres stations, en plus de celles étudiées par le présent travail, dans le même cadre structural, pour mieux caractériser de *J. communis* au niveau du Djurdjura ;
- Investir les autres localités cas des Babors et des Aurès pour les comparer avec le Djurdjura et réaliser une carte globale de l'aire de répartition de *J. communis* en l'Algérie ;
- Une étude génétique pour les deux espèces rampantes, afin de mieux les caractériser.

Faire une étude de la dispersion de la graine pour mieux suivre leur dynamique d'occupation spatiale au Djurdjura.

Références Bibliographiques

1. **Abbassen R., 2015:** Diversité du peuplement entomologique de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* et *Juniperus oycedrus* subsp. *rufescens* de la forêt de Tigounatine. Mém. Mag. Bio. Univ. Tizi-Ouzou. 124 p.
2. **Achak N., Romane A., Alifriqui M., Adams R., 2009:** Chimical Studies of Leaf Essentiel Oils of Three Species of *Juniperus* From Tensift Al Harouz – Marrakeche Region (Morocco). J. of Ess. Oil. Res. Vol. 21: 337-341.
3. **Adams R., 2011:** Junipers of the world: The genus *Juniperus* 3rd Edition. Trafford rev, Ouvrage. 426 p.
4. **Adams R., 2000:** The serrate leaf margined *Juniperus* (section *Sabina*) of the western hemisphere: systematic and evolution based on leaf essential oils and Random Amplified polymorphic DNAs (RAPDs). Biochemical Systematics and Ecology 28: 975-989.
5. **Adams R., 1998:** The leaf essential oils and chemotaxonomy of *Juniperus* sect. *Juniperus*. Biochemical Systematics and Ecology 26: 637- 645.
6. **Adams R., Schwarzbach A.E., 2006:** A new variety of *Juniperus sabina* from Mongolia: *J. sabina* var. *mongolensis*. Phytologia 88(2): 179-185.
7. **Adams R., Pandey R.N., 2003:** Analysis of *Juniperus communis* and its varieties based on DNA fingerprinting. Biochemical Systematics and Ecology 31: 1271–1278.
8. **Adams R., Pandey R.N., Leverenz J.W., Dignard N., Hoegh K., Thorfinnsson T., 2003:** Pan-Arctic variation in *Juniperus communis*: historical biogeography based on DNA fingerprinting. Biochemical Systematics and Ecology 31: 181–192.
9. **Adams R., Hsieh C.F., Murata J., Pandey R.N., 2002:** Systematics of *Juniperus* of eastern Asia based on Random amplified Polymorphic DNAs (RADPs). Biochemical Systematics and Ecology 30: 231-241.
10. **Barbero M., 1979:** Les remontées méditerranéennes sur le versant Italien des Alpes. Ecologia Mediterranea. Revue d'écologie terrestre et limnique. T. 4 : 109-132.
11. **Bitam L., Belhacene D., 2012 :** Contribution à l'étude de la facilitation et des plantes nurses dans la dynamique évolutive de la cédraie : cas de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* du secteur de Tikjda (Djurdjura centro-méridional). Mém. Ing. Agr. Univ. Tizi-Ouzou. 80 p.
12. **Bonnier G., Douin R., 1993 :** La grande flore en couleur de Gaston Bonnier. Edition Belin, Paris, 1990. : 1354-1355.
13. **Bouadam-Farhi B., 2013 :** Caractérisation morphologique et biochimique de l'espèce *Juniperus sabina* L. au niveau du Parc National du Djurdjura, Algérie. Mém. Mag. Biologie. Univ. Béjaia. 68 p.
14. **Boudehane A., Boudeja F., Beghami Y., Chafai Ch., Benmessaoud H., Laabassi A., 2015 :** Cartographie de genévrier commun par géomatique dans les Aurès. Gestion et aménagement durable des écosystèmes forestiers Méditerranéen. Batna.
15. **Callen G., 1976 :** Les conifères cultivés en Europe. Ed. Baillière. Paris. V.1 : 321-388.
16. **Debazac E. F., 1991 :** Manuel des conifères. 2ème édition. Ecole nationale de Génie Rural, des eaux et des forêts. Nancy, Paris, 137-141.
17. **DeLuca T. H., Zackrisson O., 2007:** Enhanced soil fertility under *Juniperus communis* in arctic ecosystems. Plant Soil 294: 147–155.

18. **Fergane T., Nourine N., Lamari N., 2014** : Contribution à l'étude de la variabilité inter-individuelle et inter-stationnelle de la morphologie et de l'anatomie des aiguilles de *Juniperus communis* du massif du Djurdjura (Tigounatine et Iferhounene). Mém. Ing. Agr. UMMTO. 72 p.
19. **Flandrin J., 1952** : La chaîne du Djurdjura. XIX^{ème} congrès géologique international. Alger. Monographie régionale. 1^{ère} Série. Algérie. 19 : 1-49.
20. **Garcia D., Zamora R., Gómez J.M., Hódar J.A., 2002**: Annual variability in reproduction of *Juniperus communis* L. in a Mediterranean mountain: relationship to seed predation and weather. *Ecoscience* 9: 251-255.
21. **Garcia D., Zamora R., Gomez J.M., Jordano P., Hoàdar J.A., 2000**: Geographical variation in seed production, predation and abortion in *Juniperus communis* throughout its range in Europe. *Journal of Ecology* 2000. 88: 436-446.
22. **Haluk J.P., et Roussel C., 2000**: Caractérisation et origine des tropolones responsables de la durabilité naturelle des Cupressacées. Application potentielle en préservation du bois. *Ann. For. Sci.* 57 : 819–829.
23. **Hantemirova E. V., Berkutenko A. N., Semerikov V.L., 2012**: Systematics and Gene Geography of *Juniperus communis* L. Inferred from Isoenzyme Data. *Russian Journal of Genetics*, 2012, Vol. 48, N°9: 920–926.
24. **Kangshan M., Hao G., Liu J., Adams R., Milne R.I., 2010**: Diversification and Biogeography of *Juniperus* (Cupressaceae): Variable Diversification Rates and Multiple Intercontinental Dispersals, *New Phytol.*, V. 188: 254–272.
25. **Kaplan D., 2001**: The science of plant morphology: definition, history, and role in modern biology. *American Journal of Botany* 88(10) : 1711–1741.
26. **Laïb H., 2005** : Contribution à l'étude de la variabilité interindividuelle et interstationnelle de la morphologie des aiguilles et du pollen de *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* au Djurdjura. Mém. Ing. Agr. Univ. Tizi-Ouzou. 77 p.
27. **Lebreton Ph., Garraud L., Genis J.M., 2013** : Contribution à la connaissance écologique du Genévrier thurifère, comparé aux autres espèces du genre *Juniperus* dans le sud-est de la France continentale. *Eco. med.* V. 39 : 55-59.
28. **Maire R., 1952** : Flore de l'Afrique du Nord. Encyclopédie biologique. Volume 01. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 366 p.
29. **McGowan G.M., Bayfield N.G, Olmo A., 2001**: The Status of *Juniperus communis* ssp. *nana* (Dwarf Juniper) Communities at Six Sites in North and North-west Scotland. *Bot. J. Scotl.* 50 (1): 21-28.
30. **Meddour R., 2010** : Bioclimatologie, Phytogéographie, et Phytosociologie en Algérie : Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjuréenne. Thèse doc. Agr. Univ. Tizi-Ouzou, 397 p.
31. **Mediouni K., Djellouli Y., Dahmani M., Muller M., et Sahki A., 1994** : Contribution à l'étude de la répartition des genévriers de *phoenicia* et *sabina* dans le Djurdjura, 103-116.
32. **Mediouni K., Yahi N., 1989** : Etude structurale de la série du cèdre à Aït-Ouabane Djurdjura. forêt méditerranéenne T. XI, N°2: 103-111.
33. **Negre R., 1950** : Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans: La Haute vallée du Vénéon (Massif Meije-Ecrins-Pelvoux). *Phyton*, V. 2: 23-50.

34. **Ortiz P.L., Arista M., Talavera S., 2002:** Sex ratio and Reproductive Effort in the Dioecious *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Suster) Čelak. (Cupressaceae) Along altitudinal gradient. *Annals of Botany* 89: 205-211.
35. **Quezel P., Barbero M., 1989 :** Les formations à genévriers rampants du Djurdjura (Algérie). Leur signification écologique, dynamique et syntaxinomique dans une approche globale des cédraies Kabyles. *Lazaroa, Madrid*, 11: 85-99.
36. **Quezel P., Gast M., 2011:** Genévrier. *Encyclopédie Berbère*, V.20: 3016-3023.
37. **Quezel P., Médail F., 2003 :** Ecologie et biogéographie des forêts méditerranéens. Edition Scientifique et Médicale, Elsevier SAS, Paris, 573 p.
38. **Quezel P., Santa S., 1962:** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre de la recherche scientifique, Vol.1, 1-565.
39. **Shahid A., Movafeghi A., Hekmat-Shoar H., Neishabouri A., Iranipour S., 2007:** Demographic study of *Juniperus communis* on Mishu-Dagh altitudes in North West of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences* 6 (7) : 1080-1087.
40. **Sultangaziev O., Schueler S., Geburek T., 2010:** Morphometric traits and sexual dimorphisms do not strongly differentiate populations of Zeravshan juniper (*Juniperus seravschanica* Kom.) in Kyrgyzstan. *Flora* 205 : 532–539.
41. **Toumi A., 2011:** Inventaire et cartographie de *Juniperus sabina* L. au niveau du Parc National du Djurdjura. *Mém. Ing. Agr. Univ. Tizi-Ouzou*. 59 p.
42. **Tylkowski T., 2010 :** Dormancy breaking in Savin Juniper (*Juniperus sabina* L.) seeds. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. Vol 79. N°1: 27-29.
43. **Wesche K., Ronnenberg K., Hensen I., 2004:** Lack of sexual reproduction within mountain steppe populations of the clonal shrub *Juniperus sabina* L. in semi-arid southern Mongolia. *Journal of Arid Environments* 63: 390–405.
44. **Yahi N., 2007 :** Les cédraies d'Algérie : Phytoecologie, Phytosociologie, Dynamique et Conservation des peuplements. Thèse Doc. Univ. Houari Boumediene. Alger. 265 p.
45. **Zeidler M., Banaš M., Ženatá M., 2009:** Ecological conditions and the distribution of alpine juniper (*Juniperus communis* subsp. *alpina*) in the Hrubý Jeseník Mts. *Biologia* 64/4: 687-693.

Annexe N°1 : Résultats du test de Kruskal-Wallis pour les différentes grandeurs avec les paramètres qualitatifs cas de *J. communis*.

	Stations			Sexe			Couvert		
	ddl	Chi2	P-value	ddl	Chi2	P-value	ddl	Chi2	P-value
Longueurs	3	10,13	0,01746	2	8,76	0,01252	1	1,02	0,331
Largeurs	3	5,95	0,1129	2	8,92	0,1129	1	0,02	0,8872
Hauteurs	3	49,73	9,112 e-11	2	5,84	0,05375	1	16,80	4,151 e-05
Tailles	3	16,72	0,000806	2	8,75	0,01254	1	0,49	0,4832

Annexe N°2 : Résultats du test de Kruskal-Wallis pour les différentes grandeurs avec les paramètres qualitatifs cas de *J. sabina*.

	Stations			Sexe		
	ddl	Chi2	P-value	ddl	Chi2	P-value
Longueurs	1	0,11	0,73	1	5,43	0,019
Largeurs	1	0,14	0,70	1	4,90	0,026
Hauteurs	1	0,39	0,53	1	1,52	0,21
Tailles	1	0,04	0,83	1	5,98	0,01

Résumé :

Une étude structurale et cartographique des espèces de *Juniperus* (*J. communis* et *J. sabina*) a été réalisée au Djurdjura. Pour ce qui est de *J. communis*, les stations concernées s'étendent depuis le col de Tirourda à l'Est au plateau de Haïzer à l'Ouest. Cependant, *J. sabina* est étudié dans deux stations qui sont Aswel et Issig-Issig. Sur le plan structural nous avons mesuré la dimension des individus et leurs densités. Le genévrier commun a une forme prostrée au Djurdjura. Ses dimensions moyennes sont de l'ordre de 5,78 m en longueur, 4,38 m en largeur et 0,42 m en hauteur. Le rapport longueur sur largeur pour cette espèce (L/l) est en moyenne de 1,38 ce qui indique une forme légèrement ellipsoïdale. Pour *J. sabina* les dimensions moyennes sont de l'ordre de 3,22 m pour la longueur, 2,42 m en largeur et 0,44 m en hauteur avec un ratio (L/l) de 1,39 indiquant aussi une forme légèrement ellipsoïdale.

Sur le plan potentiel de régénération nous avons mesuré les dimensions de la baie. Elles présentent une longueur de 7,4 mm et une largeur de 6,36 mm et renferment 2,19 graines par galbule avec un minimum de 1 à et un maximum de 3 graines par galbule. La partie charnue représente environ 60 % de la baie ce que lui permet d'assurer la dispersion de la graine par l'intermédiaire des animaux afin de pouvoir conquérir plus d'espace. Dans le cas de la présente étude, une homogénéité a été observée sur les baies.

L'étude cartographique a consisté à délimiter l'ensemble de l'aire de distribution de *J. communis* et la localisation des trois stations de *J. sabina* au Djurdjura. Le genévrier commun s'étend sur une plus large étendue depuis Azro N'Thor à l'Est, au plateau de Haïzer à l'Ouest. Soit sur une distance de 37,70 km à vol d'oiseau. Il s'étend sur une largeur variable du nord au sud : sur 2,38 km à Haïzer, sur 2,27 Km à Tikjda. Approximativement, il occuperait une superficie de 87,46 Km² au Djurdjura. Pour *J. sabina*, les superficies des trois stations sont de l'ordre de 0,2025 ha à Aswel, 0,4885 ha à Issig-Issig et 0,3314 ha à Azro Ougougam.

Les résultats de ces mesures sont discutés à la lumière des facteurs écologiques stationnels. A l'échelle des 03 stations de Tala Guilef comprenant les altitudes 1640, 1845 et 2080 m, se dessine un léger gradient altitudinal de hauteur des sujets. Mais, il ne semble pas y avoir de gradient Est-Ouest entre le bloc occidental représenté par les stations de Tala Guilef et oriental représenté par Tirourda. Les hauteurs peuvent aussi varier selon le degré de fermeture du couvert, du fait que c'est sous le manteau forestier (station Restaurant d'Altitude) que nous avons trouvé les hauteurs les plus élevées.

Mots clés : *Juniperus communis*, *Juniperus sabina*, graine, structure, cartographie, morphologie, Djurdjura.