République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études

Présenté par

AKLI Rozalta

En vue de l'obtention du titre de

Master en Sciences Agronomiques

Option : Ecologie forestière

Thème

Etude de la morphologie foliaire de *Ilex aquifolium* L. dans la forêt de Ait Ouabane, Djurdjura

Soutenu le 15 Novembre 2021

Devant le jury composé de :

Promoteur :	KROUCHI Fazia	Pr (UMMTO)
Président :	DERRIDJ Arezki	Pr (UMMTO)
Examinateur :	AIT SAID Samir	MCA (UMMTO)
Examinateur :	CHIKHAOUI Zakia	Doc (UMMTO)

Remerciements

Je tiens à remercier vivement Mme Krouchi Fazia pour tous les efforts qu'elle a fournis pour l'aboutissement de ce travail. Ses conseils m'ont été d'un grand support pour améliorer nettement le contenu de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent également aux membres de jury d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents, ma famille et tous mes amis.

Liste des figures

Figure 1 : Distribution du houx en Europe et en Afrique du nord. (Source: Caudullo et al. 2017). Signification des illustrations : triangles orange = sites d'introduction et de naturalisation ; croix = populations isolées ; l'aire figurée en vert = distribution naturelle.
Figure 2 : Quelques organes du houx.

Figure 3 : Boxplot de quelques caractères foliaires du houx.

Figure 4 : Histogramme de distribution des moyennes par arbre pour quelques caractères foliaires du houx.

Figure 5 : Corrélation entre quelques traits de la morphologie de la feuille du houx.

Table des matières

Introduction générale ……. **01**
Chapitre I : Généralités sur le Houx ……. **02**
I.1. Taxonomie …….. **03**
I.2. Distribution …… **03**
I.3. Caractères botaniques et dendrologiques …….. **03**
I.4. Habitat et écologie …… **04**
I.4.1. Répartition selon l'altitude ……. **04**
I.4.2. Substratum ……. …… **05**
I.4.3. Communautés végétales ……... **05**
I.5. Utilisations …… **05**
I.6. Statut de protection ……. **05**
Chapitre II : Matériel et Méthodes …….. **06**
II.1. Aperçu sur le site d'étude …….. **07**
II.2. Récolte du matériel végétal …… **07**
II.3. Morphométrie de la feuille……. **07**
II.4. Méthodes statistiques…….. **08**
Chapitre III: Résultats et Discussions …… **09**
III.1. Moyennes des paramètres de la morphologiques **10**
III.1.1. Longueur du limbe ……. **10**
III.1.2. Largeur du limbe …… **10**
III.1.3. Longueur du pétiole ……. **10**
III.1.4. Longueur totale de la feuille …….. **10**
III.1.4. Nombre d'épines par feuille …….. **10**
III.1.5. Rapport « longueur du limbe/ longueur du pétiole »……. **10**
III.1.6. Rapport « longueur / largeur du limbe » ……. **10**
III.2. Corrélations linéaires de Pearson ……. **12**
III.3. Discussion …… **13**
Références bibliographiques ……. **16**

Introduction générale

Introduction générale

Ilex aquifolium une espèce d'Europe (nord ouest, centre et sud) ; d'Asie mineure et d'Afrique du nord (Peterken and Lloyd, 1967). L'Afrique du nord représente la limite sud de son aire naturelle. En Algérie, l'espèce fait partie des forêts de chênes caduques ; des forêts mixtes de chêne vert et de cèdre et des cédraies, comme l'indiquent les nombreux travaux floristiques réalisés dans ces formations.

Dans les couverts forestiers algériens, le houx fait partie des espèces du sous-bois et bénéficie de la protection d'arbres plus hauts (chênes et cèdre). Quand l'écran d'arbres protecteurs s'éclaircit ou disparaît, le houx persiste surtout qu'il possède la capacité de se régénérer par voie végétative. Ses feuilles, peuvent montrer une plasticité phénotypique en réponse aux conditions du milieu (ombragé et humide vs plein éclairement).

Les variations de la morphologie foliaires font partie des mécanismes de la plasticité phénotypique. Cette dernière est un élément central dans la persistance des populations et un élément clé dans l'évolution des espèces et leurs interactions écologiques (Herrera et Bazaga, 2013).

En vue de contribuer à connaître la variation de la morphologie foliaire de cette espèce au sein de quelques massifs montagneux de l'Algérie, nous avons entrepris une étude dans la forêt des Ait-ouabane (Djurdjura nord-est) où cette espèce est assez présente. Notre intérêt pour cette forêt est lié à son caractère de forêt « relique » selon Lapie, 1909, avec une composition en espèces forestières (érables, alisiers, houx, if, chêne zeen, etc.) la plus importante du massif forestier du Djurdjura.

Notre mémoire est organisé comme suit : introduction, aperçu sur l'espèce, matériel et méthodes, résultats et discussion, conclusion et perspectives.

Chapitre I
Généralités sur le houx

I.1. Taxonomie

Le houx « *Ilex aquifolium* L. » appartient à la famille des Aquifoliaceae, à l'ordre des Aquifoliales, à la classe de Magnoliopsida, à l'embranchement (division) des trachéophytes et au règne végétal (**Valdés, 2012).**

I.2. Distribution

Le houx est natif de l'ouest, du centre et du sud de l'Europe, de l'Afrique du Nord et de l'Asie mineure (fig.1).

Il a été introduit dans quelques régions du monde : Amérique du Nord, Hawaii, Nouvelle Zélande, Australie, Turquie, Liban et Syrie (https://powo.science.kew.org/taxon/).

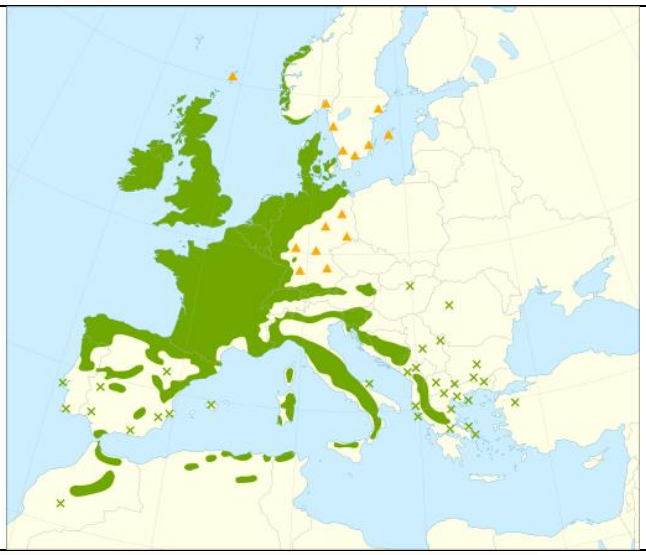


Fig.1 : Distribution du houx en Europe et en Afrique du nord. (Source: Caudullo et al. 2017). Signification des illustrations : triangles orange = sites d'introduction et de naturalisation ; croix = populations isolées ; l'aire figurée en vert = distribution naturelle.

I.3. Caractères botaniques et dendrologiques

Le houx est un arbre ou un arbuste sempervirent pouvant atteindre 15m de haut, avec un houppier typiquement cylindrique et les attributs suivants : une écorce lisse et souvent gris-argenté, des rameaux verts, des feuilles alternes de 3 à 10 cm de long, ovales, elliptiques ou oblongues, épaisses et de texture dure, d'un vert foncé et brillant sur la face supérieure et plus pâle sur la face inferieure (fig.2c et 2d). Les marges foliaires sont habituellement ondulées avec des marges épaisses et fortement épineuses mais les vieux arbres produisent souvent des feuilles avec peu ou pas d'épines.

Les arbres sont soit mâles soit femelles. Chez les deux genres, les fleurs ont environ 6 mm de diamètre avec 4 pétales. Elles prennent naissance sur des rameaux de plus d'une année. Seules les fleurs femelles sont parfumées. Les drupes, de 7 à 12 mm de diamètre, sont sphériques et écarlates à maturité (fig.2b). Elles peuvent contenir 3 noyaux ou plus (http://www.nhm.ac.uk/nature-online/species-of-the-day/common-species/ilex-aquifolium/taxonomy/index.html).

Le houx se régénère par graines mais aussi par voie végétative. Ses graines sont dispersées par les animaux (rongeurs et oiseaux).

<table>
<tr>
<td>
(a) : Fleurs femelles du houx.
(source :http://www.nhm.ac.uk/nature-online/species-of-the-day/common-species/ilex-aquifolium/taxonomy/index.html)</td>
<td>
(b) : Drupes du houx à maturité.
(cliché F. KROUCHI, automne, 2015).</td>
</tr>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
<tr>
<td>(c) : feuille à marges lisses (vue face inférieure). Cliché : F. KROUCHI</td>
<td>(d) : feuille à marges épineuses (vue face inférieure). Cliché : F. KROUCHI</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Fig.2 : Quelques organes du houx.</td>
</tr>
</table>

I.4. Habitat et écologie

I.4.1. Répartition selon l'altitude

En Europe, il peut se retrouver à basse altitude (régions océaniques) ou en montagne: En Angleterre, il peut se rencontrer depuis le niveau de la mer jusqu'à 550 m. En France, il atteint 1400 m et va de 400 à 1400 m dans les Alpes. Autour de la méditerranée, il est confiné aux montagnes : Il atteint 1900 m dans le Caucase et va de 1500 à 2300 m dans les montagnes de l'Atlas (ensemble d'auteurs *in* Peterken et Lloyd, 1967).

I.4.2. Substratum

Le houx croît sur une large variété de sols (Peterken et Lloyd,1967).

I.4.3. Communautés végétales

En Angleterre, le houx croît en espèce de sous-bois des forêts de chênes, de hêtres, etc. Dans le reste de l'Europe, c'est un sous-arbuste caractéristique des forêts de hêtre de la région méditerranéenne ; il se trouve aussi sous forme de larges buissons ou de petits arbres en marge des bois ou dans les buissons dans le reste de son aire de distribution européenne. Son importance (densité) varie selon les situations (Peterken et Lloyd, 1967). En Afrique du nord, il croît sous couvert de cèdre, de chêne vert, de leur mélange et /ou de chênes caduques comme l'indique la littérature ancienne et récente sur la flore et le couvert végétal de ces forêts.

I.5. Utilisations

En Europe, le houx est cultivé utilisé comme arbuste ornemental, pour les décorations de Noel, et comme haie. De nombreuses variétés et hybrides ont été crées pour une utilisation dans les jardins. Ses drupes sont purgatives et vomitives et donc toxiques pour les humains (Guerrero Hue et al.2016).

I.6. Statut de protection :

Selon l'évaluation de l'UICN faite par Barstow et Khela (2018), le statut de protection du houx est de préoccupation mineure ou « least concern » en anglais.

Chapitre II
Matériel et Méthodes

II.1. Aperçu sur le site d'étude

Nous avons échantillonné le matériel végétal le long de la piste qui traverse la forêt des Ait-Ouabane (Djurdjura nord-est) qui s'étend depuis le col de Tizi n'kouilal jusqu'au col de Tirourda et qui fait partie du Parc National du Djurdjura. Cette forêt a fait l'objet de plusieurs études dont celle de Bouahmed (2012).

Cette forêt s'étage entre 1000 et 1946 m selon Bouahmed (2012). Elle subit l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des étés secs et chauds et des hivers froids et humides.

Le bioclimat est de type humide à perhumide selon l'altitude. Sur le plan géologique, selon la carte réalisée par Bouahmed (2012), à partir de différentes sources, la zone concernée par l'échantillonnage (le long de la piste) repose sur du calcaire du Lias.

Du point de vue végétation, la forêt des Ait-ouabane est dominée par le chêne vert dans sa partie inférieure et par le cèdre dans sa partie supérieure. Ces deux espèces majeures forment aussi une zone mixte dans leur zone de contact. Cette forêt a été décrite par Lapie (1909) comme une forêt relique d'espèces comprenant du chêne Zeen, des érables, de l'if, des alisiers, du houx, du cèdre, etc.

II.2. Récolte du matériel végétal

Notre échantillonnage a été fait sur 21 pieds de houx à la fin septembre au niveau du tiers occidental de la cédraie des Ait-Ouabane, le long de la piste qui la traverse à 1560 m d'altitude, en exposition nord. Pour chaque pied, nous avons échantillonné un seul rameau dont les feuilles ont été étudiées sur le plan morphologique.

II.3. Morphométrie de la feuille

Nous avons utilisé la technique de la morphométrie classique pour l'étude de la morphologie des feuilles chez 21 individus d'*Ilex aquifolium.* Nous avons mesuré les variables suivantes :

- La longueur, la largeur et l'épaisseur de la feuille ;
  La longueur du pétiole ;
- Le nombre d'épines de chaque feuille.

Les dimensions ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse numérique.

Des rapports synthétiques ont été calculés : longueur/largeur du limbe et longueur totale de la feuille /longueur du pétiole.

II.4. Méthodes statistiques

Pour exprimer les résultats, nous avons calculé des moyennes générales et par individu et nous avons utilisé des graphes (boxplot, histogrammes, etc.).

Chapitre III
Résultats et Discussions

III.1. Moyennes des paramètres de la morphologiques

Les valeurs obtenues sont illustrées par quelques figures 3, 4 et 5 ci – après.

III.1.1. Longueur du limbe

La longueur du limbe ne dépasse pas 75 mm en moyenne. Et chez la plupart des arbres elle varie de 70 à 80 mm de long. Chez quelques autres, elle varie entre 60 et 70mm et chez un seul individu elle ne dépasse pas 55 mm.

III.1.2. Largeur du limbe :

En moyenne, la largeur du limbe n'atteint pas 35 mm. Et chez la plupart des arbres elle varie de 30 à 36 mm.

III.1.3. Longueur du pétiole

En moyenne, la longueur du pétiole est inferieure à 10 mm. Les moyennes par arbre varient de 8 à 10 mm.

III.1.4. Longueur totale de la feuille

En moyenne, la longueur totale de la feuille mesure environ 80 mm. La fig.4 montre qu'un seul pied porte des feuilles courtes d'une longueur totale de l'ordre de 60 mm et seuls deux autres ont une longueur totale élevée (proche de 90 mm).

III.1.4. Nombre d'épines par feuille

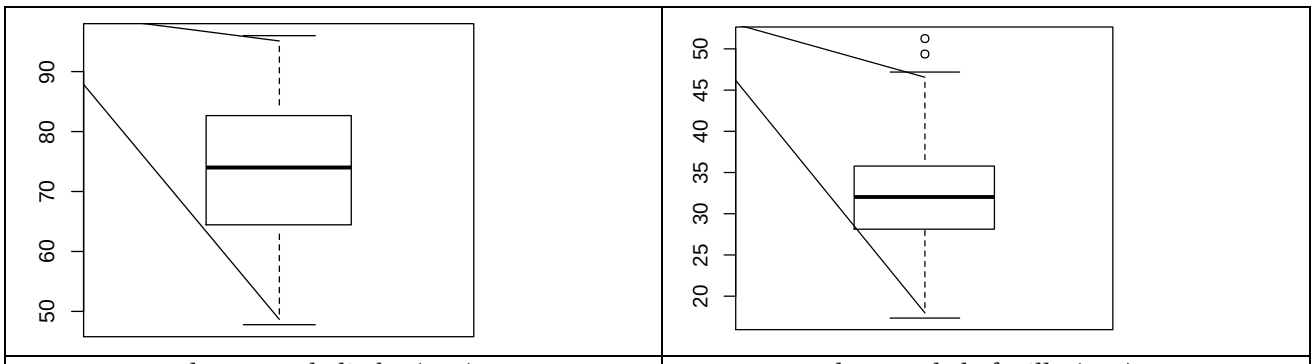
Le nombre moyen d'épines par feuille ne dépasse pas 10. Et la moyenne par arbre varie entre 8 et 10 épines chez la plupart des individus (figure 2).

III.1.5. Rapport « longueur du limbe/ longueur du pétiole »

Le limbe est en moyenne 8 fois plus long que le pétiole. Chez 2/3 des individus, il est compris entre 7 et 8 et chez le 1/3 restant il est compris entre 8 et 10.

III.1.6. Rapport « longueur / largeur du limbe »

La longueur du limbe représente un peu plus du double de sa largeur. La plupart des individus ont des feuilles dont la longueur du limbe est 2 à 2.5 plus longue que large. Chez deux individus, ce ratio dépasse 2.5 et chez quatre autres, il est inférieur à 2.



longueur du limbe (mm)	largeur de la feuille (mm)

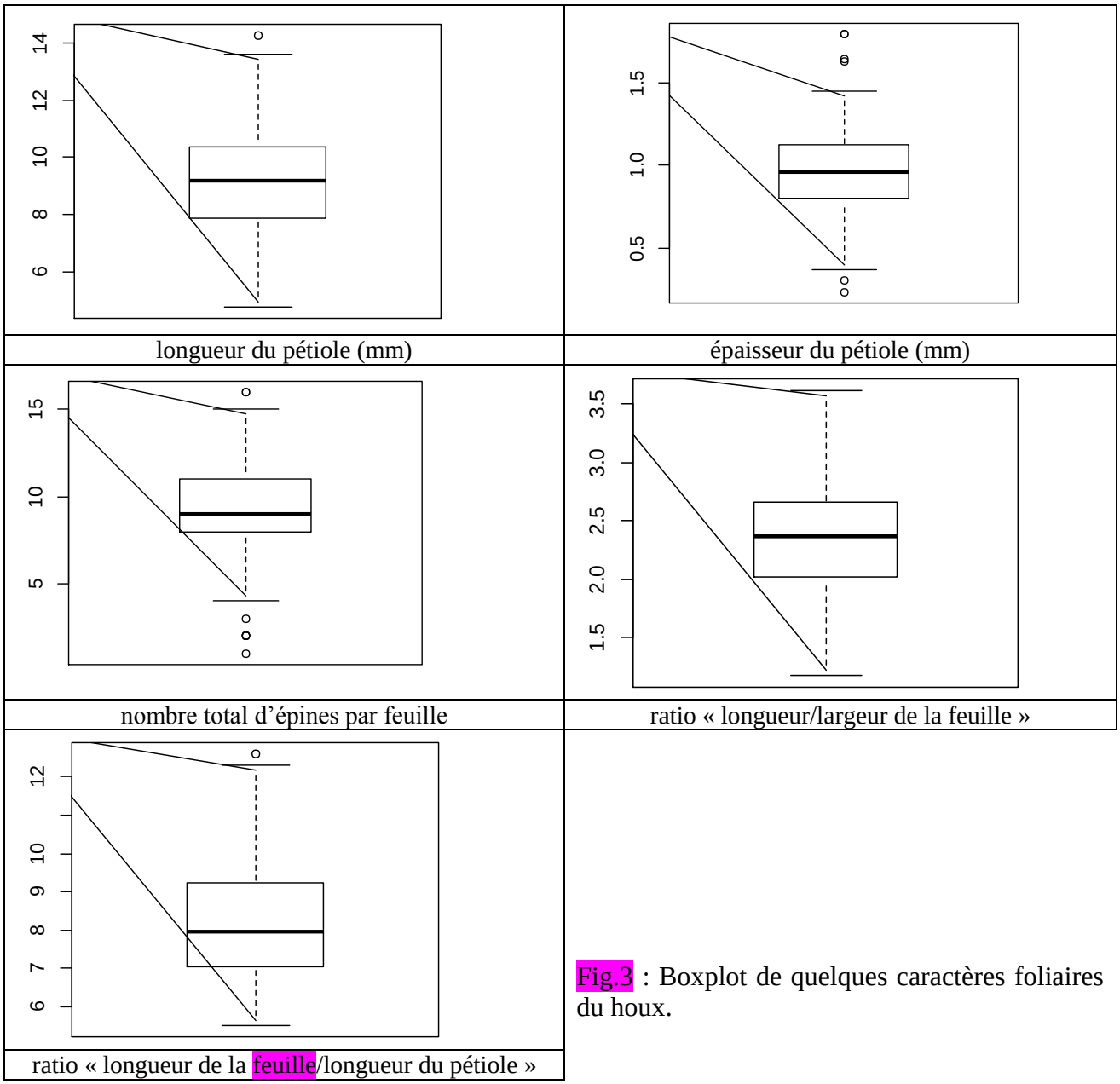
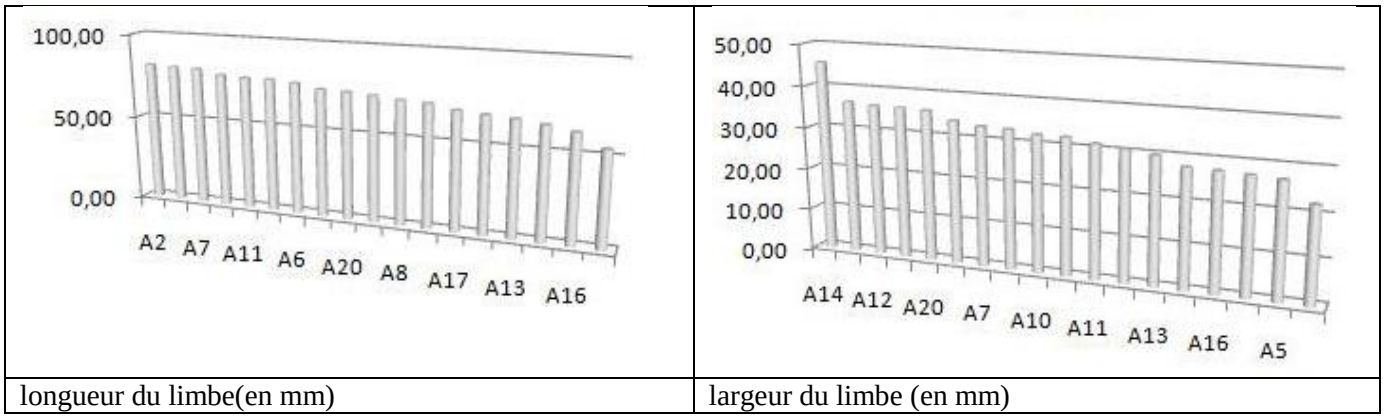
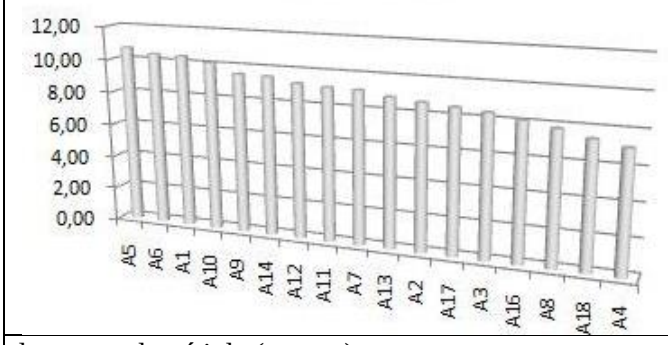
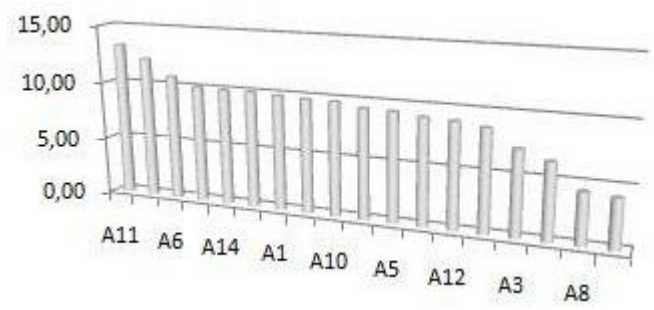


Fig.3 : Boxplot de quelques caractères foliaires du houx.

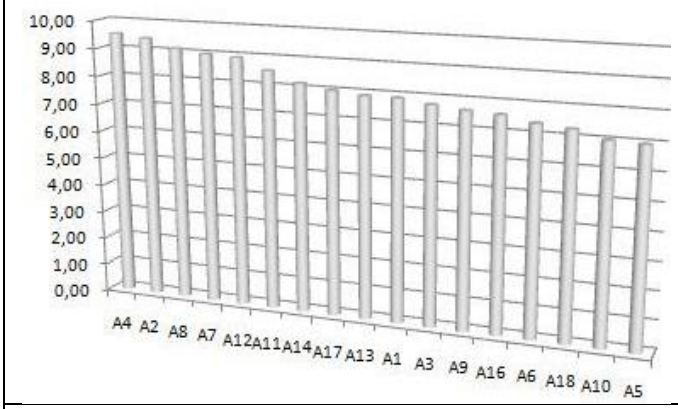




longueur du pétiole (en mm)



nombre d'epines par feuille

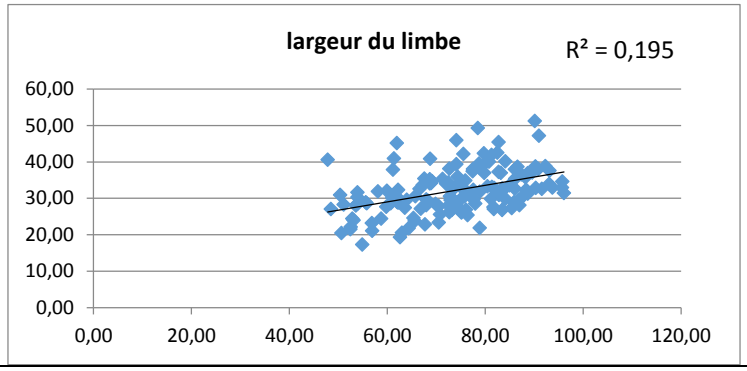


ratio longueur totale de la feuille /longueur du pétiole

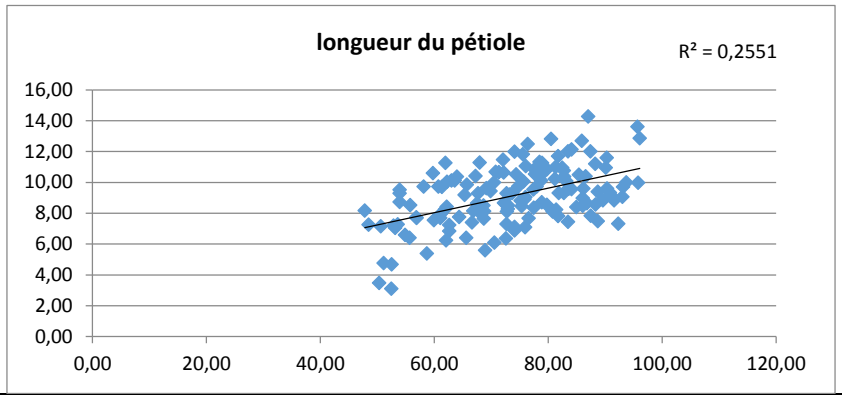
Fig. 4. Histogramme de distribution des moyennes par arbre pour quelques caractères foliaires du houx.

III.2. Corrélations linéaires de Pearson

L'analyse des corrélations linéaires n'a pas révélé de lien fort entre les variables étudiées (longueur et largeur du limbe, longueur du pétiole). Les corrélations les plus élevées (longueur du pétiole et longueur du limbe, longueur et largeur du limbe) fluctuent entre 0.44 et 0.47 et indiquent un lien linéaire positif entre la longueur et la largeur du limbe et entre la longueur du limbe et celle du pétiole (fig.5).



(a) Corrélation entre la longueur et la largeur du limbe.



(b) Corrélation entre la longueur du limbe et la longueur du pétiole.

Fig.5. Corrélation entre quelques traits de la morphologie de la feuille du houx.

III.3. Discussion

L'étude de quelques paramètres de la morphologie de la feuille du houx de la forêt des Ait-ouabane (Djurdjura nord - est) a permis d'obtenir des moyennes générales et des moyennes par individu pour les traits foliaires retenus. Ainsi, il ressort qu'en moyenne la feuille du houx (pétiole inclus) est longue de près de 8 cm ; large d'environ 3 cm ; a un pétiole d'une longueur de près de 1 cm et porte un nombre d'épines de près de 10. Quant aux paramètres synthétiques, ils font ressortir que le limbe est environ deux fois plus long que large et 8 fois plus long que le pétiole.

L'examen des moyennes par arbre montre qu'ils appartiennent pour la plupart à une ou deux classes de valeurs. Par exemple, sur 18 individus étudiés, 13 ont en moyenne 8 à 10 épines par feuille ; 03 en ont plus de 10 et 2 autres en ont près de 4. Ceci reflète une certaine homogénéité pour ce trait au sein de la station d'étude où les individus sont dans des conditions similaires d'exposition, d'altitude et de recouvrement.

La moyenne générale de la longueur de la feuille est inférieure à la moyenne de 10 cm rapportée par Guerrero Hue et al. (2016) dans sa synthèse sur le houx en Europe. Nous pensons que cette différence pourrait être expliquée par les conditions climatiques plus favorables en Europe.

Concernant les épines de la feuille du houx, les auteurs rapportent des variations de leur nombre et même de leur taille. Peterken et Lloyd (1957) rapportent que suite à la taille ou au broutage, les feuilles du houx deviennent plus épineuses. Selon une expérience menée par Obeso (1997), les arbustes du houx broutés ont montré des feuilles plus petites avec plus d'épines que les arbustes non broutés. Guerrero Hue et al. (2016) rapportent que les feuilles du houx peuvent être épineuses en particulier dans la partie inferieure de l'arbre. Dans notre étude,

nous avons échantillonné dans la partie inférieure des arbustes mais les rameaux récoltés n'ont pas porté de traces de broutage par les bovins.

Pour ce qui est du mécanisme de présence ou d'absence d'épines, d'après Herrera et Bagazza (2013) il serait lié à la méthylation de l'ADN plus élevée chez les feuilles non épineuses par rapport aux feuilles épineuses.

Les données de ce travail sur la feuille du houx de la station des Ait-ouabane complètent celles de même type obtenues par Halzoun (données non publiées) sur des échantillons récoltés au niveau d'autres stations de l'espèce au Djurdjura.

Ce travail ne couvre qu'un petit aspect de la méthodologie adoptée ailleurs (Niinemets et al. 2003 et Aranda et al. (2008) pour approcher la variabilité phénotypique de la feuille du houx et sa plasticité.

Les paramètres étudiés dans ce mémoire, avec d'autres paramètres complémentaires pourraient servir d'indicateurs des stratégies de l'espèce pour persister dans son milieu face aux changements des conditions microclimatiques (ouverture de la forêt) et au broutage. En effet, avoir des feuilles persistantes, dures, pourvues d'épines et non palatables est une stratégie de l'espèce pour s'établir et persister en conditions de fort ombrage (**Peterken et Lloyd 1967; Valladares et al. 2005** in Aranda et al. 2008). Chez les populations méditerranéennes d'*Ilex aquifolium*, en Espagne, les travaux d'Aranda et al. (2008), indiquent une plasticité phénotypique limitée de cette espèce en réponse au stress causé par la sécheresse et la lumière.

Le houx est une espèce d'ombre qui, dans les forêts du nord de l'Algérie, pousse sous couvert de chênes et de cèdre et arrive aussi à persister en dehors du couvert quand celui- ci devient clair ou disparaît. Mais face aux changements climatiques, cette espèce pourrait être soumise à un stress plus accentué et adopter des stratégies d'adaptations morphologiques et physiologiques.

Conclusion et perspectives

Le houx est une espèce du sous-bois des forêts de chênes et de cèdre des montagnes du nord algérien. Il a des feuilles dures, luisantes, glabres et aux marges épineuses mais qui peuvent présenter des variations morphologiques selon qu'il est à l'ombre ou exposé à la lumière. Dans ce travail, nous avons apporté quelques données sur la morphologie des feuilles de cette espèce au niveau de la forêt relique des Ait-ouabane.

Pour complémenter cette étude, nous suggérons de prendre en compte d'autres variables comme la longueur des épines, l'épaisseur de feuilles, leur poids spécifique, leur teneur en azote, leur taux de chlorophylles et leur potentiel photosynthétique.

Références bibliographiques

Références

Aranda I., Robson Th. M., Rodrıguez-Calcerrada J. et Valladares F. 2008. Limited capacity to cope with excessive light in the open and with seasonal drought in the shade in Mediterranean *Ilex aquifolium* populations. Trees 22:375–384.

Barstow, M. et Khela, S. 2018. *Ilex aquifolium*. The IUCN Red list of threatened species. https://www.iucnredlist.org/species/202963/68067360.

Caudullo, G., Welk, E., San-Miguel-Ayanz, J., 2017. Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief 12, 662-666. DOI: https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007.
Data: https://doi.org/10.6084/m9.figshare.5110741.

Guerrero Hue, N., Caudullo, G., de Rigo, D., 2016. *Ilex aquifolium* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. *In*: San-MiguelAyanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp. e011fbc+

Herrera C. M. et Bazaga P.2013. Epigenetic correlates of plant phenotypic plasticity: DNA methylation differs between prickly and nonprickly leaves in heterophyllous *Ilex aquifolium* (*Aquifoliaceae*) trees. Botanical Journal of the Linnean Society, 2013, 171, 441–452**.**

Lapie, G. 1909. Étude phytogéographique de la Kabylie du Djurjura. Doctoral dissertation. Univ. Paris. 156 p.

Niinemets, Ü. ,Valladares, F. et Ceulemans. R., 2003. Leaf-level phenotypic variability and plasticity of invasive *Rhododendron ponticum* and non-invasive *Ilex aquifolium* co-occurring at two contrasting European sites. Plant, Cell and Environment, **26**: 941–956.

Obeso J.R. 1997. The induction of spinescence in European holly leaves by browsing ungulates. *Plant Ecology* 129: 149–156.

Peterken, G. F. et Lloyd, P. S. 1967. Biological Flora of the Isles: *IIex aquifolium.* Journal of Ecology. 55: 725-741.

Valdés, B. 2012: Aquifoliaceae. – *In*: Euro+Med Plantbase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/

Webographie :
http://www.nhm.ac.uk/nature-online/species-of-the-day/common-species/ilex-aquifolium/taxonomy/index.html). [accessed on 13 november,2014 by Krouchi).
Plants of the world. Royal botanic gardens. Kew. *Ilex aquifolium*.
https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:83051-1/images

Résumé :

L'étude de quelques paramètres de la morphologie de la feuille du houx de la forêt des Ait-Ouabane (Djurdjura nord - est) réalisée sur 18 individus montre qu'en moyenne la feuille du houx (pétiole compris) a une longueur de près de 8 cm ; une largeur d'environ 3 cm ; un pétiole de près de 1 cm de long et porte un nombre d'épines de près de 10. Elle montre aussi que le limbe est environ deux fois plus long que large et 8 fois plus long que le pétiole.

Les résultats de cette étude pourront être ajoutés à ceux obtenus sur des échantillons d'autres stations de l'espèce au Djurdjura.

Mots clés : *Ilex aquifolium*, Djurdjura, Ait-Ouabane, feuille, morphologie, variation.