

**Etude préliminaire de la variation de caractères anatomiques du bois d'une forme spontanée et de sept variétés traditionnelles d'olivier (*Olea europaea* L.) de la région Nord du Maroc (Chefchaouen et Ouazzane)**

Kassout J., Barbara H., Ivorra S., Terral J.-F., Ater M.

*in*

Ater M. (ed.), Essalouh L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.).  
L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118

2016

pages 181-189

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=00007177>

To cite this article / Pour citer cet article

Kassout J., Barbara H., Ivorra S., Terral J.-F., Ater M. **Etude préliminaire de la variation de caractères anatomiques du bois d'une forme spontanée et de sept variétés traditionnelles d'olivier (*Olea europaea* L.) de la région Nord du Maroc (Chefchaouen et Ouazzane)**. In : Ater M. (ed.), Essalouh L. (ed.), Ilbert H. (ed.), Moukhli A. (ed.), Khadari B. (ed.). *L'oléiculture au Maroc de la préhistoire à nos jours : pratiques, diversité, adaptation, usages, commerce et politiques*. Montpellier : CIHEAM, 2016. p. 181-189 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 118)



<http://www.ciheam.org/>

<http://om.ciheam.org/>

# Etude préliminaire de la variation de caractères anatomiques du bois d'une forme spontanée et de sept variétés traditionnelles d'olivier (*Olea europaea* L.) de la région Nord du Maroc (Chefchaouen et Ouazzane)

Kassout Jalal <sup>1,2</sup>, Barbara Hicham <sup>1,2</sup>, Ivorra Sarah <sup>2</sup>, Terral Jean-Frédéric <sup>2</sup> et Ater Mohammed <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Diversité et Conservation des Systèmes Biologiques. Département de Biologie. Faculté des Sciences Université Abdelmalek Essaâdi. BP 2062. 93002 Tétouan (Maroc)

<sup>2</sup> Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier (ISE-M | UMR 5554). Equipe Dynamique de la Biodiversité, Anthro-écologie. 2 place Eugène Bataillon (CC065, bat. 21). 34095 Montpellier Cedex 5 (France)

---

**Résumé :** Ce travail est une première contribution à l'étude de l'éco-anatomie quantitative comparée du bois d'oliviers au statut différent (formes spontanées et variétés cultivées traditionnelles) se développant dans des conditions environnementales relativement homogènes. Des caractères anatomiques impliqués dans la conduction de la sève sont mesurés puis traités à l'aide d'une Analyse en Composantes Principales (ACP). Les résultats révèlent des disparités éco-anatomiques entre les différents oliviers suggérant des exigences écologiques et des réponses fonctionnelles différentes.

**Mots-clés.** Olivier - *Olea europaea* L. - Variétés locales - Eco-anatomie quantitative - Bois

**Title.** *Preliminary study of the variation of anatomical characteristics of wood for one spontaneous form and seven traditional varieties of olive trees (*Olea europaea* L.) in the northern region of Morocco (Chefchaouen and Ouazzane)*

**Abstract:** *This work is a first contribution to the comparative study of wood quantitative eco-anatomy of different olive trees (spontaneous forms and traditional cultivated varieties) growing in rather homogeneous environmental conditions. The anatomical characters involved in sap conduction are measured and analyzed using a Principal Component Analysis. Results reveal eco-anatomical disparities among olive trees suggesting various ecological requirements and functional responses.*

**Keywords:** *Olive tree - *Olea europaea* L. - Local varieties - Quantitative eco-anatomy - Wood*

---

## Introduction

L'olivier est la principale espèce fruitière cultivée au Maroc où il représente près de 55% du verger arboricole national (MAPM, 2014). Le Maroc est le deuxième producteur mondial d'olive de conserve et le sixième d'huile d'olive (El Mouhtadi *et al.*, 2014). Le secteur oléicole a une grande importance socio-économique car il assure une activité agricole intense permettant de générer plus de 15 millions de journées de travail/an. Il intéresse plus de 400 000 exploitations agricoles et contribue fortement au revenu d'une grande partie de petits agriculteurs.

L'oléiculture se pratique dans des conditions pédoclimatiques très larges et contrastées. Ainsi, elle peut être pratiquée aussi bien en zone irriguée (250 000 ha, 37%), qu'en zone de montagne (250 000 ha, 37%) ou en bour<sup>26</sup> favorable (180 000 ha, 26%) (Crédit agricole, 2010).

Le Maroc présente une situation bien singulière par rapport aux autres pays méditerranéens, qui se caractérise par la prédominance d'une variété, la « Picholine marocaine » (PM) représentant environ 98% des oliviers cultivés (Boulouha *et al.*, 1992 ; Khadari *et al.*, 2008). Cependant, dans les agrosystèmes traditionnels du Nord du Maroc, on rencontre, généralement une grande diversité variétale chez les fruitiers (Hmimsa & Ater, 2008, Ater & Hmimsa, 2008). La même tendance est également observée chez l'olivier où la « Picholine marocaine », dénommée localement « Zeitoun », coexiste avec d'autres variétés locales (Kortbi, Semlali, Bouchouk, Hamrani et Meslal) considérées comme marginales dans la région de Chefchaouen (Barbara, 2013). Hormis des approches génétiques (Haouane, 2012), peu d'études biologiques, agroécologiques et agronomiques ont été développées sur ces variétés.

Dans cette étude préliminaire, on vise à quantifier et à comparer les caractéristiques et la variabilité anatomiques du bois relatives à la conduction de la sève brute de 6 variétés traditionnelles d'olivier et d'une forme spontanée coexistant dans une même région. La méthode d'étude utilisée est le protocole éco-anatomique mis au point par J.-F. Terral (1997a,b) qui permet de caractériser quantitativement le système conducteur du bois de l'olivier (Zimmerman, 1983 ; Carlquist, 1988 ; Terral & Arnold-Simard, 1996). Outre l'âge du rameau qui représente le paramètre majeur de variation anatomique, le climat et les activités humaines jouent un rôle prépondérant. Dans cette étude, les caractères anatomiques du bois sont utilisés pour comparer les performances de conduction de la sève brute de différents arbres se développant sous des contraintes environnementales comparables.

## I – Matériel et méthodes

Cette étude a été réalisée sur 35 oliviers des régions de Chefchaouen et de Ouazzane (Fig. 1, Tab. 1) : 5 formes spontanées pouvant être des individus sauvages ou féraux<sup>27</sup> et 30 arbres appartenant à 6 variétés cultivées (*Picholine marocaine*, *Bouchouk*, *Hamrani*, *Kortbi*, *Meslal* et *Semlal* – 5 arbres / variétés). L'échantillonnage des variétés a été réalisé dans des vergers traditionnels.

---

<sup>26</sup> « Bour » signifie une culture pluviale sans irrigation

<sup>27</sup> Individus domestiques retournés à l'état sauvage

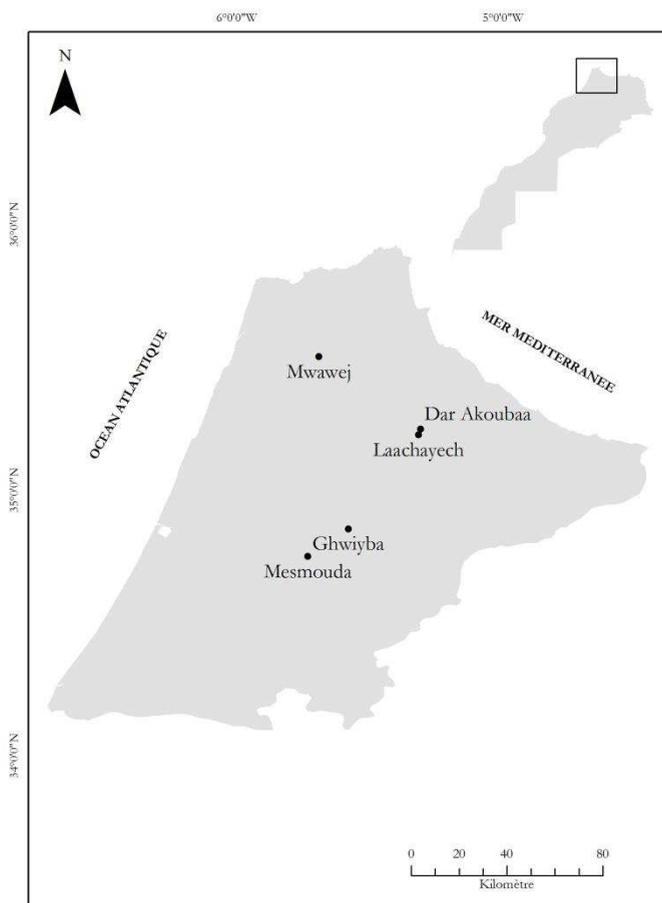


Figure 1. Localisation des sites de prospections

Tableau 1. Localisation, altitude et données climatiques des sites de prospection

Localité	Variétés	Longitude N	Latitude E	Altitude (m)	T° moyenne annuelle (°C) <sup>28</sup>	P. annuelles moyennes (mm) <sup>3</sup>
Laachayech	<i>Hamrani</i>	-5,31	35,20	272	17,59	816
	<i>Bouchouk</i>	-5,31	35,20	270		
	<i>Meslal</i>	-5,31	35,19	315	17,74	
	<i>Zeitoun</i>	-5,31	35,19	274		
Mesmouda	<i>Semlal</i>	-5,73	34,75	320	17,68	813
Mwawej	<i>Kortbi</i>	-5,69	35,50	152	17,93	785
Dar Akoubaa	Formes spontanées	-5,30	35,23	280	17,70	793

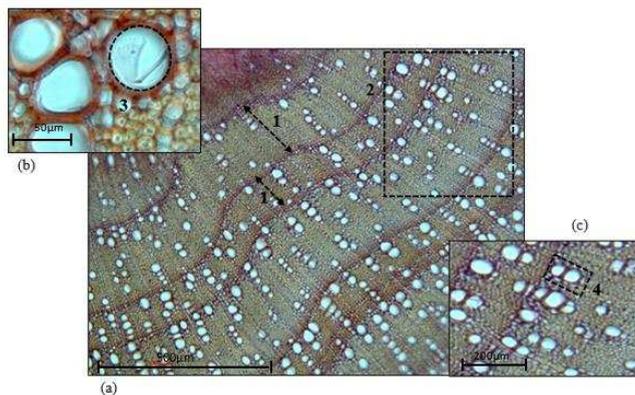
<sup>28</sup> Les données climatiques ont été extrapolées à partir de la base de données Wordclim. (www.worldclim.org, Hijmans *et al.*, 2005).

Sur chaque arbre, plusieurs échantillons de bois ont été prélevés sous forme de petits rondins de diamètres différents, obtenus à partir de sections transversales de rameaux. Dans cette étude préliminaire, seul un 1 échantillon par arbre de diamètre équivalent a été étudié. L'analyse anatomique est effectuée sur des coupes transversales de 7µm d'épaisseur à l'aide d'un microtome (G.L.S 1). Les coupes sont traitées par l'hypochlorite de sodium, dilué à 10% avant la coloration par la safranine et le Vert lumière (fast green), puis elles sont soumises à une déshydratation progressive par le passage dans des bains d'alcool successifs de 40, 50 et 100°. Pour finir, les coupes sont montées entre lame et lamelle dans le baume de Canada.

Les coupes transversales du bois ainsi obtenues ont été observées avec un microscope (Olympus BX43) couplé à un analyseur d'image (Toup View Software). En tenant compte de la méthodologie de l'éco-anatomie quantitative proposée par J.-F. Terral (Terral & Arnold-Simard, 1996 ; Terral, 1997a,b ; Marguerie *et al.*, 2010), les paramètres anatomiques (Fig. 2) mesurés sont :

- La largeur des cernes de croissance, CER (en µm), estimée à partir de l'ensemble des cernes observables ;
- La surface des vaisseaux, SVS (en µm<sup>2</sup>), estimée par la répétition de 30 à 50 mesures par échantillon ;
- La densité des vaisseaux, DVS (N/mm<sup>2</sup>), estimée par la répétition de 10 à 15 mesures ;
- Le nombre moyen de vaisseaux (NVS) groupés en file radiale, estimée à partir de 40 groupes de vaisseaux ;
- La conductivité hydraulique ( $CD=[SVS/\pi]^2/DVS$ ) a été calculée selon la méthode de Terral & Mengüal (1999).

Les données éco-anatomiques ont été analysées à l'aide d'une Analyse en Composantes Principales (ACP). Trente-six individus et 4 variables composent la matrice de données traitée par l'ACP. La « largeur de cerne de croissance », caractère difficile à observer et à mesurer du fait d'arrêts ou de ralentissement fugaces de croissance radiale, a finalement été retiré de l'analyse car la matrice présentait trop de données manquantes. Enfin, pour chaque variété et pour les oliviers spontanés, la variabilité anatomique a été estimée par le calcul dans le plan factoriel 1-2 de la moyenne des distances entre chaque individu et le barycentre.



**Figure 2. (a) Structure anatomique du bois d'olivier en coupe transversale. Les cernes de croissance sont distinguables sur cet échantillon (1) ; exemple de « fenêtre » utilisée pour l'estimation de la densité des vaisseaux (2) ; (b) Agrandissement permettant de visualiser des vaisseaux (3) ; (c) Agrandissement montrant des vaisseaux accolés en files radiales (4).**

## II – Résultats et discussion

Mis à part les hétérogénéités possibles à petite échelle géographique, on peut considérer que les conditions environnementales (climat, sol, topographie...) sont stables et la conduite des vergers (agrosystèmes traditionnels) équivalente au niveau de l'aire d'étude. Les différences anatomiques observées entre les oliviers étudiés (individus spontanés et variétés) (Tab. 2) seraient donc liées au statut (spontané/domestique) et à la variété pour l'olivier cultivé. Toutefois, les résultats doivent être interprétés avec beaucoup de précaution compte tenu du faible effectif de l'échantillonnage.

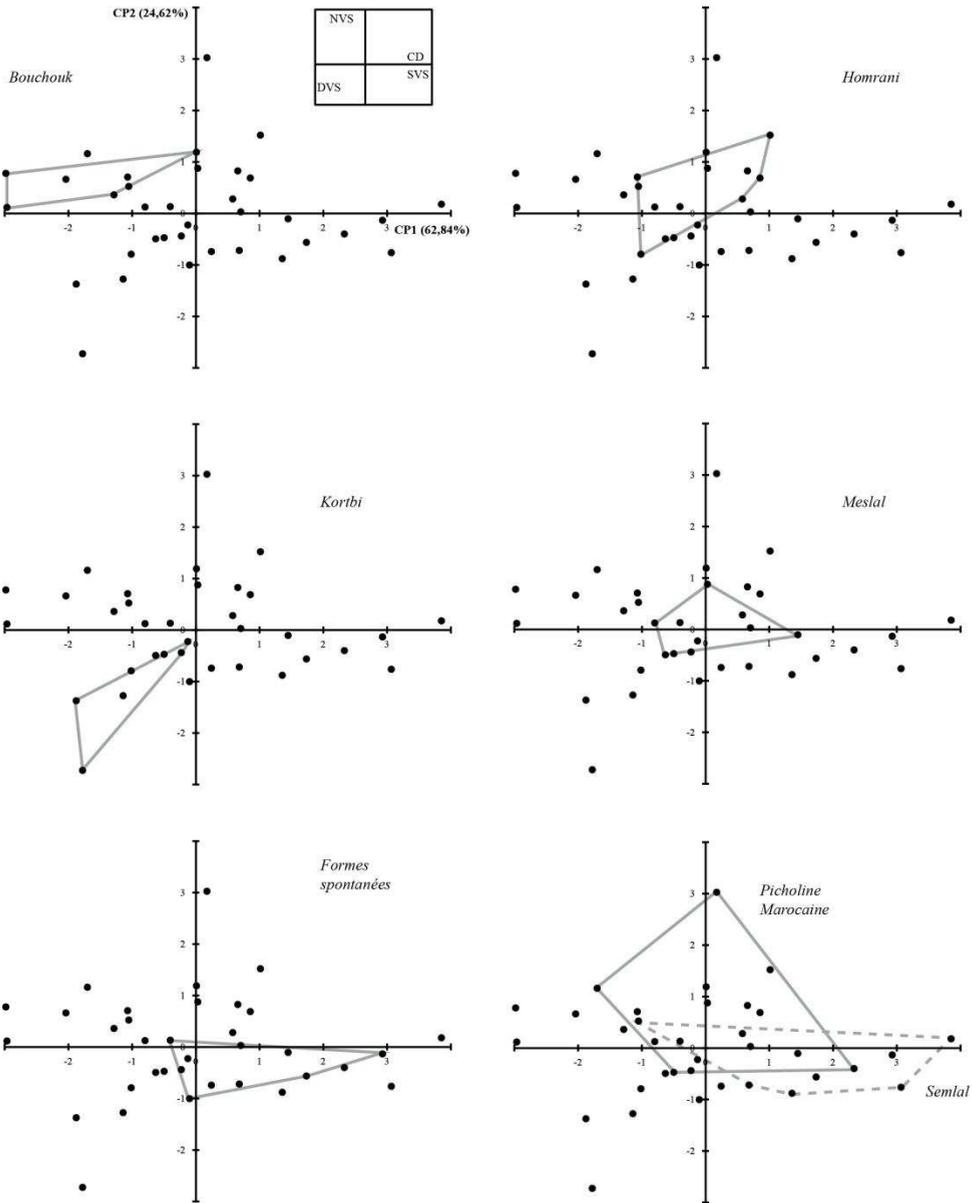
**Tableau 2. Moyenne et intervalle de confiance des paramètres anatomiques mesurés chez les variétés locales et les formes spontanées.** SVS : surface de vaisseaux ; CD : conductivité hydraulique ; DVS : densité des vaisseaux ; NVS : nombre de vaisseaux par groupe.

Variétés	SVS ( $\mu\text{m}^2$ )	CD	DVS (N/mm <sup>2</sup> )	NVS
<i>Bouchouk</i>	531,45±17,24	307,18±32,17	104,87±1,95	2,92±0,008
<i>Hamrani</i>	638,07±15,54	571,11±40,35	77,37±1,14	2,65±0,026
<i>Kortbi</i>	634,41±11,90	381,84±24,53	112,80±2,05	2,48±0,019
<i>Meslal</i>	663,16±10,89	570,96±31,59	81,23±0,96	2,57±0,019
Formes spontanées	800,36±13,59	775,80±54,26	98,67±1,46	2,57±0,016
<i>Picholine marocaine</i>	683,07±22,08	642,47±53,16	79,23±0,97	2,76±0,043
<i>Semlal</i>	745,27±27,85	933,81±76,41	94,42±0,30	2,62±0,030

L'Analyse en Composante Principale (87.46% d'inertie sur le plan factoriel 1-2) permet de révéler d'importantes disparités entre les oliviers, non imputables à l'âge de la branche (Fig. 3).

L'axe 1 de l'ACP (62.84% d'inertie) oppose les individus présentant une surface de vaisseaux (SVS) et une conductivité hydraulique (CD) élevées (composantes principales de l'axe 1 (CP1) > 0) aux individus ayant une surface de vaisseau et une conductivité plus faible (CP1 < 0) (Fig. 3).

L'axe 2 (24.62% d'inertie) exprime des variations de nombre de vaisseaux par groupe (NVS) (Fig. 3). La « Densité des Vaisseaux » (DVS), caractère faiblement corrélé avec la conductivité hydraulique (R = -0.65), contribue à l'explication des axes 1 et 2.



**Figure 3. Représentations des individus étudiés (les formes spontanées et les variétés étudiées) dans le plan 1-2 de l'Analyse en Composantes Principales (87,46% d'inertie) réalisée à partir des données éco-anatomiques acquises. La contribution des caractères anatomiques à l'explication des axes est également représentée.**

En termes de surface de vaisseaux et corrélativement de conductivité hydraulique, les variétés « Bouchouk » et « Kortbi » se distinguent de « Semlal » et de l'olivier spontané par des vaisseaux plus étroits et par conséquent par une plus faible conductance ou conductivité (efficacité de conduction). « Bouchouk » et « Kortbi » se différencient entre elles par des disparités de densité de vaisseaux. « Bouchouk » présente par rapport à « Kortbi » une densité

de vaisseaux inférieure. Les variétés « Hamrani », « Meslal » et « Picholine marocaine » possèdent des valeurs de surface de vaisseaux intermédiaires, même si la « Picholine marocaine » se caractérise par une variabilité de conductivité hydraulique élevée.

Quant au nombre de vaisseaux par groupe, caractère considéré comme un marqueur de sécurité de conduction lié au stress xérique (Terral & Mengüal, 1999 ; Terral *et al.*, 2004), aucun des oliviers ne possède des niveaux très élevés (excepté peut-être un échantillon de « Picholine marocaine »). Les niveaux les plus faibles sont atteints par la variété « Kortbi ». Les variétés « Hamrani », « Meslal », « Picholine marocaine » et « Semlal » ainsi que les formes spontanées possèdent un nombre intermédiaire de vaisseaux par groupe (Fig. 3). Enfin, « Picholine marocaine » et « Hamrani », deux variétés très proches génétiquement car ne se différenciant que par un faible nombre d'allèles (Houane, 2012) possèdent des caractéristiques éco-anatomiques comparables. Elles présentent une variabilité anatomique bien plus élevée par rapport aux autres variétés et formes spontanées (Tab. 3). Bien que ces deux variétés ne présentent aucune signature éco-anatomique de stress, ce résultat laisse supposer une plasticité anatomique et écologique potentiellement large.

**Tableau 3. Variabilité anatomique estimée par le calcul, dans le plan factoriel 1-2 de l'ACP, de la moyenne des distances entre chaque individu et le barycentre de la forme spontanée ou de la variété correspondant.**

<b>Forme / Variété</b>	<b>Indice de variabilité anatomique</b>
<i><b>Bouchouk</b></i>	1,02
<i><b>Hamrani</b></i>	1,12
<i><b>Kortbi</b></i>	1,03
<i><b>Meslal</b></i>	0,93
<b>Olivier spontané</b>	1,23
<i><b>Picholine marocaine</b></i>	1,70
<i><b>Semlal</b></i>	1,64

Finalement, seules deux variétés se distinguent des autres par leurs attributs éco-anatomiques, « Bouchouk » et « Kortbi ». La variété « Bouchouk » se caractérise par une surface de vaisseaux faible et par un nombre de vaisseaux relativement élevé. D'un point de vue éco-fonctionnel, nous pouvons considérer que le bois de cette variété privilégie la sécurité de conduction par rapport à son efficacité. La mise en place d'un assez grand nombre de vaisseaux accolés en files radiales pourrait lui permettre de minimiser les risques de cavitation (embolie gazeuse). De son côté, « Kortbi » présente comme « Bouchouk » une surface globale de vaisseaux faible mais une densité de vaisseau élevée lui permettant de combiner sécurité et efficacité de conduction. En outre, on peut noter l'absence d'opposition entre formes spontanées et variétés cultivées comme le prévoit le modèle de référence (Terral & Arnold-Simard, 1996 ; Terral, 1997a,b) permettant de distinguer les oliviers sauvages des oliviers cultivés sur la base de fortes disparités environnementales. Or, dans le cas de notre étude, l'ensemble du matériel biologique provient d'une zone relativement stable d'un point de vue environnemental expliquant l'absence de différenciation spontanée / domestique. Plus encore, le comportement éco-anatomique des formes spontanées qui peuvent être des formes férales semble quasiment comparable avec celui des individus de la variété « Semlal » caractérisée par un niveau moyen de densité de vaisseaux et de nombre de vaisseaux par groupe ainsi qu'un niveau intermédiaire à élevé de conductivité vasculaire. Ce résultat apparaît cohérent puisque la variété « Semlal » dérive de la sélection de plantules issues de germinations de graines.

## Conclusion

Les résultats de cette étude préliminaire menée sur des formes spontanées et des variétés d'olivier d'une même zone géographique représentent une première contribution à la compréhension des variations de caractères anatomiques du bois impliqués dans la conduction de la sève. Cette étude ne révèle pas de différences éco-anatomiques significatives au sein des oliviers étudiés. Seules les variétés « Bouchouk » et « Kortbi » et dans une moindre mesure « Picholine marocaine » semblent se distinguer. « Bouchouk » et « Kortbi » présentent une signature éco-anatomique liée au stress hydrique. Les deux variétés possèdent une conductivité hydraulique faible et des stratégies différentes visant à renforcer la sécurité de conduction. « Bouchouk » privilégie l'association de vaisseaux tandis que « Kortbi » semble miser sur une densité vasculaire plus élevée. Ces deux variétés dites rustiques, probablement bien adaptées à la région Nord Marocaine, ne semblent pas être en mesure de s'adapter à de trop hauts niveaux de stress xérique. La « Picholine marocaine » et dans une moindre mesure « Hamrani » se caractérisent par une variabilité anatomique élevée augurant une plasticité anatomique et donc un pouvoir d'acclimatation élevé à des conditions environnementales différentes. Enfin, certains signaux éco-anatomiques tels que la proximité des caractéristiques des variétés « Picholine marocaine » et « Hamrani » ainsi que « Semlal » par rapport aux formes spontanées semblent attester du rôle joué par le génotype dans l'expression des traits anatomiques.

## Remerciements

Ce travail a bénéficié de l'appui des projets *Toubkal 15/04 « EcoGenOlea »* et *« Pestolive » du programme Arimnet*.

## Références

- Ater M., Hmimsa Y. (2008).** Agriculture traditionnelle et agrodiversité dans le bassin versant de l'Oued Laou (Maroc). In : Bayed A., Ater M. (eds). *Du bassin versant vers la mer : analyse multidisciplinaire pour une gestion durable*. Rabat : Institut scientifique. p. 107-115. (Travaux de l'Institut scientifique : série générale, n° 5).
- Barbara H. (2013).** Les oliveraies et les oléastraies dans la région de Chefchaouen (Pays Jbala, Rif occidental) : typologie, diversité et usages. Mémoire Master Spécialisé « Ingénierie en Ecologie et en gestion de la biodiversité » : Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Tetouan (Maroc). 95 p.
- Boulouha B., Loussert R., Saadi R. (1992).** Etude de la variabilité phénotypique de la variété « Picholine marocaine » dans la région du Haouz. *Olivae*, n. 43, p. 30-33.
- Carlquist S. (1988).** *Comparative wood anatomy. Systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledons wood*. Berlin : Springer-Verlag. 426 p.
- Crédit Agricole. (2010).** *Guide de l'investisseur. Filière oléicole*. Rabat : Crédit Agricole. 18 p.
- El Mouhtadi I., Agouzzal M., Guy F. (2014).** L'olivier au Maroc. *OCL*, vol. 21, n. 2, p. 1-3.
- Hauwane H. (2012).** *Origines, domestication et diversification variétale chez l'olivier (Olea europaea L.) à l'ouest de la Méditerranée*. Thèse de doctorat : Université Cadi Ayyad (Maroc) et SupAgro Montpellier (France). 319 p.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. (2005).** Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, December 2005, vol. 25, n. 15, p. 1965-1978. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.1276>
- Hmimsa Y, Ater M. (2008).** Agrodiversity in the traditional agrosystems of the Rif mountains North of Morocco). *Biodiversity: Journal of Life on Earth*, vol. 9, n. 1-2, p. 78-81. <http://dx.doi.org/10.1080/14888386.2008.9712890>

- Khadari B., Charafi J., Moukhli A., Ater M. (2008).** Substantial genetic diversity in cultivated Moroccan olive despite a single major cultivar: a paradoxical situation evidenced by the use of SSR loci. *Tree Genetics and Genomes*, April 2008, vol. 4, n. 2, p. 213-221. <http://dx.doi.org/10.1007/s11295-007-0102-4>
- MAPM (Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime). (2014).** *L'agriculture marocaine en chiffres*. Rabat : MAMP. 31 p.
- Marguerie D., Bernard V., Bégin Y., Terral J.-F. (2010).** Anthracologie et dendrologie. In : Payette S., Filion L. (eds.) *Dendroécologie : principes, méthodes et applications*. Québec : Presses de l'Université de Laval. p. 311-346.
- Terral J.-F. (1997a).** *La domestication de l'Olivier (Olea europaea L.) en Méditerranée nord occidentale : approche morphométrique et implications paléoclimatiques*. Thèse de doctorat : Université de Montpellier II (France). 2 vol., 334 p.
- Terral J.-F. (1997b).** Début de la domestication de l'olivier (*Olea europaea* L.) en Méditerranée nord-occidentale, mise en évidence par l'analyse morphométrique appliquée à du matériel anthracologique. *Comptes Rendus à l'Académie des Sciences de Paris*, t. 324, série IIa, p. 417-425.
- Terral J.-F., Arnold-Simard G. (1996).** Beginnings of olive cultivation in Eastern Spain in relation to Holocene bioclimatic changes. *Quaternary Research*, September 1996, vol. 46, n. 2, p. 176-185. <http://dx.doi.org/10.1006/qres.1996.0057>
- Terral J.-F., Badal E., Heinz C., Roiron P., Thiébaud S., Figueiral I. (2004).** A hydraulic conductivity Model points to post-Neogene survival of the Mediterranean Olive in riparian habitat. *Ecology*, November 2004, vol. 85, n. 11, p. 3158-3165. <http://dx.doi.org/10.1890/03-3081>
- Terral J.-F., Mengüal X. (1999).** Reconstruction of holocene climate in southern France and eastern Spain using quantitative anatomy of olive wood and archeological charcoal. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 15 September 1999, vol.153, n. 1-4, p. 71-92. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-0182\(99\)00079-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-0182(99)00079-6)
- Zimmermann M.H. (1983).** *Xylem structure and the ascent of Sap*. Berlin : Springer Verlag. 143 p.