

Richesse spécifique et distribution spatiale de la strate arbustive de la subéraie de Ain Snoussi, Tunisie

Boutheina Stiti^{1,2}, Yaussra Mannai^{1,2}, Abdelhamid Khaldi¹, Belgacem Henchi²

¹Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêt. BP10, Ariana, Tunisie.

²Faculté des sciences de Tunis (FST). Campus Universitaire Tunis El Manar, 2092 Tunis, Tunisie.

Résumé: Compte tenu de l'état actuel de dégradation des subéraies, la reconstitution du couvert végétal doit être assurée par un aménagement approprié de l'espace. Ceci nécessite une base de données sur le potentiel des ressources naturelles, jusqu'ici peu évalué en Tunisie. Ce travail s'intéresse à la distribution spatiale et à la biodiversité des espèces arbustives dans la subéraie de Ain Snoussi, localisée au Nord Ouest de la Tunisie. La méthode des transects combinée à la méthode du plus proche voisin a été utilisée. Dans chacune des six parcelles sélectionnées dans la forêt d'étude, deux transects orthogonaux de 50m de long ont été installés. Chaque transect comprend 1 point d'observation tous les mètres (50 points au total). A partir de chaque point d'observation, la distance à l'arbuste le plus proche a été mesurée et les paramètres morphologiques de la plante ont été relevés. Cinq espèces ont été identifiées; un indice de Shannon de 1.44 et une équitabilité de Piélou proche de 1 révèlent respectivement une faible diversité spatiale et une abondance relative similaire des cinq espèces d'arbustes, avec une légère dominance d'*Erica arborea* (indice de Berger-Parker = 0.36). En moyenne, la densité végétale arbustive était de 8692 plants/ha et son phytovolume total de 8277,52m³/ha.

Mots clés: *Quercus suber* L., maquis, biodiversité, couverture arbustive, gestion durable

Shrub specific diversity and spatial distribution in the cork oak forest of Ain Snoussi, Tunisia

Abstract: Given the current degradation state of the cork oak forest ecosystem, plant cover restoration must be ensured by an appropriate space management. This requires a database on natural resources potential, which has been hardly evaluated in Tunisia. This study focused on the spatial distribution and biodiversity of shrubs in the Ain Snoussi forest, located in northwestern Tunisia. Transects combined with the nearest-neighbour-distance method was used. Indeed, six representative plots were selected and two orthogonal transects of 50m installed in each one. In each transect, 50 observation points were fit, all 1m apart. From each observation point, distance to the nearest shrub was measured as well as morphologic parameters of the plant. In overall the forest, maximum species richness was 5, Shannon index (1.44) and Piélou'index (~1) indicated a low species diversity with similar relative abundance, and Berger-Parker index (0.36) a slight dominance of *Erica arborea*. Mean plant density was equal to 8692 plants/ha and shrub phytovolume reached 8277, 52m³/ha.

Key words: *Quercus suber* L., shrub, biodiversity, shrub cover, sustainable management

Introduction

Les subéraies sont des forêts méditerranéennes à gestion difficile (Palahi, 2004), car leur dégradation est graduelle (Scarascia-Mugnozza et al., 2000), en particulier dans les pays du sud. L'acquisition de données sur la distribution spatiale et la structure de la végétation est devenue cruciale pour valoriser la production de ces écosystèmes. Dans la subéraie

tunisienne, la quasi-totalité des bases de données sur la subéraie concernent le liège et le bois des chênes-lièges. Peu de recherches ont été effectuées sur la strate arbustive alors qu'une bonne connaissance de cette strate est indispensable à la réussite de ce modèle sylvo-pastoral, compte tenu des pressions que l'homme et son cheptel exercent sur la dynamique de cet écosystème. Dans une perspective de gestion durable du potentiel des ressources naturelles, une meilleure connaissance de la structure des peuplements forestiers est utile pour ajuster la charge animale réelle en fonction de la charge d'équilibre produite par la strate arbustive, dans le but d'établir un modèle sylvo-pastoral adéquat capable d'accommoder la pression anthropique (pâturage) à la sauvegarde de l'écosystème. La présente étude a pour but d'estimer la richesse spécifique de la strate arbustive d'une subéraie dégradée et de décrire sa structure et sa distribution spatiale.

Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée dans la forêt de chêne-liège (*Quercus suber* L.) de Ain Snoussi (Fig. 1), au nord-ouest de la Tunisie. Située en Kroumirie, en bordure des massifs de subéraie tunisienne, elle couvre une superficie de 3735ha; elle est dominée par le chêne-liège qui occupe 65% de sa surface. Le reste est occupé par le chêne zéen (17%), des peuplements artificiels de pin pignon (<1%), du maquis (6 %) et des clairières cultivées; 12% de sa surface correspondent à une occupation non forestière du sol (DGF, 1983). Cette forêt se caractérise par un état de vieillissement important lié principalement au problème d'absence de régénération (Stiti *et al.*, 2005).

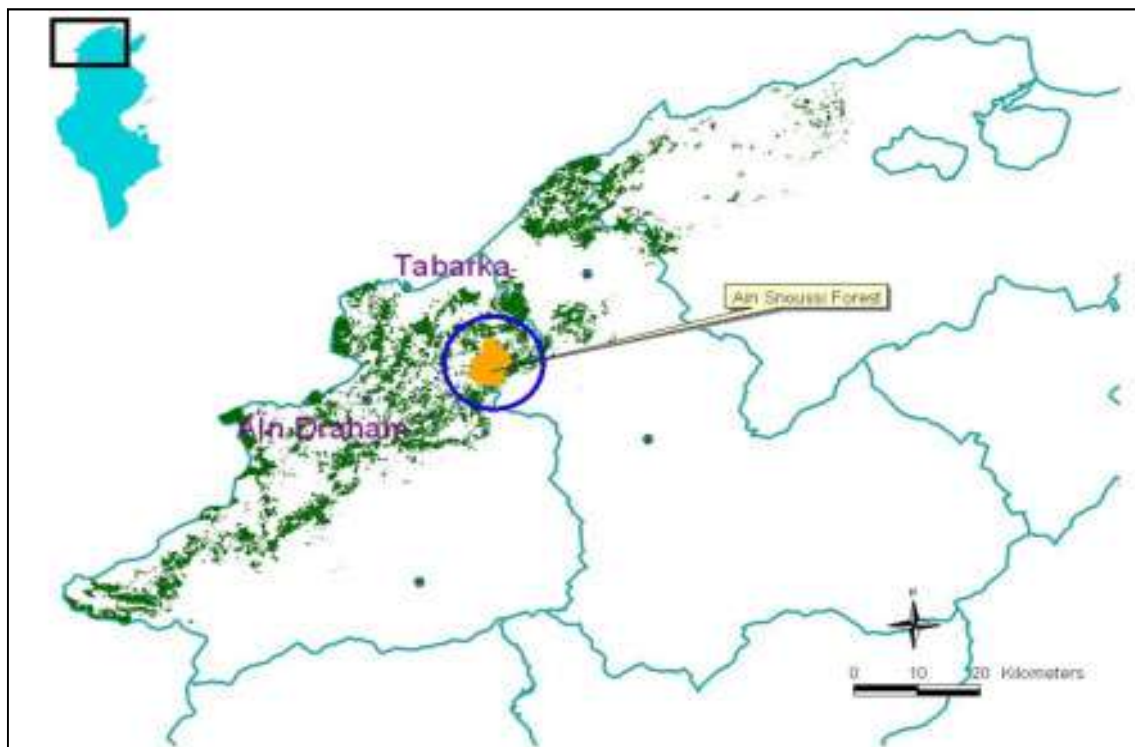


Figure 1. Emplacement de la forêt étudiée au sein de la subéraie tunisienne

Structure de la strate arbustive

La procédure utilisée dans ce travail est tirée de Robles et Passera (1995). Des transects ont été utilisés en combinaison avec la méthode du plus proche voisin, ce qui permet un rapide calcul de la densité, de la couverture végétale et du phytovolume (Wharton et Griffith, 1993). La combinaison de ces paramètres est en effet le meilleur choix pour obtenir une description précise de la strate arbustive.

Après une appréciation qualitative visuelle de la végétation arbustive à l'intérieur de la forêt étudiée, six parcelles représentatives ont été sélectionnées. Deux transects de 50m de long ont été définis dans chaque parcelle, le premier selon une direction nord sud et le second perpendiculairement au précédent. Environ 100 observations ont été faites par parcelle (Wharton et Griffith, 1993) de façon à prendre en compte le plus grand nombre d'espèces d'arbustes. Chaque transect était donc divisé en 50 points d'observation distants d'1m. Dans chacune de ces unités, la distance du point d'observation à l'arbuste le plus proche a été mesurée (d_i , m). Pour chacune des plantes observées, quatre variables morphologiques ont en outre été mesurées: hauteur de la plante (h , cm), plus grand diamètre de la couronne (Φ_g , cm), plus petit diamètre (Φ_p , cm) et diamètre à la base (Φ_b , cm).

Ces variables ont été utilisées pour calculer le diamètre moyen de la couronne (Φ_m , cm) et le phytovolume de chaque individu (V_i) observé. Pour cela, le biovolume apparent a été déterminé en adaptant la forme du végétal à celle d'un corps solide spécifique correspondant à trois formes possibles: conique, semi-sphérique et cylindrique (Oyonarte et Cerillo, 2003; Sebei et al., 2009). La densité végétale par unité de surface, De , a été calculée à partir de la formule suivante:

$$De = \frac{Sf}{(\delta \times d_{i_m})^2} \quad (1)$$

où Sf est la surface estimée (Sf est ici égale à $10000m^2$), d_{i_m} la moyenne des distances de chaque point d'observation à l'arbuste le plus proche, et δ un facteur de correction qui varie suivant la méthode utilisée; δ est égal à 2 pour la méthode du plus proche voisin (Wharton & Griffith, 1993).

La densité de chaque espèce $De_{(spi)}$ a été calculée à partir de la formule:

$$De_{(spi)} = \left(\frac{nb.plants_{spi}}{nb.total.plantes} \right) \times De \quad (2)$$

Lorsque des arbres étaient présents le long des transects, la distance du point d'observation aux arbres a été mesurée comme pour les arbustes. Ensuite, pour calculer la densité des arbres, la formule (1) a été utilisée avec les mêmes paramètres que pour les espèces arbustives ($Sf = 10000m^2$; $\delta = 2$).

Pour chaque plante mesurée, le diamètre moyen, Φ_m , a été utilisé pour obtenir la couverture C , ajustée à un cercle:

$$C = \pi \times \left(\frac{\phi_m}{2} \right)^2 \quad (3)$$

Ensuite, pour chaque espèce i , la couverture $C_{(spi)}$ a été déterminée en calculant la moyenne des couvertures C de toutes les plantes appartenant à l'espèce i . La couverture de l'espèce i par hectare C_i a été obtenue à partir de la formule:

$$C_i = De_i \times C_{(spi)} \quad (4)$$

où $C_{(spi)}$ est la couverture moyenne de chaque espèce.

Le phytovolume par hectare pour chaque espèce V_i a été calculé à partir des valeurs de densité spécifique $De_{(spi)}$ tirées de la formule (2) et celles du phytovolume spécifique $V_{(spi)}$ obtenues à partir des moyennes des phytovolumes de chaque espèce:

$$V_i / ha = De_{(spi)} \times V_{(spi)} \quad (5)$$

Le phytovolume total VT pour chaque type d'arbuste étant:

$$VT / ha = \sum \left(De_{(spi)} \times V_{(spi)} \right) \quad (6)$$

Estimation de la richesse spécifique

La richesse spécifique de la strate arbustive dans la forêt de Ain Snoussi a été estimée à l'aide des indices de diversité de Shannon, d'équitabilité de Piélou et l'indice de dominance de Berger-Parker (Mölder *et al.*, 2008; Pohle et Thomas, 2006) à partir des données collectées dans chacune des six parcelles d'étude.

L'indice de Shannon permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu; il est maximal quand les espèces sont nombreuses et que tous les individus sont répartis d'une façon égale entre toutes ces espèces.

L'indice d'équitabilité de Piélou est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement.

L'indice de Berger-Parker correspond à la fréquence relative maximale de l'espèce la plus abondante dans les différents relevés.

Tableau 1. Indices de diversité utilisés

Indice	Caractère mesuré	Equation	Valeurs extrêmes
Shannon	Combinaison de richesse	$H' = -\sum p_i \times \ln p_i$	0-ln S
Piélou	Equitabilité	$E = \frac{H'}{\ln S}$	0-1
Berger-Parker	Dominance	$D' = \frac{N_{max}}{N}$	

avec: p_i : abondance relative de l'espèce i (nombre total d'individus de l'espèce sur le nombre total N d'individus des différentes espèces présentes); S : nombre d'espèces; $\ln$: log népérien; N_{max} : nombre d'individus de l'espèce la plus abondante.

Analyses statistiques

Tous les calculs ont été exécutés sur des variables non transformées, à l'aide du logiciel "Excel 7.0". Comme la couverture végétale et le volume par hectare de chaque espèce ont été calculés à partir de leur densité spécifique ($De_{(spi)}$), l'analyse statistique n'a concerné que cette

dernière variable. L'analyse de variance (une variable dépendante quantitative, un seul facteur indépendant), a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS (version 13); elle a permis de comparer les moyennes des densités spécifiques des différentes espèces trouvées en utilisant le test de Fisher.

Résultats

Estimation de la richesse spécifique

Dans les 6 parcelles sélectionnées dans la subéraie de Aïn Snoussi, 266 arbustes ont été dénombrés et 5 espèces seulement ont été identifiées: *Erica arborea*, *Phillyrea angustifolia*, *Calycotome villosa*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*. De plus, une seule espèce arborée a été identifiée : le chêne-liège et 16 arbres ont été trouvés sur les transects des 6 parcelles.

La strate arbustive de la forêt de Ain Snoussi présente une diversité spécifique faible, ce qui se traduit par une faible valeur de l'indice de Shannon (1.44). L'indice d'équitabilité (0.89) est proche de 1, ce qui montre que la distribution des espèces au sein des sites d'étude est homogène. L'indice de Berger- montre la faible dominance (0.36) d'*Erica arborea* L.

Structure de la strate arbustive

Afin de décrire la structure de la végétation arbustive, les paramètres morphologiques des 5 espèces trouvées sont résumés dans le tableau 3. A l'échelle interspécifique, l'analyse de variance montre une différence significative entre les hauteurs moyennes des 5 espèces (Tab. 3). La hauteur moyenne des arbustes a varié de 0,58m pour *Myrtus communis* à 1.14m pour *Phillyrea angustifolia* (Tab. 3). Par contre, la différence entre les diamètres moyens des couronnes n'a pas été significative (Tab. 3). La forme semi-sphérique est la forme dominante.

Tableau 3. Caractéristiques biométriques (moyenne $\pm$ écart-type) et morphotypes des espèces arbustives de la subéraie de Ain Snoussi. La différence entre les paramètres, analysée par ANOVA, est indiquée par s quand elle est significative (ns: not significant) au seuil de signification 0.05. La probabilité P est donnée entre parenthèses.

Espèces	Hauteur (m)	Diamètre moyen (m)	Morphotype
<i>Phillyrea angustifolia</i>	1.14 $\pm$ 0.7	0.72 $\pm$ 0.42	semi-sphérique
<i>Calycotome villosa</i>	0.85 $\pm$ 0.71	0.63 $\pm$ 0.3	semi-sphérique
<i>Erica arborea</i>	1.08 $\pm$ 0.58	0.70 $\pm$ 0.33	semi-sphérique
<i>Myrtus communis</i>	0.58 $\pm$ 0.64	0.73 $\pm$ 0.42	semi-sphérique
<i>Arbutus unedo</i>	0.95 $\pm$ 1.2	0.57 $\pm$ 0.62	conique et semi-sphérique
Anova	s (0 < 0.05)	ns (0.552 > 0.05)	

La densité végétale par hectare a été estimée à 8692 plants par hectare et la couverture végétale à 43%. Toutefois, la densité spécifique par hectare a varié de 425 plants/ha pour *Arbutus unedo* à 3137 plants/ha pour *Erica arborea*. De même, le couvert spécifique variait de 2.2% pour *Arbutus unedo* à 14.6% pour *Erica arborea* (Tab. 4). Notons que la densité moyenne des chênes-lièges seule espèce arborée présente a été estimée à 1429 arbres/ha.

Le phytovolume total (pour l'ensemble des espèces arbustives) par hectare a été estimé à 8277.52m³/ha; *Erica arborea* occupe le plus grand volume (3127.73m³/ha), suivie par *Phillyrea angustifolia* (2483.25m³/ha) tandis que *Arbutus unedo* n'occupe que 838.06m³/ha (Tab. 4).

L'analyse de variance montre aucune différence significative entre les densités spécifiques moyennes des 5 espèces (P par le test de Fisher = 0.092; P > 0.05), ce qui est en accord avec la valeur élevée de l'indice de l'équitabilité, qui montre une relative homogénéité dans l'abondance des 5 espèces. Par conséquent, il n'y a pas aussi de différences interspécifiques des couvertures et des phytovolumes (Tab. 4).

Tableau 4. Valeurs des densités, des couvertures et des phytovolumes spécifiques moyens des 5 espèces arbustives de la forêt de Ain Snoussi.

Espèces	Densité spécifique (plants/ha)	Couverture %	Phytovolume (m ³ /ha)
<i>Phillyrea angustifolia</i>	1273± 1438	6.86 ± 7.75	1934.81± 2185.75
<i>Calycotome villosa</i>	1191± 2242	4.75± 8.6	877.04± 1650.84
<i>Erica arborea.</i>	3658± 2399	17.04± 11.17	3647.18± 2391.7
<i>Myrtus communis</i>	2223± 2775	12.28± 15.33	1133.79± 1415.39
<i>Arbutus unedo</i>	347± 795	1.86± 4.26	684.7± 1569.22
Anova	ns (0.092> 0.05)	ns (0.099>0.05)	ns (0.069> 0.05)

Discussion

L'étude du sous-bois de la subéraie de Ain Snoussi a mis en évidence la présence de 5 espèces arbustives. Les résultats révèlent une richesse spécifique faible et une équitabilité élevée, avec une légère dominance de *Erica arborea*. Une différence significative interspécifique a été remarquée entre les hauteurs des différentes espèces observées ainsi qu'une large variabilité interspécifique de ce paramètre pour *Arbutus unedo* (variant de 0.19 à 4.4m). Ce résultat corrobore celui trouvé dans l'étude effectuée dans l'ouest de l'Andalousie (Oyonarte et Cerillo, 2003) où la hauteur de *Arbutus unedo* varie entre 0.37 à 4.49m. La densité moyenne de la végétation arbustive de cette forêt, égale à 8692 plants/ha, apparaît inférieure à celles observées dans d'autres subéraies comme celles de Cadiz (13962 plants/ha) ou Montes de Propios-Jerez de la Frontera (plants/ha), situées au sud de l'Espagne (Navarro Cerillo & Oyonarte, 2006). La couverture arbustive ne dépasse pas 43% par ha pour la forêt de Ain Snoussi alors qu'elle varie de 42 à 97% dans les écosystèmes espagnols (Navarro Cerillo et Oyonarte, 2006). Enfin, le phytovolume total par hectare a été évalué à 8277.52m³/ha, soit une valeur plus faible que celles (comprises entre 10,054 à 89,547m³/ha) trouvées dans des écosystèmes espagnols similaires.

La strate arborée de la forêt de Ain Snoussi présente malgré tout une densité assez forte, avec un couvert élevé et une surface terrière considérable. La forte concurrence avec les chênes-lièges (Stiti *et al.*, 2005) influence la croissance et la structure de la strate arbustive; la présence de cette dernière freine aussi le développement des semis de régénération du chêne-liège. En outre, le coefficient de pâturage calculé dans cette forêt est égal à 70.5%, ce qui correspond à un pâturage très fort (Stiti *et al.*, 2007). Cette action anthropozoiq ue remarquable aboutit inévitablement à la disparition des espèces les plus appréciées, à l'absence

de régénération et à l'augmentation des surfaces dégradées. En effet, une faible couverture arbustive et le piétinement excessif des animaux rendent les sols très sensibles à l'érosion hydrique, particulièrement dans les secteurs à forte pente (Kayouli & Buldgen, 2001).

A l'image de la situation générale des forêts méditerranéennes du Sud, la pression anthropique intervient avec d'autres facteurs biotiques et abiotiques (Nsibi *et al.*, 2006) dans la dégradation de la forêt de Ain Snoussi. Pour préserver cette forêt, il est essentiel d'assurer un équilibre entre le milieu naturel et le milieu socio-économique. Mais l'application des mesures indispensables pour rétablir cet équilibre est difficile, car elle suppose un changement d'attitude de la plupart de la population rurale. Or, la préservation de la biodiversité animale et végétale dans cette zone nécessite de limiter les activités dégradant le milieu. On doit envisager des revenus de substitution pour les familles exploitant la forêt avec la mise en place de nouvelles activités telles que la fabrication d'articles d'artisanat à partir d'espèces arbustives comme *Erica arborea* (fabrication d'ébauchons de pipes), la distillation des huiles essentielles d'espèces aromatiques comme *Myrtus communis* ou encore l'apiculture.

L'étude de la structure arbustive dans les subéraies permet de connaître la distribution spatiale des trouées forestières, importantes pour la programmation des plantations du chêne-liège. Elle permet aussi de mieux maîtriser l'activité pastorale en orientant cycliquement le pâturage vers les zones les plus denses. Nous recommandons ainsi d'inclure un mode de gestion sylvo-pastoral dans la forêt de Ain Snoussi avec un aménagement durable de la couverture végétale qui prend en compte la structure spatiale et spécifique des espèces et les besoins socio-économiques locaux.

Références

- DGF 1983: Plan d'aménagement:1984-2007: Forêt domaniale de Amdoun. 1er série. Subdivision des forêts de Tabarka. Direction Générale des Forêts, Triage de Ain Snoussi. SCET-Tunisie. Bafder.
- Kayouli, C. & Buldgen, A. 2001: Elevage durable dans les exploitations du Nord Ouest de la Tunisie – Coopération tuniso-belge, INAT, Tunis, 32 pp.
- Mölder, A., Bernhardt-Römermann, M. & Schmidt, W. 2008: Herb-layer diversity in deciduous forests: Raised by tree richness or beaten by beech? For. Ecol. Manage. 256: 272-281.
- Navarro, R. M. & Blanco, P. 2006: Estimation of above-ground biomass in shrubland ecosystems of southern Spain. Invest. Agrar. Sist. Recur. For. 15(2): 197-207.
- Nsibi, R., Souayah, N., Khouja, L. M, Khaldi, A. & Bouzid, S. 2006: Impacts des facteurs biotiques et abiotiques sur la dégradation de la subéraie tunisienne. Geo-Eco-Trop. 30(1): 25-34.
- Oyonarte, P. B. & Navarro Cerillo, R. M. 2003: Aboveground phytomass models for major species in shrub ecosystems of western Andalusia. Investig. Agrar. Sist. Recurs. For. 12(3): 47-55.
- Palahi, M. 2004: New tools and methods for Mediterranean forest management and planning. Tempus IMG. Centre Tecnologic Forestal de Catalunya.
- Pohle, G. W. & Thomas, M. L. H. 2006: Surveillance de la biodiversité marine. Protocole de surveillance du benthos marin: Macrofaune intertidale et infratidale. Rapport du comité de surveillance de la biodiversité marine (coopérative des sciences écologiques maritime de l'atlantique, centre des sciences de la mer huntsman) pour le réseau d'évaluation et de surveillance écologiques. Canada, Environnement Canada, 30 pp.

- Robles, A. B. & Passera, C. 1995: Native forage shrub species in south-eastern Spain: forage species, forage phytomass, nutritive value and carrying capacity. *J. Arid Environ.* 30: 191-196.
- Scarascia-Mugnozza, G., Oswald, H., Piussi, P. & Radoglou, K. 2000: Forests of Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *For. Ecol. Manage.* 132: 97-109.
- Sebei, H., Chaar, H., Stiti, B., Montero, G. & Montero González, G. 2009: Evaluation of the aboveground biomasses of cork oak (*Quercus suber*) and shrubs at Ain Snoussi, Tunisia. In: S. Zapato (editor). *Cork oak woodlands and cork industry: present, past and future.* Museu del Suro de Palafrugell.
- Stiti, B., Sebei, H. & Khaldi, A. 2005: Evaluation de la régénération et analyse de la croissance du chêne-liège (*Quercus suber*) dans la forêt de Ain Snoussi, Tunisie. *IOBC/wprs Bull.* 28(8): 237-244.
- Stiti, B., Sebei, H. & Khaldi, A. 2007: Evaluation de la régénération du chêne liège (*Quercus suber*) dans la forêt de Ain Snoussi, région d'Ain Draham (Nord de la Tunisie). *Géogr. Dévelop.* 18: 1-8.
- Wharton, E. H. & Griffith, D. M. 1993: Methods to estimate total forest biomass for extensive inventories: applications in the northeastern U.S. U.S.D.A. *For. Serv. Res. Paper NE:* 681.